

CIENCIAS
FÍSICAS Y NATURALES

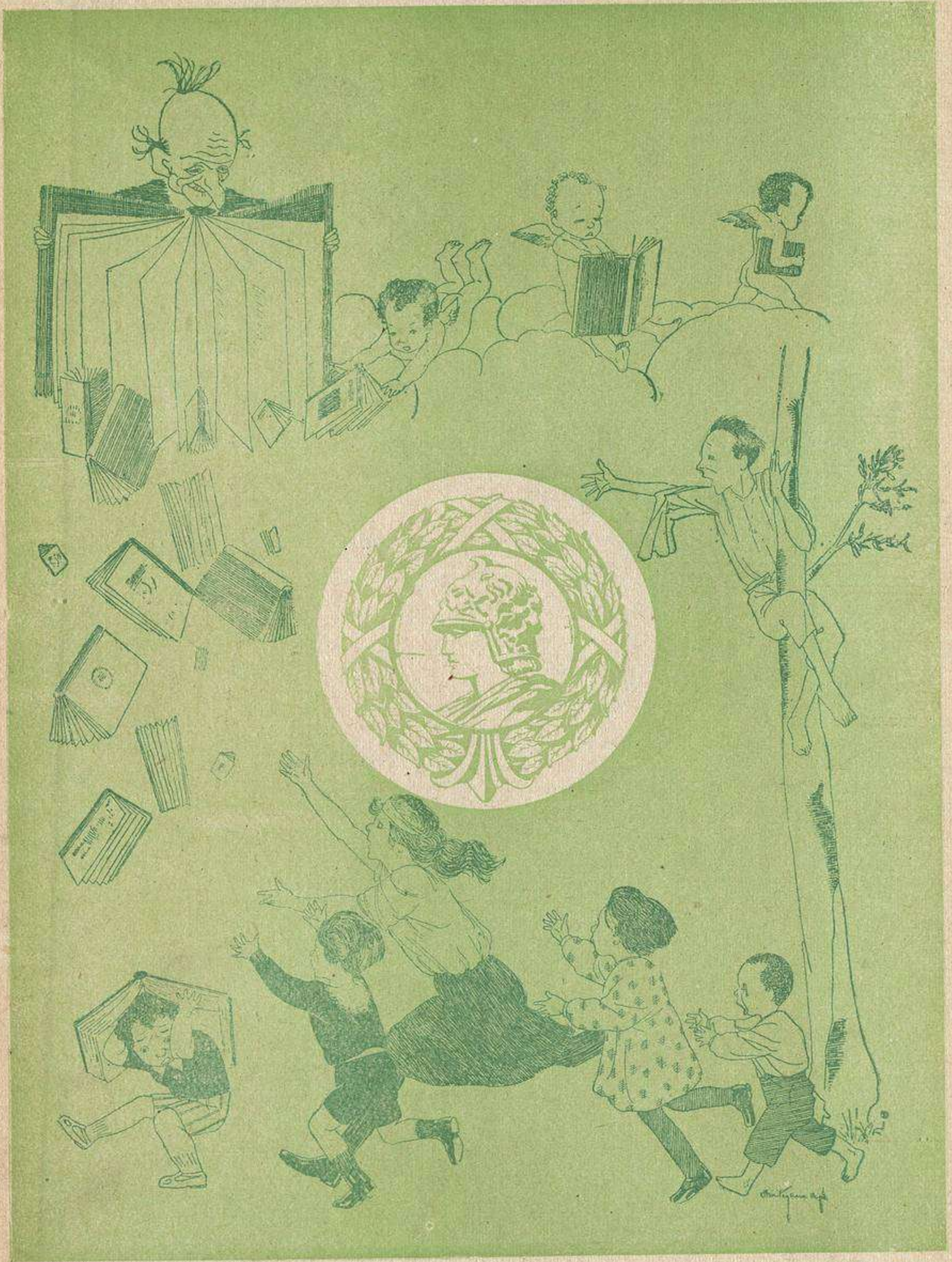


E.B.

HIJOS DE S. RODRIGUEZ.
BURGOS.

250

BIBLIOTECA



HISPANO

ENCICLOPÉDICA

~~901~~



AMERICANA

~~816~~

250

SEG/121

FE6/121

R. 4935

BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA HISPANO-AMERICANA

CIENCIAS FÍSICAS Y NATURALES

por

D. Juan Benjiam

NOVÍSIMA EDICIÓN ILUSTRADA



1907

Imprenta y Librería

HIJOS DE SANTIAGO RODRÍGUEZ

BURGOS

~~~~~  
**Es propiedad de los editores**  
~~~~~



FÍSICA

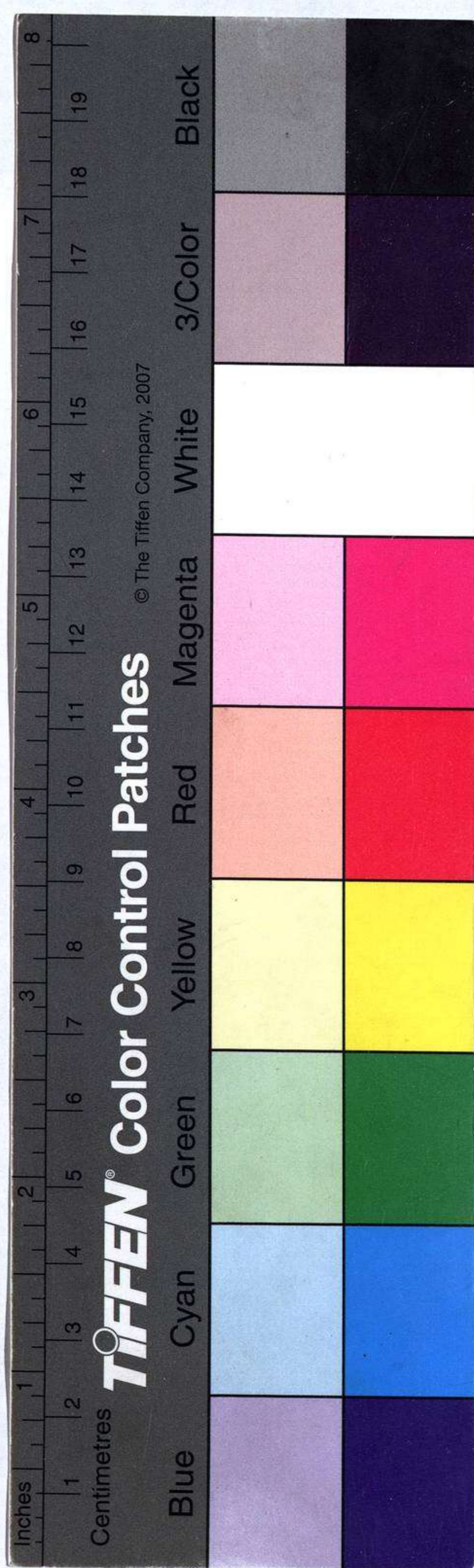
I.

La materia y sus propiedades

Todas las cosas que podemos ver ó tocar están formadas de algo, y ese algo se llama *materia*.

Vosotros podeis distinguir perfectamente las cosas materiales de las que no lo son. Un *libro* es una cosa material, porque está formado de materia; pero una *mentira* no lo es.

La materia fué creada por Dios. El hombre más sabio y más industrial no sería capaz de crear ni una gota de agua, ni un sólo grano de arena. Lo que pueden hacer los hombres es *transformar* las primeras materias. Con arena y otros componentes os formarán el cristal.



II.

La fuerza y sus caracteres

Puesto que la materia no puede moverse por sí misma, cuando un cuerpo se mueve, alguna cosa le imprimirá movimiento.

Nosotros levantamos un brazo: aquí hay una voluntad que ordena y unos huesos, músculos y nervios que obedecen. Se balancean las hojas de un árbol. ¿Este movimiento es debido á las hojas? No, sinó alviento.

Lo repetiremos. Para que un objeto se mueva, es necesario que exista una *causa* que lo haga mover. La causa de todo movimiento se llama *fuerza*.

La *Mecánica* es una parte de la Física que estudia las fuerzas y sus efectos, la cual se divide en dos partes: la *Estática*, que trata del equilibrio, y la *Dinámica*, que estudia el movimiento.

En toda fuerza hay que considerar tres caracteres: la *magnitud* ó *intensidad*, que es la actividad con que obra una fuerza con respecto á otra: la *dirección*, que es la recta en que se dirige, y el *punto de aplicación*, que es el punto del cuerpo sobre el que obra.

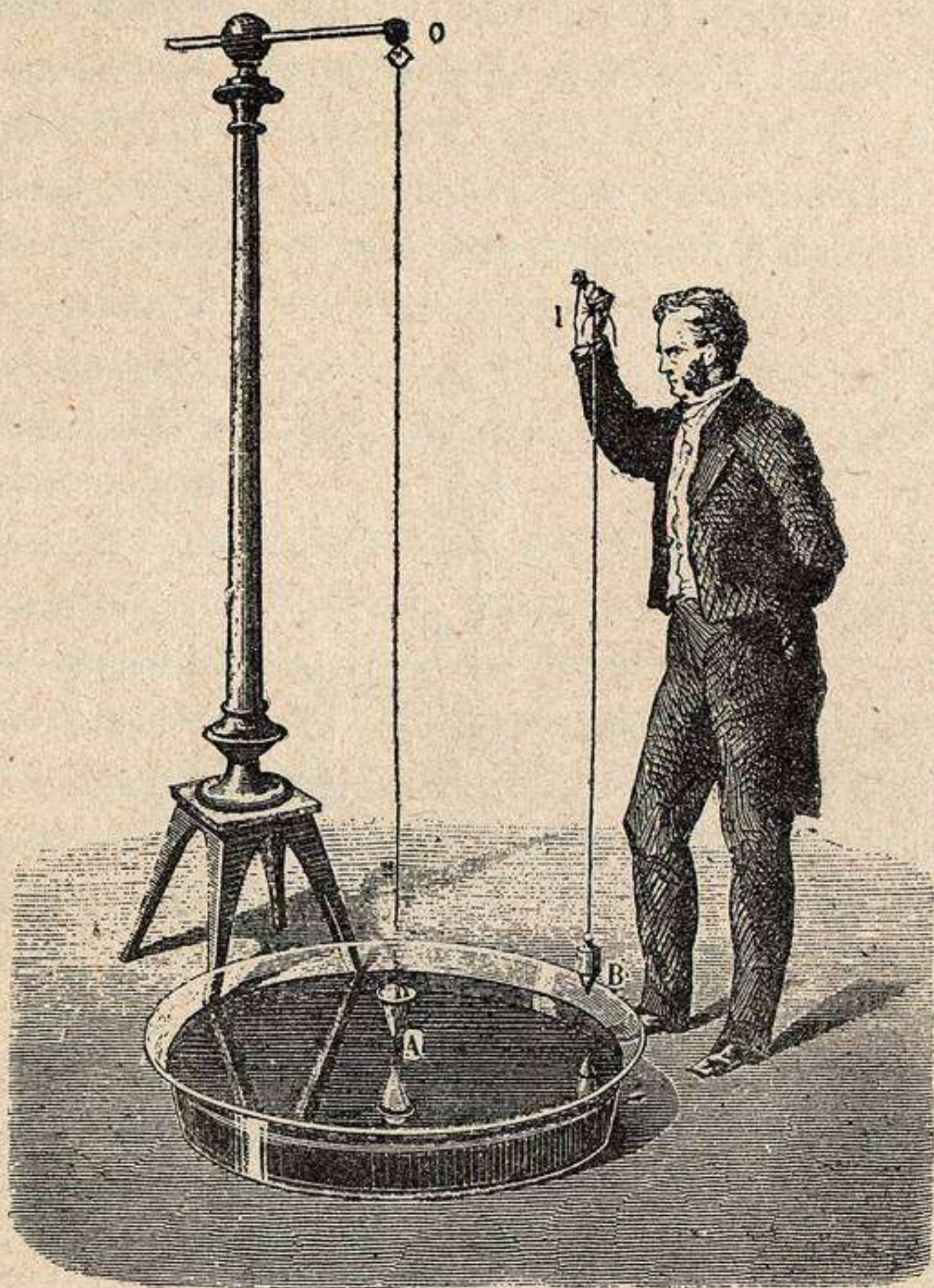
Esto sentado, y no pudiendo extendernos sobre las ramificaciones que se desprenden de lo que acabamos de consignar, tratemos de la pesantez ó fuerza de gravedad.

Una piedra lanzada al aire, tan luego como haya agotado la fuerza de impulsión, caerá sobre la tierra, y caería hacia su centro si no lo impidiese el obstáculo de la superficie terrestre.

Caer es un movimiento. La pesantez, es la causa del

mismo; es una fuerza. Una fruta madura, en virtud de esa fuerza, que es la fuerza de atracción de la tierra, se desprende del árbol y cae.

¡Oh! la pesantez ó gravedad de los cuerpos es una gran



La plomada señalando la línea vertical

cosa. A esta fuerza son debidas multitud de obras: ella nos mantiene y lo mantiene todo sobre la tierra.

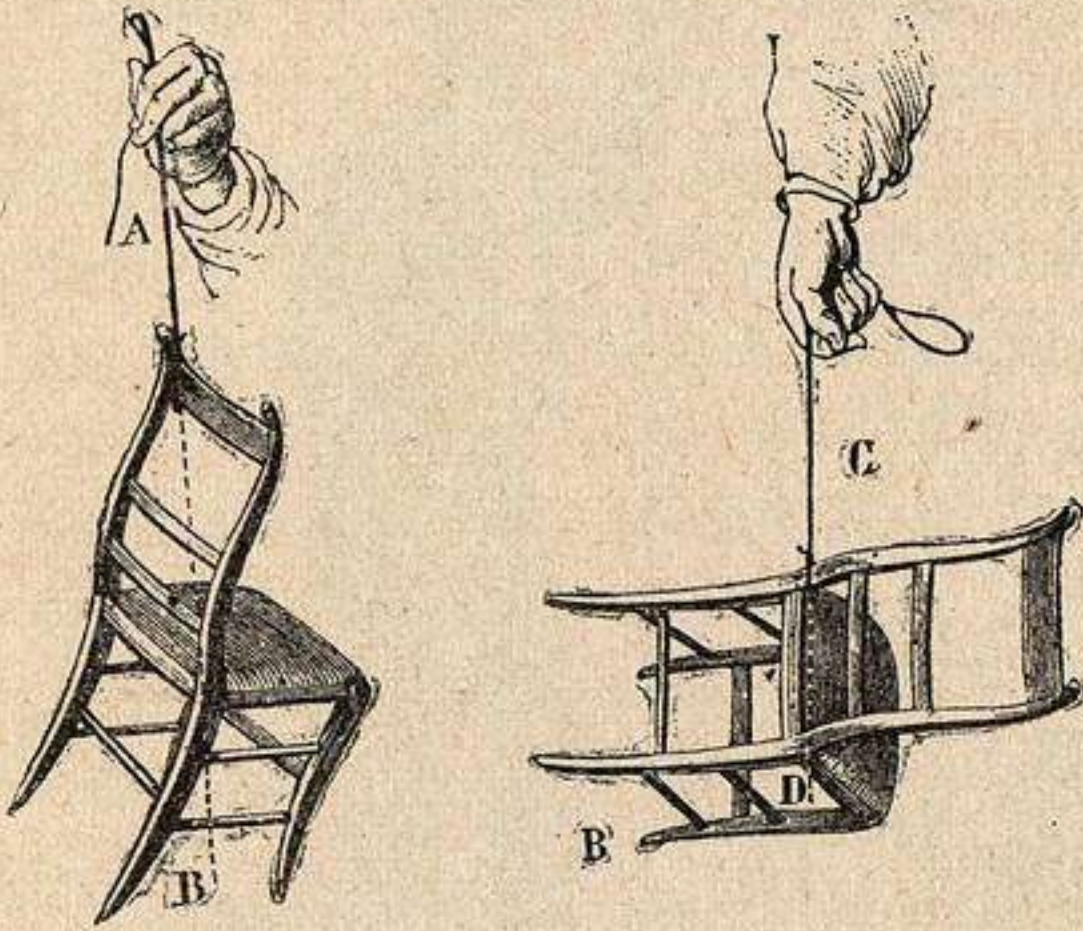
Todo cuerpo al caer sigue la línea *vertical*, que es la que sigue la dirección de un hilo que suspende un cuerpo pesado; la plomada, por ejemplo:

Los cuerpos más ligeros caen más despacio que los pesados; pero todos caerían con la misma velocidad, sin la resistencia del aire. Una pluma caería igual que una piedra, en el vacío; esto es, en un espacio sin aire.

De otra manera. Haced caer una hoja de papel desplegada, y repetid después la operación con la misma hoja estrujada en forma de pelota, y conoceréis la diferencia.

Los cuerpos caen con velocidad creciente. Recorren próximamente 5 metros en el primer segundo de su caída,

15 metros en el otro y 25 metros en el tercer segundo, esto es, guardando la relación de los números impares 1, 3, 5, et-
cétera.



Determinación del *centro de gravedad* de los cuerpos sólidos

En virtud de esta progresión, una piedrecita que cayera sobre un individuo des-

de una gran altura, podría causarle bastante daño.

El peso de los cuerpos cuando están formados de la misma materia depende: 1.º de su volumen; 2.º de la densidad de su materia. Se llama *densidad* el número mayor ó menor de moléculas, ó sea la cantidad de materia contenida en un volumen determinado.

Así es que en igual volumen, el hierro tendrá más densidad que la madera, y la madera más que la esponja. Un decímetro cúbico de agua pura, ó sea un litro, pesa 1 kilogramo, mientras el mismo volúmen de aire pesa 1

gramo. De manera, que el agua tiene mil veces más densidad que el aire.

En esto está fundado el *peso específico* de los cuerpos, que no es más que el número de gramos que pesa cada centímetro cúbico de dichos cuerpos.

Vamos á ver ahora lo que se entiende por *cētro de gravedad*. La pesantez ejerce su acción, no sólo sobre el volumen total de un cuerpo, sinó sobre cada una de sus partes. Todas las atracciones ejercidas por la pesantez sobre cada una de sus moléculas, puede ser reemplazada por una atracción colectiva ó total. Pues bien; el punto sobre el cual se dirige esta atracción colectiva, se llama *centro de gravedad*.

Para que un hombre se mantenga firme sobre sus piés, es menester que la vertical, pasando por su centro de gravedad, caiga en el interior del contorno formado por los puntos de apoyo. De lo contrario se pierde el equilibrio.

Así es que cuando una persona lleva un peso sobre las espaldas, dobla su cuerpo hacia adelante, y si lleva el peso en los brazos, dobla el cuerpo hacia atrás. Observad también la posición que guardan el que sube una cuesta y el que la baja, á fin de no perder el centro de gravedad.

III.

Peso: presión de los líquidos

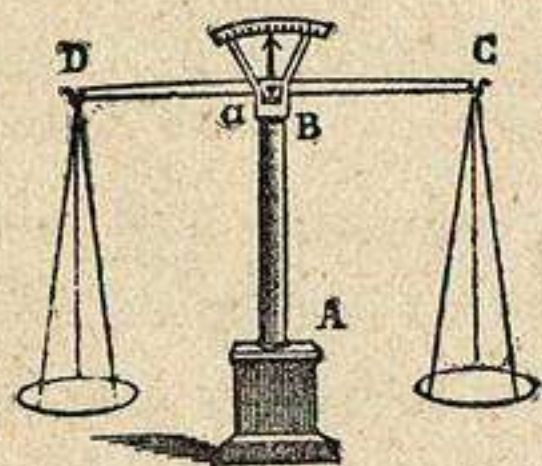
Colocad la mano extendida sobre la mesa. Encima de la mano colocad ahora un objeto pesado, un gran libro, por ejemplo. Desde luego sentiréis el peso ó presión que ejerce el libro sobre la mano.

El peso de un cuerpo es la suma de la pesantez de

cada una de sus moléculas. Esta pesantez hace que el cuerpo ejerza presión sobre el obstáculo que lo sostiene.

Para comparar los pesos entre sí, se hace uso de un instrumento llamado *balanza*, cuyo objeto todos conocéis. Hay balanzas de varias clases; pero la más usual se compone de un pié vertical y fijo, de un brazo horizontal movable colocado de modo que el centro se halle en el remate del pié vertical. En los extremos del brazo están suspendidos dos platillos.

Cuando los platillos y las cadenillas que los suspenden tienen exactamente el mismo peso, el brazo toma la posición horizontal. Lo mismo sucede si se coloca en cada uno de los platillos unos pesos enteramente iguales; pero si no lo son, el platillo que lleva mayor peso bajará en seguida.



Balanza

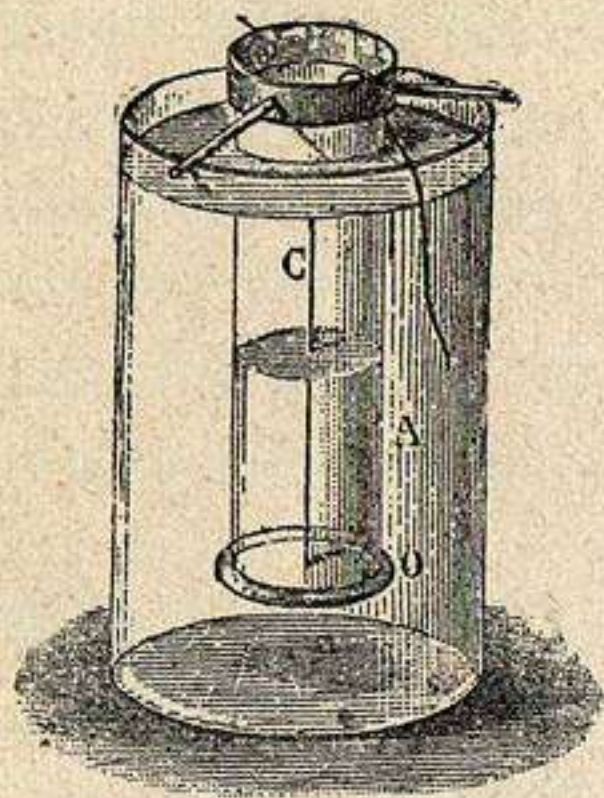
La *romana* y la *báscula* son también instrumentos muy conocidos que sirven para pesar objetos de mucho volumen, ó muy pesados.

Los líquidos, lo mismo que los sólidos, son pesados y siguen como éstos la línea vertical cuando caen libremente. Claro está que vertiendo un líquido sobre un plano inclinado, seguirá la dirección de dicho plano en descenso.

Pero la presión que ejercen los líquidos no es igual á la que ejercen los sólidos. Estos la ejercen de arriba abajo, y aquéllos por todas partes, ó más bien: hay equilibrio de presión.

Lo daremos á conocer por medio de un ejemplo. Supongamos una vasija que contenga dos kilogramos de agua. Subíos la manga y meted el brazo en esa vasija

colocando la mano extendida en el fondo. No sentiréis el peso del agua, y sin embargo el agua pesa sobre la mano: es que la presión se ejerce en todos sentidos.



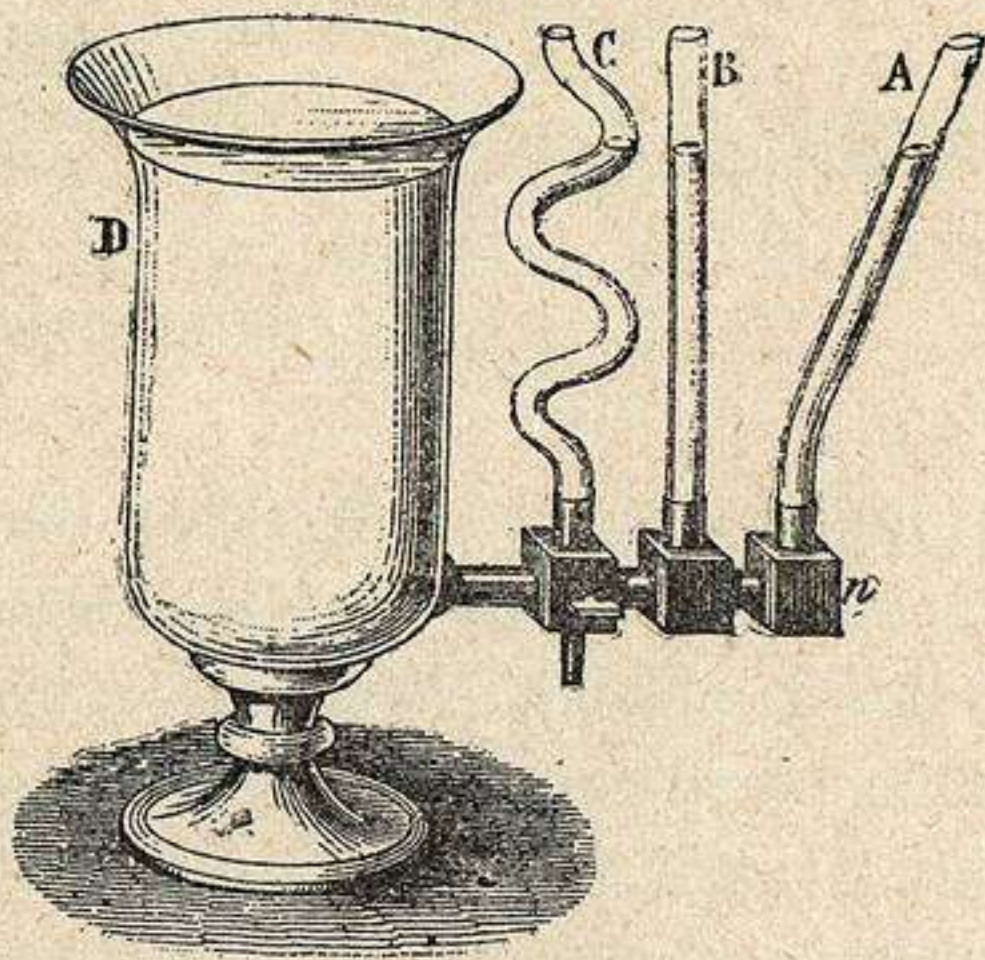
Presión de los cuerpos líquidos

Vaya otro ejemplo. Un pez sumergido en el mar soporta una presión de más ó menos kilogramos de agua según sean su tamaño y la profundidad en que se halla, y esto no le impide nadar. Por qué el peso del agua no aplasta al pez? Porque la presión se ejerce por igual sobre todas las partes de su cuerpo.

La presión que un líquido ejerce sobre el fondo del vaso que lo contiene, es equivalente al peso de una columna líquida que tenga por base el fondo y por altura la distancia vertical del fondo al nivel.

Vamos á aclarar este concepto. Todo esto quiere decir que la presión del agua en el fondo de una vasija depende de la altura de la misma agua.

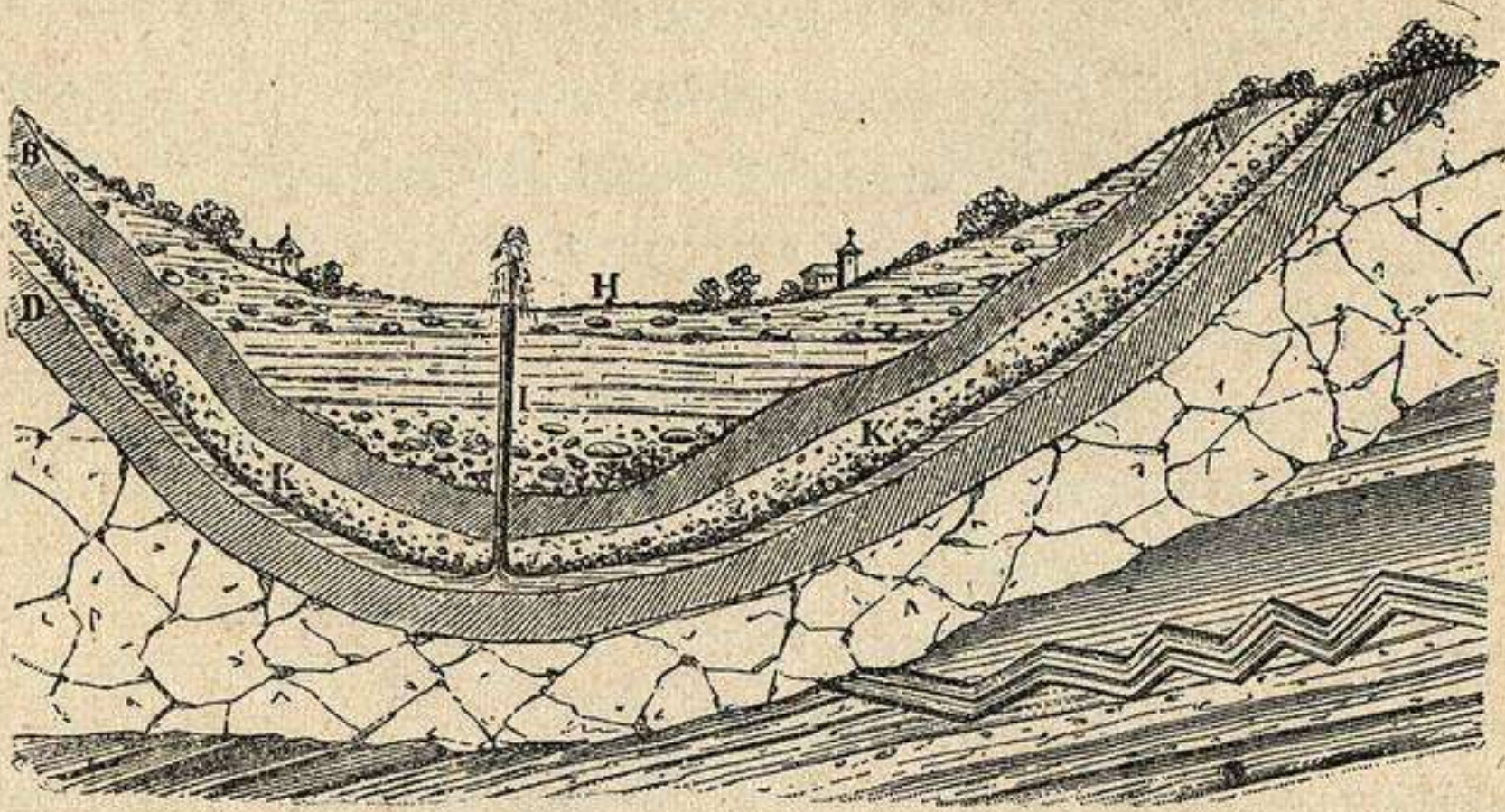
Llenad completamente de agua un tonel. Practicad en él un agujero redondo en el cual adaptaréis un tubo muy



Vasos comunicantes

largo y estrecho, como una caña. Verted ahora en el tubo la escasa cantidad que pueda contener, y reventará el tonel, porque experimentará una presión igual á una columna de agua que tuviese la altura del tubo y el grosor de aquel envase. Naturalmente la presión de una cierta columna de líquido será tanto más grande cuanto mayor sea su densidad.

Por razón de su densidad, los líquidos que no se mezclan se superponen, formando capas paralelas, y claro está que



Pozo artesiano

los líquidos de igual densidad tendrán la misma altura vertical de nivel en vasos comunicantes.

Esta tendencia que tienen los líquidos á buscar el nivel es muy aprovechada en la conducción de aguas para bebida y riego, surtidores, pozos artesianos, etc. Los *pozos artesianos* son perforaciones estrechas que se practican en un terreno, hasta gran profundidad, para encontrar corrientes de agua que sube á la superficie.

De todas las presiones ejercidas por los líquidos, la mayor es de abajo para arriba, llamada empuje *de los lí-*

quidos, Así es que un cuerpo sumergido en un líquido, al mismo tiempo que su peso le obliga á descender, experimenta un empuje que tiende á elevarlo.

Sobre esta ley está fundado el *principio de Arquímedes*, porque la descubrió este sabio siracusano allá en la antigüedad. Se formula así: *todo cuerpo sumergido en un líquido, pierde una parte de su peso igual al peso del volumen del líquido que desaloja.*

Según este principio, el cuerpo desciende, si pesa más que el líquido que desaloja, y flota si pesa menos, manteniéndose en el punto donde se ha colocado si el peso es igual á la masa de líquido que sustituye.

De esta suerte se explica que un pedazo de corcho ó de madera, lo mismo que un buque, se mantengan en la superficie del agua, y una piedra ó un pedazo de hierro se precipiten al fondo.

IV

Presión del aire: el barómetro, las bombas y los globos aerostáticos

Ya sabéis que el aire es pesado, aunque muchísimo menos que el agua en igualdad de volumen.

Lo mismo que el agua ejerce presión sobre el pez, la atmósfera, ó sea la capa gaseosa que nos rodea, ejerce presión sobre nosotros. Puede calcularse que un niño lleva sobre sí un peso de 10.000 kilogramos de aire, y no obstante se mueven los niños con ligereza.

Pero ¿por qué sucede esto? Porque la presión de aire se ejerce en todos sentidos, lo mismo que sucede con los líquidos. Esto quiere decir que esta presión se ejerce por

igual en todas las partes del cuerpo y está equilibrada por la presión de los flúidos interiores.

Si el aire no fuera pesado, no estaría sometido á las leyes de gravedad, no descansarían las capas más densas sobre la superficie del globo.

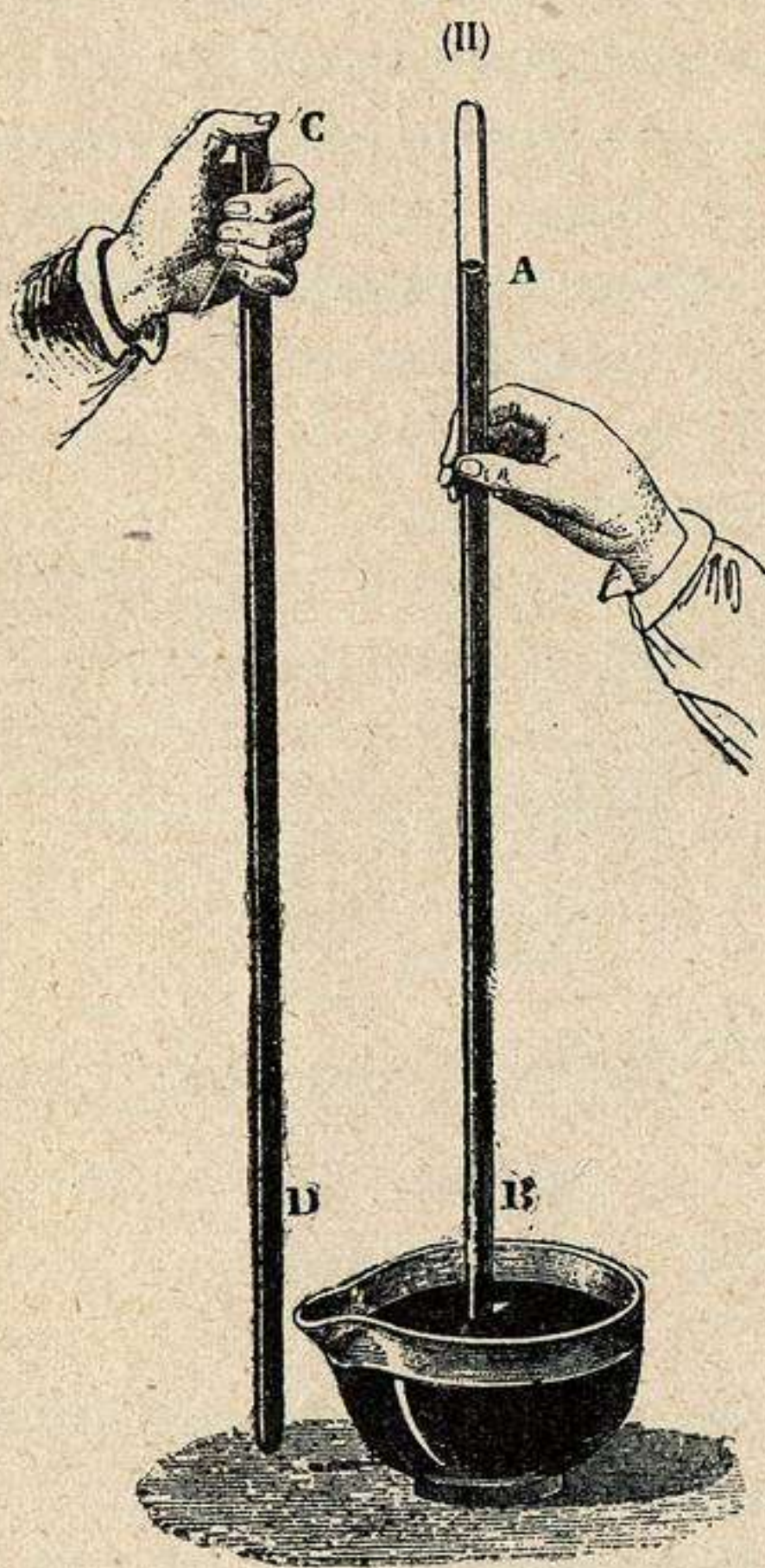
Para demostrar la pesantez del aire, se pueden hacer muchos experimentos que no dejan lugar á duda. Vamos á servirnos de los aparatos principales y más útiles para demostrarlo. Empecemos por el *barómetro*.

Tomad un tubo de cristal de un metro de longitud.

Cerradlo en uno de sus extremos con un tapón y llenadlo de agua. Ahora volved el tubo de arriba abajo, teniendo cuidado de tapar con el dedo pulgar el extremo abierto, á fin de que el agua no

se escape. Sumergid el extremo ese en una cubeta llena de agua, y ya podeis quitar el dedo, que el agua no se escapará.

¿Qué es lo que sostiene el agua en el tubo? Es la presión del aire que se ejerce en la superficie del agua de

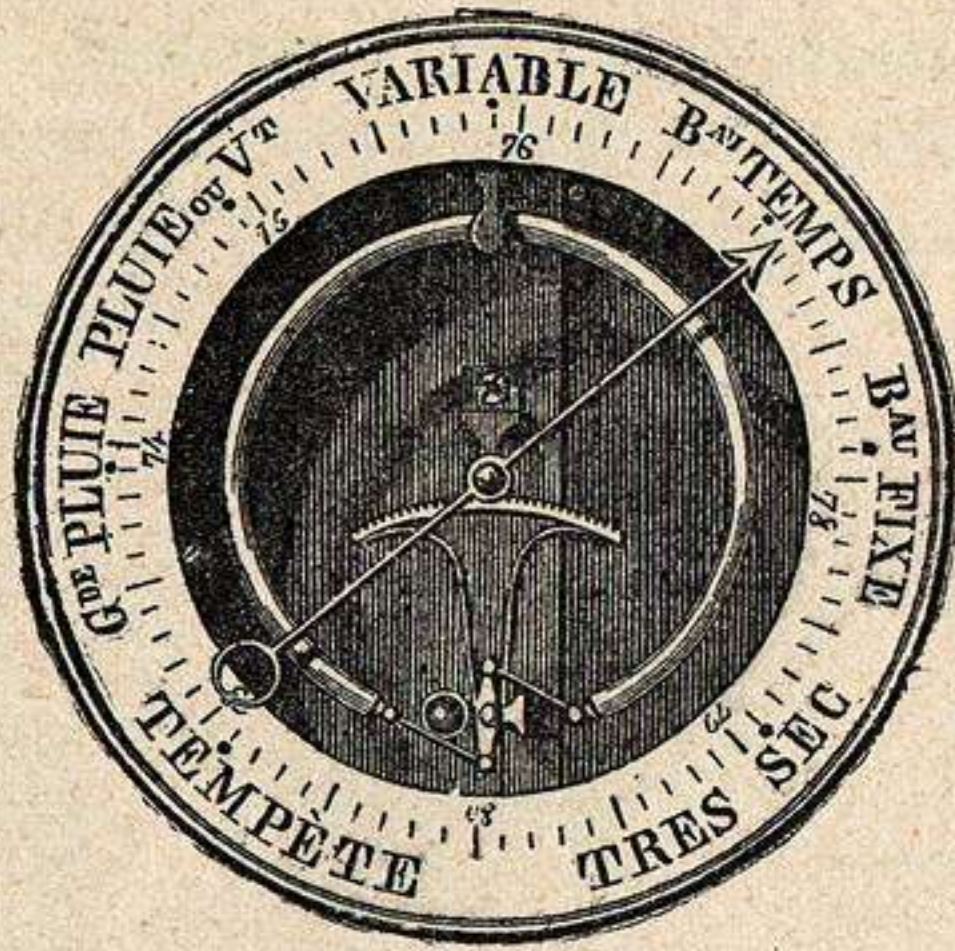


Construcción del barómetro

la cubeta. Pero quitad el tapón de arriba y veréis cómo cae el agua.

Si el tubo midiera 10 metros 33 centímetros, ó sean 32 piés de altura, sucedería lo mismo; pero en pasando de esta medida, el agua descendería hasta la misma altura.

¿Por qué sucede esto? Porque la presión del aire es capaz de mantener en equilibrio una columna de agua de 10 metros 33 centímetros.



Barómetro

En esto está fundado el *barómetro*; sólo que en vez de agua se llena un tubo de mercurio, líquido, que pesa 13,6 más que el agua. Por lo tanto se necesitará menos tubo.

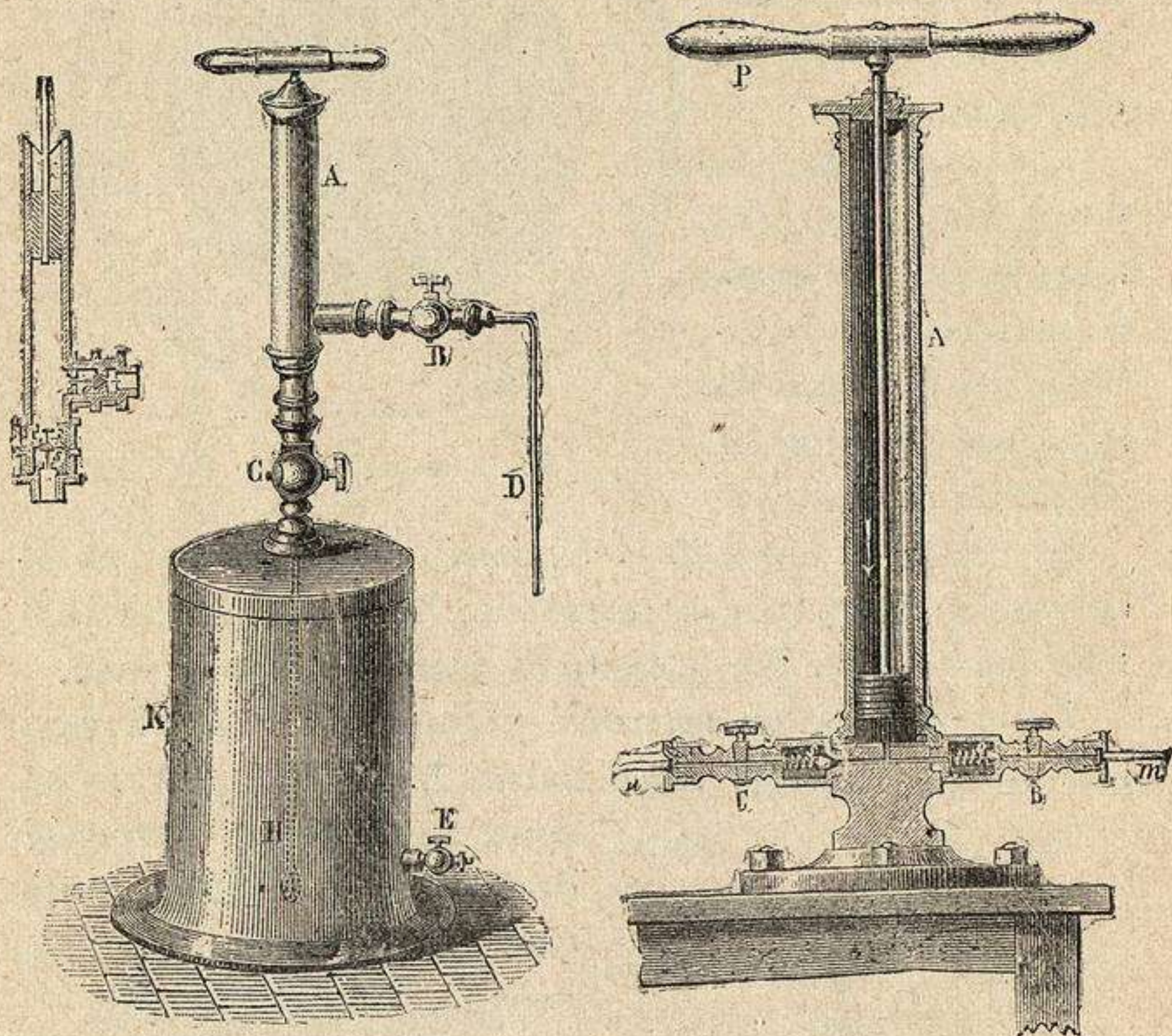
Tomadle lleno de mercurio y sumergidlo en un vaso lleno de este líquido, como habéis hecho con el tubo de agua. La *columna mercurial* descenderá en seguida hasta cierta altura, según la presión del aire.



Jeringas

El barómetro tiene relación con la altura de los lugares. Cuanto más uno se eleve, encontrará el aire menos denso, pesará menos y por lo tanto, será menor la altura de mercurio que pueda sostener.

La presión del aire guarda relación con el tiempo que reina ó puede reinar. Así es que con el *barómetro* se puede



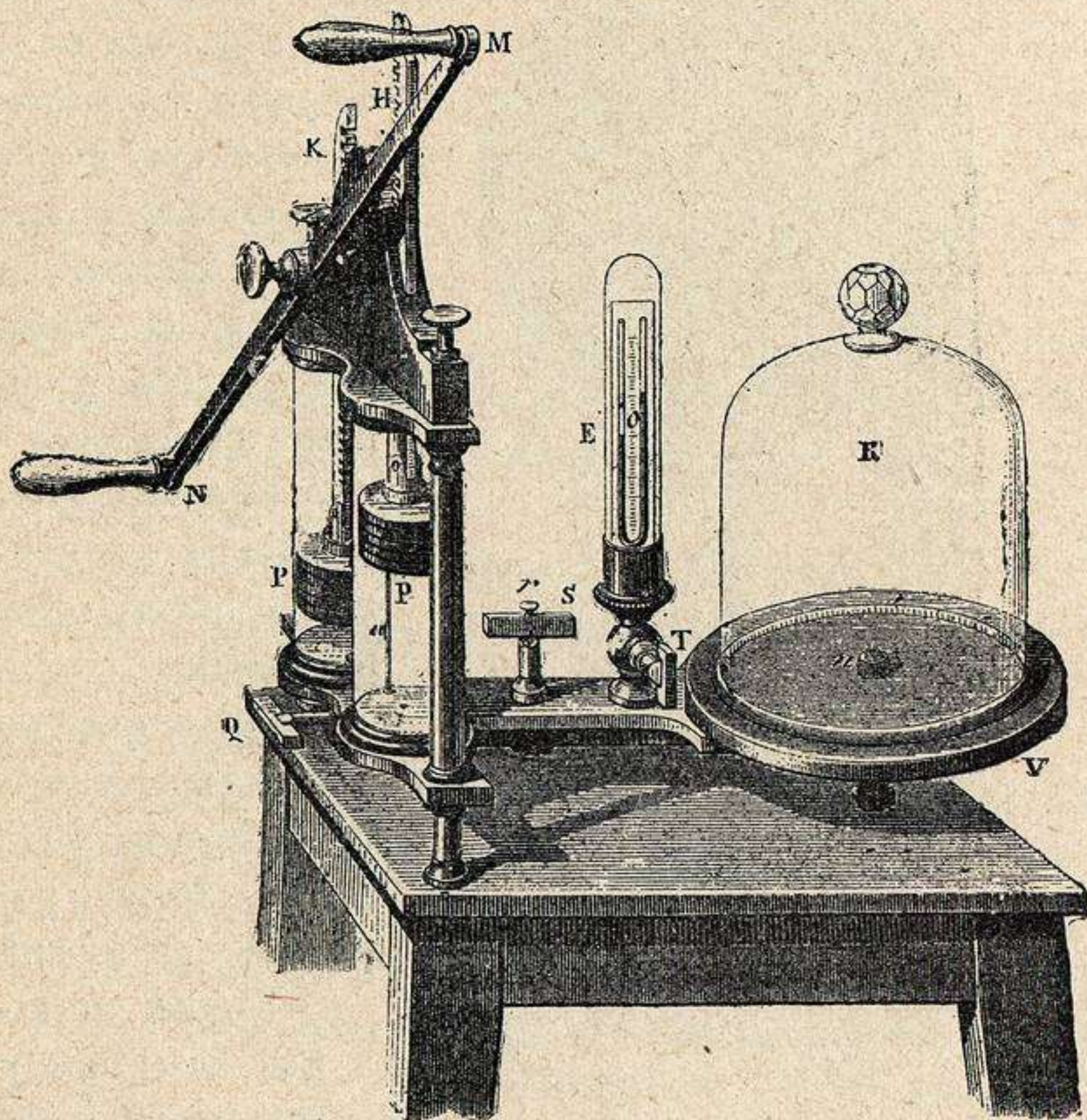
Bombas

prever el tiempo que reina ó puede reinar. Cuando sube la columna de mercurio, es señal de buen tiempo, y al contrario cuando baja.

Vamos á conocer otro instrumento, también muy útil, fundado en la presión del aire. Se trata de una *bomba*.

Aquí tenéis una pequeña jeringa para los oídos. Intro-

ducidla en el agua por el extremo consabido y tirad de la varilla y veréis cómo á medida que sube el tapón el agua entra en la jeringa, porque el tapón, ó pistón, tapa bien y la presión atmosférica pesa sobre la superficie del agua. Subirá el agua hasta el extremo del cuerpo de la jeringa,



Máquina neumática

á menos que tuviera más de 10 metros 33 centímetros, porque entonces la presión atmosférica no sería bastante fuerte.

Esta es la disposición con que funciona una bomba aspirante. En las bombas impelentes, el agua, en vez de

pasar á través del pistón, éste la comprime y la hace pasar por la parte inferior á otro tubo, por el cual el agua asciende y sale.

Entre las clases de bombas, hay una que sirve para sa-

car de un recipiente de cristal, no agua, sinó aire. Esa es la *máquina neumática*, aparato que sirve para extraer el aire de un depósito y practicar el vacío. Tiene muchas y curiosas aplicaciones.

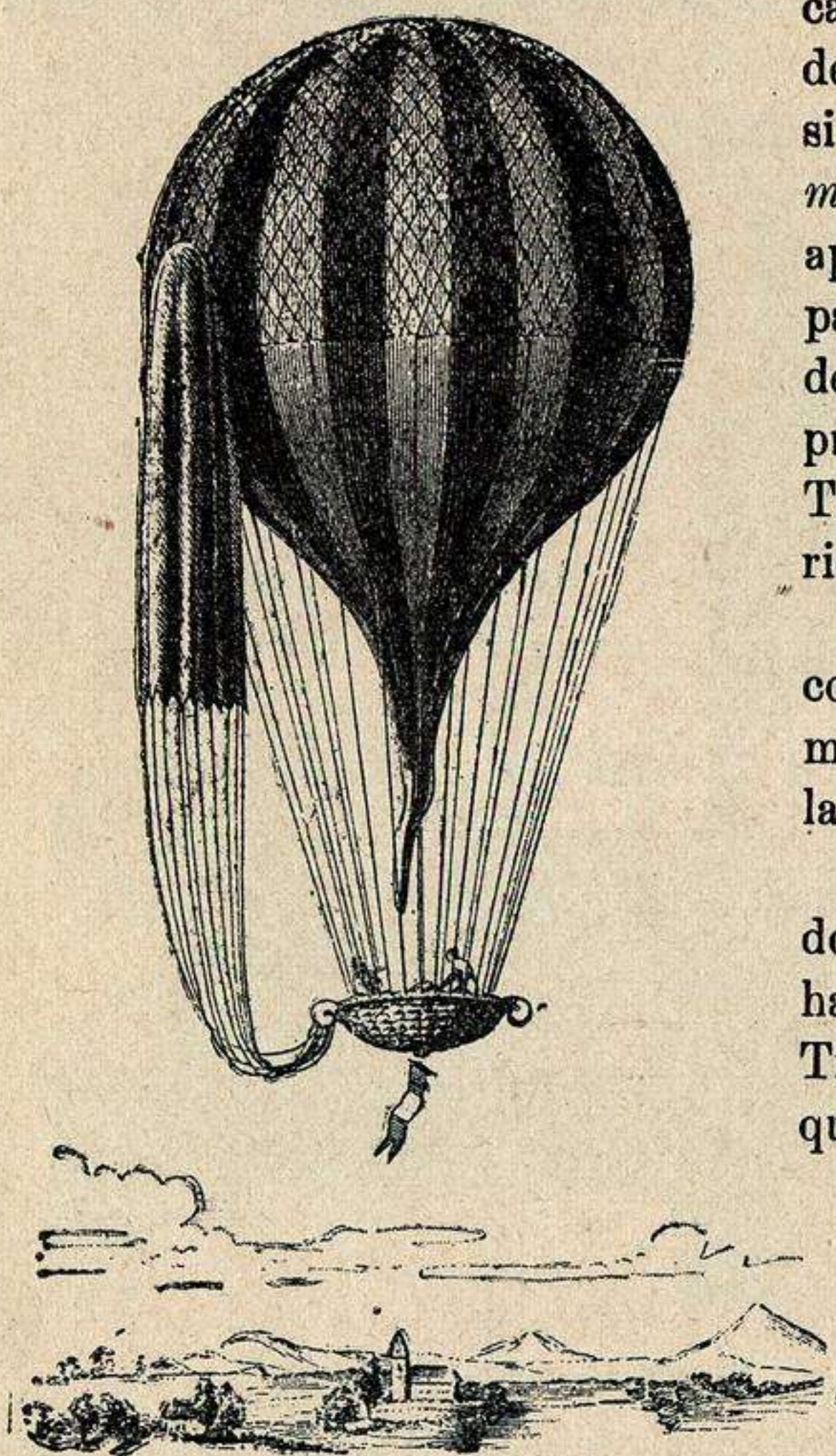
Á otra cosa. ¿Recordáis lo que dijimos al hablar sobre la gravedad?

Dijimos que todos los cuerpos caen hacia el centro de la Tierra. Pues ¿por qué sube un globo?

Tomad un tapón de corcho y sumergidlo hasta el fondo de una vasija llena de agua. Tan pronto como lo soltéis,

subirá á la superficie. Lo adivináis sin duda: es porque pesa menos que el volumen de agua que desaloja.

Pues lo mismo pasa con los globos aerostáticos. Un



Globo aerostático

globo sube porque está lleno de un gas que pesa menos que el aire. Á veces este gas es aire caliente; pero cuando se trata de un globo serio, se hincha de gas hidrógeno, que pesa 14 veces menos que el aire, pudiendo hacer subir entonces barquilla, cuerdas, aparatos y hombres.

V

El calor: cambio de estado de los cuerpos

El *calor* se siente, pero no se explica fácilmente su origen. Es causa de muchos fenómenos físicos que observamos todos los días, aunque muchos hombres no se dan cuenta de ello.

No hay duda que las sensaciones que conocemos con el nombre de calor, proceden: ó del Sol, ó de un origen artificial, como el fuego, el rozamiento, cosas que el hombre puede producir. El calor es á su vez efecto del *calórico*.

Los principales fenómenos causados por el calor en los cuerpos son: los cambios de estado, los cambios de volumen y la propagación del mismo calor.

Todos sabéis distinguir un cuerpo sólido de un cuerpo líquido, y seguramente conoceréis también algún cuerpo gaseoso.

Los cuerpos sólidos son más ó menos duros por estar unidas sus moléculas y siempre tienen forma propia, como un pedazo de hierro ó una piedra.

Los cuerpos líquidos no tienen forma propia, sinó la del objeto que los contiene. Sus moléculas son móviles y divisibles, el agua es un líquido.

Los cuerpos gaseosos son punto menos que invisibles, excepto unos pocos. Sus moléculas tienden á separarse

unas de otras. Fijaos en el humo, en el aire y en el vapor de agua.

Ahora bien: ya sabéis que las moléculas de los cuerpos se atraen mutuamente en virtud de aquella fuerza llamada *atracción molecular*. Contraria á esta fuerza son la repulsión de las mismas moléculas y el calor.

Estas últimas fuerzas, la repulsión y el calor tienden á disgregar ó separar las moléculas, y si son mayores que las de la atracción, hacen el cuerpo gaseoso; si son iguales lo hacen líquido, y si son menores el cuerpo resulta sólido.

En todo cuerpo gaseoso hay más expansión de moléculas, y éstas toman más campo, ocupando excesivamente más espacio, porque en ellas obran más el calor y la repulsión que la atracción molecular.

De paso diremos que el frío no existe sinó en relación á lo que consideramos caliente, esto es, el frío no es más que un grado menos de calor en un cuerpo respecto á otro, puesto que todos los cuerpos están dotados de calor. Un cuerpo frío comparado con otro puede estar caliente si se compara con un tercero.

Así es que la *temperatura* de un cuerpo es el estado de calor sensible en que se encuentra aquél en un tiempo dado. Si este calor aumenta, se dice que se eleva ó sube la temperatura, y si disminuye, entonces aquélla baja. ¿Y de qué depende todo esto? Del mayor ó menor equilibrio de las moléculas. Tened en cuenta este fenómeno.

Un cuerpo puede pasar del estado sólido al líquido, y del estado líquido al gaseoso. Esto se hace muy evidente por lo que se refiere al agua; pues ésta se transforma en hielo cuando se enfría y desaparece en la forma de vapor cuando se calienta. Lo que sucede con el agua sucede con los demás cuerpos.

Por el contrario, se liquidan los gases y se solidifican los líquidos por medio del enfriamiento. Se ha llegado hasta el punto de solidificar el aire.

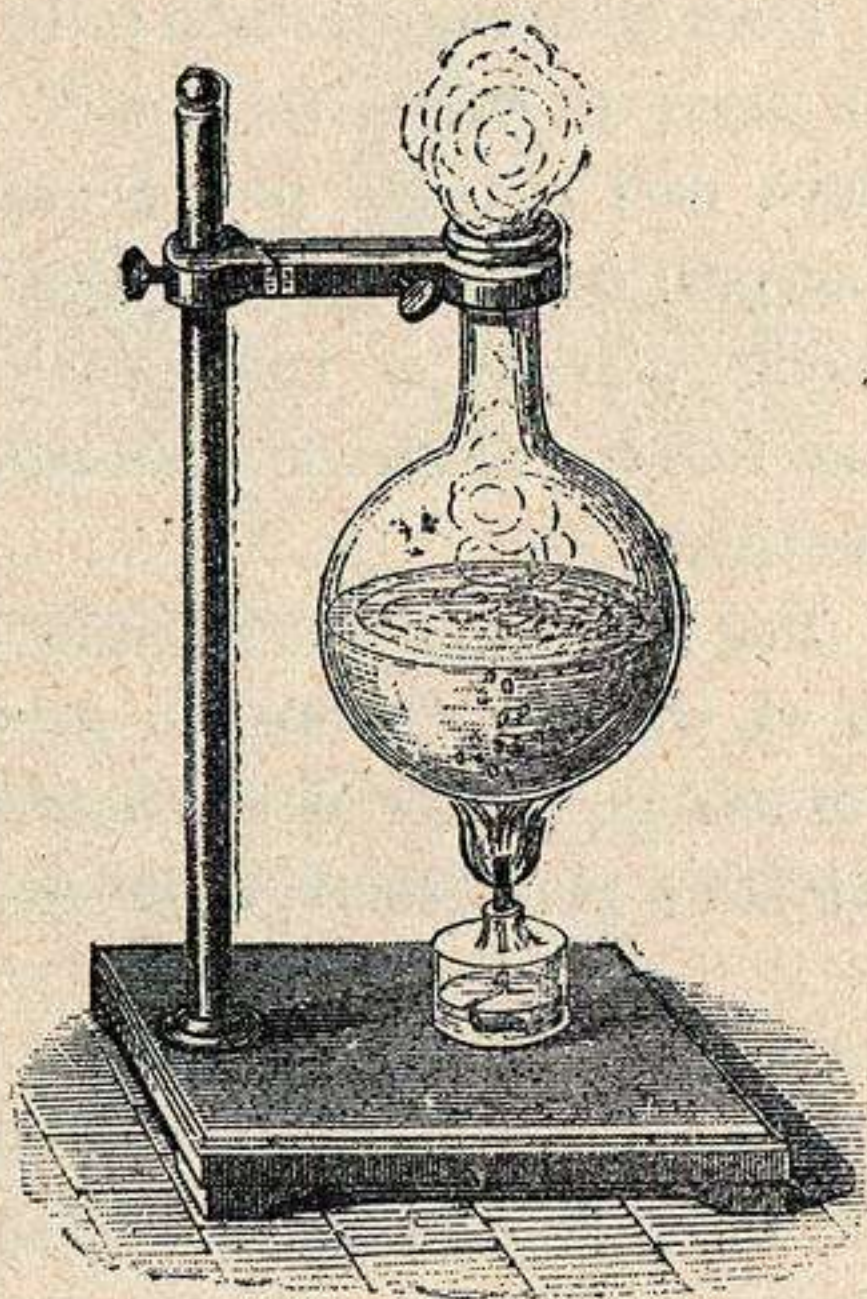
El primer cambio de estado es la *fusión*, que es el tránsito del estado sólido al líquido. Probablemente no existe ningún cuerpo que deje de fundirse á la temperatura que le es propia, porque á cada cuerpo corresponde una temperatura fija de fusión, y mientras ésta dura no cambia la temperatura del cuerpo.

También puede producirse la fusión de muchos cuerpos mediante la *disolución*, como la sal disuelta por el agua, aunque en este caso queda mezclado el cuerpo con el líquido disolvente.

Otro cambio de estado es la *vaporización*, ó sea el tránsito del estado líquido al gaseoso.

La vaporización se presenta bajo dos fases distintas, que son: la *evaporación* y la *ebullición*. El agua expuesta en el aire se evapora; el agua sometido al fuego hierve y de aquí la ebullición. En el primer caso el tránsito del estado líquido al gaseoso es lento y en el segundo caso es rápido. Esto lo podemos observar todos los días.

Otro caso particular de la vaporización es la *volatilización*. Ya sabéis que hay líquidos volátiles, los cuales se



Ebullición

evaporan rápidamente sin que puedan conservarse, á no ser en vasijas cerradas.

Aunque la evaporación depende principalmente de la naturaleza de los líquidos, una masa líquida se evapora tanto más aprisa cuanto mayor superficie tiene. Así es que una cantidad de agua se evaporará en menos tiempo colocada en un plato que colocada en un vaso.

Otro cambio de estado es la *solidificación*, que consiste en pasar un cuerpo de líquido á sólido. Este cambio en sí lleva casi siempre una disminución de volumen en los cuerpos; pero el agua, al solidificarse ó al convertirse en hielo, aumenta el volumen hasta el punto de desplegar una fuerza expansiva que hace estallar el objeto que la contiene.

Por último, es otro cambio de estado la *licuación*, que es el tránsito del estado gaseoso al líquido. Los gases pueden liquidarse ó convertirse en líquidos por enfriamiento ó por presión, ó por ambas cosas á la vez.

VI

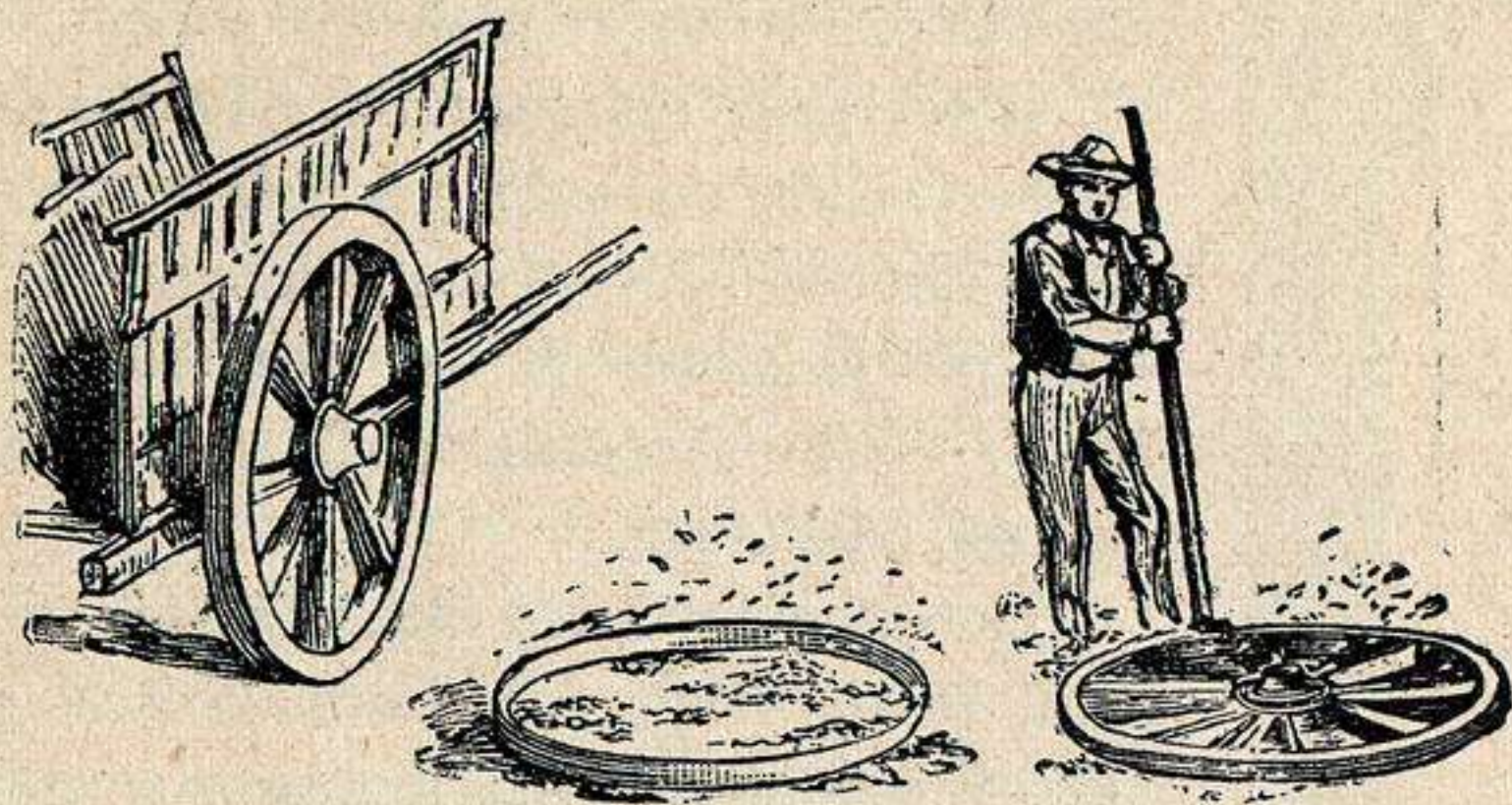
Dilatación de los cuerpos: el termómetro

El calor obra sobre los cuerpos, no sólo para hacerles cambiar de estado, si que también para aumentar su volumen ó sus dimensiones.

Cuando se calienta un cuerpo sólido, líquido ó gaseoso, este cuerpo se dilata, esto es, se extiende, y ocupa mayor espacio. Al contrario, cuando un cuerpo se enfría, entonces se *contrae*. A cada paso somos testigos de estos fenómenos, aun en la vida doméstica.

Veamos algunos ejemplos. ¿Habéis observado cómo el

constructor de carruajes coloca las llantas en las ruedas? Hace siempre las primeras algo más reducidas que las segundas; pero calienta la llanta, la cual se agranda, de



El aro de hierro *dilatado* por el calor

manera que la rueda entra perfectamente en ella. Mas luego que la llanta se enfría, aprieta la rueda quedando bien ajustada.

Los líquidos también se dilatan al ser calentados y, por consiguiente aumentan su volumen. Este ejemplo os lo dará evidentemente un aparato muy útil llamado *termómetro*.

Sumergid un tubo lleno de aire en un vaso lleno de agua. Cerrad el tubo por la extremidad no sumergida y calentad el agua. ¿Qué sucederá? Que antes de calentarse el agua ésta habrá subido hasta cierta altura en el tubo; pero una vez calentada, baja, porque el aire interior se habrá dilatado. Hé aquí un ejemplo de la dilatación de los gases.

El orden de dilatación de los cuerpos, por lo que se refiere á sus estados, es el siguiente: los gases se dilatan más que los líquidos y éstos más que los sólidos.

No pudiendo penetrar en todos los dominios de la Física, vamos á insistir algo más, sin embargo, en demostrar la dilatación de los sólidos por medio de otros ejemplos.

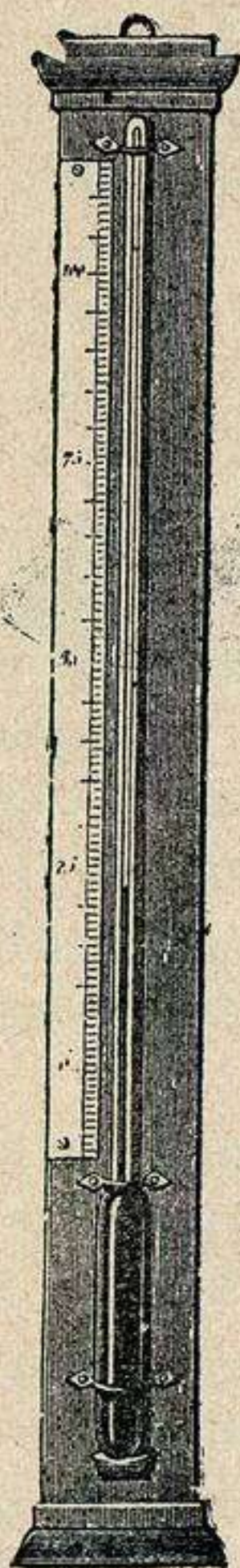
Observaréis que los rails, ó barras de los ferrocarriles, no están perfectamente unidas. Esto se hace para que tengan espacio en que dilatarse por el rozamiento del tren; de lo contrario podrían ocasionar graves trastornos.

Tampoco los hilos del telégrafo se ponen tensos, sinó con cierta laxitud para hacer posible la contracción sin que se quiebren; porque debéis saber que con el frío los cuerpos se contraen.

Hemos mencionado el aparato llamado *termómetro*, el cual se usa para medir la temperatura. Está fundado en la dilatación de los cuerpos por medio del calor. Veamos su sencillo mecanismo.

Consiste en un pequeño tubo, ó cañoncito de cristal, cuyo extremo inferior se comunica con una esferita ó cubeta, la cual se llena de mercurio ó alcohol. El primero se emplea para altas temperaturas y el segundo para bajas.

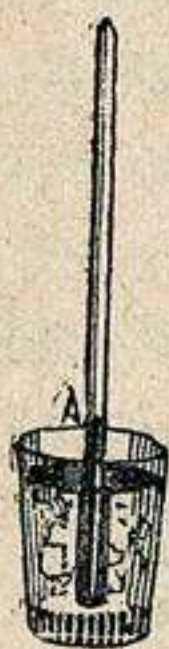
El tubo ó cilindro se halla colocado en el hueco de una tablita de madera en donde de un lado está pintada una escala de 100 partes iguales, y en el otro de 80. Estas partes representan los grados de calor, la primera, ó sea la de 100 partes, se llama *centigrada*, y la segunda es llamado de *Reaumur*, nombre del físico que la inventó. La primera es la que más se usa.



Termómetro

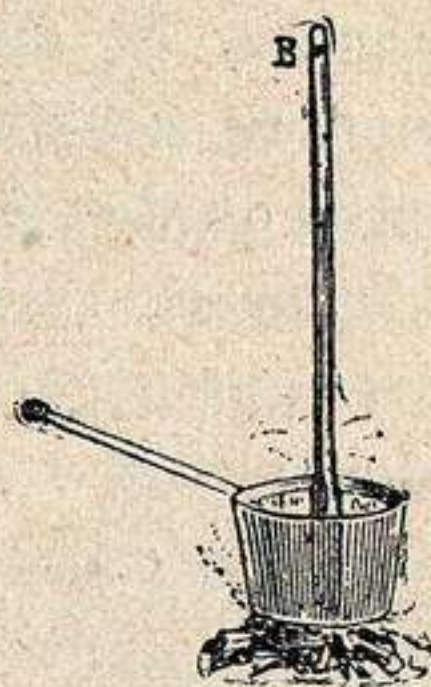
Para la construcción de la escala en los termómetros, se necesitan dos puntos fijos: el uno marca el punto en donde el agua se hiela, y es el *cero* de la escala, mientras el otro señala el punto en donde el agua hierve, y forma el número 100 de la escala centígrada y el número 80 de la Reaumur.

El mercurio de la cubeta sube ó baja por el tubo en forma de columnita según la temperatura, esto es, se dilata más ó menos según el calor.



Construcción
del
termómetro

Sumergida la cubeta en una vasija agujereada que contenga *hielo fundente*, que es la temperatura en que el hielo empieza á derretirse, el mercurio, enfriado por el hielo, disminuirá de volumen, y la pequeña



Construcción
del termómetro

columna bajará hasta cero grados. También se pone numeración bajo cero, porque el calor puede disminuir todavía.

No es necesaria operación ninguna para averiguar los grados de calor que tiene la atmósfera. Basta colocar el termómetro al aire libre, á la sombra, á cierta altura y separado de objetos que puedan comunicarle calor radiante.

VII

Propagación del calor

El calor tiene marcada tendencia al equilibrio de temperatura. Si dos cuerpos tienen diferentes grados de calor, se establece entre ellos una *radiación*, hasta que ambos queden con la misma temperatura.

Sepamos, empero, qué es *calor radiante*. El Sol, sobre todo; una hoguera, la llama de un quinqué, propagan el calor á más ó menos distancia y en forma de *radios* á todos los cuerpos que se hallan á su alrededor. De aquí viene la *radiación*.

Cuando se calientan los cuerpos, se observa que unos dejan pasar fácilmente el calor al través de su masa, mientras que otros se oponen á su tránsito. Los primeros se llaman cuerpos *buenos conductores*, y los segundos *malos conductores*.

Estas diferencias que se observan en los cuerpos sobre la *conductibilidad* del calor, dependen de su naturaleza y de sus diferentes estados. Se ha observado que los sólidos son mejores conductores que los líquidos, y éstos mejores que los gases.

Pero unos sólidos lo son más y otros lo son menos. Los metales son buenos conductores del calor, las piedras lo son menos, y la madera y el papel menos todavía. Veamos un ejemplo:

Si tocamos la llama de una bujía con un alfiler, aunque sea muy largo, á poco sentiremos el calor en la mano; mientras que dejando consumir una cerilla en

nuestros dedos, no sentiremos el calor hasta que la llama se halle inmediata á los mismos.

Por esta razón se ponen mangos de madera en muchos utensilios metálicos de cocina, ó bien se valen los cocineros de trapos ó papeles para no quemarse las manos al sacar del fuego las vasijas.

Tenemos, pues, que los metales son buenos conductores del calor, mientras los trapos y papeles son malos conductores.

Los trajes y abrigos con que nos cubrimos nos protegen contra el frío, por dos razones. Primera, porque están compuestos de tejidos de algodón, lino ó lana, los



El carbón mal conductor del calor

cuales son todos malos conductores del calor; y después porque entre los filamentos de la urdimbre hay siempre aire que se calienta más ó menos con el calor del cuerpo, impidiendo que se trasmita al exterior.



El agua es buen conductor del calor

Los líquidos y los gases, á pesar de ser malos conductores del calor, se calientan fácilmente, porque empezando á calentarse por debajo, resulta que la capa inferior se dilata por el calor y sube porque se hace más ligera.

Llega después la otra capa en el lugar de la primera, y, siendo como ésta calentada, sube también á la superficie, y así de capa en capa se producen movimientos ascendentes y descendentes, resultando calentada toda la masa.

En otro lugar hemos dicho que el agua hierve á los 100 grados de temperatura y no sube más. Sin embargo, manteniendo la ebullición, siempre añadimos calor. ¿Sabéis

¿por qué no aumenta su temperatura? Porque el calor que se añade sirve para producir vapor. Cerrad herméticamente la marmita impidiendo que el vapor se forme, y entonces aumentará la temperatura y la tensión del vapor hará que la marmita estalle.

Para producir vapor ó para transformar un líquido en gas, es necesario el calor. Esto se comprende perfectamente. Si en la palma de la mano tenemos un líquido que se evapora, sacará el calor de la mano y, por consiguiente, la mano entonces se enfriará.

¿Y adónde va este vapor de agua? Se mezcla con el aire, el cual siempre mantiene una cantidad de vapor. ¿Quereis ver cómo se transforma otra vez en agua? Dejad que por la noche se enfrien los cristales de una ventana que ha permanecido cerrada en una habitación en que la atmósfera interior esté saturada de vapor de agua producido por la respiración. Este vapor de agua en dicha habitación se condensará en los cristales, los cuales aparecerán mojados.

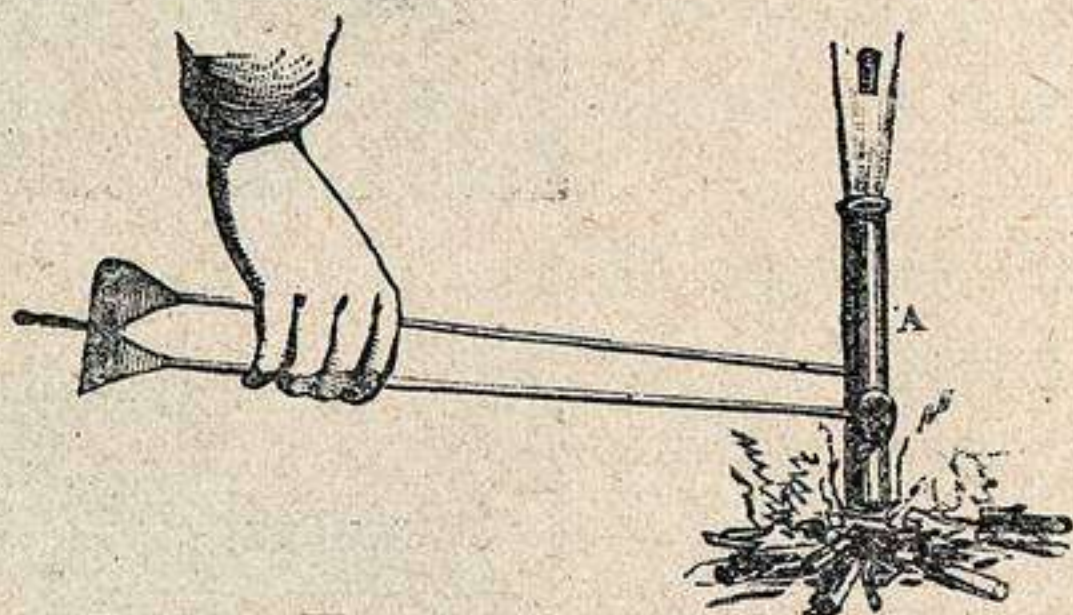
Ahora bien; ¿por qué sentimos frío en la mano al tocar una pieza de mármol, sobre todo en invierno? Por la tendencia del calor al equilibrio. El mármol es un buen conductor y nos roba, por decirlo así, el calor de la mano. Por el contrario, puestos en contacto con un cuerpo caliente, porque sabe guardar el calor, éste pasará á la mano ó al cuerpo. Esto es, el calor que habrá perdido nosotros se lo habremos tomado. Con esto se explica fácilmente las sensaciones de frío y de calor que percibimos.

VIII

Las máquinas de vapor

El vapor de agua alimenta una fuerza extraordinaria, cuando sus moléculas no encuentran la debida expansión á medida que se aumenta la temperatura.

Tomad un tubo de zinc, verted en él un poco de agua y cerradlo sólidamente con un tapon de corcho. En tal disposición co-



Fuerza expansiva del vapor

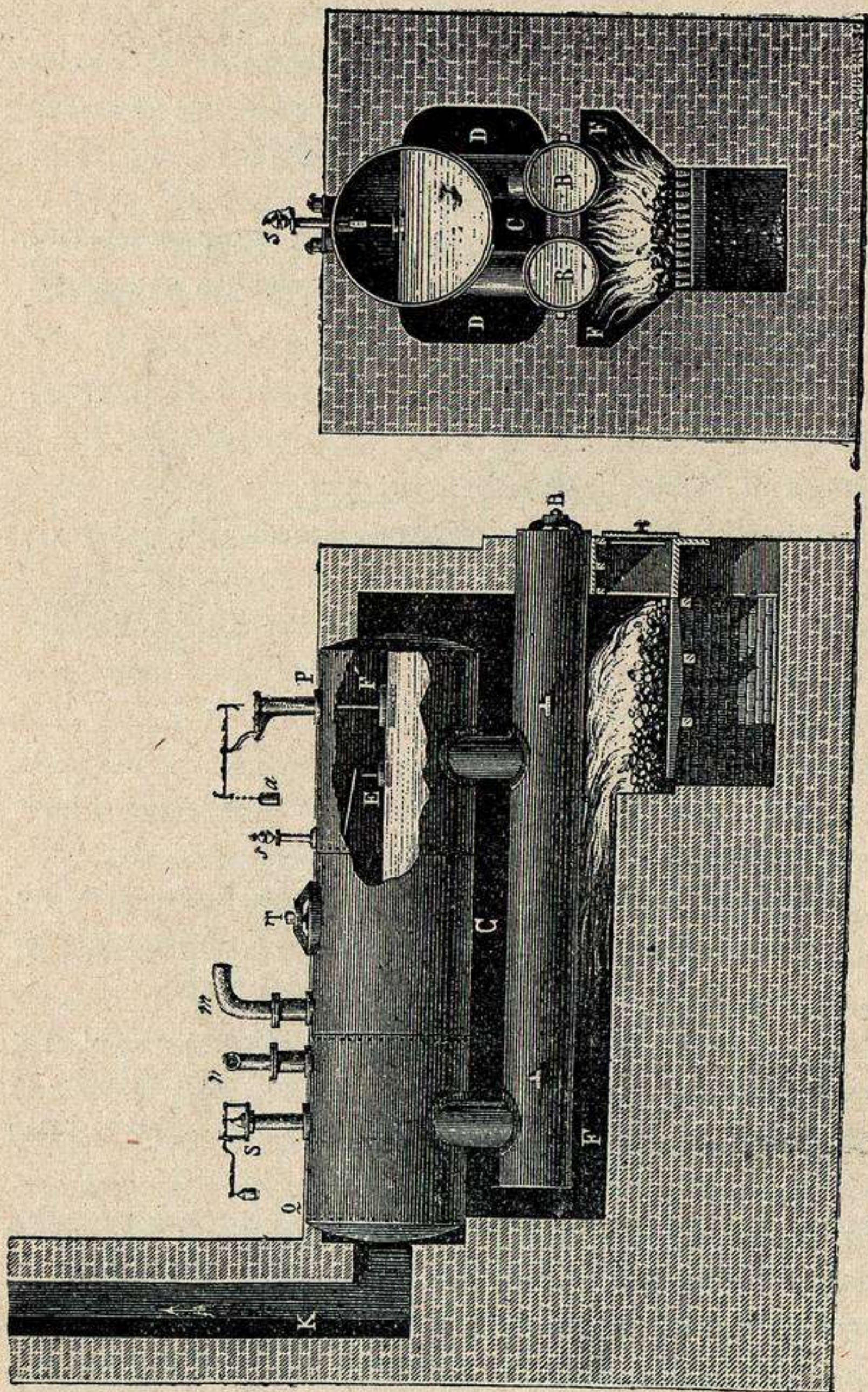
ged el tubo con unas largas tenazas, sometiéndolo á la acción del fuego. ¿Qué resultará?

Resultará que el agua se irá calentando hasta que llegará á hervir. Entonces, como el vapor no podrá escaparse, hará saltar el tapon produciendo un fuerte ruido.

Pero si en vez de cerrar el tubo con un corcho lo hubiéseis cerrado con una tapa de hierro bien atornillada, el vapor habría tenido bastante fuerza para reventar el tubo dando un fuerte estallido.

Se ha medido esta fuerza del vapor de agua hirviendo, ó sea de 100 grados, y se ha encontrado que es de un kilogramo aproximadamente por centímetro cuadrado.

Cuando el agua llega á la temperatura de 122 grados, la fuerza del vapor es de 2 kilogramos; á 145 es de 4 kilogramos, y así sucesivamente.



Calderas de una máquina de vapor, con su fábrica de instalación

Como el primer peso, ó sea el 1 kilogramo por centímetro cuadrado, es justamente el peso de la atmósfera, se ha venido á llamar una *atmósfera de presión* al vapor á los 100 grados; 2 atmósferas á los 120 grados; 3 atmósferas á los 135 y 4 atmósferas á los 145 grados.

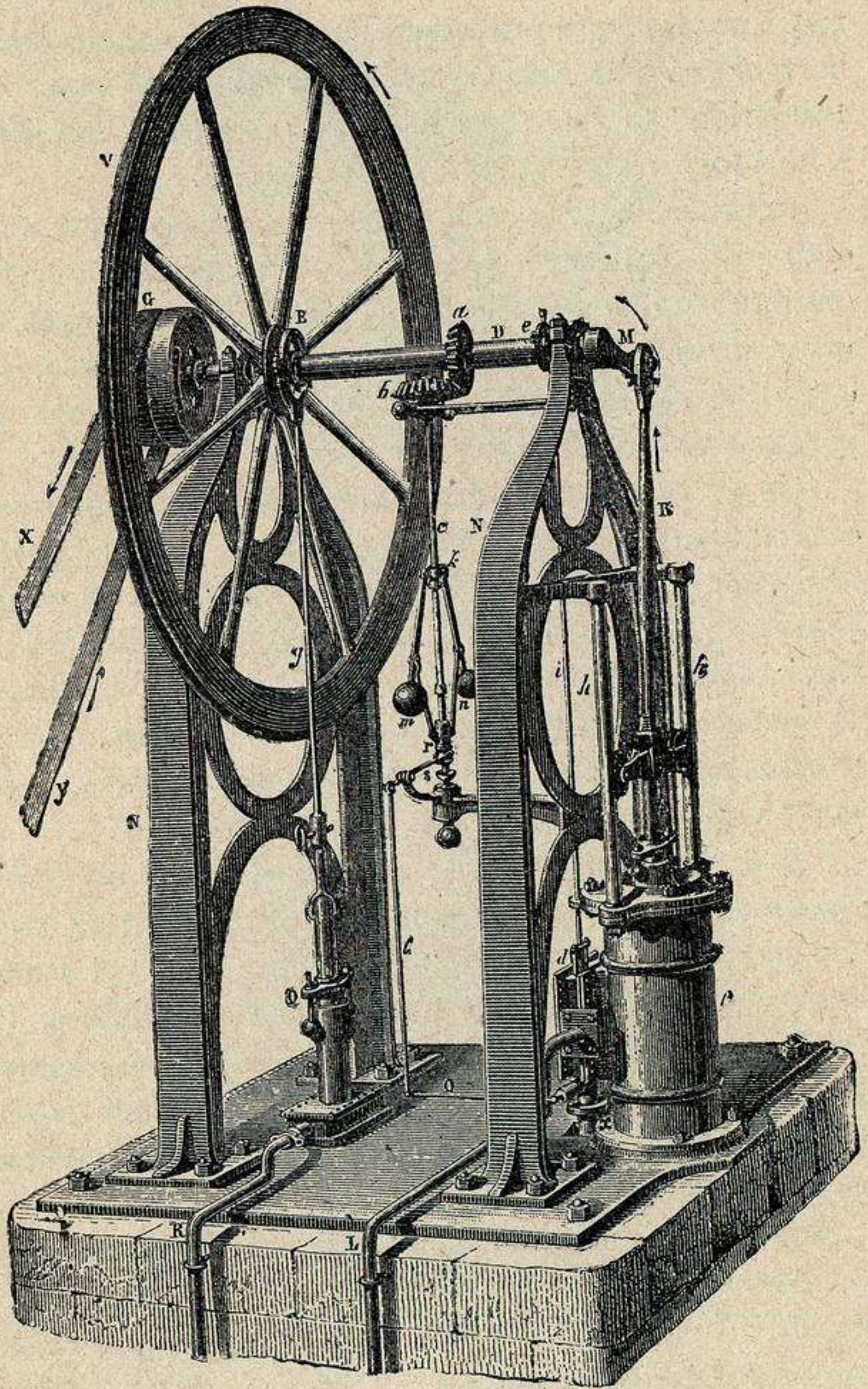
La fuerza de expansión del vapor ha dado lugar á muchas importantes aplicaciones. Vosotros sabéis que hay un gran número de fábricas llamadas de vapor porque hay máquinas que funcionan movidas por dicha fuerza, á la cual debemos también la rapidez y comodidad con que podemos viajar por mar y por tierra.

Las partes esenciales de toda máquina de vapor son: la *caldera*, en donde se verifica la ebullición del agua para la formación del vapor, y el *cuerpo de bomba*, con su correspondiente émbolo ó pistón. Pero en unas máquinas, el vapor, despues de hacer funcionar el émbolo, se dirige á un depósito de agua fría llamado *condensador*, convirtiéndose otra vez en agua; mientras que en otras máquinas el vapor se deja marchar.

Las máquinas de vapor se dividen en máquinas de *baja presión* si el vapor no pasa de $1 \frac{1}{4}$ atmósfera; de *media presión* cuando está comprendida entre $1 \frac{1}{4}$ y 4 atmósferas, y de *alta presión* de 4 atmósferas en adelante. Las primeras se emplean en los caminos de hierro y carecen de condensador, mientras las segundas se hallan dotadas de dicho depósito y se emplean cuando han de funcionar en un mismo sitio.

Difícilmente se puede dar á comprender el desarrollo que ha tomado el empleo del vapor como fuerza motriz y más difícil será presentar una exposición del mecanismo que constituye una máquina.

Figuraos una especie de caldera cuyo vapor, por medio de su fuerza expansiva, mueve uno ó más pistones que se



Máquina de vapor

deslizan con fuerte impulso en sus correspondientes cilindros.

Por este medio se obtiene un movimiento de vaivén tanto más enérgico y veloz cuanto mayor sea la cantidad de combustible que se consume en un tiempo dado.

El *vástago* del pistón recibe un movimiento que comunica al *balancín* y éste comunica el movimiento de vaivén á otra barra de hierro llamada *biela*, la cual hace girar á su vez una rueda llamada *volante*.

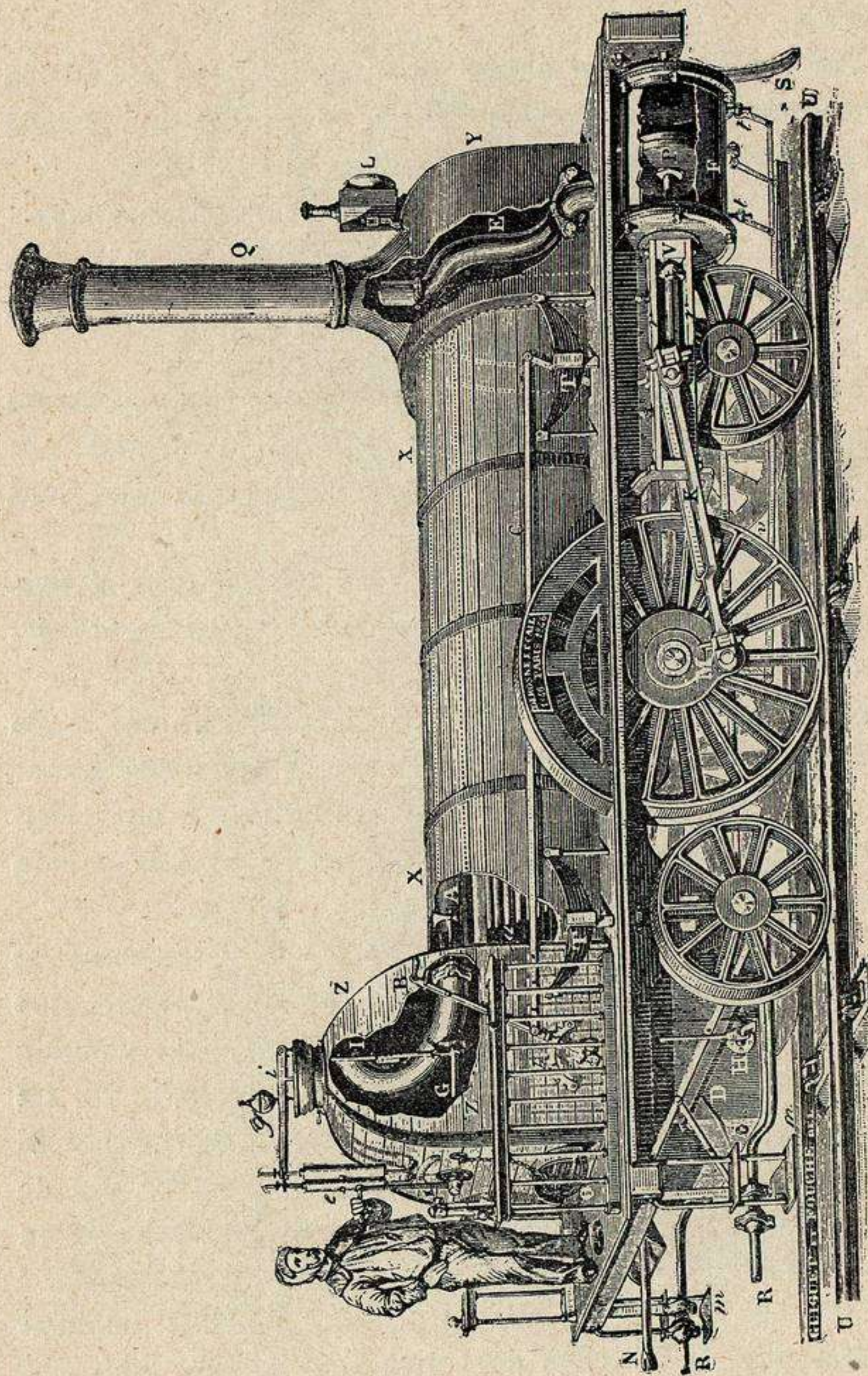
Figuraos ahora el cilindro colocado horizontalmente con su caldera sobre un carro: la biela funcionará por medio de una manivela sobre uno de los ejes y lo hará girar. Esta es una *locomotora*.

La fuerza ó tensión del vapor está indicada en el *manómetro*, cuya aguja recorre un arco graduado en *atmósferas* de las que hemos hablado.

Un tubo alimenta el agua de la caldera, otro tubo conduce el vapor al cuerpo de bomba y un silbato anuncia diversas señales, mientras una válvula de seguridad impide que la caldera estalle cuando el vapor alcance una tensión excesiva.

Ya sabéis lo que son *buques de vapor*. Anteriormente estos buques andaban por medio de ruedas de paletas, que llevaban una en cada costado, cuyas paletas, cual grandes y poderosos remos, chocaban sobre la superficie de las aguas con un movimiento de rotación, produciendo el avance del buque. Era que la barra del pistón, en vez de obrar sobre la biela, obraba sobre una de las ramas de un gran volante, el cual imprimía movimiento á las ruedas.

Pero los vapores de ruedas ofrecían muchos inconvenientes; uno de ellos era que cuando el viento inclinaba el buque sobre un costado, no funcionaba más que con una sola rueda, pues la otra giraba en el aire.



Locomotora



LA NAVEGACION.

Por este y otros motivos se reemplazaron las ruedas por una especie de tornillo sin fin, el cual extendiéndose por la popa del buque, paralelo á la quilla, llega bajo el timón en donde, completamente sumergido en el agua, termina con un especie de molino con palas encorvadas que hace girar velozmente, ha-

ciendo andar el buque. Esto es la *hélice*.

Sabed que la primera máquina de vapor que ha sido imaginada, se debe á un sabio francés llamado *Dionisio Papin*, en 1690. Algún tiempo después el escocés *James Watt* inventó grandes aplicaciones del vapor, y más tarde, en 1807, al ingeniero norteamericano *Roberto Fultón* le cupo la gloria de haber aplicado el vapor á la navegación, debiéndose, por último, en gran parte á *Stephensón* el invento de la locomotora.



Dionisio Papín



Roberto Fultón

IX

Meteoros

Se llaman *meteoros*, por punto general, todos los fenómenos ó cambios que se forman en la atmósfera producidos por el aire, el agua, luz, electricidad y magnetismo. De aquí los nombres de meteoros *aéreos*, *acuosos*, *lumínicos*, *ígneos* y *magnéticos*.

Mas no todos los fenómenos son producidos por uno solo de aquellos agentes. Así es que se estudian muchas variaciones atmosféricas haciéndose depender del aire y del agua lo que reconoce por causa principal el calor.

Aquí teneis el *viento* y la *lluvia*. El primero de estos fenómenos es considerado como aéreo y el segundo como acuoso, cuando en realidad es el calor que actúa sobre el aire y sobre el agua.

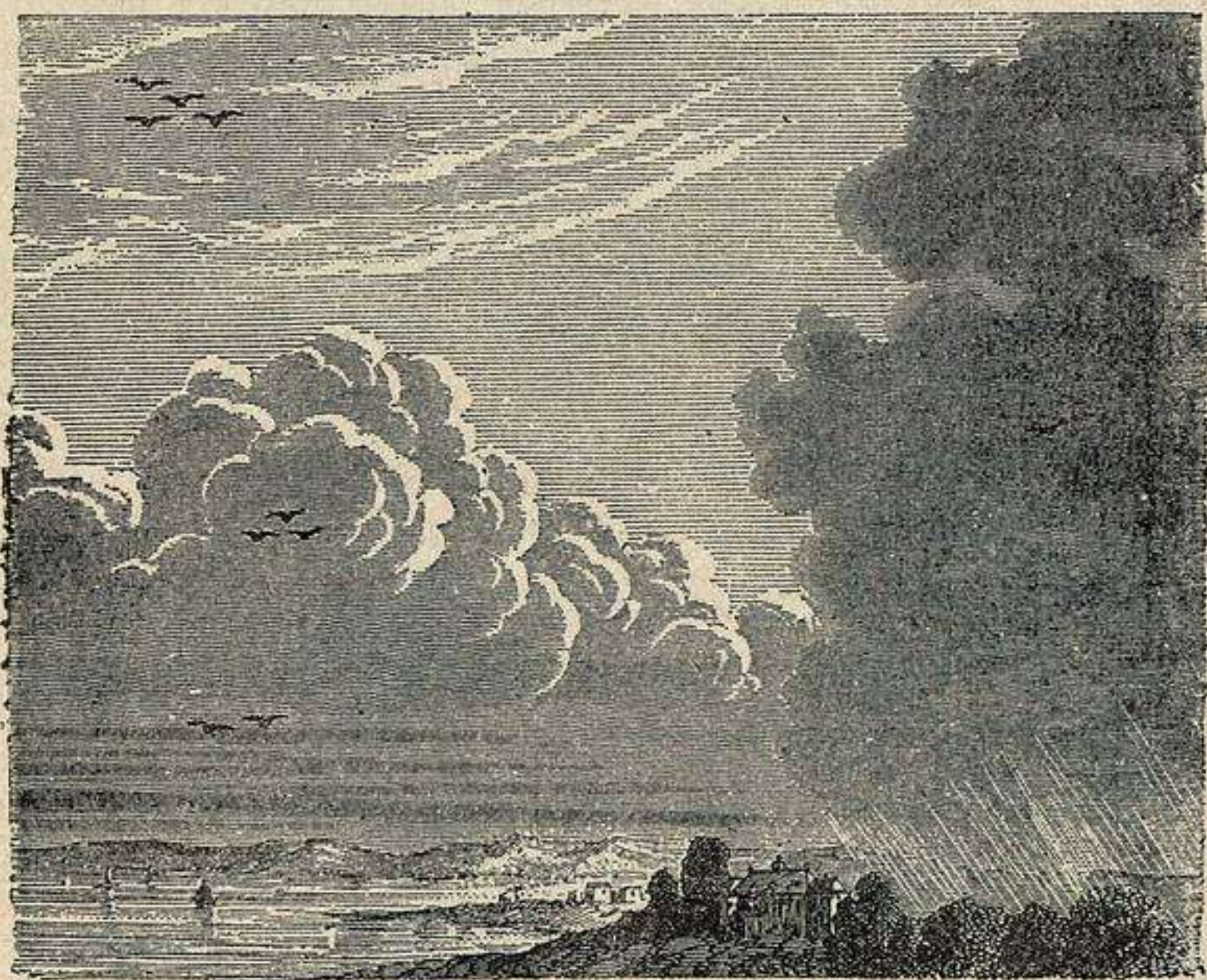
Veamos el primer caso. ¿Qué es el viento? No es otra cosa que el aire puesto en movimiento, con más ó menos velocidad y distintas direcciones. Hé aquí un fenómeno *aéreo* que reconoce por causa el calor.

Cuando el aire se calienta por una causa cualquiera, disminuye su densidad y tiende á elevarse, dejando un sitio vacío, que es ocupado desde luego por otra corriente de aire más frío, y con ello se establece un movimiento en las capas inmediatas.

Supongamos que la atmósfera está tranquila. Brilla el Sol en un cielo sin nubes: la masa de aire que primeramente se calienta se dilata y se eleva á más altas regiones: la que sigue acude á ocupar su puesto, y aquí tenemos una corriente de aire.

Sucede también que una nube cargada de humedad refresca el aire que halla á su paso; aquel aire enfriado no puede mantenerse á la altura en que estaba y entonces baja, siendo reemplazado por capas menos densas, que suben de las regiones inferiores. Hé aquí otra vez el aire en movimiento.

El viento ya sabéis que sopla de varias direcciones y



Diferentes clases de nubes

toma distintos nombres según de qué parte viene y según su intensidad.

Para graduar la velocidad de los vientos se emplea el *anemómetro*, aparato cuya parte exterior el viento mueve continuamente, movimiento que se trasmite al interior, en donde el lápiz traza la dirección del viento, su duración y velocidad.

Conocéis el fenómeno físico de la evaporación. Calculad ahora el gran espacio que ocupan los mares, los cuales

abarcan las tres cuartas partes de la superficie del globo. Dejemos aparte las aguas terrestres; calculad la inmensa cantidad de vapor que se levantará todos los días del líquido elemento.

Sube el vapor á modo de esferitas huecas porque son más ligeras que el aire, y á medida que suben se enfrían y á medida que se enfrían se condensan formando las *nubes*.

Debéis saber que la temperatura de la atmósfera de-



crece á medida que se asciende. Como el aire va siendo cada vez menos denso de abajo arriba, las capas superiores no pueden conservar el calor del Sol ni recibir por irradiación el calor de la Tierra, por esto son frías.

Enfriado el suelo durante la noche, sucede á veces que se encuentra una masa de vapores que no puede ascender y permanece rozando la tierra ó el mar: Hé aquí la *niebla*. Las nieblas no son otra cosa que *nubes* bajas que los rayos del sol disipan.

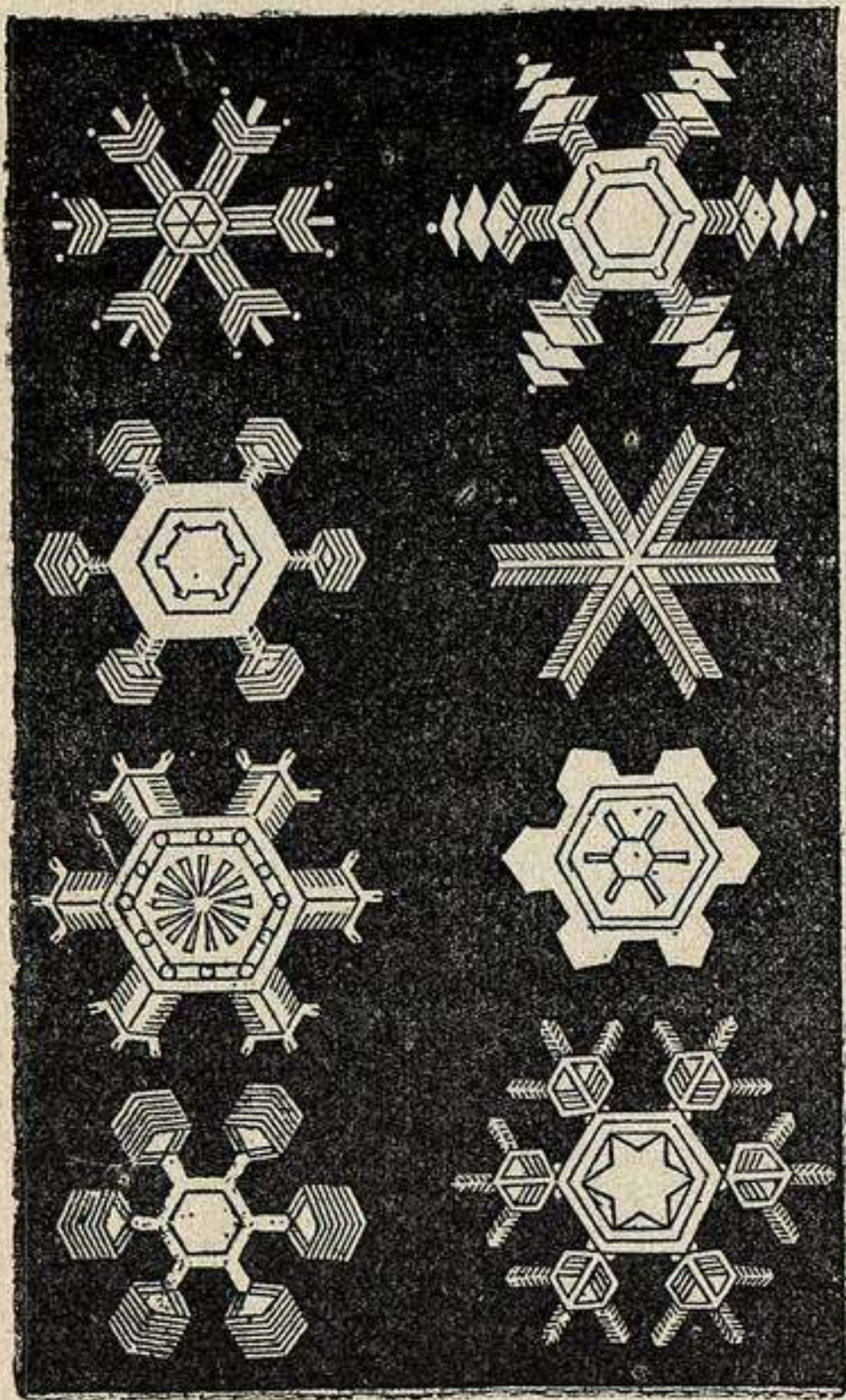
Para comprender el fenómeno de la lluvia, no hay más que figurarse en una cueva una caldera llena de agua que está hirviendo. El vapor que exhala subirá hasta el techo de la cueva y allí, encontrándose con una temperatura más baja ó más fría, aquel vapor se convertirá otra vez

en agua, cayendo en pequeñas gotas. Figúraos ahora que la caldera es la Tierra, el fuego el calor del Sol, el agua todos los mares, y el techo de la cueva, las regiones de las nubes. Ya está explicado el fenómeno.

Calentada durante el día la tierra por el sol, envía durante la noche á la atmósfera el calor que ha recibido. ¿Sabéis lo que sucede entonces? Que el vapor de agua de las regiones inferiores cae en menudas go-

tas que van depositándose en todos los objetos de la superficie terrestre. Esto es el *sereno* y también el *rocío*, según comience á caer después de la puesta del sol ó antes de su salida. En las frías mañanas de invierno el rocío suele congelarse y forma la *escarcha*.

La *nieve* no es otra cosa que el vapor de agua congelado



Forma de los copos de nieve

en las altas regiones de la atmósferas, cuyo vapor ha llegado á una temperatura bajo cero. En nuestro país la nieve suele derretirse pronto; pero en ciertos lugares, como en las regiones frías ó en las elevadas cumbres, se forman nieves *perpétuas*.

El *granizo* es otra cosa. Es una lluvia congelada en el aire, la cual también se llama *pedra*, efecto tal vez de un flúido particular de que están cargadas las nubes tempestuosas.

No hay duda que estos fenómenos pueden considerarse como *acuosos*; pero de todos modos, el calor es su principal causa.

X

La luz: su propagación

La *luz* es un agente universal que todo lo inunda en el espacio. No hay nada tan hermoso como la luz. Pero ¿de dónde emana ese misterioso efluvio?

Según todas las apariencias, la luz nos viene del Sol y demás cuerpos luminosos, de la misma manera que mana el agua de una fuente.

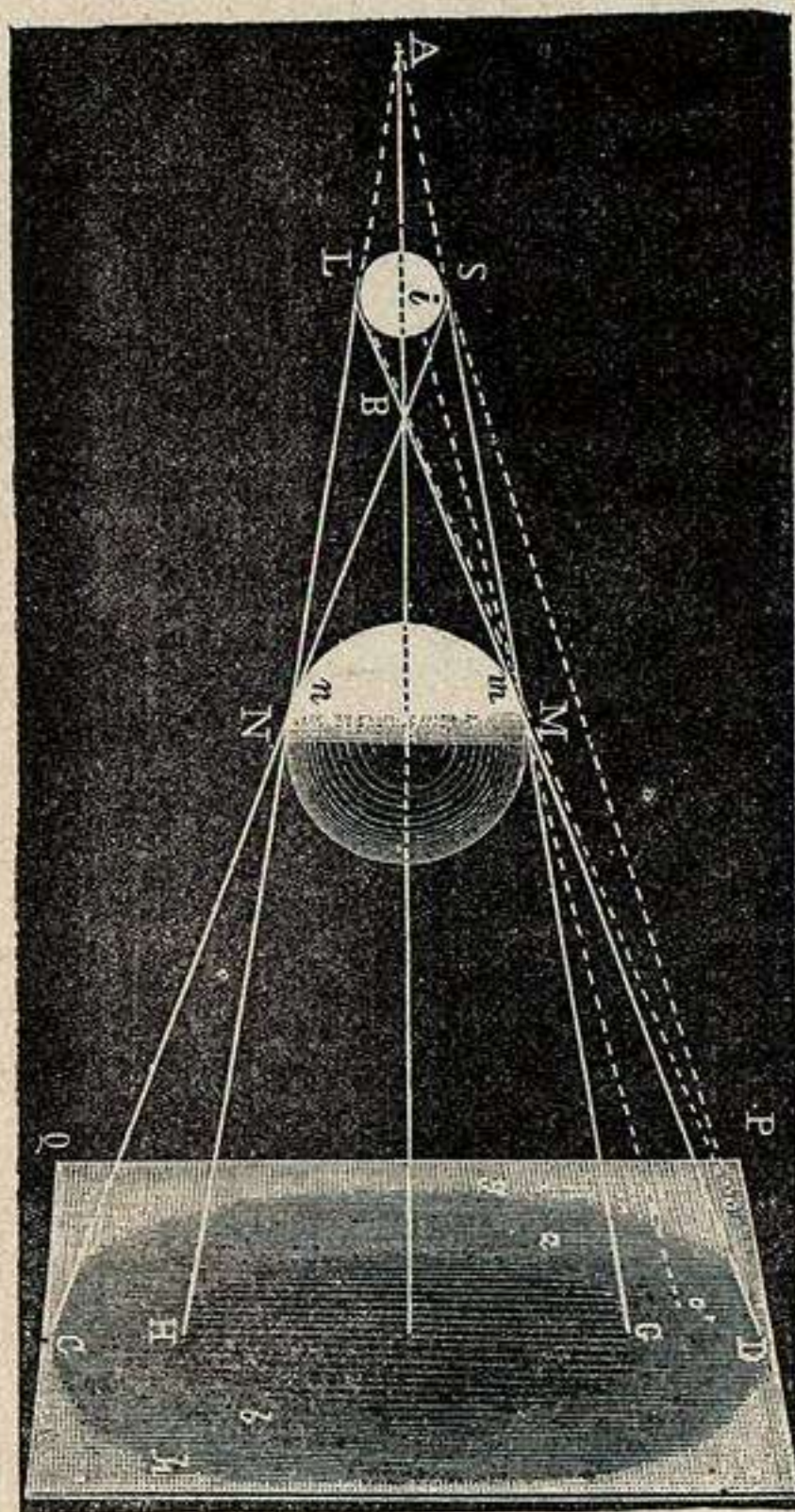
Cuando el astro del día aparece en el horizonte, éste queda inundado por torrentes de luz que nos hacen visibles todos los objetos que nos rodean; más cuando dicho astro desaparece, quedamos á poco envueltos por la obscuridad.

Pero según los modernos descubrimientos científicos, la luz existe en el espacio lo mismo de día que de noche. Se atribuye á una materia sutil, imponderable, lo mismo que el calor, la cual circunda nuestro globo á la manera de un



inmenso océano, y el Sol y demás cuerpos luminosos no hacen más que poner en movimiento esta materia que se propaga por medio de *ondulaciones*. Dícese que esta materia es el *éter*, bien que no se explica la naturaleza de la luz de una manera indubitable.

Siendo la luz, como se supone, un movimiento vibra-



Sombra y penumbra

torio de las partículas del éter, se propaga en forma de ondas en todas direcciones y en línea recta. Estas ondas invaden nuestros ojos y penetran en la retina, desde donde el nervio *óptico* conduce la sensación al cerebro.

La propagación de la luz se había considerado instantánea, porque las distancias terrestres son demasiado cortas para medir su velocidad; pero como los astros se conocen por medio de la luz que nos envían, los astrónomos han podido apreciar que esta luz se

recibe después de haber transcurrido algún tiempo desde que fué enviada.

Ahora bien; ¿sabéis cuál es la velocidad de un rayo luminoso? Pues es nada menos que de 77 mil leguas de 4.000 metros por segundo.

Todos los astros, á excepción de la Luna, distan mi-

llones de leguas de la Tierra. El Sol se halla á una distancia de 37 millones de leguas, también de 4.000 metros, y para llegar hasta nosotros un rayo luminoso del Sol, se necesita el espacio de 8 minutos 13 segundos. No hablaremos de las estrellas que se hallan á inmensa distancia del Sol, las cuales para hacernos visible su luz necesitan años enteros.

Los cuerpos, con respecto á la luz, pueden ser *luminosos* ó *iluminados*. Los primeros emiten luz ó la promueven, y los segundos la reciben de aquellos y la devuelven.

Además, los cuerpos pueden ser *diáfanos* ó *transparentes*, *traslúcidos* y *opacos*. Los primeros son los que permiten ver los objetos situados detrás de ellos, como el aire, el agua, un cristal. Los cuerpos traslúcidos dejan pasar algo la luz, pero no dejan distinguir bien los objetos, como un pedazo de papel. Se dice que un cuerpo es opaco cuando no se deja atravesar por ningún rayo luminoso.

Como la luz se propaga en línea recta, cuando un *haz* de rayos luminoso encuentra en su camino un cuerpo opaco, se halla con su cara delantera, pero de ahí no pasa. Detrás de este cuerpo queda, como es natural, un espacio obscuro ó no iluminado: esto es la *sombra*.

Entre la sombra y el espacio iluminado, hay una sombra más débil ó menos obscura, que es la *penumbra*, la cual se forma alrededor de la sombra.

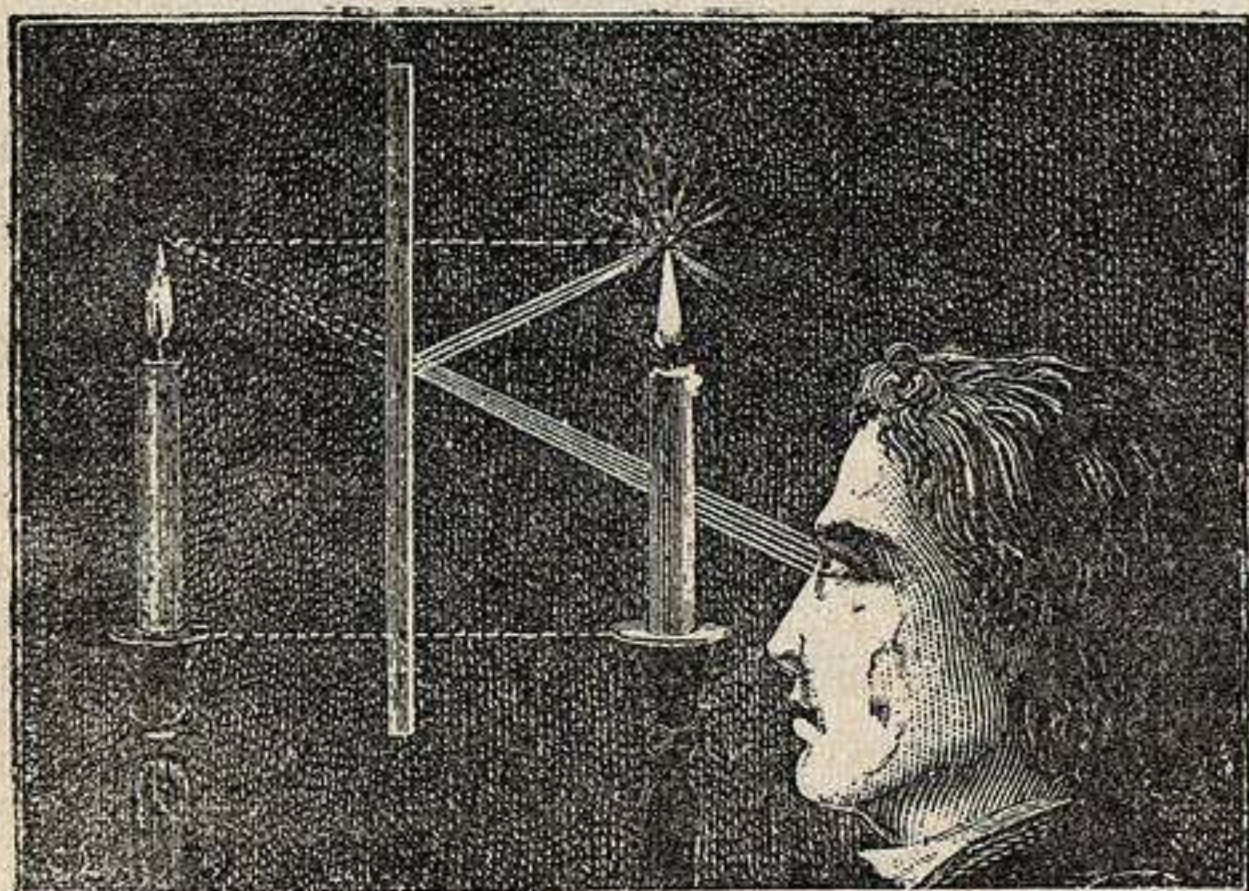
La sombra y la penumbra se proyectan en el espacio, pudiéndose manifestar en la superficie de otro cuerpo, suelo ó pared (con tal que no tenga el color negro), bajo la figura geométrica del cuerpo que la produce. Claro está que la luz herirá aquella superficie, dejando de iluminar el espacio que priva el cuerpo opaco.

XI

Reflexión y refracción de la luz

Hemos dicho que la luz se propaga en línea recta; pero cuando encuentra un cuerpo opaco que la detiene, no puede seguir su camino. ¿Qué hace entonces? ¿Se detiene realmente? De ninguna manera: lo que hace es tomar otra dirección.

Más claro. Cuando la luz es detenida por un objeto



Reflexión de la luz

opaco no pulimentado, se esparce en todas direcciones. El objeto que recibe los rayos luminosos, los desparrama á su alrededor. Veamos un ejemplo:

Dejad entrar un rayo de luz por una ventana y en su trayecto colocad una hoja de papel blanco. Esta hoja quedará iluminada en la cara en que el sol la hiera, y de todas las partes de la habitación la veréis brillar, lo cual

prueba que ella (la hoja) distribuye la luz que recibe en todas direcciones. Este fenómeno es debido á la *reflexión* de la luz.

Lo mismo pasa con un espejo. Los rayos que parten de nuestro rostro y de los demás objetos colocados en frente del cristal, lo hieren, y este al instante nos devuelve nuestra imagen, pero de manera que nuestra mano derecha nos parece que es la izquierda, y al contrario.

Todos los cuerpos son reflectores si se considera que no hay cuerpo alguno, fuera de los verdaderamente negros, que dejen por completo de reflejar la luz que reciben, sobre todo los blancos y pulimentados.

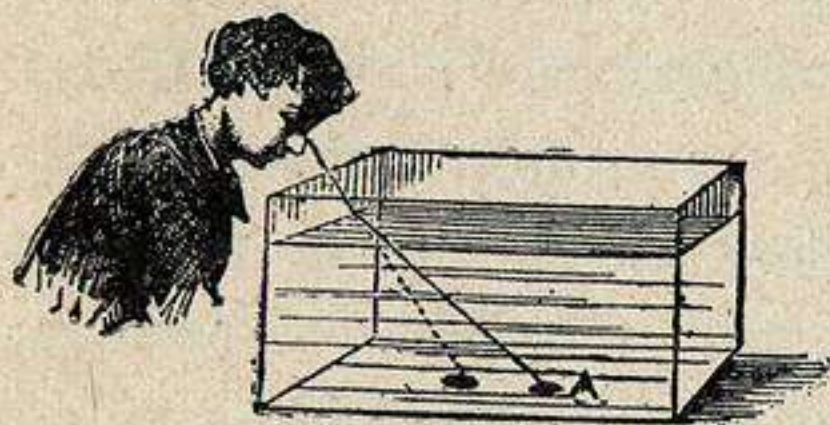
Así es que toda superficie bien pulimentada puede servir de espejo. Tomad un vaso lleno de agua, levantadlo y mirad por debajo de la superficie y veréis reflejar en ella todos los objetos que hay en el aposento.

La visión de los objetos se explica por medio de la reflexión. Los rayos de luz que despiden los cuerpos luminosos, dirigiéndose hacia todas partes, son interceptados por los cuerpos que encuentran á su paso y reflejados por ellos. De aquí que el ojo del observador sufra primero la impresión y sucesivamente la sensación que constituye la vista del objeto.

Pero todavía no hemos explicado bien lo que es *reflexión*. Volvamos al espejo. Colocadlo de modo que mire al Sol. Estamos en la clase. Una marca luminosa aparece en la pared: es un reflejo del rayo luminoso caído sobre el espejo. Muevo éste y la marca se mueve también; hé aquí una prueba. Tenemos con esto dos direcciones de la luz: la del rayo *incidente*, que cae sobre el espejo y la del rayo *reflejado* que va del espejo á la pared. Por consiguiente, siendo la superficie reflectora (el espejo) oblicua, se formarán dos ángulos perfectamente iguales: el de *incidencia*

y el de *reflexión*, mediante la perpendicular levantada en el punto de incidencia.

Hemos dicho que la luz se propaga en línea recta; pero



Refracción de la luz

esto sucede cuando los medios que atraviesa son de la misma especie. Si no lo son, esto es, si el rayo luminoso encuentra un medio distinto por donde puede, sin embargo, penetrar, aquel rayo se desvía, cambia de direc-

ción, formando asimismo dos ángulos: el de *incidencia* y el que llamaremos ahora de *refracción*, porque se trata de un fenómeno así llamado. Ya lo veis: refracción es como si dijéramos rotura.

Esto lo podréis experimentar todos los días sumergiendo una caña en un estanque, ó simplemente una pajuela en un vaso de agua. Al partir desde el punto en que la caña ó la paja penetra en el agua, nos parece que está quebrada.



Refracción de la luz

Se trata del rayo luminoso que pasa del agua al aire, en el ejemplo de la caña sumergida. Pero hay una refracción llamada atmosférica: tal es la que experimenta la luz de los astros, observándose especialmente la del Sol y de la Luna, al atravesar la atmósfera y llegar á la superficie de la Tierra. Entonces pasan los rayos luminosos de un centro menos denso (espacio) á un centro más denso (aire) y sufren desvío, esto es, forman una línea quebrada. Esto da lugar á varios fenómenos que conoceremos luego.

Pero como caso particular nos fijaremos en el Sol y la Luna, astros que parecen de mayor diámetro cuando se

hallan próximos al horizonte. Esto consiste en la mayor oblicuidad de sus rayos, los cuales sufren desvío hacia fuera por ser entonces mayor la refracción. Este efecto se complica, además, con la visión de los objetos y apreciación de su tamaño y distancia.

XII

Dispersión de la luz: los colores

La luz puede dispersarse ó descomponerse. Los haces de luz natural ó blanca que recibimos del Sol, al atravesar los cuerpos pueden aparecer divididos en otros secundarios que forman una porción de matices. Mas esto no se comprende sin ejemplos.

En una habitación obscura haced penetrar un rayo de luz por un estrecho orificio practicado en las maderas de una ventana y colocad después una pantalla blanca, si la pared no lo es, á cierta distancia, al frente de dicho orificio, y veréis desde luego en esa pantalla un círculo luminoso. Hé aquí la luz blanca.

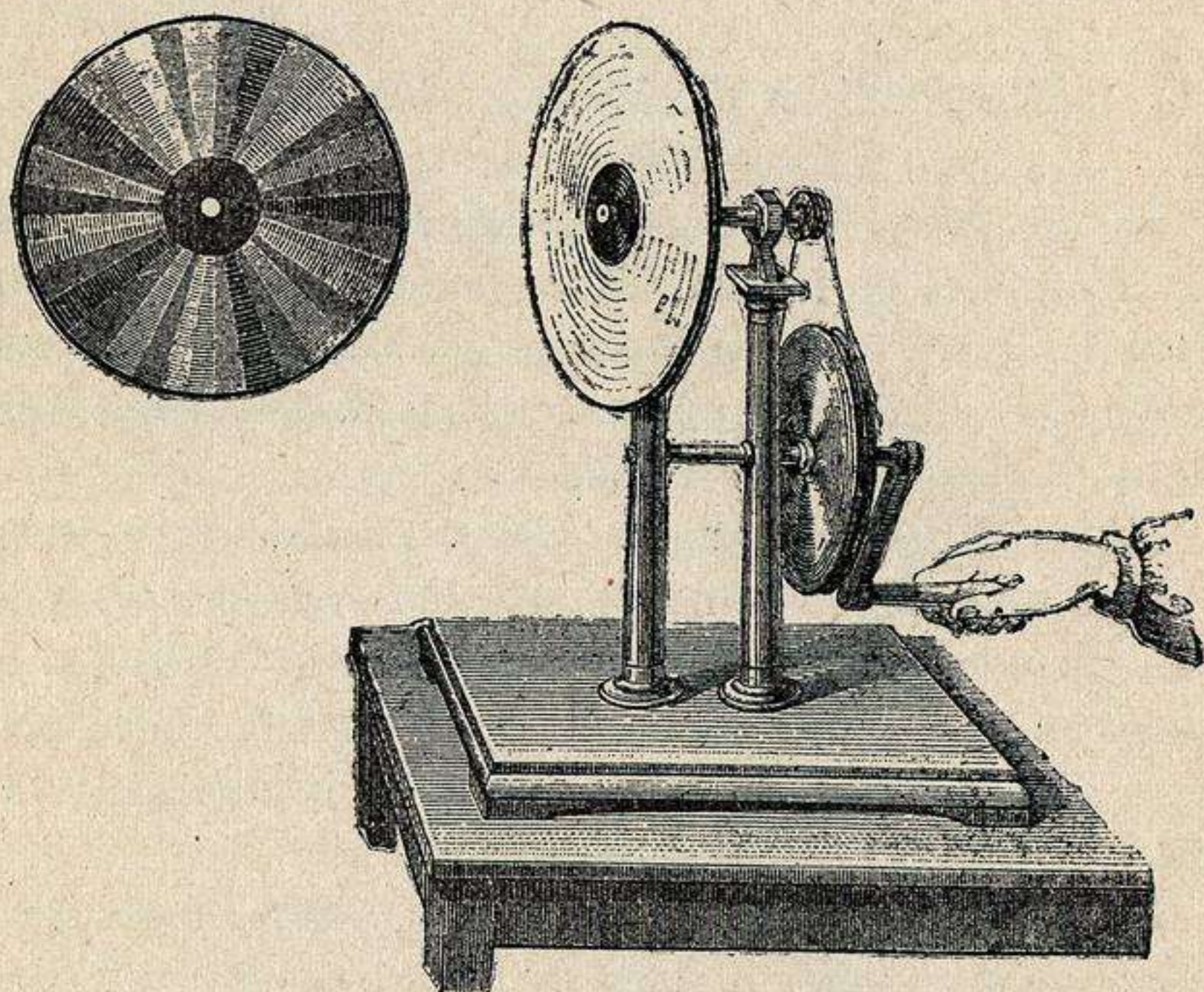
Pero si tomáis un prisma de cristal, aunque basta simplemente uno de esos tapones de cristal que tienen varias facetas y lo hacéis girar ante un rayo de Sol, se producirá en la mampara ó pared blanca una mancha de varios colores.

Examinad bien esa mancha y la veréis amarilla y verde en el medio, en un extremo encarnada y en el otro azul y morada, cuyos colores son semejantes á los del *arco-iris*.

Esto prueba que los rayos de luz ordinaria están compuestos de otros varios que, mezclados, nos dan la luz natural y divididos son diferentes.



Así como hemos descompuesto la luz por medio de un prisma, la podemos recomponer por medio de otro, ya por medio de una lente ó espejo cóncavo ó bien haciendo uso del llamado *disco de Newton*. En ese caso se hacen concurrir á un mismo espacio los rayos de los siete colores obtenidos en la descomposición y se vuelve á formar la luz blanca.



Disco de Newton

Los siete colores de la luz son: morado, índigo, azul, verde, anaranjado, amarillo y encarnado (rojo). Estos colores escalonados en una faja ó imagen forman lo que se llama el *espectro solar*.

No creáis que los colores de que están dotados los cuerpos sea una propiedad de los mismos, sinó de la luz. Es decir, que en la Naturaleza no hay ningún ob-

jeto que tenga en sí tal ó cual color, sinó que lo tiene porque la luz se lo presta. ¿Sabéis cómo se explica el fenómeno?

Al caer la luz natural sobre la superficie de los cuerpos opacos se supone que penetra hasta cierta profundidad, y entonces se descompone absorbiendo unos colores y reflejando otros.

El color negro es el resultado de la absorción total ó sea la ausencia de todos los colores, porque en este caso el cuerpo los absorbe todos sin devolver ninguno; mientras el color blanco se forma en virtud de confundirse todos los colores, porque el cuerpo que lo posee no absorbe ninguno y los devuelve todos.

Bajo tal concepto, el color azul, encarnado, etc., se formarán en virtud de absorber el cuerpo todos los colores de la luz, excepto el que reflejan.

Del mismo modo, si el agua es blanca, el vino encarnado y la tinta es negra, es porque el agua se deja atravesar por el rayo luminoso intacto, mientras el vino sólo deja pasar el encarnado y la tinta los guarda todos.

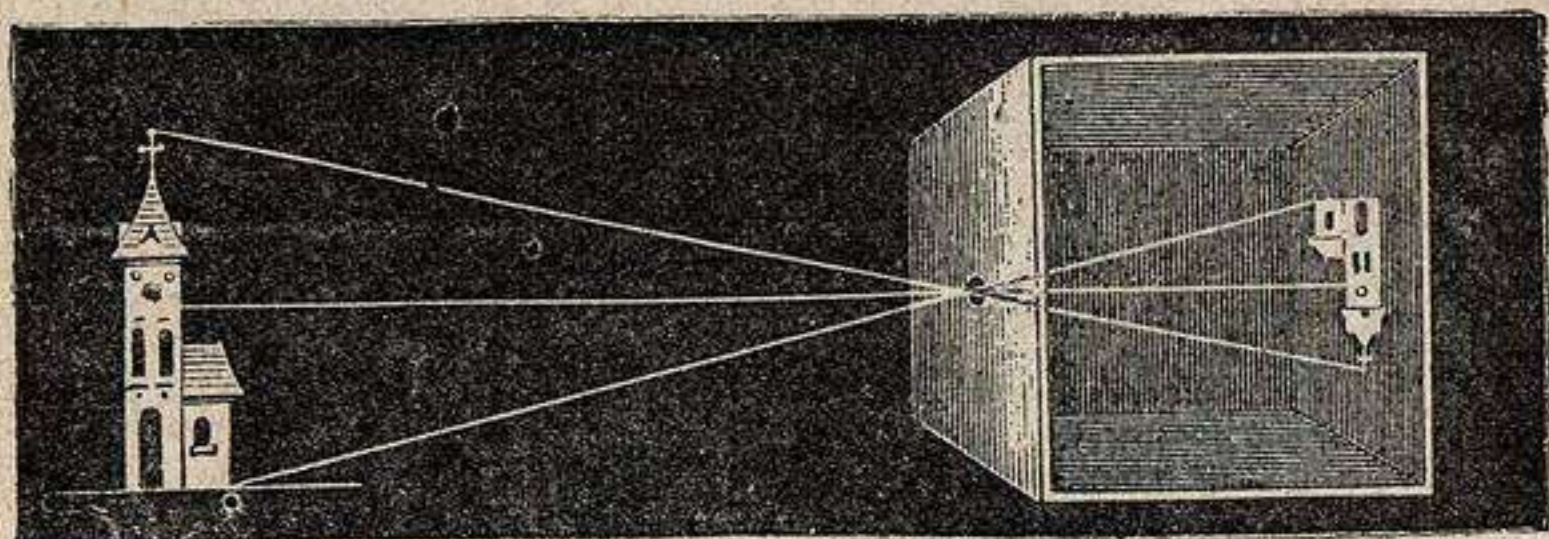
Hay en la Naturaleza una gran variedad de colores que más bien podrían llamarse matices, los cuales resultan de la combinación de los siete del espectro solar. Estos son verdaderos colores y dan origen á todos los demás, que son en gran número; porque ya sabéis que un mismo color varía de aspecto de muchas maneras.

XIII

Aparatos ópticos

Vamos á tratar ahora de algunos aparatos curiosos, tales como la *cámara obscura*, la *linterna mágica*, el *microscopio* y el *telescopio*.

Cerremos una habitación por todas partes, de manera que la luz no penetre más que por una pequeña abertura apenas perceptible. En frente de dicha abertura y á dis-



Cámara obscura

tancia conveniente hay una pared blanca, ó, si queréis, un cartón grande que intercepte los rayos del Sol. Mirad el cartón: todos los objetos exteriores se dibujan distintamente en él, pero en posición invertida, esto es, cabeza abajo, lo cual se explica, porque los rayos luminosos, marchando siempre en línea recta, al pasar por un estrecho agujero no pueden desviarse de la dirección que seguían y tampoco pueden confundirse. Esto es la *cámara obscura*.

La *linterna mágica*, sin duda la conocéis, puesto que sirve de agradable entretenimiento. Es un aparato que

amplifica las imágenes pintadas sobre un vidrio, proyectándolas sobre una pantalla, por medio de un espejo cóncavo y de dos lentes de aumento.

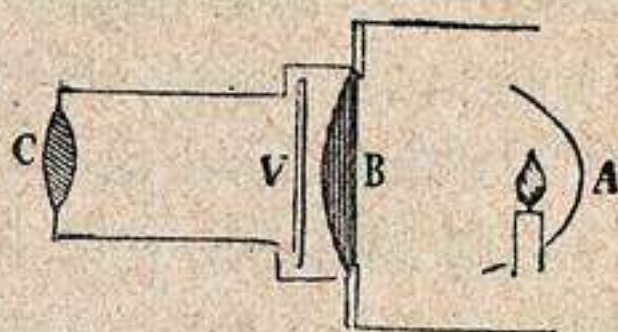
La *lente* es el instrumento de óptica más sencillo: nos presenta una aplicación de la refracción de la luz en centros más densos que

el aire. Es una masa de vidrio trabajada de manera que se halla limitada por dos superficies esféricas. Una lente abombada por ambas partes se llama *biconvexa*.

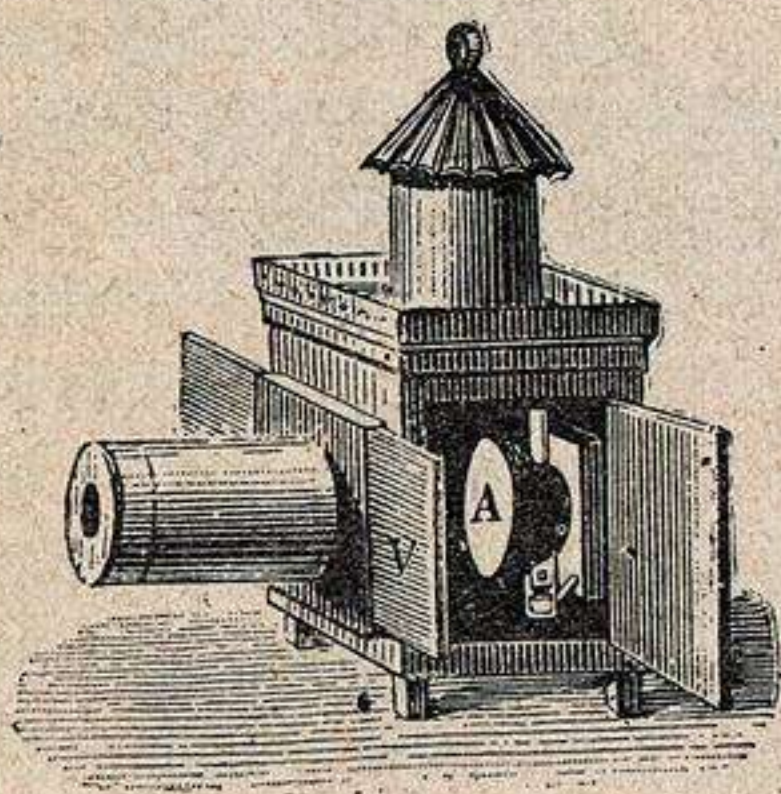
Los rayos de luz que atraviesan una lente biconvexa se refractan dos veces; una al entrar y otra al salir del vidrio. Una lente biconvexa colocada delante del ojo constituye la lente de aumento ó *microscopio* simple.

Este instrumento es el que sirve al naturalista para estudiar los animales y vegetales, examinando los pequeños detalles invisibles á la vista natural del hombre. Mas esta lente viene á ser un microscopio simple.

El *microscopio simple*, cualquiera que sea la potencia de refracción de su lente y el grado de su curva, no puede aumentar más de cincuenta veces el diámetro de los objetos.



Linterna mágica



Linterna mágica



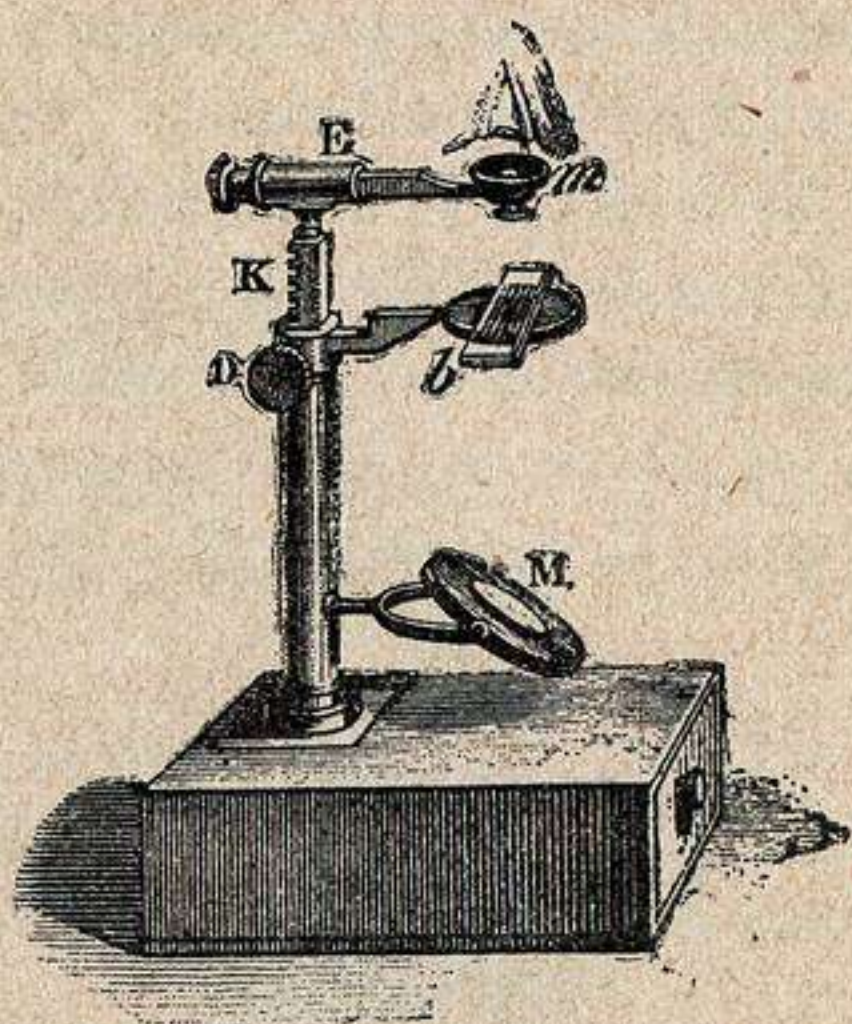
Linterna mágica

Pero tenemos el microscopio compuesto, el cual está formado de dos lentes de dimensiones desiguales, de las cuales la más pequeña se llama *objetiva*, y la más grande *ocular*. Esta se aplica al ojo del observador y aquella al objeto observado.

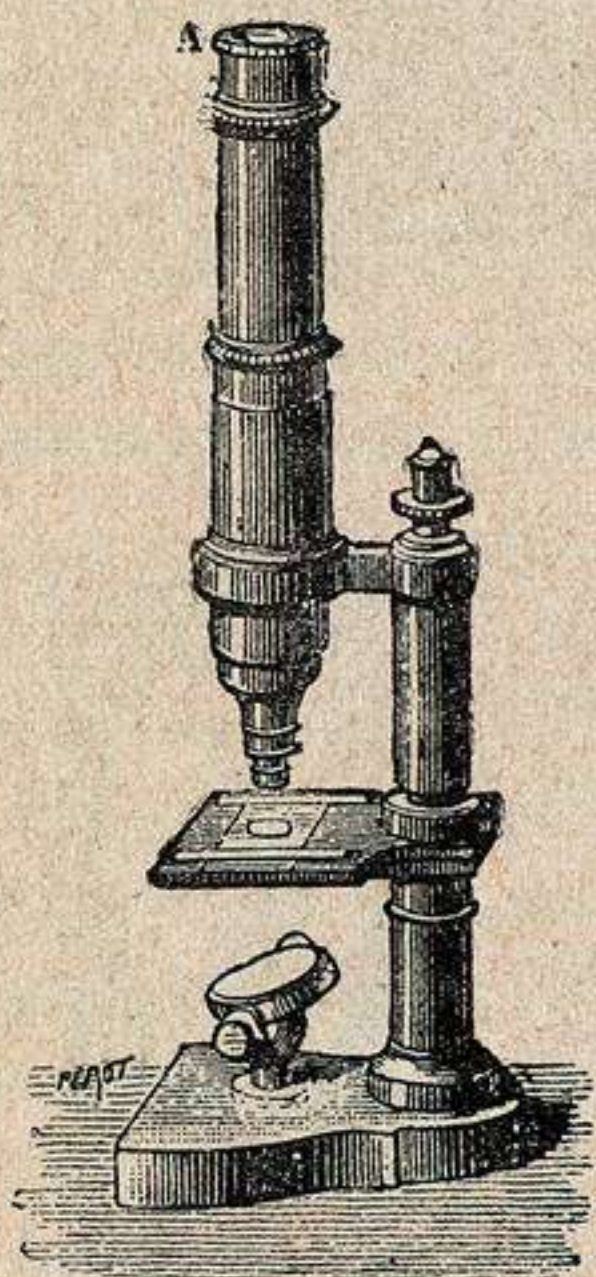
El microscopio, pues, es un instrumento con cuyo auxilio se mira, por medio de una lente, un objeto, el cual vemos amplificado á través de un vidrio biconvexo.

Con el auxilio de estos dos pedazos de cristal tallados convenientemente, se consigue descubrir á la vista del observador un mundo desconocido. Una gota de agua, un fragmento de hierba, una partícula de materia orgánica en descomposición, nos muestran con el microscopio millares de seres vivientes.

Las aplicaciones del microscopio en las ciencias, son numerosas. En las manos de un médico, este instrumento puede servir para reconocer muchas enfermedades, para el exámen de la sangre, orina, saliva, etc. Sirve, además, para evidenciar las falsificaciones en las sustancias alimenticias. Se



Microscopio simple

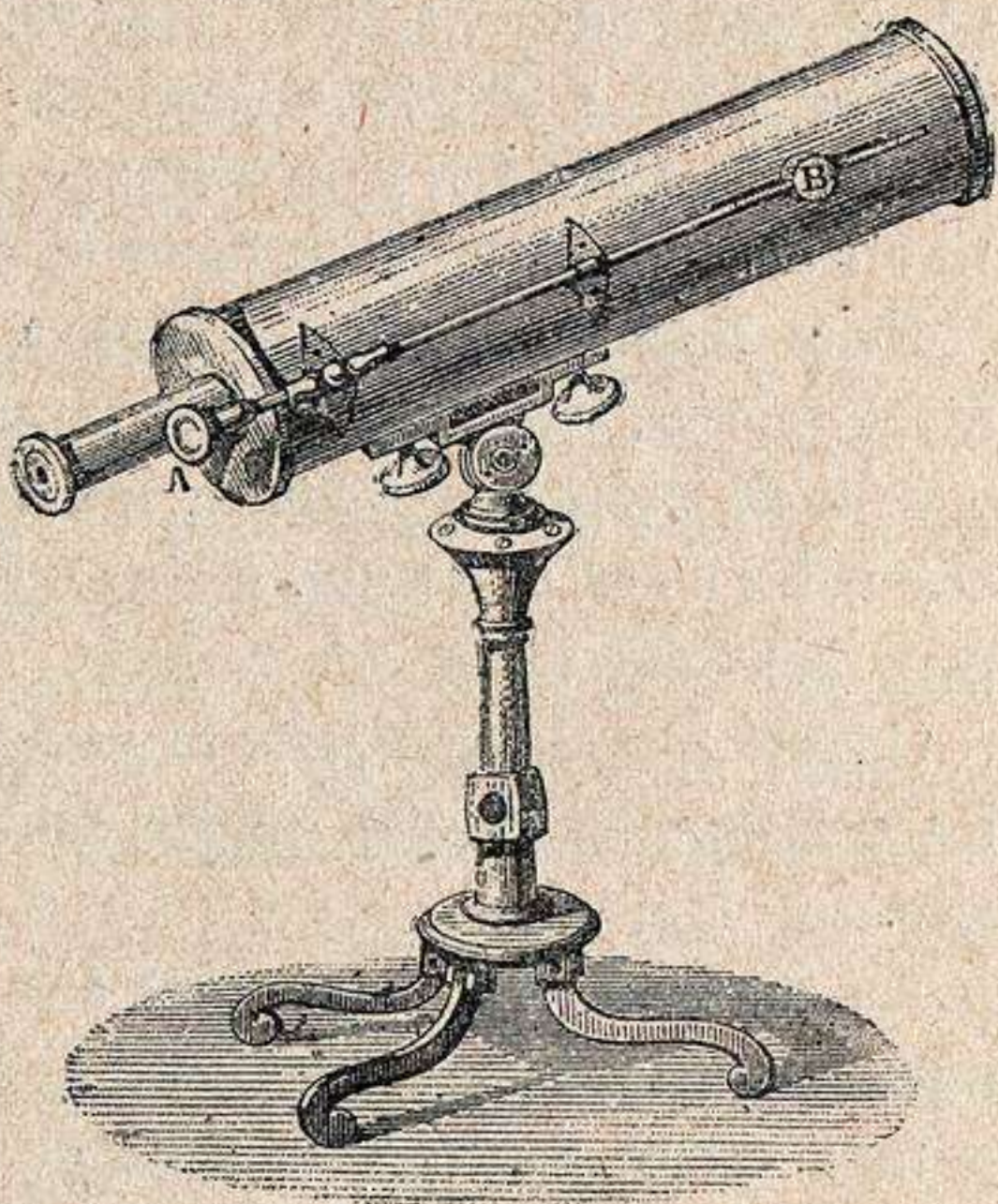


Microscopio

han construido microscopios con los cuales se ha alcanzado un aumento de 4.200 diámetros.

Dejaremos de mencionar los anteojos de larga vista y los lentes de teatro, para hablar de otro instrumento maravilloso, que causó una revolución universal en el modo de considerar las esferas celestes. Tal es el *telescopio*.

Este instrumento está destinado á estudiar los astros. Los telescopios reemplazaron á los anteojos astronómicos compuestos de dos lunas biconvexas, de las cuales una sirve para formar la imagen y la otra para ampliarla considerablemente. En el telescopio el aumento de los objetos es debido á otro mecanismo, pues ese aumento se verifica por la reflexión de los objetos



Telescopio

operada sobre espejos metálicos curvos. Hay telescopios que acercan la Luna á 50 kilómetros. Hay varias clases de telescopios que llevan el nombre de sus inventores, pero todos ellos son modificaciones del primitivo que fué inventado por el sabio Galileo. Se han construído telescopios colosales, muchos de los cuales se han abandonado para adoptar instrumentos de refracción, esto es, anteojos de larga vista.

XIV

Meteoros luminosos

Hay una porción de fenómenos que reconocen por origen la luz solar. Además del color azul del cielo, tenemos los *crepúsculos*, débil claridad que se observa antes de salir el Sol y después de ponerse. Lo primero se llama crepúsculo *matutino*, y lo segundo crepúsculo *vespertino*. El crepúsculo matutino se llama también *aurora*.

Estos fenómenos son debidos à la refracción de los rayos solares, los cuales, al atravesar la atmósfera, por aquello de pasar de un centro menos denso que otro, son desviados de su dirección, y llegan à los puntos de la superficie terrestre como de rechazo.

Cuanto más dilatada está la atmósfera, más largos son los crepúsculos. A ello influye también la humedad del aire.

En invierno los crepúsculos son de mayor duración que en verano, siendo muy largos en las regiones polares y muy cortos en la zona tórrida. Esto depende de que estando generalmente el aire más seco en dicha zona, se pasa con rapidez del día à la noche.

Quedamos, pues, en que el ser más ó menos largos los crepúsculos depende de la humedad y densidad de la atmósfera. De ahí se explica la causa de tener más duración el crepúsculo vespertino que el matutino, porque al amanecer, la temperatura es más baja y la atmósfera está más cargada de vapores; por consiguiente se dilata menos.

Vengamos ahora à conocer uno de los más bellos fenómenos de la Naturaleza, debido à la refracción de la luz. Nos referimos al *arco-iris*.

El arco-iris se produce en días lluviosos ó nublados, cuando el Sol se halla poco elevado, así como al caer de la tarde, ó en las primeras horas de la mañana.

Figuraos el cielo despejado por una parte, de manera que dé libre paso á los rayos del Sol. Por otra parte nubes que se están resolviendo en lluvia. ¿Qué sucederá? Que esta última parte de cielo ó atmósfera no dejará pasar los rayos del Sol, y la luz quedará descompuesta al querer atravesar las gotas de agua. Entonces se ofrecerán á la vista del observador (colocado entre el Sol y la nube refractora) aquellos hermosos colores del espectro solar en forma de arco.

El arco-iris se puede formar también con la luz de la Luna en iguales condiciones que las indicadas; pero como la luz de este astro es tan poco intensa, los colores resultan tan pálidos que apenas se perciben.

Un surtidor, una cascada, un poco de agua que se desprenda de una altura, en forma de menuda lluvia, nos ofrece en miniatura este maravilloso fenómeno, con tal que el observador se halle colocado entre esta lluvia y el astro del día.

No menos sorprendente que el arco-iris, es el fenómeno llamado *espejismo* ó *miraje*.

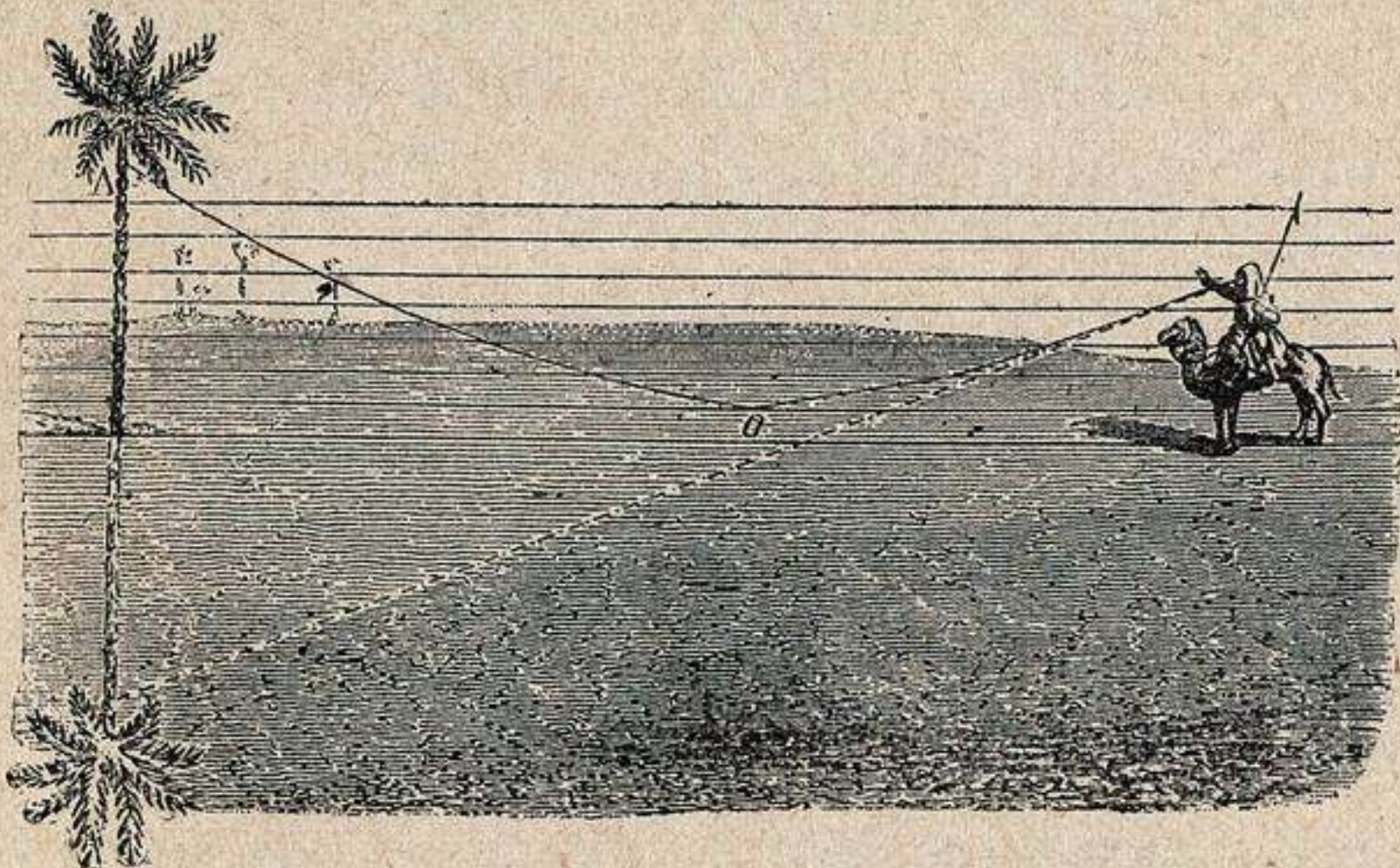
Este fenómeno se produce en ciertos puntos del mar, en los desiertos del África y en otros lugares de los países cálidos, y consiste en la visión de invertidas imágenes de objetos lejanos. ¡Cuántas veces el caminante fatigado y sediento ha creído llegar pronto á un sitio donde descansar y apagar su sed á la vista de árboles y fuentes, y se encuentra después con que todas las perspectivas no son más que un reflejo de países distantes!

Estas imágenes, ya inversas, ya algunas veces directas de objetos lejanos, se perciben tanto en las capas supe-

riores como en las inferiores de la atmósfera, lo mismo que en las distancias á la superficie de los mares.

Tiene lugar este fenómeno casi siempre en llanuras arenosas, cuando los rayos solares sufren, antes de llegar á nuestros ojos, una desviación causada por la diferencia de densidad en las capas de aire que atraviesan.

Las *sombras* ó *espectros* constituyen otro de los fenómenos debidos también á la refracción de la luz, en virtud



Espejismo

de la cual se observa en el espacio la imagen considerablemente agrandada de los objetos inmediatos cuando el observador se halla situado entre el Sol y la nube refractora.

A veces se dibujan también en el cielo como rejas, cruces y espadas, lo mismo que círculos y coronas en el Sol y sobre todo en la Luna, lo mismo que falsos soles y falsas lunas; pero todos estos fenómenos, debidos á la descomposición de los rayos solares, aparecen raras veces, y por esto han llamado la atención de los sábios, lo mismo que han sobrecogido el ánimo de las gentes sencillas.

XV

El sonido: su propagación

El aire es el conductor del *sonido*: sin aire el mundo sería una morada de eterno silencio. Todos seríamos sordos.

Ahora bien; ¿qué es el sonido y cómo se produce?

El sonido es una sensación especial que recibimos en nuestros oídos y se produce siempre por el choque de dos cuerpos. Hay cuerpos que producen sonidos apenas tocados ligeramente. Se llaman cuerpos sonoros.

El sonido es un movimiento producido en el aire y el aire como un gran vehículo invisible lo trasmite por medio de ondulaciones. Con un ejemplo lo comprenderéis mejor.

Nos encontramos á la orilla de un estanque, tomáis una piedra y la arrojáis en el centro. Desde luego en la superficie de las aguas se formarán ondas *concéntricas*, porque parten todas de un mismo centro.

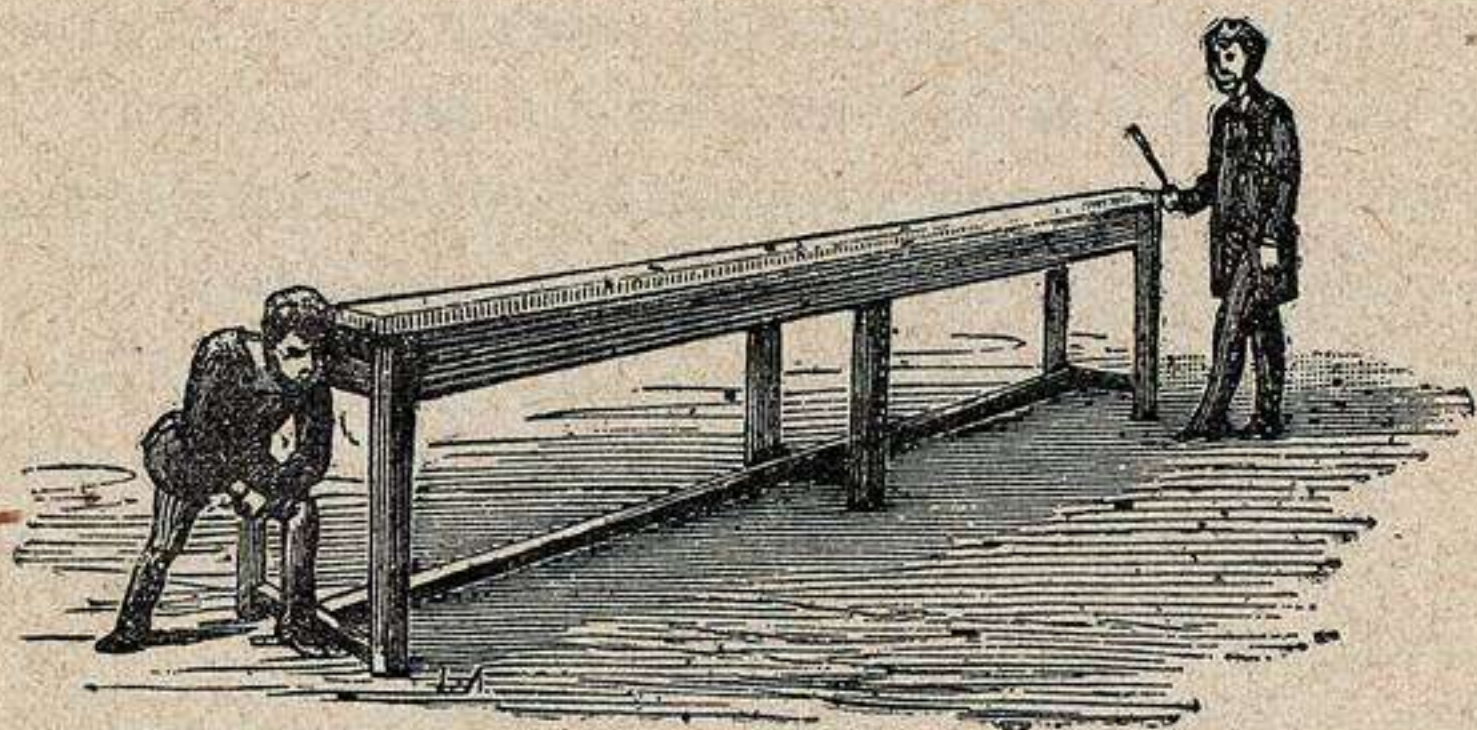
Supongamos ahora que en una de las paredes del estanque hay una hierba ó una flor inclinada sobre las aguas. Entonces veréis como la última onda llegará hasta la flor.

Una cosa parecida sucede con el sonido en el aire. Este, agitado por el sonido, se pone en movimiento por medio de ondulaciones sucesivas. Figuraos que la piedra es el sonido, que el agua es el aire y que la flor es el pabellón de nuestra oreja.

Pero la onda sonora no es igual á la onda del agua. Esta no produce ningún movimiento verdadero de tras-

lación; no hace más que reproducirse, mientras que aquélla (la del aire) experimenta condensación y dilatación, esto es, sufre un cambio de densidad.

Hemos dicho que el sonido se produce siempre por el choque de dos cuerpos. Sin embargo, cuando se dispara un tiro se produce un sonido muy fuerte y parece que no ha habido choque. Los gases que se han escapado por la boca del cañón han salido con fuerza extraordinaria, han chocado con el aire y lo han puesto en movimiento. Cerrad la ventana de vuestro cuarto y apenas oiréis el so-



Trasmisión del sonido

nido. Es porque el vidrio y la madera en ese caso habrán detenido las vibraciones del aire.

Esto no quiere decir que con las ventanas cerradas no oigamos los sonidos fuertes, porque estos pueden hacer vibrar los cristales.

Prescindiendo del aire, las vibraciones sonoras pueden transmitirse también por los sólidos y aun por los líquidos. Los sólidos transmiten las vibraciones sonoras mejor que el aire. Acercad el oído á un extremo de una barra de hierro y aun de madera mientras se dan ligeros golpes en el extremo opuesto, y percibiréis el sonido más aprisa y con mayor intensidad que en el aire.

La trasmisión del sonido por los líquidos es más fácil que por el aire; pues se observa que bajo el agua se oyen con facilidad sonidos que se perderían fuera de ella.

Estas fáciles vibraciones que se establecen con los sólidos y los líquidos, explican multitud de fenómenos, algunos de ellos bastante curiosos, como el juguete denominado *teléfono de hilo*, el cual, perfeccionado después, es hoy un gran medio de comunicación á distancia, como veremos al tratar de ese invento.

El *sonido* y el *ruido*, aunque en su esencia son una misma cosa, se distinguen uno del otro, porque el primero origina vibraciones regulares que afectan el ánimo de una manera agradable, mientras el segundo es el resultado de vibraciones irregulares que impresionan el ánimo desagradablemente.

Con todo, no se puede definir exactamente dónde acaba el ruido y empieza el sonido, esto es, no se distinguen perfectamente unas de otras vibraciones.

XVI

Velocidad y reflexión del sonido

La velocidad del sonido varía según la densidad del aire. Por término medio es de 340 metros por segundo.

Con la distancia el sonido se debilita, con mayor motivo propagándose como se propaga por toda la masa de aire en conmoción que va aumentando sin cesar.

Si la difusión del sonido fuese lateral como, por ejemplo, por medio de un largo tubo exento de toda aspereza, la onda sonora entonces se propagaría á larga distancia.

La temperatura influye en la velocidad del sonido por



el aire, habiéndose comprobado que es tanto menor esta velocidad cuanto más baja es aquélla ó cuando hace más frío.

También influye la dirección del viento, fuera del caso de ser esta dirección perpendicular á la del sonido, en cuyo caso la velocidad no se altera.

La velocidad del sonido cambia en los diferentes gases conforme á su densidad, pues cuanto mayor es ésta, menor es aquélla. En los líquidos siempre es mayor la velocidad que en los gases, y mucho más en los sólidos que en los líquidos, bien que varía según la materia de aquéllos. Recientes experimentos han comprobado que la velocidad del sonido en el agua es cuatro veces mayor que en el aire.

La intensidad del sonido varía según el estado de movimiento y reposo del aire, siendo mayor en el aire tranquilo que cuando hay vientos. Asimismo resulta que la intensidad es mayor de noche que de día, no por el silencio de aquella, sinó por la menor densidad.

De la misma manera que las olas del mar retroceden al chocar contra los peñascos, la onda sonora también experimenta un retroceso al encontrar un obstáculo al propagarse. Este choque de retroceso se puede efectuar sobre los sólidos, sobre los líquidos y hasta sobre las nubes. Hé aquí el fenómeno de la *reflexión* del sonido, la cual se confirma por la formación de los ecos y de las resonancias.

Ya sabéis lo que es un *eco*: es un segundo sonido que en ciertos locales y por efecto de una ó más reflexiones, se perciben poco después de los directos como si fuesen sonidos diferentes. Vamos á explicar el curioso fenómeno de los *ecos*:

Quando se hace vibrar un cuerpo en el aire, se forman

ondas en todas direcciones, de las cuales unas dan los sonidos directos, y éstas son las que penetran en el oído de los oyentes. De las ondas restantes, las que se reflejan sobre obstáculos, como paredes, montañas y aun nubes, si encuentran el oído del observador en su nueva dirección, dan otros nuevos sonidos como repetición de los primeros. Estos son los ecos.

Las *resonancias* se producen de la misma manera que los ecos; pero como la reflexión se produce sobre planos y á tan corta distancia, se confunde con los sonidos directos, los cuales, reforzados, vienen á ser más intensos.

Los sonidos difieren mucho entre sí. Hay sonidos *graves* y sonidos *agudos*, y esta diferencia consiste en el número de vibraciones que le corresponde por segundo. Cuanto mayor es el número de vibraciones, más agudo es el sonido.

Hay una parte de la Física que estudia la producción y propagación de los sonidos y su comparación mediante el número de vibraciones conque son producidos. Esto se llama *acústica* ó *fonología*.

Como la luz, tiene el sonido su reflexión y también su refracción. Hemos estudiado la primera como principal, y en cuanto á la segunda solo diremos que es el desvío que experimentan las ondas sonoras al pasar oblicuamente de unos centros á otros de diferente naturaleza ó densidad. También tiene el sonido su dispersión y su descomposición, de lo cual se desprende que puede haber sonidos *simples* y sonidos *compuestos*. Los primeros son producidos por un solo género de vibraciones sin mezcla de armónicos, y los segundos por varias vibraciones.

XVII

Electricidad: desarrollo por frotamiento

Muchísimas veces habreis oído hablar de la *electricidad* ó á lo menos del telégrafo eléctrico, de la luz eléctrica y de otras muchas cosas que funcionan bajo el impulso de aquella fuerza.

Porque la electricidad, más bien que una materia, es una fuerza, como el calor y la luz, en términos que no puede conocerse la electricidad sinó por sus efectos ó por los cuerpos electrizados.

Se admite, sin embargo, que la electricidad es un flúido sutil, imponderable, distribuido en la tierra y en la atmós-



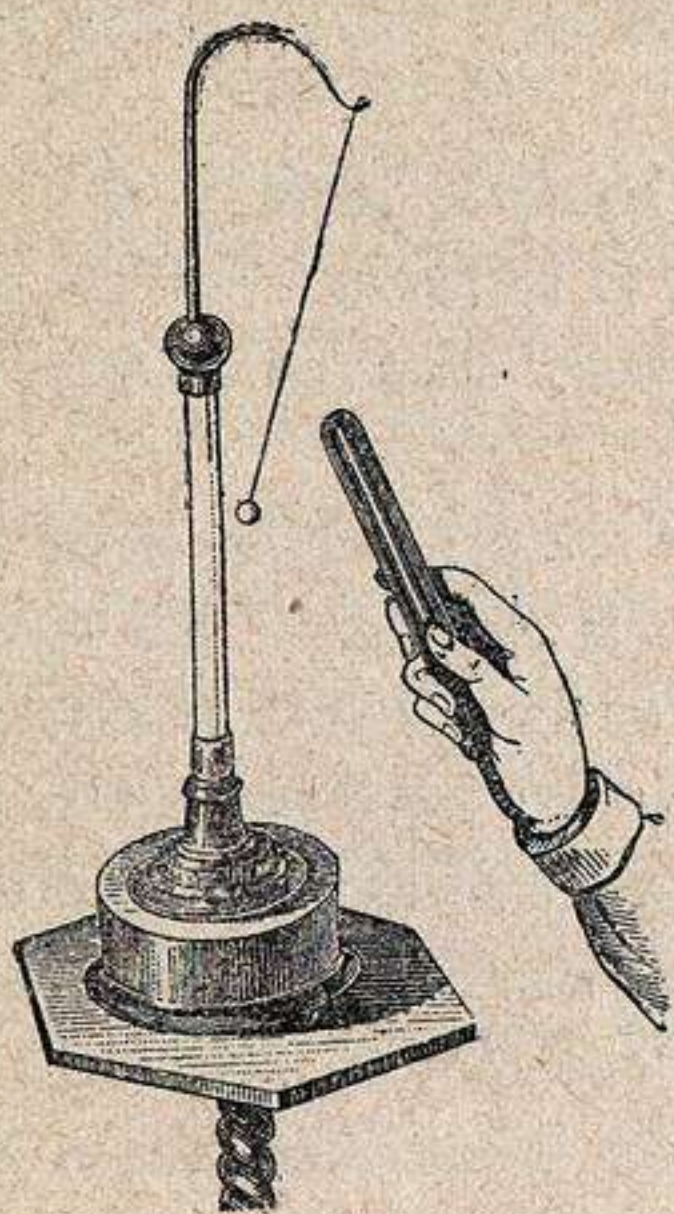
El lacre frotado atrae los cuerpecillos ligeros

fera, encontrándose también en todos los cuerpos. De su desarrollo dimana la propiedad que tienen éstos de atraer ó rechazar á otros más ligeros.

El flúido eléctrico es susceptible de aglomerarse, de condensarse, de enrarecerse y de pasar de un cuerpo á otra, salvando inmensas distancias con una velocidad tal que deja atrás hasta un rayo de luz.

Veamos algunos sencillos experimentos para conocer este misterioso flúido. Colocad sobre una mesa pequeños fragmentos de una materia muy ligera, ó, si quereis pe-

dacitos de papel. Tomad una barrita de lacre (materia



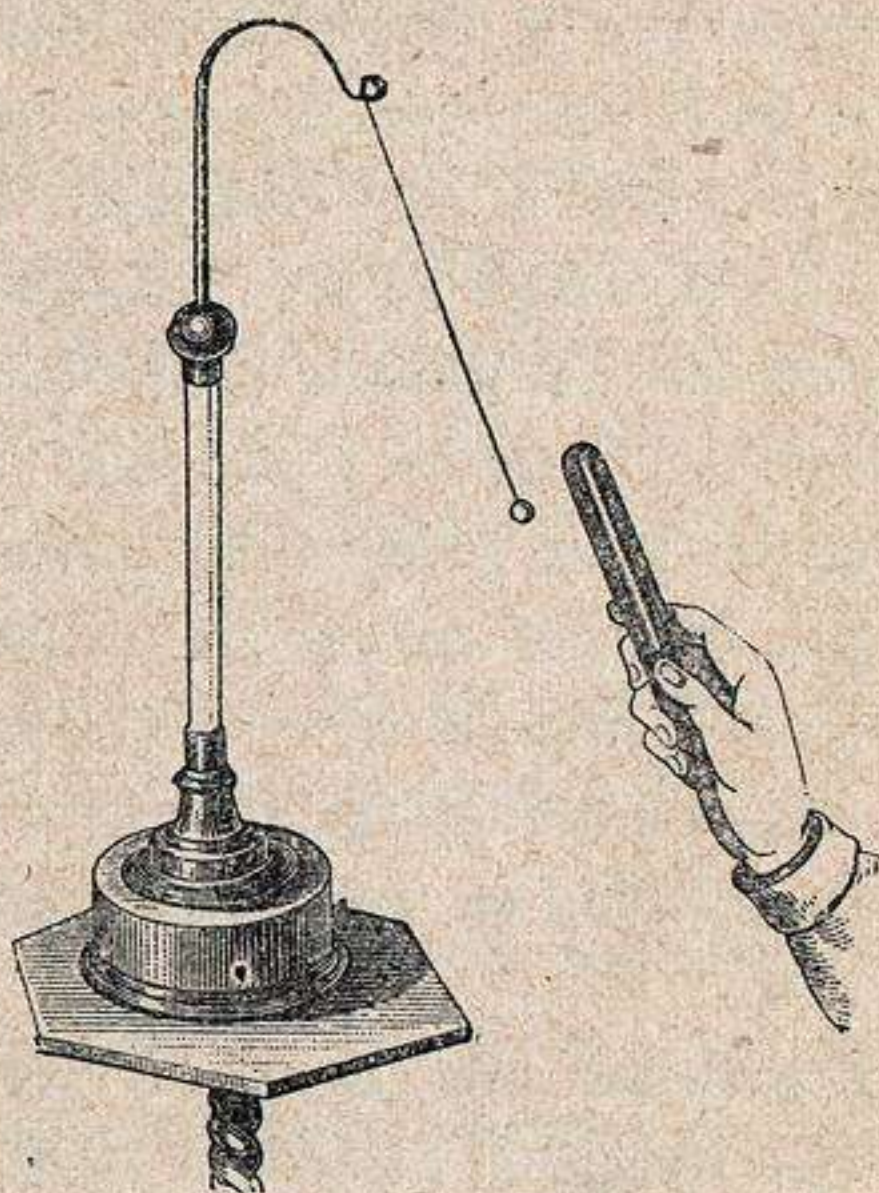
Péndulo eléctrico

resinosa ha de ser), y frotadla algún tiempo con un trapito de lana. Entonces podeis aproximar el lacre á los pedacitos de papel sin tocarlos y veréis cómo se van pegando á la barrita. ¿Cuál es la causa de ello? La electricidad.

Antes de frotar el lacre lo hubierais paseado por entre los pedacitos de papel y nada de esto hubiera sucedido. ¿En dónde estaba la electricidad entonces? Estaba en el mismo cuerpo, pero como dormida y ahora la habéis des-

pertado por medio del frotamiento, de lo cual resulta que el lacre se halla electrizado.

Cojo ahora una varilla de vidrio y, haciendo el mismo experimento, obtengo el mismo resultado. Pero en vez de pedacitos de papel tomaré una bolita de corcho, ó mejor todavía una bolita de médula de saúco, que suspenderé de un hilo de seda atado á una tachuela clavada en un cuerpo saliente, formando á manera de péndulo.



Péndulo eléctrico

Frotaré el lacre y lo acercaré á la bolita. Ved cómo la atrae; pero si llegan á tocarse ambos objetos, la bolita se separa.

Ahora tomo el vidrio, lo froto como el lacre, y la bolita que huía del lacre, se acerca al instante al vidrio y se pega á él, más luego se separa; pero le acerco de nuevo el lacre y lo atrae.

De aquí se infiere una cosa muy clara; que la electricidad del lacre no es la misma que la del vidrio. Hé aquí por qué la electricidad tiene dos nombres: la del vidrio se llama electricidad *positiva*, y la del lacre electricidad *negativa*, las cuales, combinándose, forman un estado pasivo de la electricidad llamado *neutro*. Acordáos de estos nombres teniendo siempre en cuenta que dos cuerpos que poseen electricidades del mismo nombre se *repelen* y los que la poseen de nombre contrario se *atraen*.

Hemos dicho que la electricidad se propaga con una rapidez incalculable; pero lo mismo que el calor, necesita cuerpos que la conduzcan. Hay cuerpos *buenos conductores* de la electricidad y otros que son *malos conductores*. Los primeros la conducen bien, dejándola pasar por ellos; con los segundos sucede lo contrario.

Son cuerpos buenos conductores: los metales, el agua, el cuerpo del hombre y de todos los animales, los vegetales húmedos y, en general, los buenos conductores del calor.

Son cuerpos malos conductores: el vidrio, la seda, las resinas, la lana, la cera, el vidrio, las plumas y, en general los malos conductores del calor. Los malos conductores de la electricidad se denominan *aisladores*. Veamos la razón de ello.

Electrizad una barra de hierro... no lo conseguiréis, porque siendo el hierro un buen conductor, el fluido eléctrico pasará del hierro á la mano, y siendo nuestro cuerpo

buen conductor, aquél flúido recorrerá nuestro cuerpo hasta llegar al suelo en que nos apoyamos y allí se perderá; porque la tierra es el *depósito común*, pues á ella va á parar y á perderse la electricidad de los cuerpos que se electrizan sin estar aislados.

Pero envolvamos la barrita de hierro con un pañuelo de seda. La seda es un mal conductor y, por consiguiente, un *aislador*. Siendo así, no dejará escapar el flúido eléctrico, porque le impedirá el paso.

Los cuerpos buenos conductores terminados en punta, tienen la propiedad de dejar escapar el flúido eléctrico, de manera que es imposible electrizarlos, aunque estén perfectamente aislados. Ya veremos aplicado todo esto.

XVIII

La chispa eléctrica

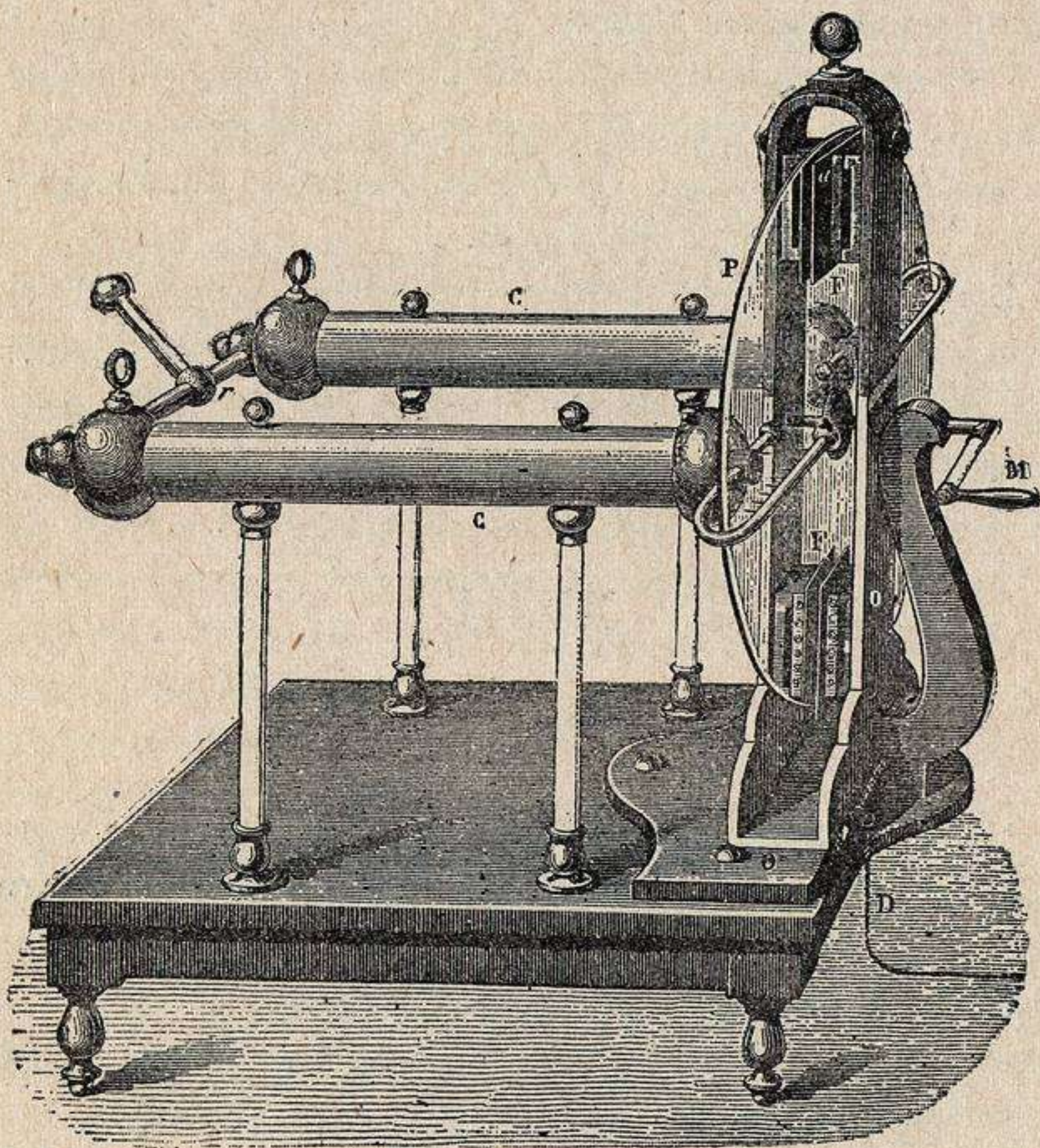
No es necesario el frotamiento para desarrollar la electricidad en un cuerpo: basta que esté aproximado á otro cuerpo ya electrizado para que aquél se electrice por *influencia*. Entonces se produce en la parte más próxima electricidad de nombre contrario, y en la parte más lejana electricidad del mismo nombre.

Así es que se pueden electrizar los cuerpos de varios modos: 1.º por frotamiento; 2.º por contacto; 3.º por *influencia*.

Si se quiere obtener la electricidad en cantidades de alguna importancia, comprenderéis que no se empleará el tiempo frotando con la mano barritas de lacre ó de vidrio. Esto se hace como sencillo experimento. La Física, ó más bien, los físicos, cuentan con instrumentos á propósito

para producir la electricidad: tales son las *máquinas eléctricas* y las *pilas eléctricas*.

... La máquina eléctrica se compone generalmente de un disco de cristal que se hace girar con rozamiento suave



Máquina eléctrica

entre dos almohadillas. La electricidad positiva que se desarrolla, se acumula en unas piezas metálicas buenas conductoras y en tal cantidad que, si la máquina es potente, se pueden sacar chispas para derribar á un hombre.

Pero para retener la electricidad en los cuerpos buenos

conductores, es preciso aislarlos del depósito común, ó sea del suelo. Así, por ejemplo, un hombre que quiere cargarse de electricidad, quedará aislado de la tierra colocándose sobre el taburete eléctrico, que es una tabla aislada ó sostenida por cuatro columnas de cristal, y tocando en esta disposición el conductor de la máquina eléctrica, pronto se podrá observar los efectos de dicho fluido.

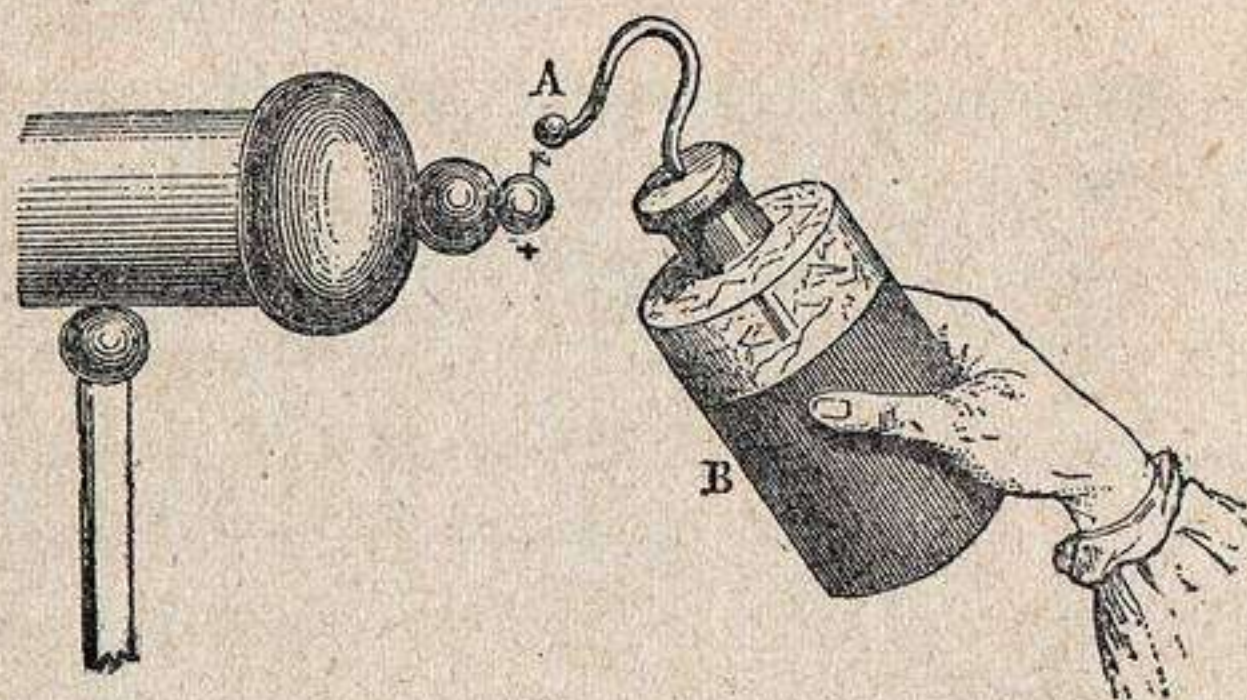
La chispa eléctrica produce variedad de efectos: luminosos, caloríferos, fisiológicos, mecánicos y químicos. Pero si se quiere que la chispa produzca efectos considerables, es necesario recurrir á los *condensadores* ó *acumuladores*, aparatos que sirven para acumular sobre superficies reducidas gran-

des cantidades de electricidad. La llamada *botella de Leyden* es uno de los condensadores más sencillos y poderosos.

Se trata de un sencillo frasco de cristal lleno de hojas de oro ó de cobre y forrado por la parte exterior con una hoja de estaño; luego una varilla de latón metida entre las hojas y saliendo en el exterior, terminando con un botón ó esferilla, á fin de que la electricidad no se escape.

Este aparatito se carga poniendo en contacto el botón con el conductor de la máquina.

El efecto de la descarga producida por la botella de

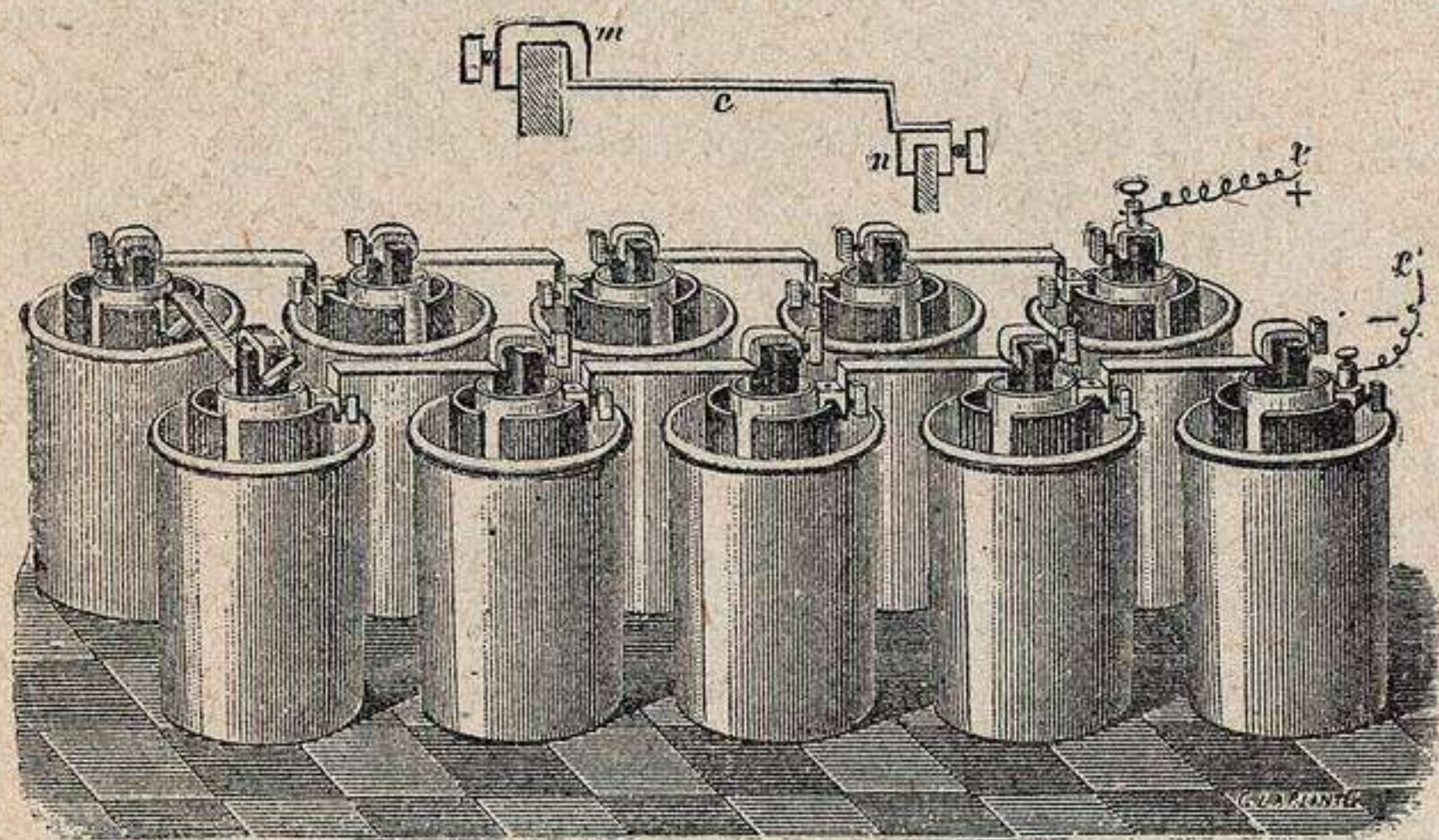


Botella de Leyden

Leyden puede hacerse sentir á un considerable número de personas á la vez, con tal que formen cadena, tocando la primera el cuerpo forrado de la botella y la última la extremidad de la varilla metálica que sale del cuello.

Se pueden cargar á la vez varias botellas, formando la *batería eléctrica*, cuyo efecto entonces es capaz de derribar á muchísimos hombres.

Veamos ahora las *pilas eléctricas*. Estos aparatos son muy distintos de los otros, puesto que recogen y des-



Batería eléctrica

arrollan la electricidad. Describiremos una de estas pilas, la más sencilla.

Tomaremos algunas monedas de cobre, algunos discos de zinc y otros de paño. Vamos á colocarlos uno por uno alternativamente, esto es, disco de cobre, disco de zinc y disco de paño, uno encima de otro. Luego volveremos á empezar con el mismo orden hasta colocar diez discos de cada clase (no es número fijo), y me formará una colum-nita que ato bien con bramante, sumergiéndola algunos instantes en vinagre muy fuerte.

Saco después esta columnita, la enjugo bien y la coloco sobre un plato. En seguida sujeto dos hilos de latón, uno por la parte de encima y otro por la de abajo; es decir, pongo en contacto uno de ellos con un disco de zinc y el otro con un disco de cobre.

Ahora debéis saber que el ácido del vinagre, en virtud de una *reacción química*, desarrolla en el cobre electricidad positiva, lo mismo que desarrolla en el zinc electricidad negativa. Reuno en un punto los dos extremos del alambre y se establece una corriente que será muy débil, pero que, dado un buen ajuste en las piezas, podrá percibirse. Será una corriente insignificante.

¿Quereis experimentar esta corriente? Acercad la lengua de manera que toque los extremos de los hilos y desde luego sentiréis un ligero temblor acompañado de un gusto muy salado. Eso es la corriente que pasa. Naturalmente que si la pila fuese mayor, no podríais soportar el contacto de los hilos con la lengua.

Con pilas intensas se pueden producir tal suerte de convulsiones que podrían matar á un hombre y á un animal cualquiera. También se pueden producir chispas, las cuales, bien regularizadas, producen la luz eléctrica, lo mismo que se aplica al telégrafo, al teléfono y á una porción de inventos de que hablaremos después, porque son en gran número las aplicaciones de la electricidad desarrollada por las pilas.

XIX

Meteoros eléctricos

Cuando la atmósfera se halla despejada y tranquila, entonces se encuentra cargada de electricidad positiva, al paso que la superficie de la tierra contiene electricidad negativa.

Pero como sucesivamente hay cambios en la superficie terrestre, resulta que allí la electricidad se restablece en su estado neutro, lo mismo que en las capas aéreas más en contacto con la tierra y con el mar, las cuales, á medida que se elevan, aumentan la electricidad positiva de la atmósfera.

No se pueden determinar á punto fijo las variaciones que experimenta la electricidad en virtud de los cambios sucesivos. Esas grandes masas de vapores que se levantan, mayormente de la zona tórrida, al transformarse en nubes pierden la electricidad negativa de la tierra y adquieren la positiva de las demás nubes.

Sucede con alguna frecuencia que ciertas nubes se adhieren á la parte superior de las montañas, como atraídas por ellas. Entonces esas nubes pierden su electricidad positiva y toman la negativa de las montañas, en cuyo caso son rechazadas, encontrándose después en las regiones de la atmósfera nubes cargadas de electricidades diferentes.

Supongamos una nube cargada de electricidad positiva, que se presenta ya sobre otra nube cargada de electricidad contraria ó ya sobre un punto del suelo, de donde dimana el fluido negativo. ¿Sabéis lo que resulta de dicho encuentro?

Entonces habrá un desprendimiento de electricidad manifestado por la chispa eléctrica, la misma que se produce con los aparatos que ligeramente hemos descrito. Desde luego esta chispa atravesará instantáneamente los dos puntos electrizados. Aquí tenéis el *relámpago* y el *rayo*.

Hay una diferencia entre estos dos fenómenos de un mismo origen. Por lo común el relámpago se verifica entre dos nubes cargadas de electricidad contraria, fenómeno inofensivo: mientras el rayo es la chispa ó descarga eléctrica entre una nube y un punto de la tierra, de cuyos terribles efectos habréis oído hablar.

Ahora deseáis saber á qué causas es debido el *trueno*. Recordad lo que dijimos respecto al sonido, especialmente al hablar del *eco*. En primer lugar el trueno depende del trayecto que recorre la chispa eléctrica en la atmósfera; del sentido en que la atraviesa; de la situación del espectador; de los accidentes del terreno; pero de todos modos el ruido del trueno es producido por la chispa al atravesar las capas de aire, cuyo ruido se prolonga largo tiempo á consecuencia de los *ecos*.

Se percibe el fragor del trueno poco después de aparecer la luz del rayo, con motivo de la mayor velocidad de la luz con respecto al sonido.

Los rayos no caen, como el vulgo cree, de la misma manera que caería una piedra. La electricidad de una nube se encuentra con la de la tierra y ambas electricidades producen la descarga y chispa que recorre los cuerpos buenos conductores, dando el caso á veces de que el rayo parte de abajo arriba, ó sea de la tierra á la nube, llamándose entonces rayo *ascendente*.

Puede el rayo producir la muerte y otros muchos estragos, no sólo al caer directamente sobre los cuerpos, si que también por *choque de retroceso*. Consiste este choque

en una conmoción violenta y aun mortal para hombres y animales colocados á distancia. Este fenómeno es debido á la electricidad por *influencia*.

Vamos á ver ahora el *poder de las puntas* que hemos indicado ya. Ya sabéis que la electricidad se escapa fácil-



Benjamín Franklin

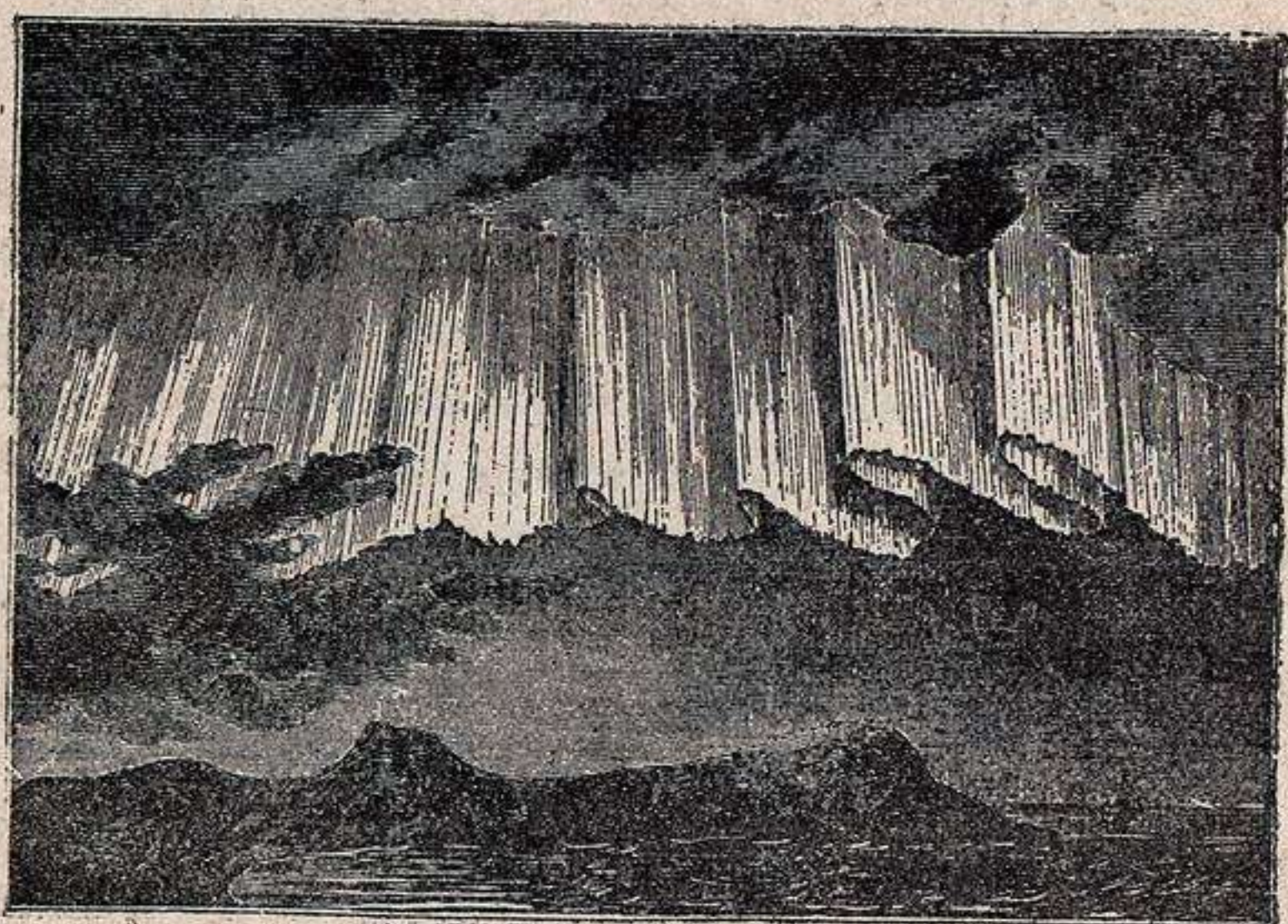
mente por las puntas en todos los cuerpos buenos conductores.

Colocad en la parte superior de un edificio cualquiera una vara metálica en sentido vertical y unida á ella una cadena ó grueso alambre, cuyo otro extremo se halle en contacto con el suelo. ¿Qué sucederá? Aquí tenéis un *pararrayos*.

Pasará una nube tempestuosa y, naturalmente, la varilla,

la cadena y la tierra serán mejores conductores que el edificio, y la electricidad de la tierra preferirá recorrer este camino cómodo, del suelo á la cadena y de la cadena á la varilla, y se escapará por la punta. Si *cae* el rayo seguirá el mismo camino á la inversa sin dañar el edificio. Fuera de esto el *pararrayos* descarga las nubes lentamente y sin chispas. El inventor de este aparato fué el sabio Franklin.

Hay un admirable fenómeno debido á la electricidad, el cual se presenta con carácter tranquilo. Tal es la *aurora*



Aurora boreal ó polar

boreal ó más bien *polar*, porque se verifica casi siempre en las regiones de los polos. Tienen estos fenómenos muy bellos juegos de electricidad, presentándose á veces como un incendio en las nubes. Su causa es un desprendimiento de electricidad atmosférica en gran escala que ilumina las largas noches de invierno en las heladas zonas.

También son debidos á la electricidad los llamados *fuegos de San Telmo*, los cuales suelen aparecer en noches tempestuosas en lo alto de las puntas de los campanarios,

pararrayos y mástiles de los buques, bajo la forma de penachos ó destellos luminosos, llegando á aparecer hasta sobre el hombre mismo y sobre los objetos que lleva en la mano.

XX

Aplicaciones de la electricidad

Su reino es inmenso, aunque no completamente explorado todavía. Conocidos los principales fenómenos de la electricidad *estática*, que así se llama cuando se la considera en reposo sobre la superficie de los cuerpos, después de mucho tiempo surgió un nuevo estudio y nuevas aplicaciones, por haberse descubierto la electricidad *dinámica*, que así fué llamada la que está en movimiento, la cual se trasmite de uno á otro cuerpo por medio de corrientes.

Ya conocéis las *pilas*: en ellas, por medio de combinaciones químicas se desarrolla la electricidad dinámica. Las aplicaciones de las pilas son numerosas. Con varias pilas unidas entre sí se obtienen efectos de gran potencia.

Al aproximarse los *reóforos* de una pila voltáica muy poderosa, que son los hilos de cobre que parten de cada uno de los extremos de la pila, llamados *polos*, y mantenidos á cierta distancia para permitir la descarga eléctrica, se presenta una chispa.

Este efecto luminoso proviene de la neutralización de las dos electricidades contrarias, cuya recomposición desenvuelve un calor bastante para que resulte de él la aparición de una luz. Mas cuando se emplean cuarenta ó

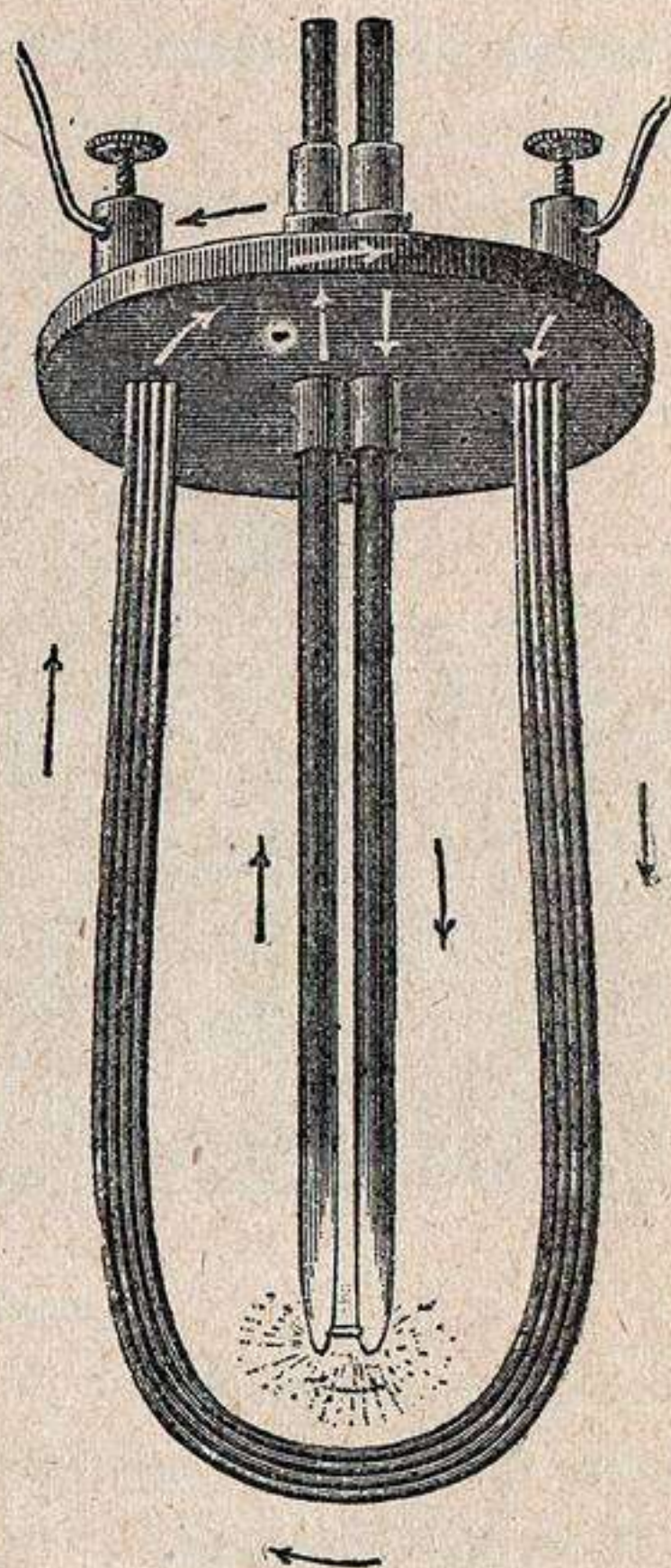
cincuenta pares de una pila llamada de Bunen, el arco luminoso que se desenvuelve en el espacio que separa los hilos, presenta una intensidad prodigiosa.

Mas el calor tan intenso que se desenvuelve y la presencia del aire oxidarian las dos espigas de cobre; así es que se adaptan á ellas dos varillas de carbón muy poco combustible, llamado carbón de retortas de gas, de manera que el arco luminoso se desenvuelve entre las dos puntas del carbón. Así se obtiene la *luz eléctrica*.

Para sacar partido de esta luz para el alumbrado, aquel arco majestucoso y vivo se divide en mil pequeñas antorchas, las que se subdividen en fracciones más pequeñas por un mecanismo que no podemos explicar, á fin de distribuir por diferentes puntos la poderosa luz de aquel arco.

Cuando se hace pasar una corriente eléctrica á través del agua, sumergiendo en ella los ródoros de una pila, el agua se descompone, viéndose aparecer en forma de burbujitas el *oxígeno* por una parte y por otra el *hidrógeno*, que son los elementos de que se compone.

Otros varios cuerpos se descomponen por medio de una

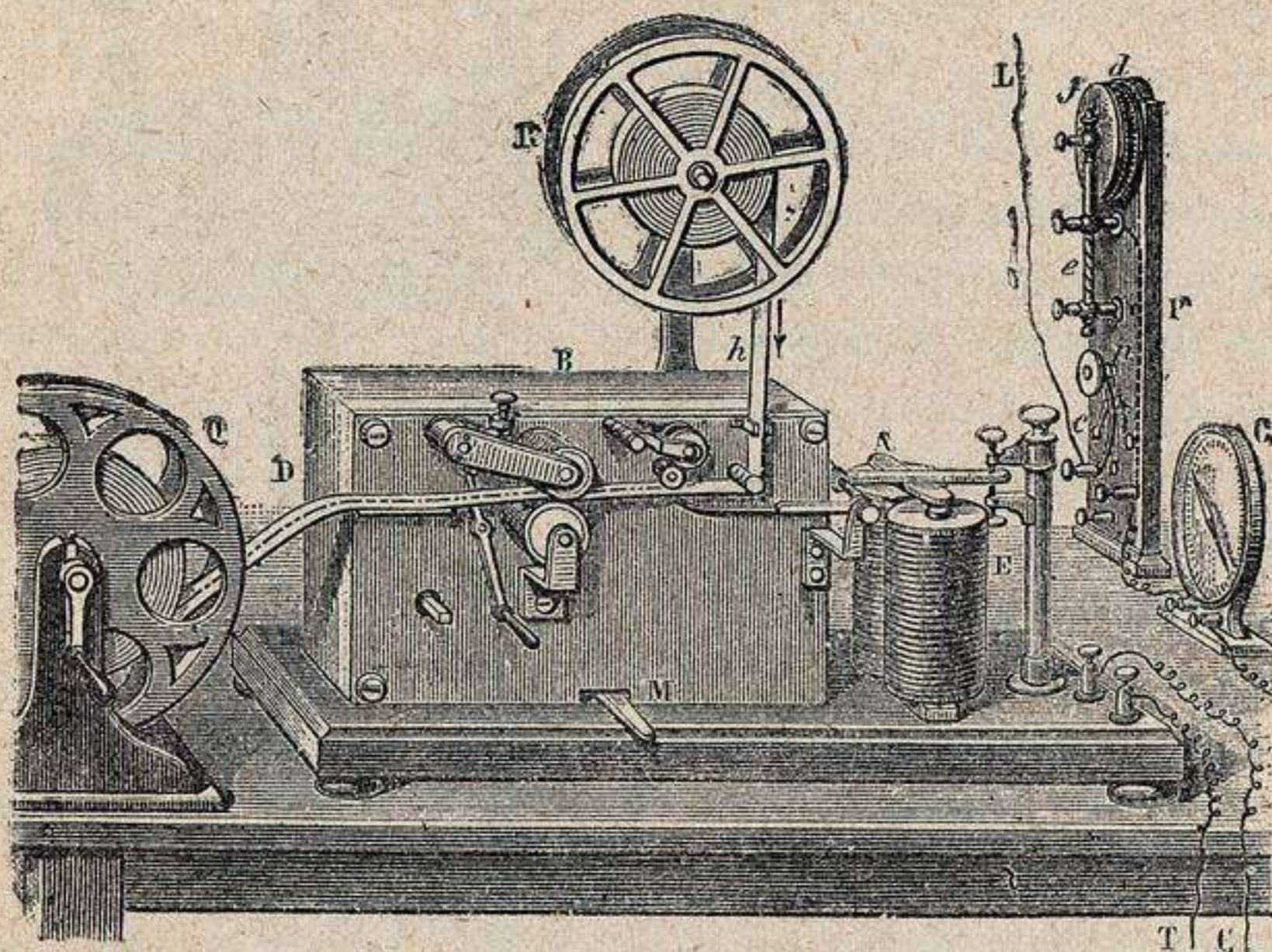


Arco voltaico

corriente eléctrica, particularmente si contienen metales, en lo cual está fundada la *galvanoplastia*.

Una de las más grandes aplicaciones de la electricidad ha sido el *telégrafo*. ¿Quién no lo conoce? ¿Quién no se admira ante tan prodigioso invento?

Para hablar del telégrafo, necesitamos hablar del imán y, además, sería tarea larga y difícil explicar cómo fun-



Aparato telegráfico

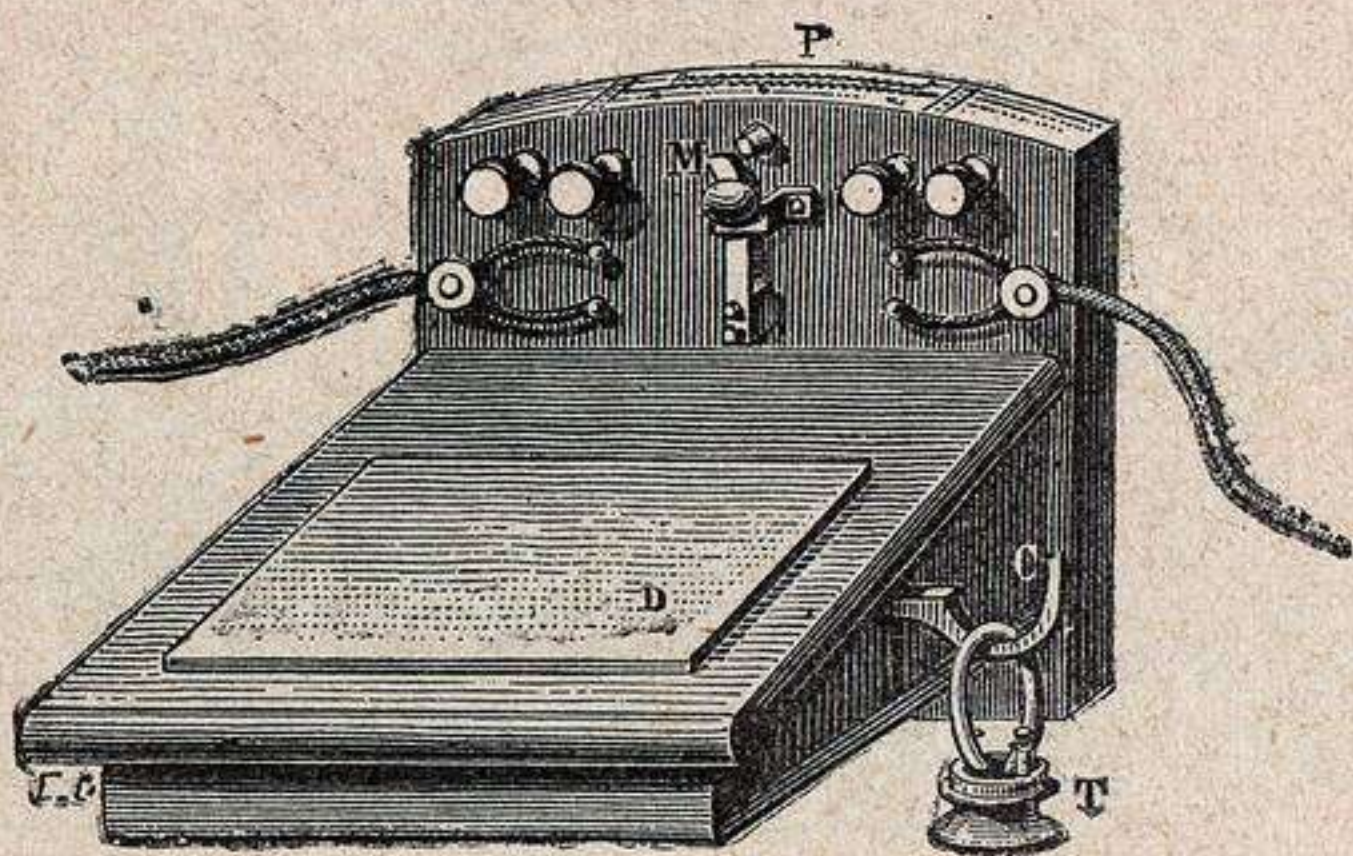
ciona un aparato de telegrafía eléctrica. Pero veamos alguna idea siquiera.

¿Veis aquellos alambres de hierro galvanizado, sostenidos por los postes, que se hallan colocados casi siempre en el trayecto de una línea férrea? Pues por allí pasa la corriente eléctrica. Mas ¿de dónde proviene esta corriente?

En cada estación telegráfica hay unas pilas algo diferentes de las que habeis visto, y en esas pilas se produce el flúido eléctrico.

El aparato que se emplea para transmitir los telegramas se divide en dos: el *manipulador* y el *receptor*. El primero es una pequeña palanca que sirve para establecer la corriente, la cual pasa en seguida al receptor de la otra estación.

El receptor no es otra cosa que un electro-imán, el cual, al ser imantado, atrae una pequeña varilla de hierro dulce, á la que va unido un pequeño punzón ó estilete mojado con tinta. Por debajo del estilete pasa regularmente, por



Aparato telefónico

medio de un aparato de relojería, una cinta de papel, sobre la cual deja el punzón ciertos trazos.

Fácilmente se comprende que si la corriente es muy corta, el estilete señalará solamente un punto sobre la cinta, mientras que si dura algo más, el trazo que deja será una raya. De la combinación de puntos y rayas resulta la letra del alfabeto que lee con facilidad el operador.

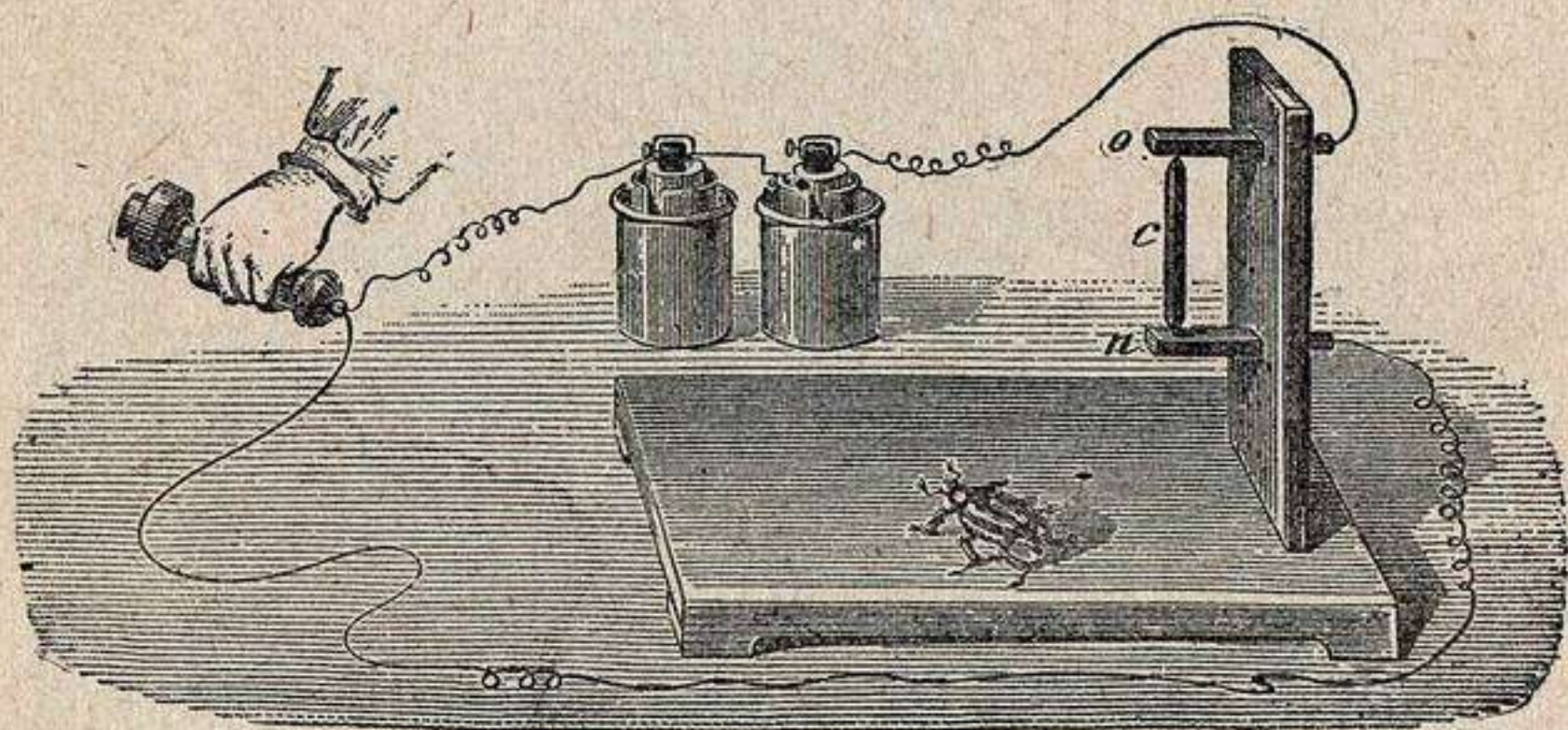
El primer aparato descrito sirve para poner los *telegramas*, y el segundo para recibirlos.

La corriente eléctrica se trasmite también al través de

los mares por medio de los *cables submarinos*. Esto es que es admirable y grandioso.

Con el telégrafo se puede decir que se anulan las distancias, desaparecen los mares y allanan las montañas; pero la voz humana todavía no se percibe hasta que se inventa un nuevo aparato de fácil manejo y al alcance de cualquiera, denominado *teléf no*.

Por medio del teléfono no necesitamos salir de casa para hablar con nuestros semejantes á distancia de horas enteras. También para la transmisión de la voz humana se



Micrófono

usan las pilas y los alambres, unido todo al aparato que consiste en una caja circular de madera, en cuyo interior hay un cilindro imanado. Tampoco lo describiremos; pero con este medio se habla y se oye á larga distancia.

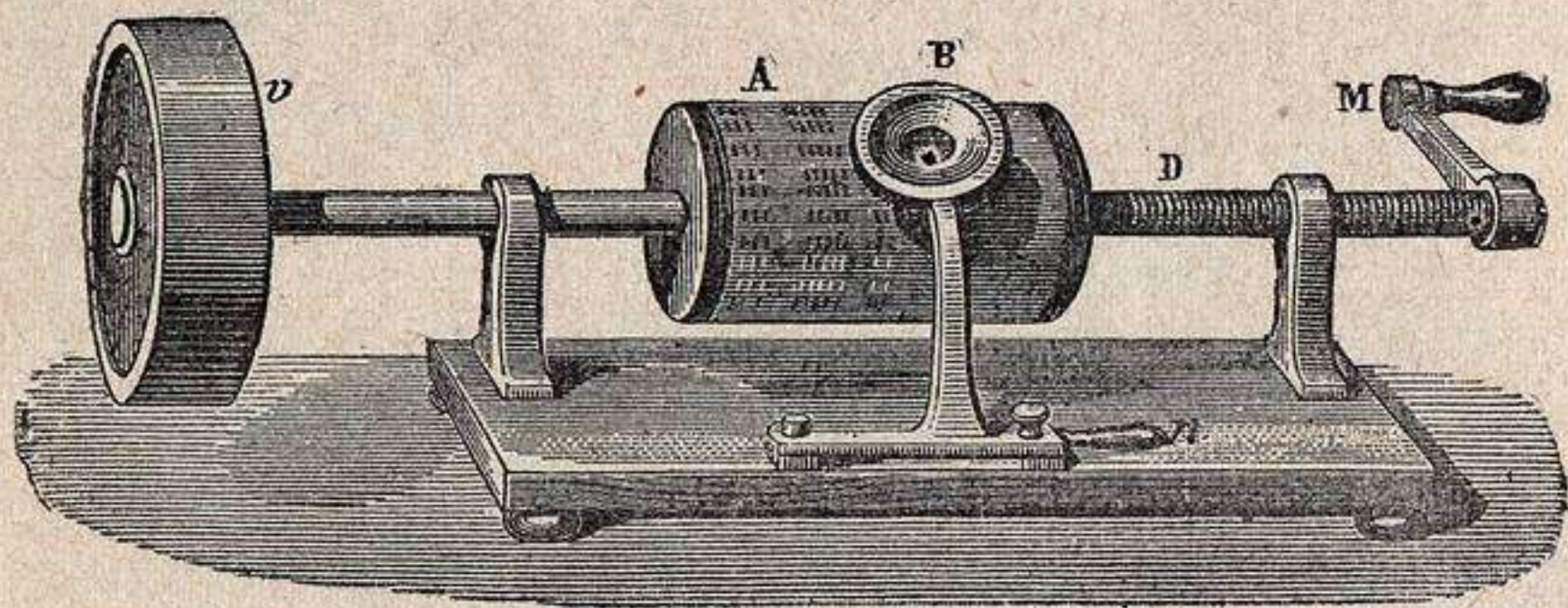
Pues ¿y el *micrófono*? Hé aquí un instrumento que, en combinación con el teléfono, aumenta y hace oír los sonidos más insignificantes, de tal suerte, que el andar de una mosca sobre la superficie lisa del papel, se percibe casi con tanto ruido como las pisadas de un caballo.

Pero como si todavía esto no fuera bastante, se trató

de inventar un aparato que archivara la voz humana para hacerla resonar á voluntad del operador en cualquiera época y lugar distinto de donde se hubiese recogido. Hé aquí el *fonógrafo parlante*, ideado por el insigne físico americano Edison.

El fonógrafo puede figurar entre los aparatos acústicos más que en los eléctricos. Por su medio puede estereotiparse una frase, un discurso entero, una pieza musical y cuanto se le confie. Su mecanismo es bastante sencillo.

No son menos interesantes los aparatos cronofotográficos que se han inventado recientemente para imprimir sobre



Fonógrafo

una placa y en brevísimo tiempo las diversas fases que presenta un cuerpo en movimiento, de las que no pueden darse cuenta el ojo humano. Tal es la *fotografía animada*.

Las actitudes del hombre andando, corriendo y saltando; los movimientos de los pájaros y hasta de los insectos en el aire, todo se recoge, se fija, se conserva y se reproduce con el tamaño natural por medio de un aparato llamado *cinematógrafo*.

La reproducción de las imágenes, tamaño natural, se verifica proyectándolas en una pantalla desde la faja en que se retratan, cuya faja, al desenrollarse, gracias á un



Fotografía animada

sencillo mecanismo, permite que se observe toda la ilusión del movimiento, ó más bien, toda la ilusión perfecta de la vida.

El *cinematógrafo* tiene el aspecto de una caja cerrada, provista de un objetivo, permitiendo reproducir escenas de] mucho

fondo como calles y plazas con todo el movimiento de transeuntes y carruajes.

Por fin llegamos al más moderno de los inventos hijos de la electricidad: tales son los rayos *Rontgen* (nombre del profesor alemán que los descubrió); pero más vulgarmente conocidos con el nombre de rayos X.

Misteriosas radiaciones capaces de penetrar en el interior de nuestro cuerpo y exteriorizar lo que está oculto al microscopio de mayor potencia.

Consiste el mecanismo en un tubo de vidrio, en donde se ha practicado neumáticamente el vacío, por el que se hace pasar una corriente eléctrica llamada de inducción, fotografiando en placas ordinarias los rayos lumínicos que despiden dicho tubo.

Estos rayos son completamente invisibles, no desarrollan calor alguno y se propagan en línea recta, atravesando los cuerpos intransparantes, como la madera, el paño y los tejidos orgánicos. Se puede fotografiar por medio de dichos rayos cualquiera objeto encerrado en una caja de madera.

Los rayos X no atraviesan sino en mínima parte los metales y los huesos. Las partes blandas del cuerpo, como el cutis y las carnes son invisibles. Así es que se aplican los rayos X para el diagnóstico de fracturas y enfermedades de los huesos, evitando el atormentador sondaje que se ha aplicado hasta ahora para averiguar la situación de una bala ó de cualquier cuerpo extraño en el organismo.

Pero cada día van siendo más numerosas las aplicaciones de los rayos X, proporcionando nuevas sorpresas.

XXI

Del magnetismo

El *magnetismo* es la causa productora de los fenómenos que se observan en los *imanes* ó que los mismos pueden producir.

El *imán*, en su estado natural, es una piedra que tiene la propiedad de atraer el hierro. Se encuentra en Suecia y en otros países, especialmente en los alrededores de una antigua ciudad griega llamada Magnesia. De ahí se deriva el nombre de *magnetismo*.

Hay imanes artificiales, que son trozos de acero templado que han adquirido las propiedades del imán natural por medio de la frotación con este último ó por corrientes eléctricas.

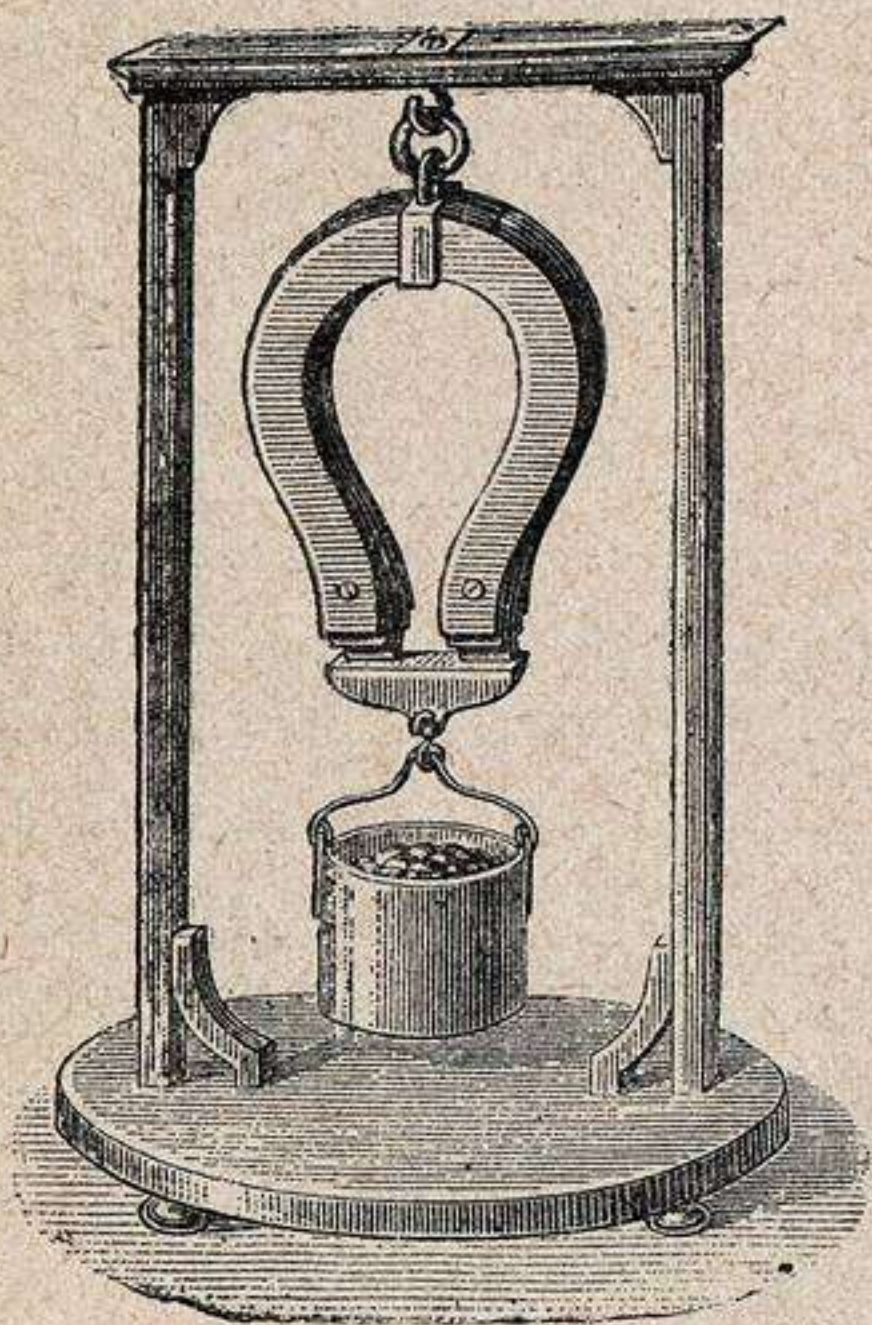
Todos los niños conocen estos imanes que atraen pecetitos y barquitas construídas de un metal muy delgado, que de forma hueca flotan sobre el agua y se mueven apenas se les aproxima una barrita imanada.

El imán ejerce su acción sobre el hierro, no sólo á través del agua, si que también de muchos cuerpos sólidos, como un cristal, un papel, etc.

Colocado un imán sobre limaduras de hierro, se observa que éstas se unen á él con más energía en sus extremos, hasta que pierden su atracción en el centro. Estos puntos, donde la atracción del imán es mayor, se llaman *polos*, y la parte del centro cuya atracción es nula, se llama *línea neutra*.

Pero sucede una cosa. Si un imán se divide en dos partes, aunque sea por la línea neutra, y éstas en otras

dos y más, se presentan de igual manera los polos en los extremos y la línea neutra en el centro.



Imán

Pero los flúidos acumulados en los polos de los imanes no son todos de la misma naturaleza, pues aunque produzcan una misma atracción en las limaduras de hierro y en el péndulo magnético, se ha observado que los polos de un mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen, lo mismo que sucede con las dos clases de electricidad, positiva y negativa, de que hemos hablado.

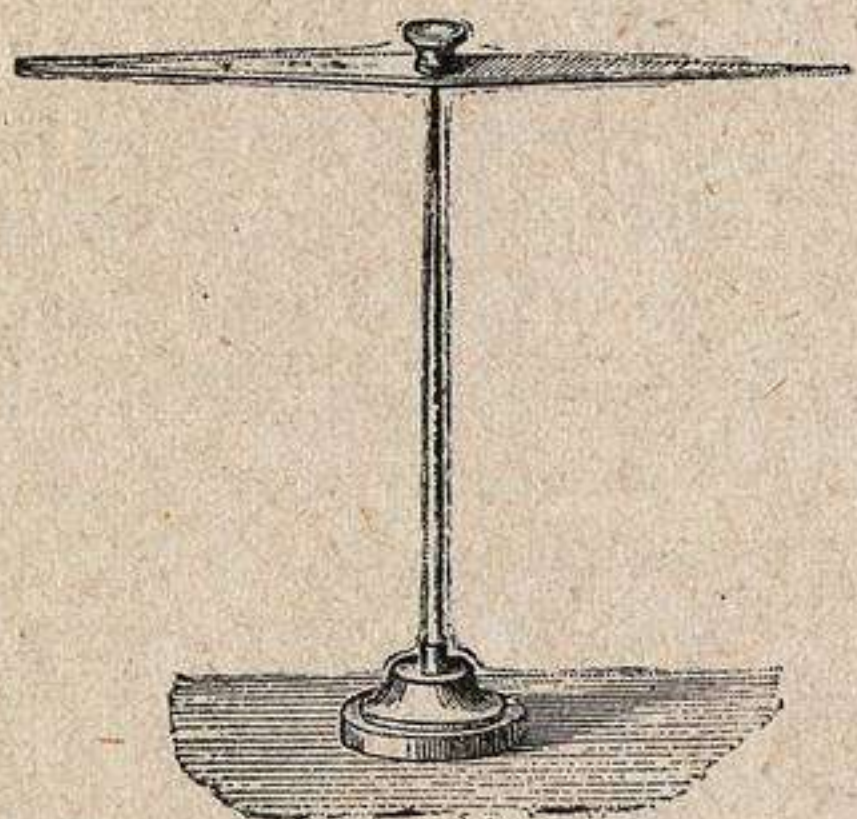
Hay, pues, en los dos extremos de la aguja imanada, ó sea en los dos polos, dos clases de magnetismo, del mismo modo que hay dos electricidades en los dos extremos de un cuerpo electrizado por influencia, ó en los dos polos de una pila eléctrica.



El imán atrae las limaduras de hierro

Dichos polos del imán se llaman polo Norte y polo Sur, por haberse observado que puesta una pieza imanada de modo que pueda girar libremente montada sobre un eje de metal, uno de sus extremos se dirige hacia el Norte y el otro hacia el Sur.

Este fenómeno se explica considerando al globo terráqueo como un imán enorme cuyos polos atraen hacia sí



Aguja imanada

los de nombre contrario al de los imanes naturales ó artificiales que pueden moverse libremente, y repelen los del mismo nombre. En esto está fundada la aplicación de las *brújulas*. Ya veremos esto.

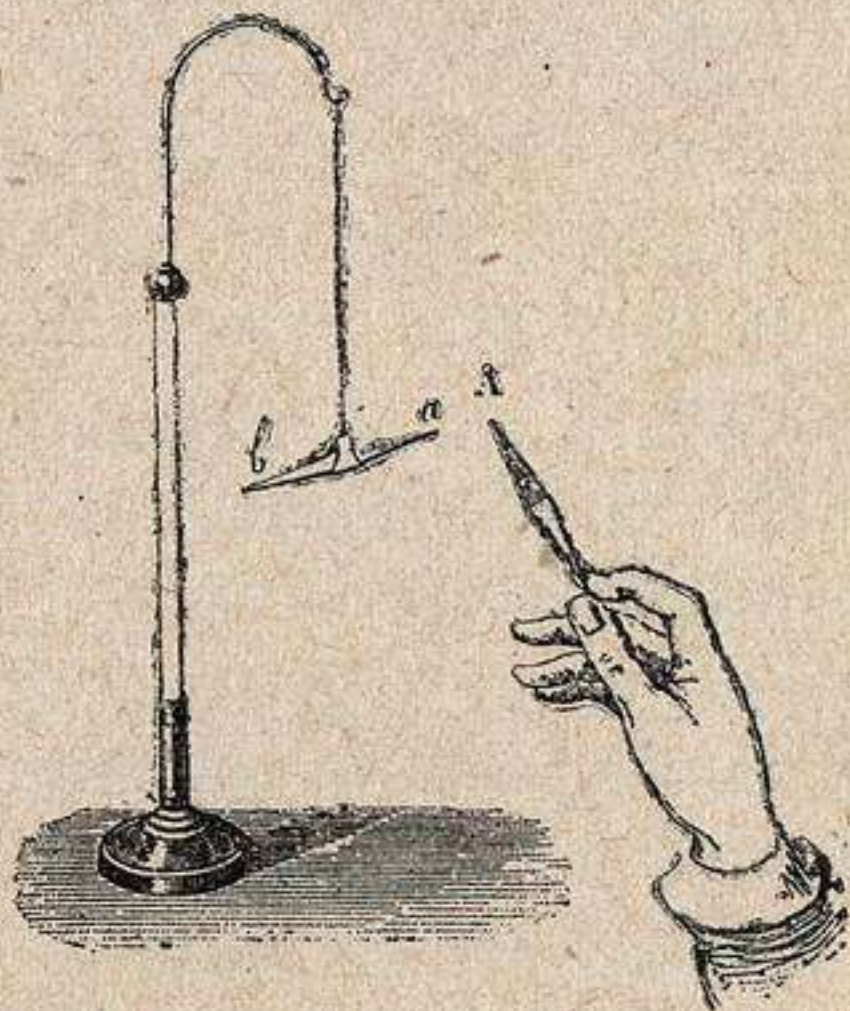
Hemos considerado el globo terrestre como un enorme imán, pero su acción magnética no es igual á la de los imanes, porque

no tiene atracción ni repulsión: sólo tienen los polos terrestres *fuerza directriz*.

Tampoco coinciden la dirección de los polos magnéticos con la de los polos terrestres. Hay una cierta *declinación* sobre la cual no podemos entrar en más explicaciones.

Veamos la *brújula*. Es un aparato muy sencillo. Se trata de una planchita ó aguja imanada que gira libremente sobre un eje en sentido

horizontal, dirigiendo siempre uno de sus extremos hacia el Norte y el otro hacia el Sur, cuyos puntos, lo mis-

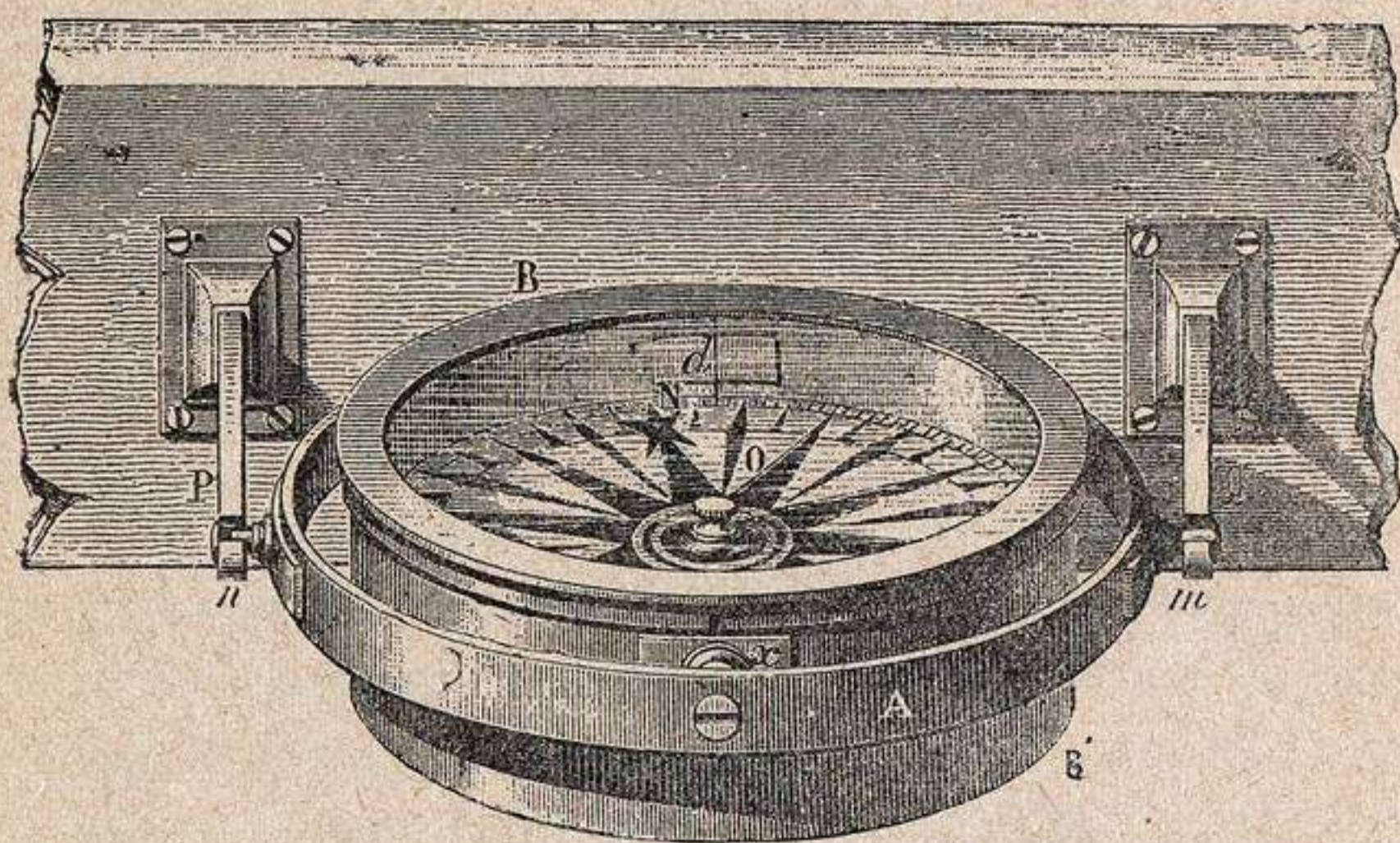


Aguja imanada

mo que todos los demás, están marcados en un círculo.

Ya podéis suponer cuán útil es la brújula para la navegación, lo mismo que á los agrimensores é ingenieros para la formación de sus planos. Pero es preciso tener cuidado que no haya algún imán ó alguna pieza de hierro cerca de la brújula, porque en ese caso se desviaría la aguja imanada.

Hemos dicho que los imanes artificiales adquieren la



Brújula

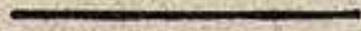
propiedad magnética por frotación ó por corrientes eléctricas. Hoy se apela casi siempre á esto último.

Se toma una barrita de hierro dulce envuelta en una paja, que es un cuerpo aislador y se la arrolla con cada uno de los hilos de la pila eléctrica, teniendo cuidado de que la envoltura de paja deje en descubierto los extremos de la barrita. La corriente eléctrica que pasa, circula alrededor de la barrita y la imana desde luego.

Con esto hemos formado un *electro-imán*, débil por cierto, pero que fuera poderoso con más intensa corriente,

porque la potencia de los electro-imanés crece con la intensidad de la corriente y con el número de vueltas del alambre de las pilas.

Los electro-imanés constituyen la parte fundamental de la telegrafía eléctrica.



QUÍMICA

I

De los cuerpos

Hemos estudiado los fenómenos de la materia, ó de los cuerpos, cuando su naturaleza íntima no cambiaba. Ahora vamos á estudiar otros fenómenos de la misma materia en los diversos cambios que experimenta. Eso es la Química.

Desde luego la Química se divide en *orgánica* é *inorgánica*. La primera estudia los cuerpos que tienen órganos, como son los animales y los vegetales, y la segunda estudia los cuerpos muertos, por decirlo así, ó sea los que carecen de órganos y, por consiguiente, de vida. Tales son los minerales. Empezaremos por esta última división.

Muchas veces habréis observado que de un mismo cuerpo se sacan varias materias distintas; así también observaréis que con varias materias los hombres forman un solo cuerpo.

De aquí se sigue una cosa: que hay cuerpos *compuestos*



en su estado natural, y otros formados artificialmente, ó sea por la mano del hombre. La madera está en el primer caso y el bronce en el segundo.

Casi todos los cuerpos de la naturaleza son compuestos, pero los hay que no lo son, y á éstos se les llama *simples*, porque no se pueden descomponer, por la sencilla razón de estar formados con una sola sustancia. Hoy día se cuentan hasta 72 cuerpos simples, entre ellos la mayor parte de los metales, el gas hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el carbono, el cloro y otros.

Cuando dos ó más cuerpos se unen íntimamente, ó más claro, se confunden en uno solo, decimos que se combinan ó que allí hay *combinación*. Combinación no quiere decir *mezcla*. En la mezcla sucede que las sustancias que se han reunido ó mezclado no han perdido sus propiedades y por lo tanto se pueden separar fácilmente.

En la combinación sucede que cada una de las sustancias que entran en ella, pierde todas sus cualidades para formar un cuerpo nuevo con nueva naturaleza. Al poner agua en el vino verifico una *mezcla*, no una *combinación*, porque el líquido que resulta tiene cualidades del vino y del agua. Si no las tuviera sería una verdadera combinación.

Toda combinación va acompañada de un desprendimiento de calor, de electricidad y algunas veces de luz; pero á veces no se pueden apreciar estos fenómenos, sobre todo cuando la acción química es muy lenta.

La Química es el estudio de las combinaciones: nos enseña á formarlas y á destruirlas. Por medio de la *composición* se forman cuerpos nuevos, de los cuales se sirven la industria y las artes; y por medio de la *descomposición* se nos dan á conocer la verdadera naturaleza de todos los cuerpos que nos rodean.

Así, pues, descomponer los cuerpos compuestos para extraer los simples de que se componen, y *combinar* los cuerpos simples para formar los compuestos: hé aquí las tareas de los químicos.

II

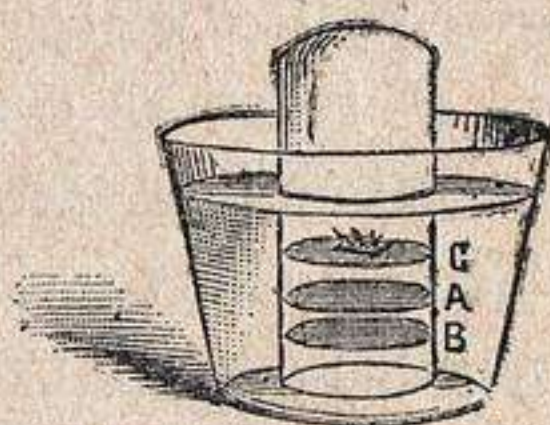
Composición del aire

Antiguamente se creía que el aire, lo mismo que el agua, era un cuerpo simple de la Naturaleza, y esta creencia subsistió hasta el último tercio del siglo pasado, en que el gran químico Lavoisier demostró palpablemente que este concepto era equivocado.

Vale la pena de conocer el aire y su composición química, porque es el aire el principal elemento de nuestra existencia y los gases que lo componen tienen una gran influencia en nuestra vida orgánica, lo mismo que en la de las plantas.

El sabio de quien acabamos de hablar, intentó analizar el aire para separar las partes de que se compone y consiguió una gran victoria. Nosotros aquí nos valdremos de un procedimiento muy sencillo para conocer el aire.

Tomemos un plato en donde vamos á verter un poco de agua. Busquemos un pequeño disco de corcho sobre el que montaremos una cerilla, y, colocado en el agua, vamos á encender la cerilla. Desde luego el corcho flotará en el agua. En seguida lo tapamos todo por medio de una copa de cristal.



El oxígeno de aire encerrado se combina con el azufre, y deja elevarse el nivel de agua.

Ved cómo el agua del plato asciende dentro de la copa; la luz languidece y al fin se apaga sin haberse consumido por completo. ¿Qué ha sucedido aquí?

Una cosa muy sencilla. La cerilla ha consumido parte del aire; dejando el resto en donde no podría arder. Luego en el aire hay una parte que alimenta la llama y otra en donde la llama se extingue.

Es que el aire es una mezcla de varios gases. El gas que hace arder la cerilla se llama *oxígeno*. Ya explicaremos sus propiedades. El gas que ha quedado dentro de la copa se llama *ázoe* ó *nitrógeno*, que también conoceremos.

El aire que respiramos contiene unas 79 partes de gas *ázoe* por 21 partes de oxígeno. El primero sin el segundo nos asfixiaría y el segundo sin el primero nos haría vivir *demasiado aprisa*; pero los dos gases juntos, oxígeno y nitrógeno, mantienen la respiración de los hombres y de los animales, y de igual manera pueden mantener una vela encendida. Todo esto lo veremos más claro.

Entran también á formar parte del aire otros dos gases, pero en escasa cantidad: tales son el *vapor de agua* y el *ácido carbónico*. Se podrían añadir aun algunos otros gases cuyas partes varían según los lugares y circunstancias; pero se trata de cosa insignificante respecto á la masa total del ambiente.

También la cantidad de ácido carbónico y vapor de agua varía continuamente en cada punto y lugar; pero sabed que estos gases desempeñan un papel muy importante en la Naturaleza, á pesar de ser el ácido carbónico un gas mortífero cuando se respira sin mezcla ó con escasa cantidad de oxígeno y *ázoe*.

Pero todo está perfectamente combinado por la mano del Criador. Cada uno de estos gases respirado sin el concurso de los demás, ocasionarían la muerte; pero todos

juntos forman el aire que respiramos, el cual es el principal elemento de vida.

Digamos de paso que el aire puede perjudicar la vida del hombre y de los animales por falta de oxígeno ó por exceso de ácido carbónico, lo mismo que por tener en suspensión *mixmas* ó sustancias diversas irrespirables que alteren la sangre ó sean germen de enfermedades; porque habéis de saber que el aire, con ser una cosa tan buena, puede llevar materias muy malas.

III

Composición del agua

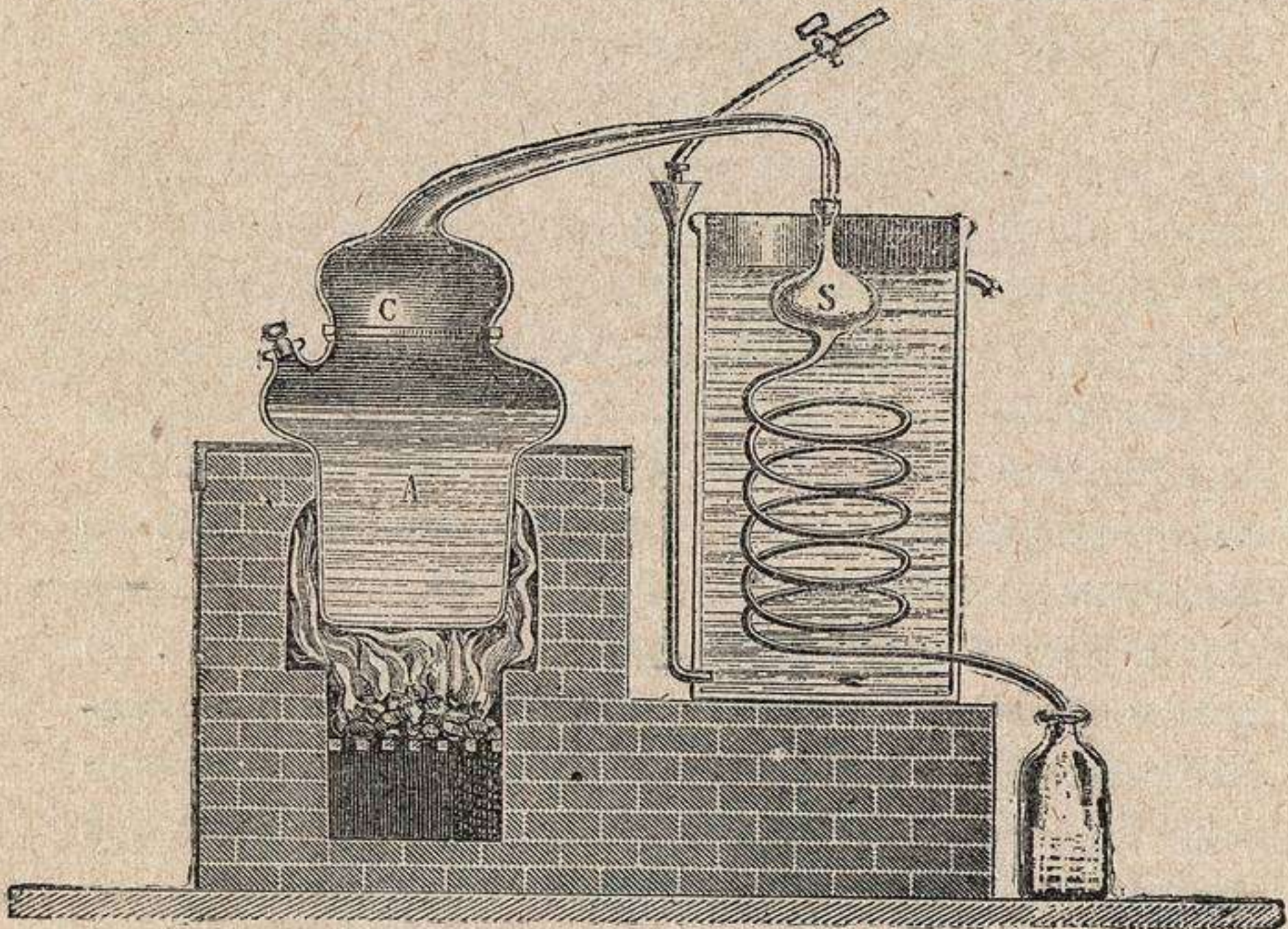
A primera vista parece que el agua ha de ser también un cuerpo simple, y después uno se admira de que se componga de gases.

¡El agua un compuesto de gases! Ni más ni menos. Lo mismo que el aire, el agua se descompone, y esto se practica por medio de unas pilas en cuyos polos veríais como se forman burbujas. Son gases que se escapan, hasta que desaparecería el agua por completo.

Dos gases entran á formar parte del agua: el *hidrógeno* y el *oxígeno*, los cuales se pueden recoger separadamente. En el agua hay mayor cantidad de hidrógeno que de oxígeno: dos volúmenes del primero por uno del segundo; y, sin embargo, el peso del segundo supera al del primero, por ser el hidrógeno un gas muy ligero, el más ligero que se conoce. Por esto los globos aerostáticos se hinchaban antes con este gas; pero como es muy costosa su preparación, se hinchaban ahora con el gas del alumbrado, aunque pesa más.

El oxígeno y el hidrógeno que forman el agua no están mezclados, sino combinados. Recordad lo que dijimos tocante á la diferencia que hay entre una mezcla y una combinación.

El agua nunca se encuentra pura en la Naturaleza, pues como se combina fácilmente con otros cuerpos, resulta que siempre contiene elementos extraños.



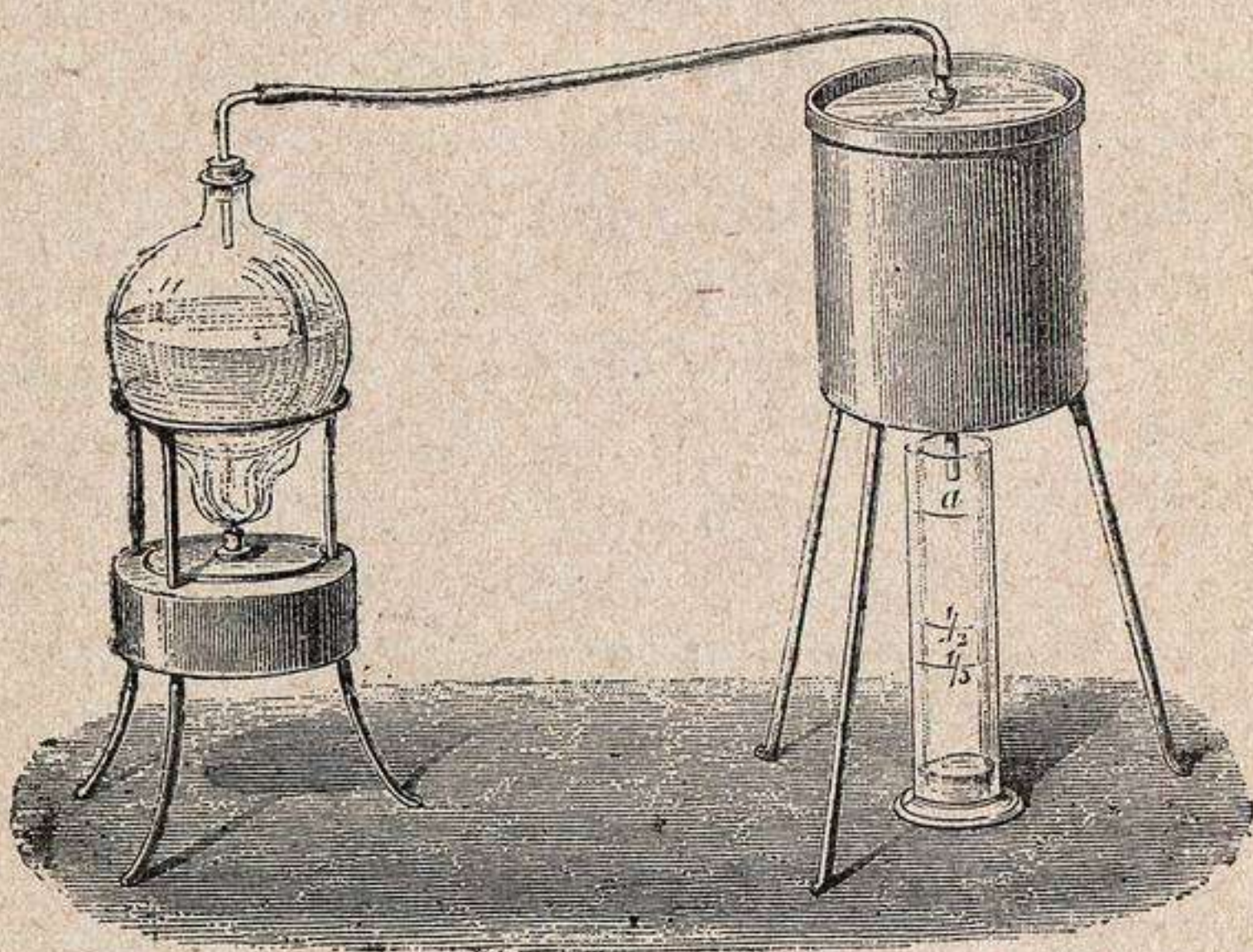
Alambique

Para obtener agua pura, se sirven los químicos de un aparato llamado *álambique*, en el cual se calienta el agua común hasta convertirla en vapor, el cual se recoge en un vaso, y enfriándose después, vuelve al estado líquido, y entonces se dice agua destilada.

El agua tiene, además, aire en disolución. Los peces respiran aire como nosotros; pero respiran el aire disuelto

en el agua, para cuya función tienen órganos especiales. Pero el aire disuelto en el agua no es igual al aire común. El agua es un disolvente poderoso y disuelve los componentes del aire, oxígeno y nitrógeno; pero no los disuelve igualmente.

Se llaman *potables* aquellas aguas que son á propósito para la bebida, como son las de lluvia y nieve, lo mismo



Alambique

que las que proceden de los ríos, y de la mayor parte de las fuentes ó manantiales.

Aguas *minerales* son aquellas que llevan en disolución algunas sustancias del terreno por donde corren. Estas aguas que se han filtrado, disuelven los minerales solubles cuyas capas atraviesan en su trayecto por el interior de la tierra.

De aquí resultan las aguas medicinales, llamadas sulfurosas, ferruginosas, etc., según el mineral que han di-

suelto y del cual resultan propiedades muy útiles, y por esto se emplean para la curación de varias enfermedades.

El agua potable propia para la alimentación y el uso doméstico, debe ser fresca, clara, inodora, de gusto poco sensible, ni salada ni dulce, sin contener gran cantidad de materias extrañas en disolución.

El agua de lluvia se considera poco potable; la de los ríos, arroyos y lagos se considera mejor, porque siempre tiene mayor cantidad de aire y ácido carbónico que la que está en depósitos cerrados.

Fácilmente se comprende que, después del aire, el agua es la cosa más esencial y más útil, aparte de lo indispensable que es para la nutrición de hombres, animales y plantas.

IV

Papel del oxígeno y del nitrógeno

Vamos á ocuparnos separadamente de cada uno de los gases que entran en la composición del aire. Empezaremos por el *oxígeno*.

El oxígeno entra por una quinta parte en la composición del aire, y por ocho novenas partes en la composición del agua, tocante á peso, pero no al volumen.

Se encuentra el oxígeno en casi todos los cuerpos, así animales, como vegetales y minerales en estado gaseoso. Es incoloro, inodoro é insípido al igual que el aire, siendo el gran agente de la *combustión*.

Se llama combustión á la combinación del oxígeno con los elementos de los cuerpos combustibles que son

aquellos susceptibles de quemarse ó arder, como la leña, el carbón, etc.

Cuando estos cuerpos arden, es porque el oxígeno del aire se apodera de sus elementos y forma ácido carbónico con el carbono y agua con el hidrógeno. Pero sucede á veces que la combustión no es completa, y entonces queda, en medio de los gases calientes que se desprenden, el humo, que no es otra cosa que el carbono que se ha escapado de la combustión.

El oxígeno reanima el fuego, esto es, mantiene la combustión y la llama y sin él nada podría arder ni alumbrar, y, lo que es más, se *apagaría* también la vida de la misma manera que se apagaría la luz de una lámpara.

Y es que el oxígeno del aire que respiramos ejerce una gran influencia sobre la sangre, pues encontrándose con el carbono que lleva aquella en disolución, producto de los alimentos, establece en nuestro cuerpo, por medio de la respiración, una constante inflamación ó más bien una verdadera combustión, que lo mantiene con aquel calor tan necesario á la vida.

Y ¡cosa particular! ese oxígeno tan rico en propiedades vitales, no se puede respirar, sin mezcla de gas nitrógeno, porque excitaría de tal suerte nuestros órganos respiratorios, que nos produciría una mortífera exaltación, precisamente por exceso de vida.

Lo mismo sucedería encendiendo una vela ó un pedazo de carbón bajo una campana de cristal con oxígeno puro. La vela ardería con vivo resplandor y el carbón con luz tan viva, que ambos combustibles se consumirían rápidamente.

Al contrario sucede con el ázoe ó nitrógeno: con él la vida se extingue y la combustión se apaga. Muéstrase indiferente con la mayor parte de los elementos. Una vela

encendida en una atmósfera de nitrógeno, se apagaría en seguida, y el animal sumergido en ella perecería desde luego.

Pues ¿qué papel representa el nitrógeno en la Naturaleza? ¡Oh! es el gran moderador de la vida, puesto que neutraliza, por decirlo así, la peligrosa energía del oxígeno en la respiración, al mismo tiempo que es un elemento importante para los vegetales, y, por consiguiente, entra á formar parte del alimento del hombre y de los demás animales. El nitrógeno es un elemento orgánico.

Nitrógeno y oxígeno: hé aquí dos gases bien poderosos y distintos que, reunidos en sus justas proporciones, forman el aire que respiramos; pero que separados el uno del otro, cada uno de por sí ocasionaría la muerte.

V

Del carbono

Al tratar de la composición del aire, hemos hecho mención de un gas llamado *ácido carbónico*. Este gas se produce cuando se quema carbón al aire libre ó en oxígeno, y se encuentra en varias partes, como vamos á ver en esta lección.

Todos sabéis lo que es el carbón: es leña calentada á fuego lento sin consumirse. Todos los vegetales lo contienen en todas sus partes, lo mismo en los tallos que en las hojas y en las flores. El carbón, cuando es puro, se llama *carbono*, y de carbono, hidrógeno y oxígeno están formados los vegetales.

El carbono puro se encuentra en la Naturaleza en el

estado de *diamante*, esa piedra preciosa que tanto vale, como se encuentra también en el lápiz-plomo ó *plombagina*, á pesar de su diferencia de valor.

Entre los carbones se encuentra la *hulla*, ó carbón de piedra, la *antracita* y los *lignitos*, de que hablaremos al tratar de los minerales, aparte de los carbones que produce el hombre, como son el carbón vegetal y el animal.

El *carbón animal* se saca de productos animales, principalmente de los huesos calcinados en vasijas bien cerradas. En las grasas animales también se halla el carbono unido al hidrógeno y al oxígeno, lo mismo que en los aceites vegetales.

En todas las partes del cuerpo, fuera de la grasa, está el carbono acompañado del nitrógeno. De nitrógeno, carbono, oxígeno é hidrógeno están formadas todas las sustancias que constituyen el cuerpo de los animales.

El carbón tiene la propiedad de absorber en grande cantidad ciertos gases; arrebatá el principio colorante de muchas materias, y siendo carbón vegetal, detiene é impide la putrefacción de las materias animales, y aun las aguas más corrompidas quedan en estado de potables cuando se les filtra por medio de carbón pulverizado.

Hemos dicho que el carbón produce, al quemarse, ácido carbónico y también *óxido de carbono*. Ambas sustancias asfixian á los animales que las respiran, pero la última es venenosa en sumo grado.

En los hornillos en que se quema carbón vegetal se forma una gran cantidad de óxido de carbono, y de ahí vienen los dolores de cabeza, la palidez y muchas veces la muerte, sobre todo cuando se efectúa esta producción en habitaciones cerradas.

El óxido de carbono puede inflamarse y arder, produciendo ácido carbónico, puesto que el primer gas se com-

bina con el oxígeno que toma del aire; pero desgraciadamente una gran parte del óxido de carbono no se quema y permanece en este estado.

Menos peligroso que el óxido es el ácido carbónico, puesto que es necesario que exista en el aire una regular cantidad para que haya peligro de envenenamiento; pero no creáis que su permanencia sea favorable, pues siempre subsiste á expensas del oxígeno del aire. Por esto es malo permanecer en un aposento en donde hay muchas personas que respiran ó muchas luces encendidas y con escasa ventilación.

Ved que el aire para ser puro y sano solo ha de contener algunas milésimas partes de ácido carbónico, y como está compuesto de tal modo que contiene un volúmen de oxígeno igual á su propio volúmen, resulta que si hay el 10 por 100 de ácido carbónico en una habitación, habrá el 10 por 100 menos de oxígeno, lo cual es nocivo.

Además de exhalarse el ácido carbónico de nuestro cuerpo al respirar, se extrae también de la creta ó del mármol, en donde se encuentra combinado con la cal, formando la que se llama *carbonato de cal*, lo mismo que se desprende también de algunos terrenos volcánicos y de la fermentación de la cerveza y del vino. Por esto es altamente nocivo y aun puede ser mortal, el descender en los lugares donde se verifica esta fermentación cuyo gas apaga las bujías, y está visto que *donde la luz se apaga, la vida del hombre peligra*.

Cuando el desprendimiento de ácido carbónico se verifica al aire libre, el peligro es menor; pero cuando este gas, que á veces sale de la tierra, se acumula en cavidades subterráneas ó en los pozos de las minas, hay que tomar serias precauciones. En la isla de Java hay un valle llamado *valle de la muerte* en donde se desprende del suelo

tal cantidad de ácido carbónico, que un animal que intente atravesarlo, cae muerto. También en Punzola, cerca de Nápoles, hay la llamada *gruta del perro*, en donde el ácido carbónico, como más pesado que el aire, queda en la superficie del suelo; hasta el punto de que un perro queda asfixiado y un hombre se salva.

Ya veis, pues, cuán nocivo es respirar el ácido carbónico, y, sin embargo, esta sustancia penetra con alimentos y bebidas constantemente en nuestro cuerpo. El ácido carbónico se disuelve bastante bien en el agua, formando una bebida picante y aun agradable que favorece la digestión. Tal es el *agua gaseosa*.

En varios países se encuentran aguas gaseosas que brotan naturalmente de manantiales: tal es el *agua de Seltz*. Esta agua se prepara también por medios artificiales, como es la que se vende comunmente. Pues bien: el agua de Seltz contiene ácido carbónico, lo mismo que todas las demás bebidas gaseosas.

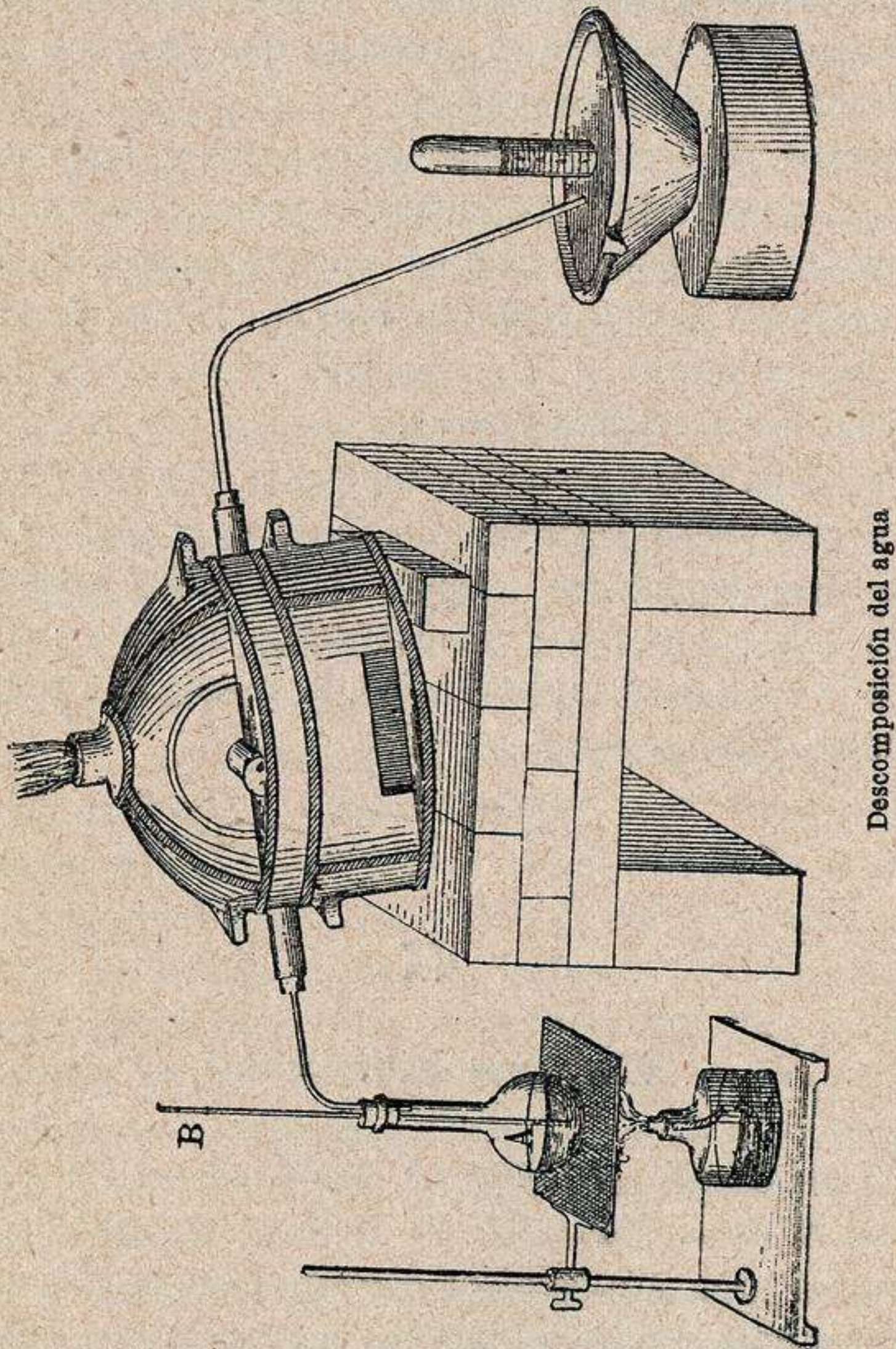
VI

Del gas hidrógeno

Ya sabéis que el *hidrógeno* combinado con el *oxígeno* forma el agua. Es, como ya dijimos, el más ligero de todos los gases y se obtiene descomponiendo el agua por medio de una corriente eléctrica producida por una pila. Entonces se percibe el hidrógeno que se desprende en innumerables burbujas que van á estallar en la superficie del vaso.

El hidrógeno es, entre todos los cuerpos, el que des-

prende más calor en la combustión, pues la llama que produce una corriente de hidrógeno quemándose en otra



de oxígeno, es bastante ardiente para fundir el platino y el cristal de roca. Arde en el aire, y á pesar de su elevada temperatura, su llama es pálida en extremo, porque no

contiene más que principios gaseosos, sin ningún elemento sólido que excite su brillo.

El hidrógeno puro no tiene olor ni sabor y no sirve para la vida. Cuando se respira mezclado con el aire atipla la voz.

Encuétrase el hidrógeno libre en los *geissers* de la Islandia y en las erupciones volcánicas: pero combinado, se encuentra en primer lugar con el agua y como elemento constituyente de los tejidos animales y vegetales y hasta de varios cuerpos del reino mineral.

Hay varios compuestos hidrogenados, entre ellos se presenta el *hidrógeno sulfurado*, el cual se forma de la combinación del hidrógeno y el azufre. Tiene un olor insoportable, así como de huevos podridos, y asfixia en poco tiempo á cualquier hombre ó animal que lo respire.

Este gas se encuentra en cantidad considerable en las letrinas y lugares que contengan materias animales en putrefacción. El *cloro*, que es una sustancia que tiene grandísima afinidad con el hidrógeno, descompone el sulfurado, dejando en libertad el azufre. Así es que en casos de asfixia por el gas que nos ocupa, se hace aspirar al



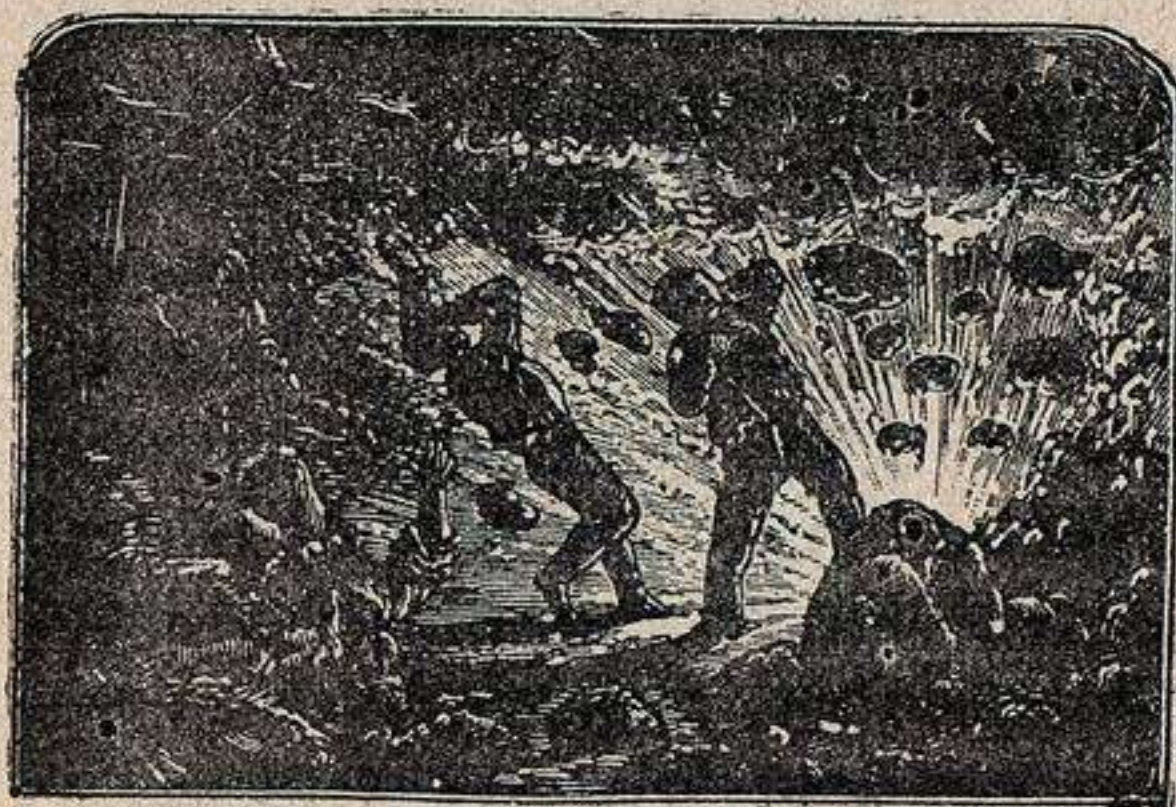
Geisero.

paciente una disolución de cloro vertida sobre un paño ó lienzo cualquiera. Á pesar de todo, el hidrógeno sulfurado que se encuentra á la par en las aguas sulfurosas, tiene aplicaciones así en la industria como en la medicina.

Pasemos á otro compuesto, llamado *hidrógeno fosforado*. Este es un gas que se forma de la combinación del hidrógeno con otro cuerpo simple llamado fósforo. Ya hablaremos de esta última sustancia y de otras que, sin cono-

cerlas, hemos tenido que mencionar.

El hidrógeno fosforado tiene la propiedad de inflamarse en contacto con el aire á la temperatura ordinaria, produciendo una llama tenue y li-



Explosión del *grisou* en una mina de hulla

geras conocidas con el nombre de *fuegos fatuos*.

Generalmente los fuegos fatuos aparecen en los cementerios y muladares por ser el fósforo un cuerpo que existe particularmente en los huesos, y como estos *fuegos* son tan sumamente ligeros, siguen la corriente del aire, hasta el punto que el vulgo ignorante les ha mirado algunas veces con terror, sobre todo cuando se han visto casos en que la débil llama seguía á una persona para llenar el vacío que dejaba en el espacio con su andar.

De la combinación del hidrógeno con el carbono resulta el *hidrógeno carbonado* y *bicarbonado*, diferencián-

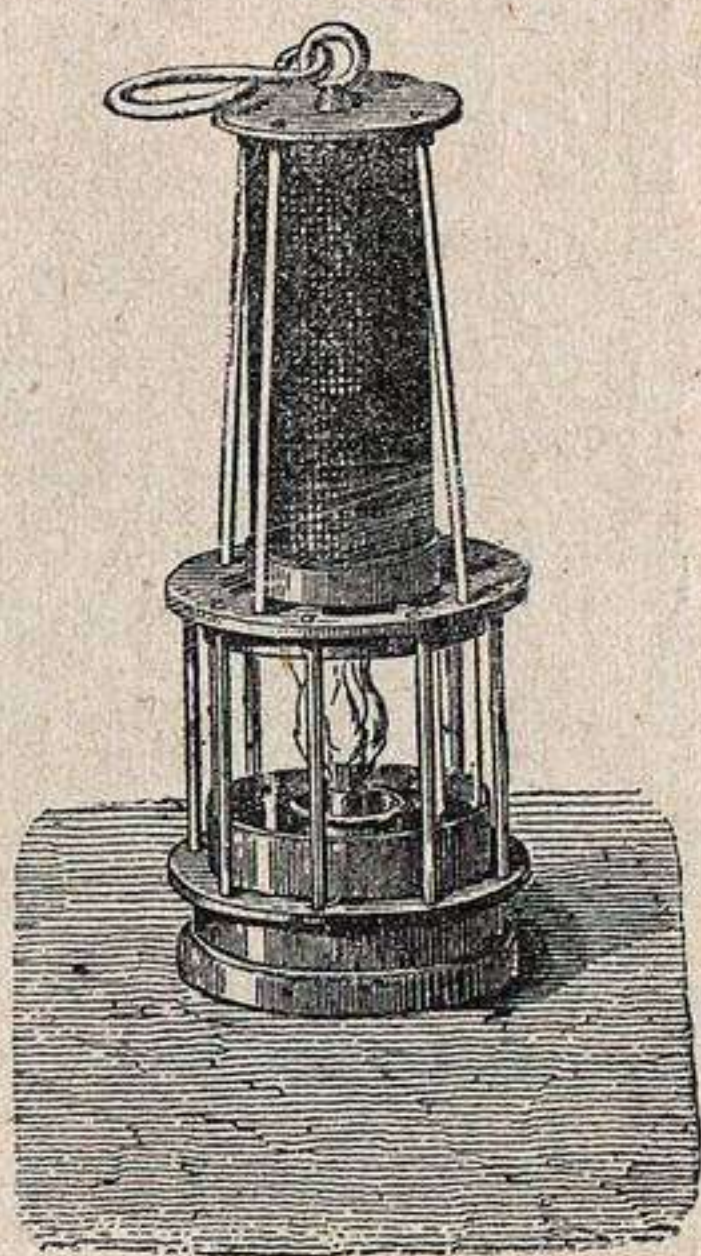
dose estos dos gases en que el segundo contiene doble cantidad de carbono que el primero.

El hidrógeno carbonado se produce principalmente en las minas de carbón, teniendo la propiedad de inflamarse en presencia del aire y al contacto de una luz, lo cual ha dado origen á muchas explosiones en las minas. Tal es el *fuego grisú*, el cual se desprende de la *hulla* ó carbón de piedra.

La principal aplicación del hidrógeno bicarbonatado es la del alumbrado de gas, el cual se obtiene por medio de la destilación de la hulla en grandes cilindros calentados por el *cok*, cuya materia es á su vez un residuo de la calcinación de la hulla en vasos cerrados, cuyo combustible es el que produce más calor al quemarse.

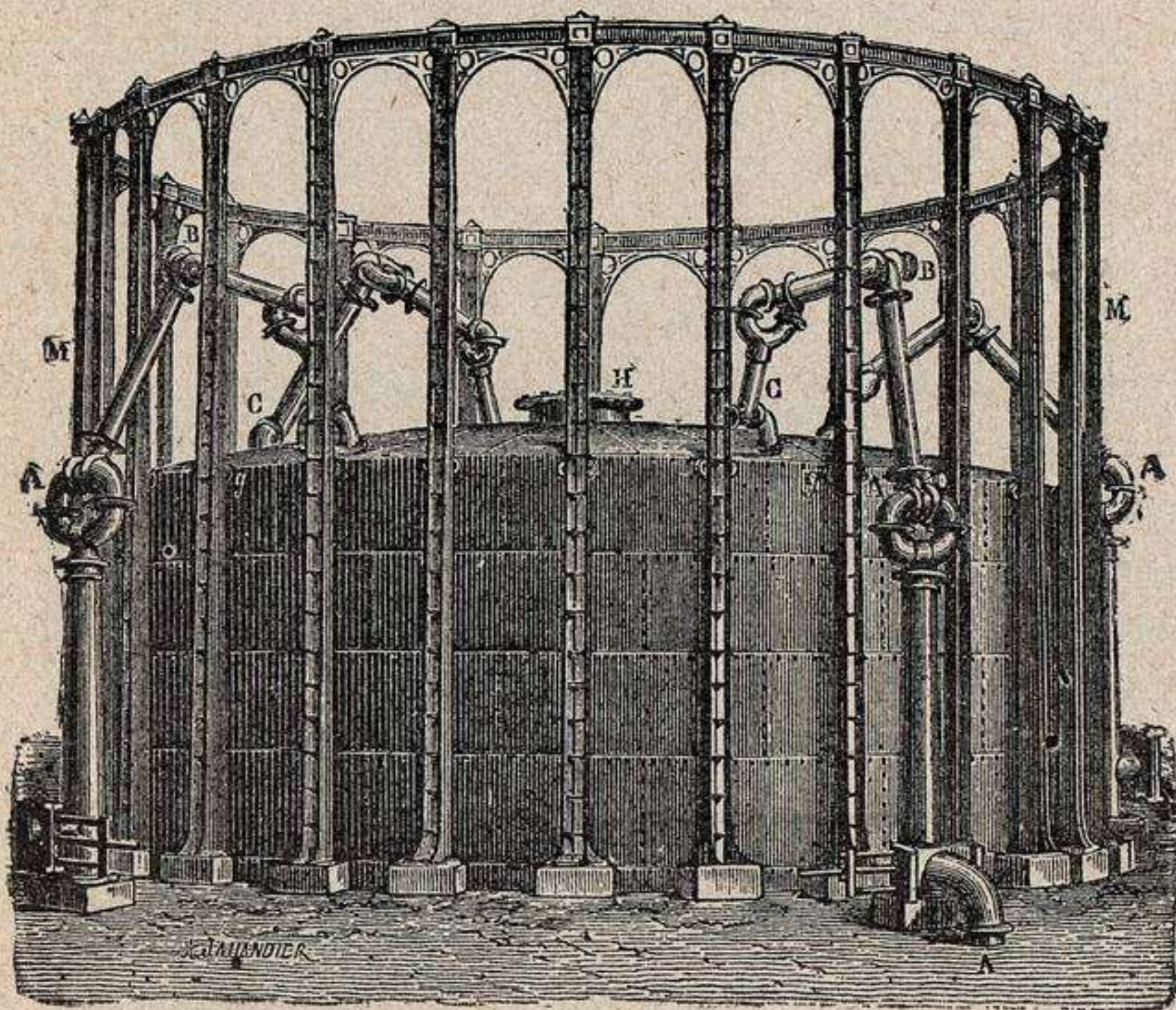
De los cilindros de hierro, los gases de la hulla pasan por otros conductos y van á almacenarse en un aparato llamado *gasómetro*, inmensa campana de hierro llena de agua, invertida en un espacioso depósito de mampostería llena de agua también.

Á medida que la campana se llena de gas, se va elevando y entonces se obliga al gas á escaparse por los tubos de conducción colocados bajo tierra, y éstos lo distribuyen en varias direcciones, llegando, por último, á unos pequeños tubos con agujeros que le permiten escaparse y arder en el aire.



☞ Lámpara Davy, perfeccionada

Á propósito del alumbrado, convendrá hacer mención aquí de un gas recientemente descubierto y cuyo poder lumínico es asombroso. Nos referimos al gas *acetileno*, que no es otra cosa que una combinación de hidrógeno y



Gasómetro

carbón en la proporción de dos átomos de cada uno de los cuerpos.

El gas acetileno se recoge también debajo de una campana ó gasómetro, y aunque su fabricación requiere algún cuidado é instalaciones especiales, de todos modos es un alumbrado que sale muy económico y mucho más brillante que el gas ordinario.

VII

Óxidos, ácidos, sales y bases

Nos hemos desviado a'go de la nomenclatura química con el objeto de hacer más sensibles los conocimientos de esta ciencia, toda vez que en este tratadito no podemos seguir un curso completo de estas materias.

Ya conocéis el oxígeno. Este gas lo podemos comparar á un hambriento, quien se apodera de todo cuanto encuentra para devorarlo.

Encerrado oxígeno puro en un frasco é introduciendo en él un alambre delgado de hierro, caliente al rojo en un extremo, arde con luz vivísima y se transforma en *óxido de hierro*.

Si en vez de hierro introducimos carbón encendido en una punta, arde lo mismo, transformándose en *ácido carbónico* y ceniza.

Si metiéramos un diamante (ya sabéis que el diamante es carbón puro cristalizado), se verificaría el mismo fenómeno, aunque no dejaría ningún residuo.

El *óxido*, pues, es la combinación del oxígeno con otra sustancia, especialmente con los metales, sin llegar al estado de *ácido*.

Todos sabéis lo que es un metal oxidado. Tomemos un pedazo de hierro. Este metal se puede dejar expuesto al aire sin que se altere en muchos días; pero dejad pasar algún tiempo y veréis como adquiere una especie de polvo

amarillo y rojizo como resultado de la oxidación. Aquel moho es un *óxido de hierro*.

Ya cenocéis el cobre: aún tarda más en alterarse que el hierro; pero á la larga se oxidará también, recubriéndose de una capa negruzca, que es óxido de cobre, la cual preserva el metal restante. ¿Quién produce todo esto? ¿Quién ha de ser! El oxígeno.

El oxígeno se combina con todos los metales para formar los óxidos; pero también se combina con otros cuerpos que no son metales. Así hemos visto que se combina con el carbono para formar *óxido de carbono* y *ácido carbónico*.

Combinado el oxígeno con el azufre y el hidrógeno forma el *ácido sulfúrico*; con el fósforo, *ácido fosfórico*, y con el nitrógeno (se entiende combinado, no mezclado como está en el aire) forma el *ácido nítrico*, llamado vulgarmente *agua fuerte*, cuyo cuerpo quema horribilmente.

Aquí se trata ya de *ácidos*. ¿Qué son los ácidos? Son ciertas combinaciones del hidrógeno con algunos cuerpos simples, así como los óxidos son las combinaciones del oxígeno casi siempre con los metales.

Digamos de paso que hay metales y *metaloides*. Son metaloides los cuerpos simples gaseosos ó poco densos, de los que venimos hablando, aunque los hay de aspecto terroso de que luego hablaremos.

Volviendo á los ácidos, diremos que poseen un sabor agrio y picante, tales como el ácido carbónico, el acético que da gusto al vinagre, y el ácido fosfórico que enrojecen las tinturas azules del tornasol.

Cuando en los ácidos binarios (compuestos de dos sustancias) se verifica la sustitución de su hidrógeno por un metal, el compuesto se llama una *sal*; pero como en otras reacciones se forman también sales, se puso el nombre de

sales halóideas á las que proceden de los ácidos binarios, llamados también *hidrácidos*.

Hay otros compuestos oxigenados, que comunmente son óxidos metálicos, los cuales, reaccionando también sobre el agua, dan origen á unas combinaciones llamadas *bases*. Las bases solubles tienen diverso sabor, pero nunca ágrío, y devuelven el color azul primitivo á las tinturas enrojecidas por los ácidos.

VIII

Otros metaloides

Hemos venido hablando de los metaloides gaseosos y falta hablar del *cloro*, sustancia que abunda mucho casi siempre unido á otros cuerpos.

El cloro es un gas verdoso, cuyo olor es sofocante y ataca los pulmones, provocando esputos de sangre y pudiendo hasta causar la muerte. Se emplea como desinfectante y decolorante, empleándose también para limpiar la ropa sucia y para blanquear las telas y el papel.

Los compuestos del cloro, con los diversos cuerpos simples, excepto el oxígeno, llevan el nombre de *cloruros*. Si se hace llegar la corriente de cloro á una cal muy dividida y saturada de agua, se forma el *cloruro de calcio*, y si la misma corriente se hace pasar por una disolución extendida y fría de potasa, se forma el *cloruro de potasio*, formándose de la misma manera el *cloruro de sodio*, que es el menos costoso.

Hay una sustancia líquida y volátil, de un olor pene-

trante, la cual se obtiene calentando el alcohol con el cloruro de cal. Esto es el *cloroformo*, el cual se emplea en cirugía para las operaciones muy dolorosas, porque respirado convenientemente produce la insensibilidad en el paciente.

El cloro tiene mucha afinidad con el hidrógeno, con el cual y en ciertas condiciones se combina rápidamente, formando el *ácido clorídrico*, que desorganiza los tejidos y enrojece las tinturas azules vegetales.

Como único metaloide líquido, figura el *bromo*, de olor fético como el de las algas podridas, el cual se halla en la Naturaleza combinado con el potasio, sodio y magnesio en el agua del mar. Compuestos del bromo son los *bromuros*, los cuales se usan en medicina y en la fotografía, que los emplea para la preparación de las placas sensibles.

Como metaloides sólidos tenemos el *arsénico*, el *yodo* el *azufre*, el *fósforo*, el *boro*, el *carbono* y el *silicio*.

La Naturaleza nos ofrece el *arsénico* libre de toda combinación, en estado nativo; pero se une al oxígeno, al azufre y al hierro: Hay arsénico gris con el brillo del acero, frágil y quebradizo, y arsénico brillante, del color y brillo del estaño. En combinación con el oxígeno es el arsénico uno de los venenos más activos.

El *yodo* forma laminillas con brillo y lustre acerado y también se extrae de las cenizas de las plantas marinas. Tíñe de color azul intenso el engrudo de almidón, poseyendo propiedades medicinales, especialmente la tintura *alcohólica* de yodo.

Bien conocido es el *azufre*, el cual se encuentra mezclado con tierra en las *solfataras*, terrenos volcánicos de donde se exhalan vapores sulfurosos, cuyo azufre se adhiere á las rocas. Arde con llama azul y desprende un humo acre y sofocante, que es el ácido sulfuroso.

Debéis saber que el azufre entra en la composición de la pólvora y sirve para azufrar las vides; además de emplearse para fabricar ácido sulfuroso y sulfúrico.

El *fósforo* es también un cuerpo simple muy combustible, de color acaramelado, blando y flexible como la cera, desprendiendo un cierto olor de ajo bastante pronunciado. Arde el fósforo con luz viva y hasta los caracteres trazados en la pared con esta materia se hacen visibles durante la noche. Es un cuerpo tan venenoso que puede ocasionar la muerte en breve tiempo.

No se halla en la Naturaleza el fósforo en estado libre; pero hay diversos *fosfatos*, que son otras tantas especies mineralógicas, en las semillas de las plantas gramíneas y en las cenizas de muchos vegetales, pero en donde más abunda es en muchas partes del cuerpo animal, sobre todo en los huesos, de donde se extrae. Sirve mayormente el fósforo para fabricar cerillas fosfóricas.

El *boro* se presenta bajo tres aspectos: es sólido, incoloro unas veces y otras amarillento ú obscuro; ora en polvo verdoso, ora en terrones, entra en la composición de varios cuerpos. Se halla el boro en el ácido bórico y en otras sustancias de los volcanes.

Del *carbono* ya hemos hablado en otro lugar, y en cuanto al *silicio*, se encuentra combinado formando la arena, el pedernal y otras rocas.

IX

Sobre los metales y las sales

Puesto que nos hemos propuesto ocuparnos de los metales en particular al tratar sobre los minerales en general, no nos extenderemos gran cosa en esta lección.

Todos conocéis estos cuerpos simples de la Naturaleza por el brillo que les es peculiar, por ser generalmente más pesados que los demás cuerpos y por considerarse los mejores conductores del calor y la electricidad. Todos los metales son sólidos, excepto el mercurio, que se halla en estado líquido.

Se hallan los metales distribuidos entre diversas capas de los terrenos, de donde se extraen para beneficiarlos después, separando primero las partes terrosas con que andan mezclados.

El uso de los metales data de la antigüedad más remota y cada día se van aprovechando más y más estos importantes tesoros de la tierra.

Limitábase antiguamente el número de los metales conocidos, al oro, la plata, el hierro, el plomo, el cobre, el estaño y el mercurio; aumentándose después con el zinc, el níquel, el cobalto, el antimonio y otros, descubriéndose en el siglo actual el potasio, el sodio, el litio, el aluminio, el calcio, etc.

Debéis saber que hay metales compuestos ó sea mezcla de varios metales. Así es que con cobre y estaño se forma el bronce y de cobre y zinc se compone el latón, y así de otros varios.

Estas mezclas se llaman *aleaciones* ó *ligas*, las cuales suelen adquirir mayor dureza que los metales que las forman. Cuando la aleación ó liga se verifica por medio del mercurio, forma una *amalgama*.

Para preparar las ligas ó combinaciones, se pesan de antemano los metales y se funden en un crisol de barro, y una vez fundidos se procura agitarlos con una varilla, también de barro, para que la liga sea uniforme.

Los metales reemplazan el hidrógeno de los ácidos, y el compuesto que resulta es una *sal*.

Todas las sales á la temperatura ordinaria se presentan en el estado sólido. Su color depende del metal que las forma; así es que las sales de cobre son azules ó verdes; las ferrosas son verdes; las del oro, amarillas, y las del platino anaranjadas.

También el sabor de las sales depende del metal, siendo saladas las de sodio, dulces las de plomo y amargas las de magnesio.

Entre las varias sales hay que citar primero el *cloruro de sodio*, ó sal común, la cual suele distinguirse con los nombres de *sal gema* y *sal marina*, según provenga de los depósitos terrestres ó de las salinas de la costa por medio de la evaporación de las aguas del mar.

El *sulfato de cobre*, vulgarmente conocido por *vitriolo* ó *caparrosa azul*, se obtiene en su mayor parte por la combustión y calcinación de las piritas cobrizas y sirve para la tintoría, agricultura, medicina y para las pilas eléctricas.

El *nitrate de potasa*, conocido por el nombre de *nitro* ó *salitre*, se obtiene naturalmente de las tierras salitrosas, y artificialmente de materias orgánicas, cenizas y escombros regado todo con orines ó aguas inmundas. Se aplica mayormente á la fabricación de la pólvora.

El *sulfato aluminico potásico* es lo que se conoce con el nombre de *alumbre*; aunque se encuentra en estado nativo, su preparación industrial se funda en transformar las arcillas en sulfato aluminico, añadiendo á esta disolución el potásico en proporciones debidas para que se cristalice. Se usa el alumbre como astringente en medicina, para el curtido de pieles y en la tintorería.

La *caliza* ó *carbonato de cal* se presenta en abundancia en todas partes, hasta el punto de formar montañas elevadas y regiones extensas. En sus variedades se ofrece compacto y granoso, como es el mármol, ó pulverulento, como la *creta*. Es también *alabastro*, *piedra litográfica* y *piedra caliza* de construcción.

MINERALOGÍA

I

El reino mineral

Hemos venido hablando en la Química de una porción de sustancias que pertenecen al *reino mineral*. La Naturaleza se divide en tres reinos, que vienen á ser inmensas secciones en que los naturalistas dividen los cuerpos. Así que se llama *reino animal* al conjunto de todos los animales; *reino vegetal* al conjunto de todas las plantas, y *reino mineral* el que vamos á conocer ahora.

Todos los elementos que forman nuestro globo, se componen de sustancias que pertenecen á este último reino. Tierras, piedras, metales, sales, combustibles: el agua que bebemos, el aire que respiramos, todo forma parte de este inmenso y variado reino: todos son minerales.

Cada especie de mineral tiene su nombre, su color, su manera de ser, esto es, sus *caracteres*. Observando estos caracteres es cómo se conoce un mineral.

Hay gran diferencia entre los minerales y los animales y aun entre los minerales y las plantas. Observad un vegetal cualquiera. Estos nacen, crecen, se desarrollan, declinan y mueren.

Nada de eso sucede con los minerales. Estos principian por carecer de vida, pues carecen de organismo. Una planta chupa los jugos de la tierra y se apropia aquellas sustancias que luego forman parte de ella, sufriendo una verdadera transformación.

Los minerales pueden aumentar su volumen por *yustaposición*, ó sea por capas sobrepuestas; pero en este caso ellos no obran, pues no hay fuerza alguna en su interior que se apropie aquellas sustancias.

Con los minerales construye el hombre su habitación; ellos prestan elementos y vida á todas las industrias, y de ellos salen todas las materias para los diferentes usos de la vida.

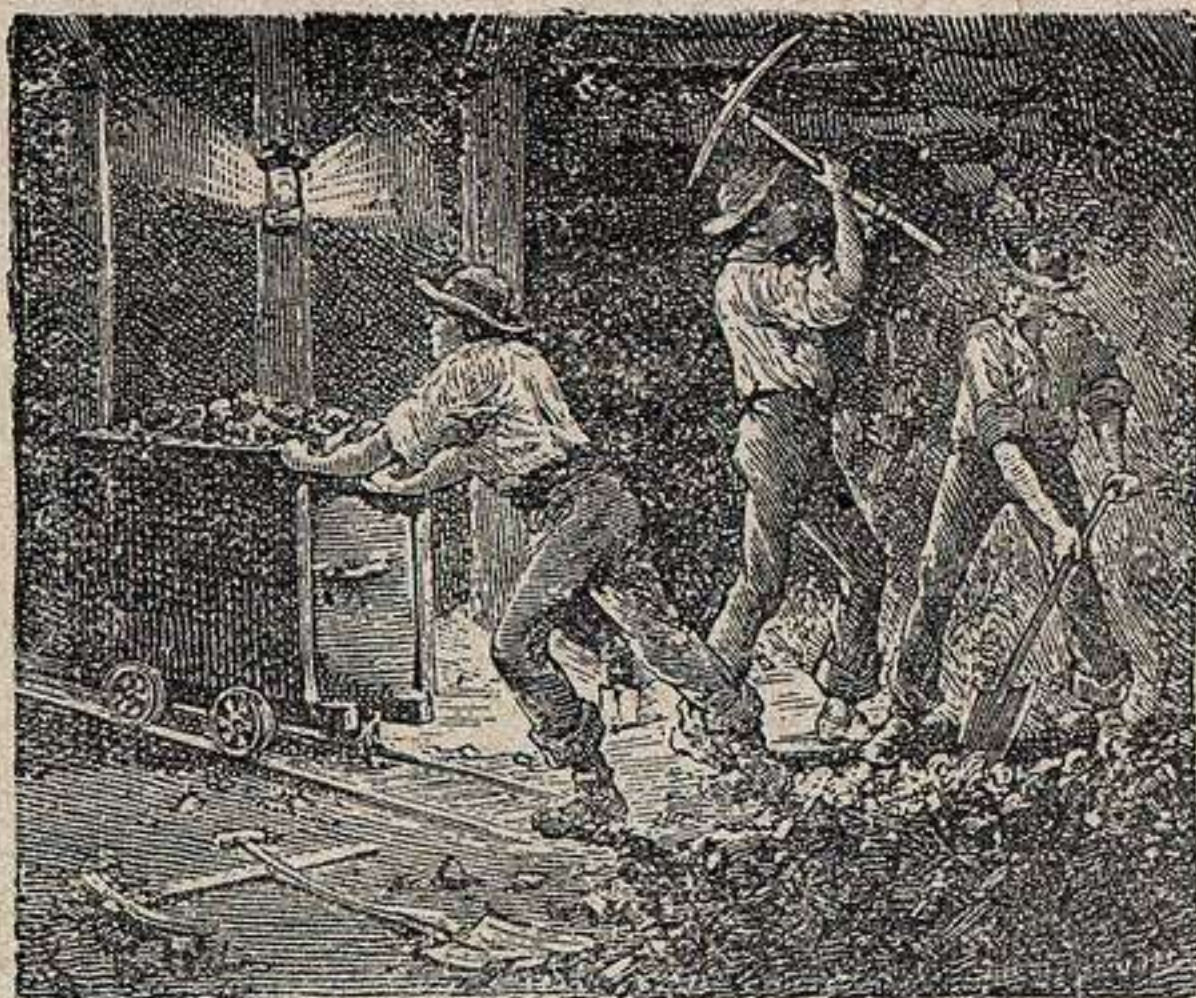
La corteza terrestre (porque se supone que la tierra tiene una costra sólida como una naranja tiene su piel y su pulpa) está formada por varias capas de terreno, cuya constitución no es objeto de esta obra.

No siempre la tierra se ha visto formada con los mismos elementos. Nuestro globo ha tenido su infancia, y á medida que su existencia ha ido desarrollándose, se han formado varias combinaciones entre sus elementos primitivos, apareciendo nuevos elementos.

Pero no creais que estos elementos hayan nacido: es que se hallaban diseminados, porque todo está en todo y nada es extraño á la creación universal. El supremo Hacedor, con la materia ha criado las fuerzas, y éstas han obrado y obran constantemente.

Muchísimas materias que forman la corteza sólida de nuestro globo hay que ir á buscarlas á gran profundidad,

pues si algunas se encuentran en la superficie, como son piedras y tierras, la mayor parte, entre ellas los metales y



Trabajos en las galerías de una mina

combustibles minerales, yacen enterradas desde luengos siglos en las entrañas de nuestro globo.

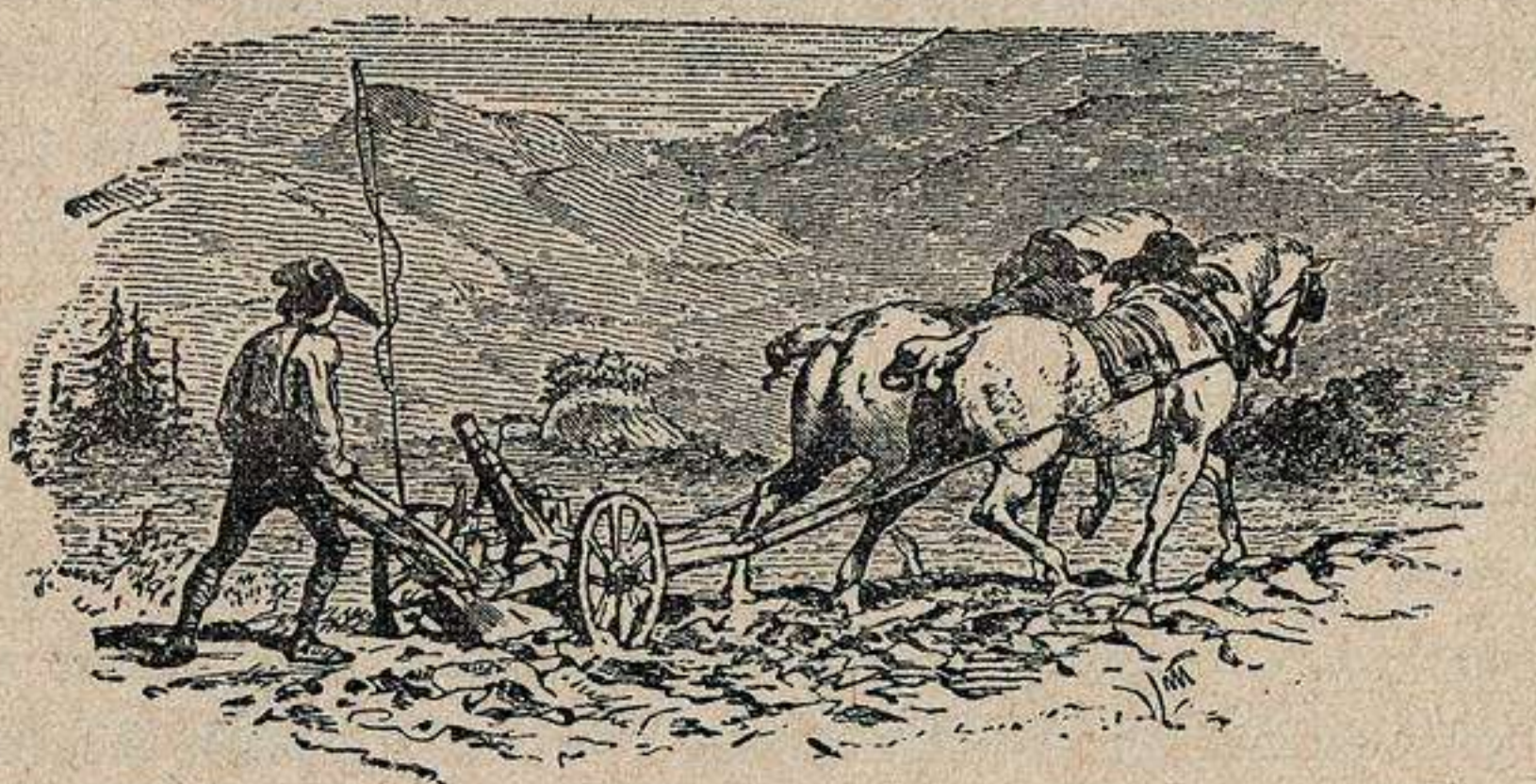
Para extraer estas materias que forman parte del inmenso reino mineral, los hombres abren anchos pozos y se avanza por el interior de la tierra formando largos corredores y galerías en busca del mineral codiciado. Tales son las *minas*.

II

La tierra vegetal

La primera capa de la superficie terrestre, que es la que pisamos, forma en gran parte el suelo laborable ó vegetal, porque de ello sacan los hombres las sustancias necesarias para su alimento.

Esa tierra formada por desgastes de las rocas, tritu-



Labrador arando

ración de las piedras y sustancias animales y vegetales descompuestas, y otros despojos orgánicos é inorgánicos, se compone principalmente, amén de dichas sustancias, de arcilla ó greda, arena y caliza.

¿Quién no conoce estas materias? La *arcilla* es una tierra blanda de un color encarnado obscuro y también de color gris, susceptible de ser modelada cuando, mezclada

con agua, forma el barro que se usa para la construcción de basijas, ladrillos y otros objetos. Con arcilla fina se construyen los objetos llamados de *loza*, y en su estado puro forma el *kaolin*, que se emplea para la fabricación de *porcelana*.

La *arena* está formada por granos sueltos producidos por el desgaste ó trituración de las piedras silíceas, de



Fabricación de cacharros

que luego hablaremos. Ya sabéis en donde se encuentra la arena.

La *cal* es también de todos muy conocida. No se trata aquí de la cal viva, que se obtiene cociendo las piedras calcáreas, sino de desgastes de estas mismas piedras, cuya materia entra en la composición de la tierra vegetal.

La composición de esa tierra varía mucho según pre-

domine en ella cualquiera de los componentes, arcilla, cal ó arena.

Las tierras arcillosas son más apelmazadas y por lo tanto se dejan penetrar difícilmente por el agua; pero una vez absorbida, retienen mucho tiempo la humedad. Conoceréis estas tierras en que se contraen y agrietan y en ellas las raíces de las plantas apenas pueden abrirse paso.

Las tierras silíceas ó arenosas son muy sueltas y esponjosas, y, por lo tanto, se dejan penetrar fácilmente

por el calor y lluvia; pero en cambio tienen poca consistencia y apenas pueden sostener las plantas. No retienen el agua que con tanta facilidad en ellas se filtra.

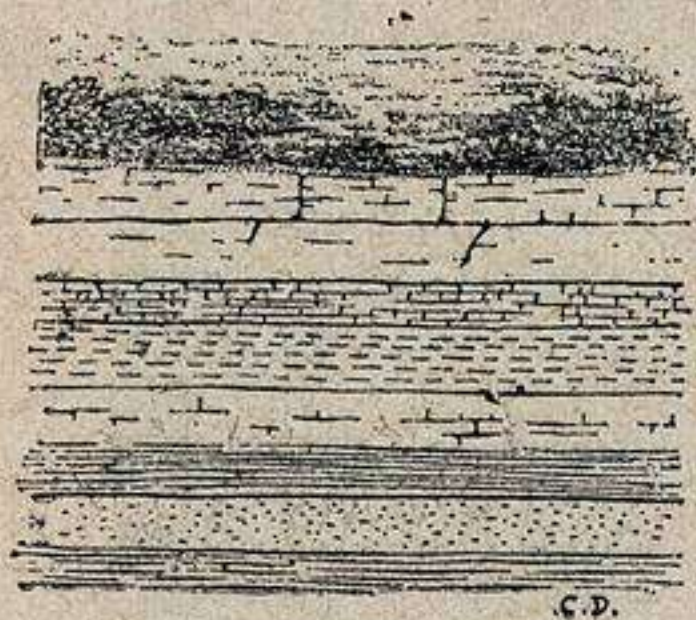
Menos sueltas que las arenosas son las tierras calcáreas y más que aquéllas retienen la humedad. Además, la cal se combina con los ácidos que resultan de la descompo-

sición de los abonos y de la acción química del terreno, impidiendo de esta manera que se perjudique la vegetación.

Según predomine uno de los tres elementos más que otro en el suelo laborable, resultan unas plantas más favorecidas que otras.

Como elemento menos esencial tenemos las *margas*, que las forma, una mezcla natural de cal y de arcilla. Tienen un color más ó menos blanco, amarillento, rojizo ó pardusco, y echando en ellas vinagre fuerte producen hervor.

Debajo de la capa laborable de un terreno, se halla el



Capas en que se presenta
el subsuelo

fondo ó *subsuelo*, unas veces continuación de la misma, y otras consistente en arena ó arcilla y no poca en peña viva ó piedra enteriza y también en piedra quebrada ó guijo.

Debéis comprender una cosa y es, que si todos los terrenos tuviesen una misma composición de tierra, nos faltarían muchos vegetales, pues cada especie reclama un suelo apropiado á su naturaleza.

III

Piedras y rocas

No siempre los minerales se presentan en estado de tierra, pues en gran escala los vemos formando *piedras y rocas*.

Las rocas, como sabéis son grandes masas compactas, de las cuales se desprenden fragmentos de mayor ó menor tamaño, que son las piedras.

El aire ó los vientos, la humedad, la lluvia y las corrientes de agua, con el transcurso de los siglos han ido desgastando las rocas, de las que se desprenden algunos trozos que, tri-



Fuentes de un río de montañas.

turados después ó desgastados, también á su vez han producido la tierra.

Las piedras se encuentran esparcidas en la superficie de los terrenos, pero, á veces, se arrancan ó extraen de las canteras para la construcción de edificios ó para aplicarlas á diversos objetos.

Se clasifican las piedras en razón de los elementos que las componen: arcilla, cal ó arena.



Cantera

Las piedras calcáreas ó calizas á veces están compuestas de restos de organismos calizos y contienen abundantes *fósiles*.

¿Sabéis lo que es un *fósil*?

El carbón de piedra, que es de origen vegetal, como sabréis después; los mariscos incrustados en las peñas, esqueletos de varios animales, toda sustancia orgánica pe-

trificada que se extrae de debajo de la tierra, todo ello es *fósil*.

Todas estas incrustaciones son debidas á la formación de los terrenos por capas ó estratos, efecto de grandes revoluciones y cataclismos en épocas remotísimas en que se operaban cambios espantosos en la superficie del globo.



Fósil

Se comprende que en sitios muy distantes del mar se encuentren moluscos y algas en estado fósil, considerando

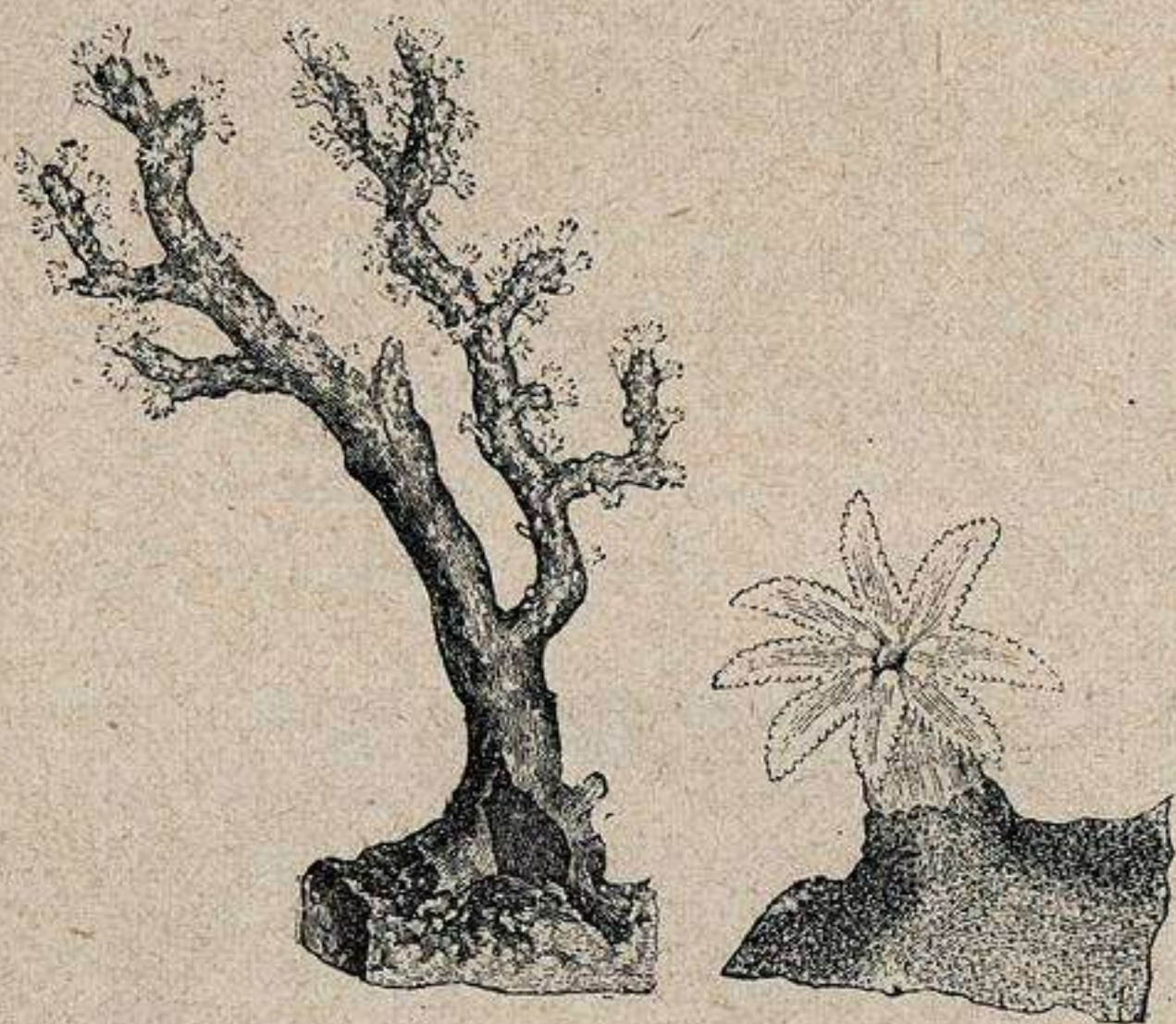


Caverna

que en las épocas á que nos referimos el mar cubría aquellos terrenos, ó que aquellos terrenos se levantaron del fondo del mar.

Así también se encuentran en la superficie de la tierra ó cerca de ella rocas de las más antiguas, procedentes de los últimos límites de la corteza terrestre. Tales son el *granito*, el *pórfido*, los *basaltos* y las *lavas*. En ellas no se encuentra ningún fósil, por la sencilla razón de no haber vida entonces ni para una hierba.

Volviendo á la clasificación de las piedras según los elementos de que se componen, fijémosnos en las piedras



calcareas ó *calizas*. Tales son la *creta*, la *piedra de construcción*, el *mármol*, la *piedra litográfica*, las *estalactitas* y las *rocas de coral*.

Las piedras calizas son tiernas como la creta y duras como la piedra de construcción; pero no es tal la dureza de estas piedras que no puedan rayarse con un instrumento de hierro.

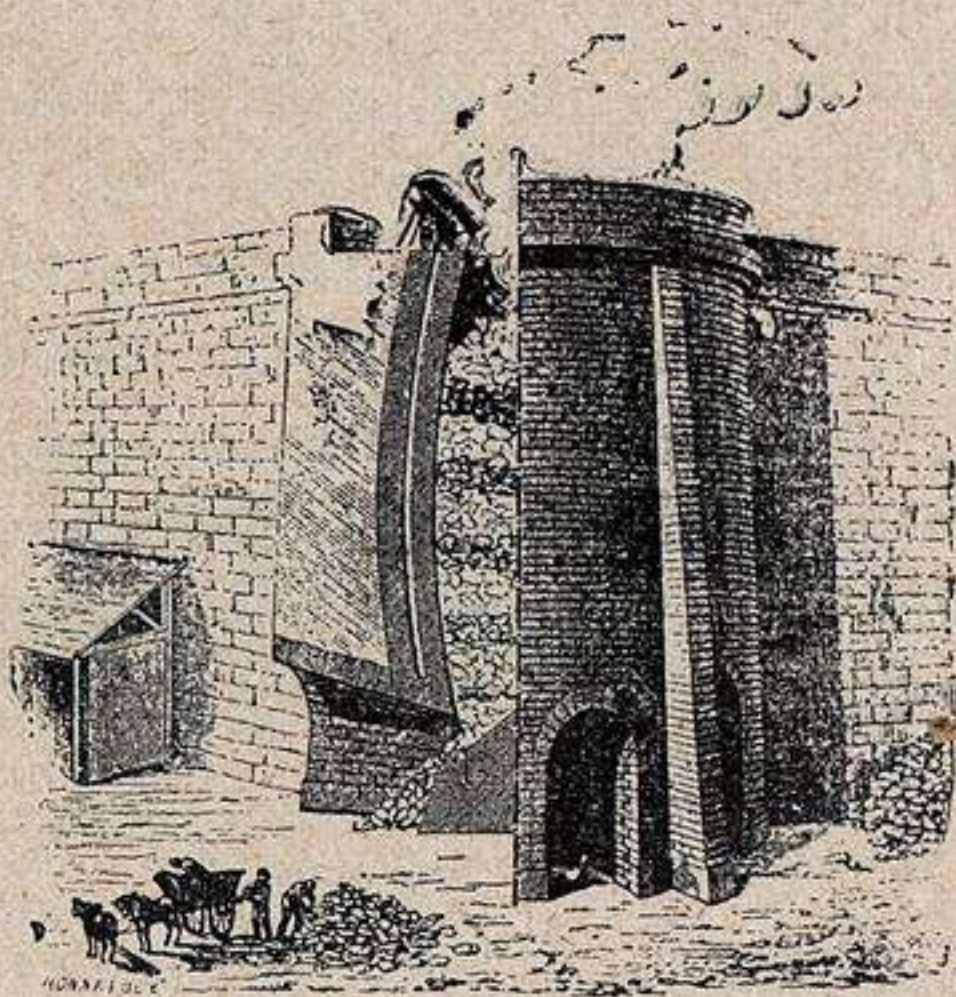
El *yeso*, de cuya piedra existen grandes canteras, se presenta á veces bajo la forma de cristales y es bastante

blanda. Hay una piedra de yeso muy blanca, que es el *alabastro*, el cual sirve para la estatuaria.

Con tal que sean bastante puras, de todas las piedras calizas se puede extraer la cal. Esta se obtiene calentando á fuego muy vivo en hornos muy sencillos las piedras calizas.

Pasemos á las piedras *silíceas*, así llamadas porque su principal elemento es el *silice* ó *silex*, materia muy dura, y compacta, la cual en su estado cristalizado y puro forma el *crystal de roca*.

Muchas piedras silíceas tienen tal dureza que rayan el acero, y haciéndolas chocar con un objeto de este metal, arrancan chispas. Aquí teneis el *estabón* y el *pedernal*. Este, que es una piedra silícea, al chocar con aquél le hace desprender partículas, produciendo las chispas.



Horno continuo para cal

El *cuarzo* con sus numerosas variedades y muchas piedras de las llamadas *preciosas*, son de silice. El cristal de roca es cuarzo cristalizado.

Hay muchas piedras cristalizadas: éstas son las que se presentan con pequeñas caras ó facetas llamadas cristales. Hay cristales calizos y cristales silíceos. El yeso y el mármol son piedras calizas cristalizadas, pero estos cristales no dan valor á estas piedras como se lo dan á muchas silíceas.

Los cristales silíceos se aprecian á causa de su dureza, y cuando á ésta reúnen la brillantez, forman muchas piedras preciosas.

Hay también rocas cristalizadas. El *granito*, que hemos mencionado ya y que tanto abunda en países montañosos; el *cuarzo*, el *feldespato* y la *mica*.

Hemos dicho que el cuarzo se presenta bajo especies diversas: es cuarzo el cristal de roca, repetiremos, cuando se halla cristalizado; es *ópalo* y *ágata* cuando es traslúcido, pero sin cristales; y es *jaspe*, *molar*, *gres*, etc., cuando no es cristalizado ni transparente.

El cuarzo se halla esparcido en todas las capas del globo, desde los granitos de los terrenos primitivos hasta las arenas de los aluviones recientes.

Por último mencionaremos las piedras *esquistosas*, las cuales se disgregan en pedazos en forma de hojas. Su color es vario, pero casi siempre obscuro. Estas piedras suministran pizarras y techos para edificios.

IV

Minerales metálicos (1)

En otro lugar de esta obrita dimos á conocer ligeramente aquellos minerales que, con el nombre de *metales*, se hallan interpuestos en las rocas y mezclados casi siempre con otras materias.

(1) Para simplificar este estudio, prescindiremos de las combinaciones particulares, ocupándonos sucintamente de las aplicaciones de cada metal.

Encuéntrense los metales dispuestos en capas formando *vetas* ó *filones* allí donde los estratos primitivos han experimentado algún trastorno, ó más claro, en donde una parte de la costra terrestre ha sido levantada por fuerzas subterráneas.

El metal más útil de todos es el hierro, por sus numerosas aplicaciones así en la industria como en las artes. Se encuentra casi siempre combinado con el oxígeno, con el azufre ó con algún ácido, formando varias especies de minerales que se llaman óxidos, sulfuros ó sales.

Para separar el hierro de las materias con que está combinado, se le funde en hornos á propósito, obtenién-



Filón metálico

dose el *hierro fundido*, con el cual se construyen innumerables utensilios. Para extraer el hierro puro, se le vuelve á calentar bajo una viva corriente de aire y se le bate con poderosos martillos para despojarle de sus escorias. De este hierro se fabrican rejas, balcones, anclas, cadenas, etcétera.

El *acero* no es más que hierro combinado con el carbón y una pequeña cantidad de sílice, cuyo temple adquiere mucha elasticidad y dureza.

La *hoja de lata* se forma reduciendo el hierro á láminas delgadas, á las cuales se las da un baño de estaño.

El *estaño* se encuentra combinado con el oxígeno ó con

el azufre. Es un metal bastante ligero, de un color semejante á la plata; pero se empaña fácilmente al contacto del aire. Se le emplea para la construcción de juguetes, platos, cucharas, etc., además de servir para la fabricación del bronce.

El *plomo* es un metal que se encuentra también combinado con varias sustancias, y pocas veces en el estado

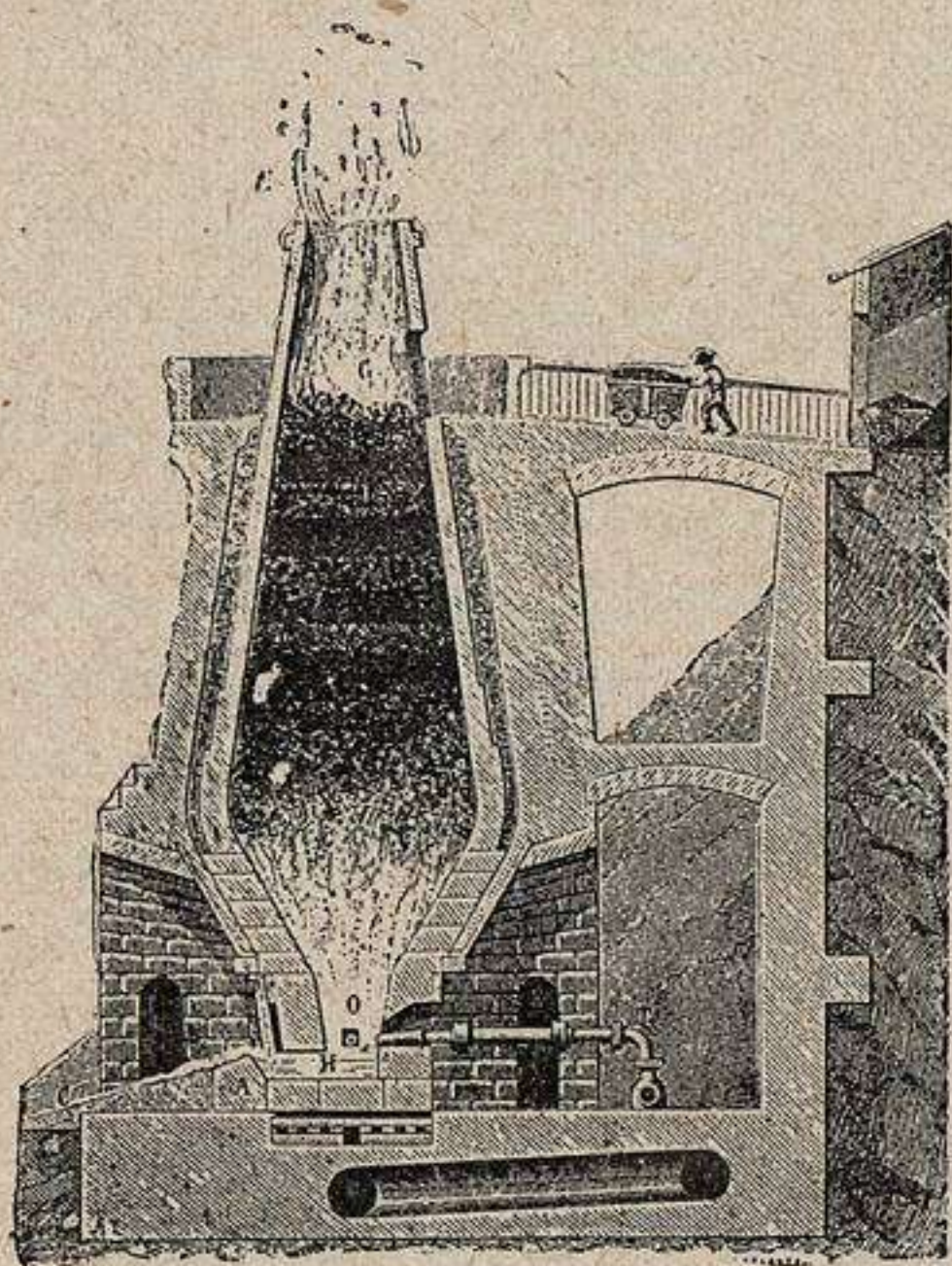
puro. Se distingue el plomo por su color ceniciento, por su blandura y por la facilidad con que se funde á una temperatura poco elevada, y, además, por su peso, que es once veces mayor que el del agua en igualdad de volumen.

Grandes son las utilidades que se sacan del plomo. Cañerías, balas, perdigones, láminas, tubos, etc., además de

utilizarse sus óxidos en la pintura y en la medicina. Sin embargo, débese observar que todas las preparaciones que se hacen con dicho metal son más o menos venenosas.

El *cobre* es un metal rojizo que se encuentra á veces en estado nativo; su densidad es mayor que la del hierro, y se funde á una temperatura muy elevada.

Se oxida el cobre con mucha rapidez al contacto del



Alto horno para la fundición de metales

agua ó simplemente con la humedad del aire, y, en contacto con sustancias, grasas y ácidas, forma el *cardenillo*, que es una sustancia muy venenosa. El *latón* es, como ya dijimos, una aleación de cobre y zinc, así como el *bronce* lo es de cobre y estaño.

Combinado con el azufre ó con el oxígeno, ó con algunos ácidos, se encuentra el *zinc*, metal blanco azulado y maleable, el cual se emplea hoy día para cubrir edificios y para la construcción de tubos, bañeras, etc.

Hora es que hablemos del *oro* y de la *plata*. Estos metales tan codiciados jamás se oxidan. El primero se encuentra siempre en estado nativo, en ciertas rocas, formando laminillas, hallándose diseminado bajo la forma de granos, llamados *pepitas*, en las arenas de aluvión.

El oro que se emplea para la fabricación de monedas, joyas, etc., no es puro: tiene mezcla de cobre, á fin de tener más durezas. Una ley determina la proporción en que debe verificarse la mezcla, y cuando ésta contiene menos oro del que corresponde, se dice que no es de ley.

En pequeños filamentos ó masas poco voluminosas se encuentra la *plata*. También se la mezcla con alguna cantidad de cobre para darle mayor dureza. Ni el aire ni el fuego la alteran, pero las emanaciones sulfurosas la ennegrecen prontamente.

El *platino* es un metal blanco semejante á la plata, pero más pesado. Es el más pesado de todos los cuerpos, 21 veces más que el agua. No se altera ni se deja atacar mas que por el agua regia, como el oro. Por ser difícilmente fusible, el platino se emplea para instrumentos de química y puntas de para-rayos.

El *níquel* es blanco gris, muy duro y algo ligero, y como no se enmohece, se le emplea para formar capas de varios objetos, especialmente de hierro.

El *cobalto* es un metal de color blanco plateado, poco fusible y algo magnético.

El *antimonio* es brillante, de color gris azulado, de estructura hojosa y cristalina, y se le emplea especialmente para la composición de caracteres de imprenta.

El *potasio* es blanco y de él procede la potasa; el *sodio* es parecido á la plata y se descompone con el agua; el *calcio*, de color amarillo, forma muchos compuestos, como cal, yeso y mármol; el *magnesio* tiene brillo y color de plata; y el *aluminio*, algo parecido á la plata, es metal de gran consistencia y se halla mezclado con la arcilla.

El único metal que se encuentra en estado líquido es el *mercurio*. Se congela á 39 grados bajo cero. Cuando se presenta combinado con el azufre, forma el sulfuro de mercurio, conocido por *cinabrio* y también por *bermellón*.

El mercurio ó azogue se emplea para diversos usos: para medicina, dorado, plateado, construcción de termómetros, azogar espejos y para otras muchas cosas.

V

Minerales combustibles

1. Hace muchos siglos, en una edad desconocida, que se había desarrollado una vegetación extraña sobre la tierra. Por una serie de revoluciones y hundimientos, aquella vegetación quedó sepultada bajo capas terrestres, adquiriendo con el tiempo, por presión, cierta naturaleza y carácter de mineral, esto es, quedó petrificada.

Hay carbón petrificado: este carbón lo conoceis perfec-

tamente; tiene el color negro, á veces muy brillante, presentándose también á veces bastante hojoso. Tal es la hulla ó *carbón de piedra*.

Como el carbón vegetal, la hulla es combustible; también arde. ¿Arder una piedra! ¿Cómo se comprende esto?

Debéis adivinarlo. El carbón de piedra es de origen vegetal; es madera reducida, comprimida, amontonada, la cual reúne en poco volumen una gran potencia de combustión.

La hulla ocupa extensas depresiones llamadas *cuencas carboníferas* y el lugar en donde se extrae el carbón se dice *hullera*. Una hullera es una mina de carbón.

Cuando se destila la hulla, se desprende, como sabeis, el *gas hidrógeno carbonado*, que es el gas del alumbrado, quedando después un carbón esponjoso, que es el *coke*, el cual puede despedir todavía un calor intenso.

Hay un combustible más antiguo que la hulla, pero que no tiene tanta utilidad. Este es la *estracita*, sustancia carbonosa de color negruzco, opaca y algo parecida al carbón de piedra.

Se enciende la estracita con harta dificultad; pero en cambio, da mucho calor, no despide humo, ni llama, ni olor bituminoso, y deja al enfriarse una ceniza blanca.

Fácil es que conozcais la *turba*. Diferentes vegetales pueden producirla y hasta se puede formar por acumulación de plantas marinas. Se forma en sitios pantanosos y proviene de la descomposición de restos vegetales, todavía tiernos, que se acumulan en los pantanos.

Cuando la turba se saca del agua y se la seca, arde muy bien y se la emplea como combustible y otras cosas; pero da poco calor, mucho humo y bastante mal olor.

Inferior á la hulla es también el *lignito*. Forman este combustible unos maderos más ó menos carbonizados que

se encuentran en depósitos subterráneos y de los cuales se saca el azabache, que es un lignito compacto y duro, de un negro hermosísimo, el cual se emplea para adornos de luto.

Pertenecen también á la clase de combustibles algunas sustancias, llamadas *betunes*, análogas al alquitrán, las cuales arden con una llama que despide mucho humo y un olor particular.

Uno de esos betunes es el *asfalto*, cuyo nombre se deriva del lago Asphaltite, ó mar Muerto, que se extiende en la antigua Judea. Se halla el asfalto flotando en la superficie de aquel pequeño mar y es una especie de betún sólido lustroso y quebradizo, que se derrite al fuego, y que mezclado con arena, se le emplea para cubrir las aceras principalmente, gracias á la dureza que adquiere.

Entre los varios combustibles, se cuentan el *ámbar*, ó resina fosilizada, del que se fabrican boquillas y objetos de adorno, y la *nafta*, betún, líquido é inflamable, de olor fuerte, cuya sustancia en algunas partes se encuentra también á flor de agua.

Entre los combustibles más importantes por su gran empleo en el alumbrado, debemos colocar el *petróleo*. Hace poco más de cuarenta años que este líquido inflamable es conocido en Europa, y no obstante se hallaba muy extendido en América del Norte, donde existen varios depósitos ó yacimientos. También existen regiones petroleras en Europa y aun en España donde no se explotan.

El petróleo es una mezcla de varios *hidrocarburos*, sustancias que varían según los manantiales de extracción. Antes se atribuía al petróleo origen vegetal, como producto de plantas soterradas desde épocas remotísimas.

Después se le dió al petróleo origen inorgánico, como resultado de varios metales alcalinos combinados con agua.

Por último, se considera hoy el petróleo como de origen animal, producido por la acumulación de millones de millones de esqueletos de animales madreporicos, cubiertos por gran limo.

VI

Acción del agua

Hemos examinado ya el agua bajo el punto de vista de su composición química y ahora nos falta estudiar el papel que representa en el orden mineral.

El agua que se desprende de las nubes, al caer sobre la tierra, parte se detiene en su superficie y parte se filtra en el interior, siempre que encuentre una capa de terreno permeable.

El agua interior trabaja. La vemos en grutas y cavernas deslizarse del techo y formar concreciones calizas. Tales son las *estalactitas*. Otras veces forma corrientes subterráneas y á menudo aparece en la superficie bajo la forma de *fuelle* ó *manantial*, pues el agua puede ascender según la altura de donde procede.

¡Quién sabe las expediciones que verifica el agua por entre las capas que forman la corteza de nuestro globo.

Lo cierto es que tienen las aguas un gran poder disolvente. Unas veces disuelven metales, azufre y otras materias, como ya dijimos, y se impregnan de aquellas sustancias, las cuales van dejando por donde pasan.

Otras veces disuelven sales calcáreas y á fuerza de tiempo revisten todo lo que se pone en contacto con ellas de una capa terrosa que acaba por convertir en piedra el objeto revestido. Tales son las *petrificaciones*.

Las aguas de un *río* acusan también una labor fecunda. Comienzan por escavar el terreno y originan el *cauce* ó *lecho* por donde corren.

El impulso de la corriente, el rozamiento y las disoluciones que verifican las aguas corrientes, ocasionan un desgaste continuo en el fondo y en los costados.

Si los restos que arrancan las aguas son pequeños y



Río

duros, forman arenas; si son de mayor tamaño, constituyen los cantos rodados y los guijarros; y si son blandos y desmenuzables, entonces son limos ó légamos lo que arrastran.

Las aguas de un *torrente* se precipitan con mayor fuerza, siendo capaces de hacer rodar moles inmensas.

Es incalculable el número de transformaciones que

produce el agua. Actúa en las rocas, sobre todo si son yesosas ó calizas y actúa mayormente en la sal.

Como llevan las aguas gran cantidad de oxígeno, oxidan muchas sustancias sobre que actúan, y por la oxidación, aquellas sustancias sufren un cambio ó transformación. A veces se precipitan también las soluciones que las aguas contienen, dando lugar á formaciones nuevas.

Por hendiduras y grietas, el agua puede llegar á determinadas profundidades, y luego por los poros de las rocas que encuen-



Torrente

tra, puede filtrarse más y más, hasta llegar á puntos inconcebibles, atacando los elementos más difíciles.

A cada paso vemos en la superficie de la tierra cómo las lluvias llegan á desgastar las rocas y arrastran los *detritus*, y transforman los terrenos, ora beneficiándolos, ora produciendo efectos destructores.

Aún no hemos hablado de las aguas del mar. Al tratar de las *sales*, muy de pasada nos fijamos en la sal marina. El mar es el gran depósito de esta sal. ¿Cómo se ha formado?

Esto no se sabe á ciencia cierta; pero se supone que en los tiempos desconocidos de la formación de nuestro globo se levantaban densos y ardientes vapores, los cuales, convertidos en inmensas lluvias, fueron á llenar las vastas cuencas de los mares.

Se dice que entonces debían existir en gran cantidad minerales solubles y salitrosos, y cuando estas lluvias cayeron por primera vez sobre la abrasada superficie de nuestro planeta, se apoderaron de todas aquellas sustancias que imprimen aquel sabor desagradable á las aguas marinas.

Lo cierto es que las aguas del mar contienen en disolución grandes cantidades de sal, la cual las hace incorruptibles, más densas y navegables. Esta sal comunica á aquellas aguas energías inagotables hasta el punto de influir en las erupciones volcánicas, como lo prueba el presentarse muchos volcanes en las costas.

BOTÁNICA

I

Diferencias entre vegetales y minerales

Vamos á entrar en un mundo más ameno, como es el mundo de las plantas.

Ya sabéis que las plantas forman en la Naturaleza el reino vegetal. Este reino nos ofrece con sus variadas creaciones un espectáculo tan curioso como interesante.

Las plantas son las verdaderas raíces de nuestra existencia, por medio de las cuales absorbemos los jugos nutritivos de la tierra, curamos nuestras dolencias, cubrimos nuestra desnudez y alimentamos un gran número de animales que después nos sirven para nuestro sustento.

Hay diferencia entre un pedazo de mineral y una planta, por pobre y rudimentaria que ésta sea, como la hay entre un sér vivo y un sér muerto.

Los seres vivientes tienen en su interior ciertos aparatos que funcionan: tales son los *órganos*, y por esto se

llaman también seres orgánicos, en cuyo aparato estriba la *vida*.

Los cuerpos brutos carecen de toda especie de órganos: lo mismo aparecen por el interior que por el exterior. Una piedra carece de movimiento y tampoco se observa en ella ninguna función. Se puede arrancar un pedazo de ella sin alterar su manera de ser.

En segundo lugar, los seres vivientes, animales ó plantas, provienen de individuos parecidos á su misma especie. El pájaro sale de un huevo que ha formado otro pájaro, así como una planta procede de una semilla que ha formado otra planta igual á ella. Claro está que de un pino nunca sale una higuera, ni del huevo de una águila puede salir un elefante.

Los cuerpos brutos ó inorgánicos, al contrario, no provienen necesariamente de otros cuerpos de su misma naturaleza. Así es que del ácido carbónico del aire y la cal se forma una sustancia nueva llamada carbonato de cal. Calentando una mezcla de mercurio y azufre, se combinan ambos elementos, convirtiéndose en un polvillo rojo escarlata, que es el sulfuro de mercurio ó bermellón.

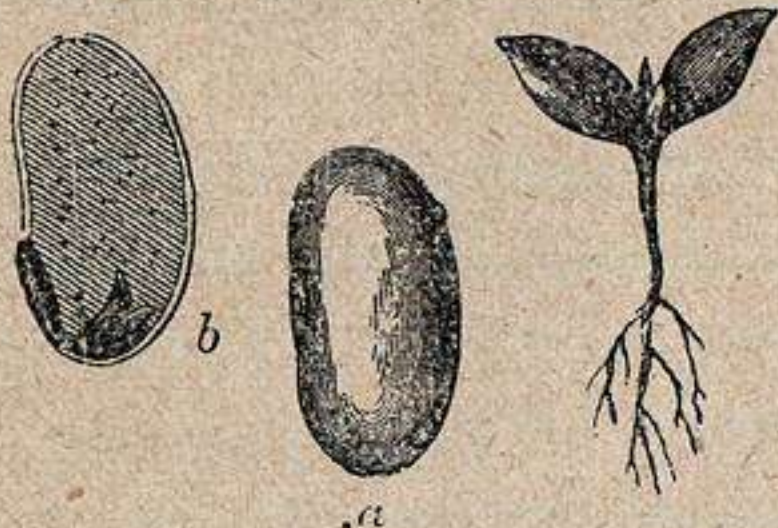
En tercer lugar, los cuerpos vivientes necesitan alimentarse para vivir. El pájaro come granos ó insectos; la planta chupa las sustancias de la tierra y absorbe las de la atmósfera. No le deis á la planta ni atmósfera ni tierra y pronto dejará de vivir.

Los cuerpos brutos no toman nada del exterior: ellos no viven ni mueren tampoco, porque para morir es necesario haber vivido. Si alguna vez aumentan su volumen, es en virtud de partículas que han venido á depositarse en su superficie.

Pero no creáis que los tres reinos de la naturaleza sean extraños el uno al otro, pues todos concurren á un mismo

fin y cada uno se sirve del concurso ajeno. Los animales no existirían sin las plantas ni las plantas sin los minerales.

Todos cuantos animales y plantas han existido desde la formación del globo, han sacado sucesivamente de la tierra vegetal la materia de que se componen, y al morir han devuelto lo que á ma-



Desarrollo de la semilla durante la germinación

nera de préstamo habían recibido.

Nace y se desarrolla un árbol; eleva su tronco y sus ramas y se viste de hojas, y

ofrece después sus frutos. ¿De dónde ha salido todo aquello?

Algunos años antes sólo existía de aquél árbol una humilde semilla. Aquella semilla contenía un gérmen; de aquél gérmen, por un misterio de la vida, brotaron un pequeño tallo y algunas hojillas que más tarde se convirtieron en árbol frondoso y en sabrosos frutos.

Estos cambios sucesivos de la materia se realizan por medio del gran fenómeno de la vida.

II

Extensión del reino vegetal

Desde el límite de las nieves perpétuas que coronan las elevadas cimas, hasta las playas arenosas que bañan las aguas del mar; desde las grietas de los vetustos muros hasta las orillas de las fuentes, y desde el fondo de los

pantanos hasta el abismo de los mares, se extiende el vastísimo imperio de las plantas con sus variadas formas, magnitudes, organismos y colores.

Tal vez no comprendáis como pueda brotar una planta de un sitio adonde no puede haber ido á parar ninguna semilla.

Figuraos una pared que se desmorona. Sus piedras amontonadas se hallan durante mucho tiempo expuestas al aire, á la lluvia y á los vientos. Por encima de aquellas piedras pasan remolinos, borrascas y huracanes.

Aquellas piedras se desgastan, nubes de polvo les van cayendo por encima y hé aquí que sale de ellas el *musgo* ó *moho* que chupa la humedad de la piedra como una esponja. Poco á poco se forma en las junturas de aquellas piedras una tierra vegetal capaz de nutrir una planta más fuerte y más complicada que el simple musgo.

En ciertas ocasiones el viento transporta á las grietas de un muro varias semillas, la semilla de un alelí silvestre, por ejemplo. Esto no debe sorprenderos, porque el viento es portador de muchas semillas que deja caer en cualquier parte.

Nuestra semilla de alelí se encuentra en un sitio húmedo con alguna tierra vegetal; ahonda sus raicillas y germina. Poco á poco alarga su tallo, todavía muy tierno, y extiende en busca de aire y de luz sus nacientes hojas. Esta planta vivirá en constante desarrollo, si un huracán, una helada intensa ó una sequedad prematura no la destruyen.

Aquí tenéis también los frutos de América, que muchas veces son transportados por las corrientes marítimas hasta las costas de Noruega. Ya se sabe que este hecho fué uno de los signos que confirmaron á Colón en la idea que había concebido sobre la existencia del nuevo mundo.

Por otra parte, frutos hay también que los pájaros se comen, despojándolos de su envoltura carnosa y cuyos huesos dispersan, después que han atravesado su cuerpo sin sufrir apenas alteración.

Pero, ¿puede germinar cualquier semilla que caiga en la tierra? De ninguna manera. Imaginaos que un hombre ha metido en un saco una porción de semillas de varias especies. Allí se encuentran las semillas del trigo mezcladas con las del maíz y del arroz; las semillas de los juncos mezcladas con las de anémonas y de lirios; y ese hombre se dirige á un campo y esparce todas esas semillas. No todas podrán germinar. ¿Sabéis por qué sucede todo esto?

Es porque no todas las plantas tienen la misma organización y el mismo modo de ser. Así que unas necesitan cierta clase de tierra y ciertas sustancias diferentes de las otras.

Hay plantas que para su existencia necesitan abundantes aguas, mientras otras sólo viven en terrenos de secano. De la misma manera hay vegetales que no pueden vivir sino en climas muy cálidos donde otros vegetales no encontrarían condiciones de existencia. Esto os dará á comprender que las plantas varían de un país á otro. Hasta en una misma montaña, desde su falda hasta su cumbre se observa diferente especie de vegetación.

Para auxiliar la multiplicación de ciertas especies de plantas, la Naturaleza ha prodigado los granos con maravillosa profusión. El grano caído en el suelo puede permanecer mucho tiempo en él sin germinar, pues la germinación no puede producirse sino con ciertas condiciones, tales como el contacto del aire y un grado de temperatura y humedad convenientes.

Demasiada agua pudre las simientes, y una extremada sequía las impide desarrollarse, como también una tempe-

ratura baja les hace perder completamente á los granos la facultad de germinar, que suspende el frío aunque sin destruirla, pues ha habido granos de trigo encerrados en el hielo durante muchos años y luego han germinado plantados en buen terreno.

III

Cómo viven las plantas

Es la planta, como ha dicho un celebrado escritor, una especie de animal privado de ojos, de orejas y de piernas; pero dotada en cambio de multitud de bocas por las cuales se alimenta y respira.

Las plantas se nutren como nosotros, con la única diferencia de que ellas tienen sus chupadores por fuera y nosotros por dentro; pero de la misma manera que nosotros digerimos los alimentos introducidos en el estómago, ellas digieren las sustancias que les provienen de la tierra ó les suministramos por medio de abonos.

Lo mismo que los animales, las plantas escogen el alimento que les conviene y rehusan el que les es contrario; y de la misma manera que la sustancia de los alimentos del animal se convierten en sangre, en el vegetal se transforman en savia nutritiva, como después veremos.

Las plantas también *respiran*: las hojas son los pulmones de las plantas. Respirar es absorber gases, porque el aire que respiramos ya sabéis que es un compuesto de varios gases, de los cuales el oxígeno se fija en la sangre, y arrojamos el nitrógeno y el ácido carbónico con nuestro aliento.

La respiración de las plantas se verifica de otra manera: ellas se apoderan del ácido carbónico del aire, precisamente del gas que nos es nocivo, y lo descomponen reteniendo el carbono y devolviéndonos en cambio el oxígeno. Bajo este concepto, las plantas purifican el aire.

Pero para que las plantas absorban del aire las sustancias convenientes, es necesaria la acción de la luz. La sed de luz es incesante en las plantas y sobre todo en las flores. Esta es también la aspiración común de todos los seres.

En la obscuridad las plantas apenas respiran. Exhalan sí algunos gases; pero su gran trabajo de nutrición apenas se verifica. Si encerráis una planta en un sótano, se pondrá triste y lánguida, y si hay una abertura que se comuniqué á un espacio invadido por la luz solar, aquella planta, si es trepadora, irá creciendo con dirección á la abertura para ser bañada por los rayos del Sol que tanto anhela.

Las plantas en la obscuridad, debéis saberlo, emiten ácido carbónico. Así es que resulta muy mal sano el pasar la noche debajo de un árbol frondoso y sobre todo dormir en un aposento cerrado donde hay vegetales que se secan y aún macetas con flores.

Las plantas también duermen: la mayor parte de ellas siguen dócilmente la Naturaleza y se abaten algo desde el ocaso á la salida del Sol; mientras otras, más perezosas, duermen largo rato y apenas se despiertan al mediodía, y aún muchas veces no se despiertan, sobre todo si amenaza lluvia.

Los vegetales tienen, como los animales, hasta su estado patológico, su vida íntima y quien sabe si algunas sensaciones.

Como la sangre en el animal, se observa en la savia de las plantas su detención y su aceleramiento anormal y

febril. Reparad en el tallo y aun en las hojas de muchos vegetales excrecencias diversas, análogas á las afecciones de la piel en muchos animales.

¿Quién duda que las plantas tienen sus enfermedades? Observad el *oidium* de la vid, el moho del trigo y los pequeños tubérculos de la patata. Observad abortos de órganos enteros y desarrollo vicioso de otros, lo mismo que secreción de líquidos en el exterior que denotan enfermedades más ó menos conocidas. Una planta que pasa demasiado aprisa de un frío intenso á un calor extraordinario, no tarda en enfermar. La vejez y la muerte existen tanto para los animales como para las plantas.

El invierno es la época de reposo para las plantas. La falta de calor, ó sea el frío, paraliza la acción de la savia, que apenas circula. Los árboles y las plantas en su mayor parte quedan despojados de sus hojas de manera que la respiración del vegetal es casi nula. ¡No parece sino que la muerte se cierne á su alrededor.

IV

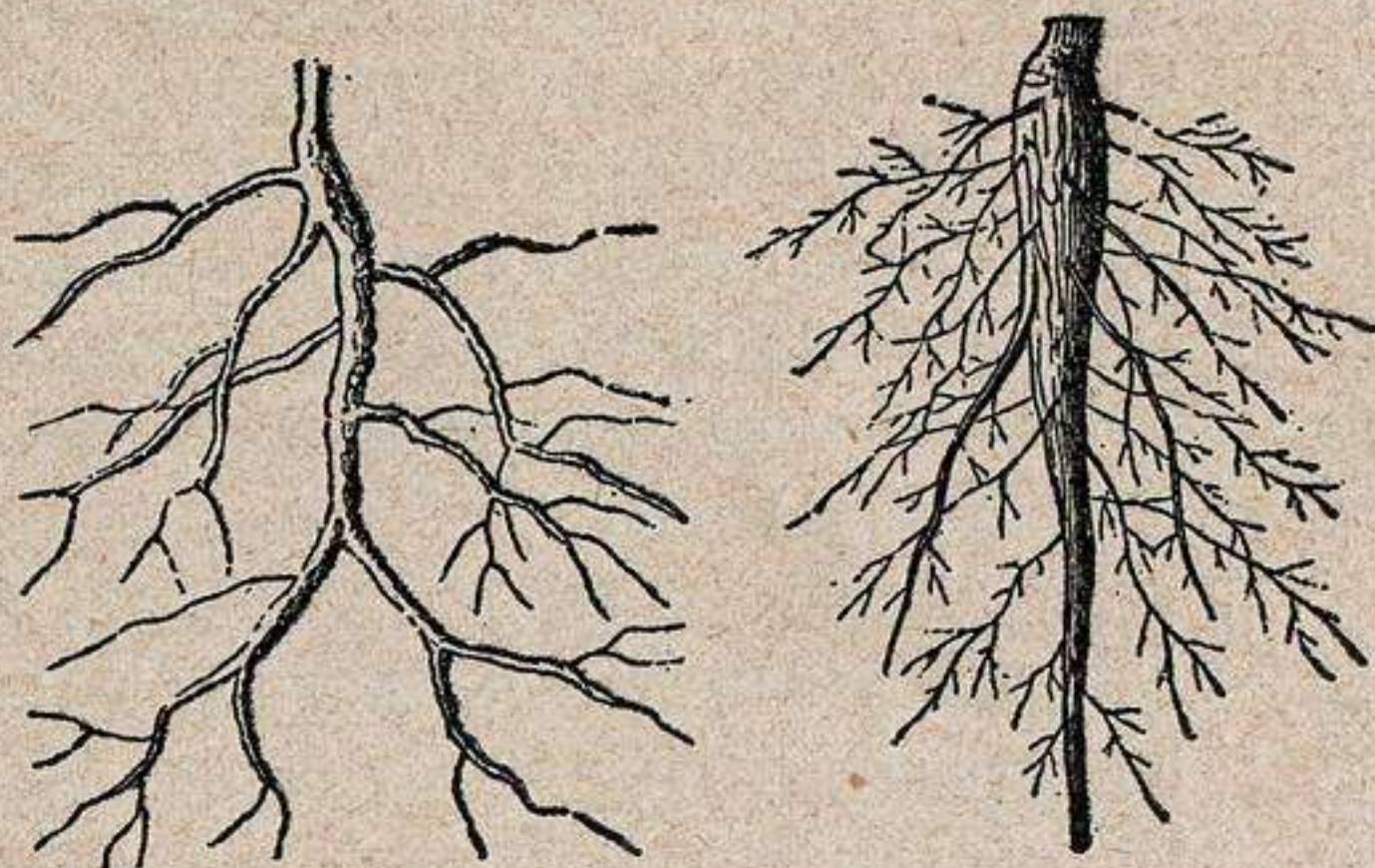
Organos y funciones

Los vegetales se componen de elementos químicos, orgánicos y anatómicos. Los elementos químicos principales son: el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno y el carbono, y, además, en algunos vegetales se encuentran sílice, yodo, carbonato de sosa y otras sustancias.

De la diversa reunión de estos elementos se forma el *organismo* del vegetal, cuya estructura está formada por los *tejidos* que constituyen el elemento anatómico.

En los vegetales se distinguen tres especies de tejidos: el *celular*, el *fibroso* y el *vascular*.

El tejido celular es una aglomeración de pequeñas celdillas redondeadas ó poliédricas, que contienen en su interior materias diversas, gaseosas, líquidas ó sólidas.

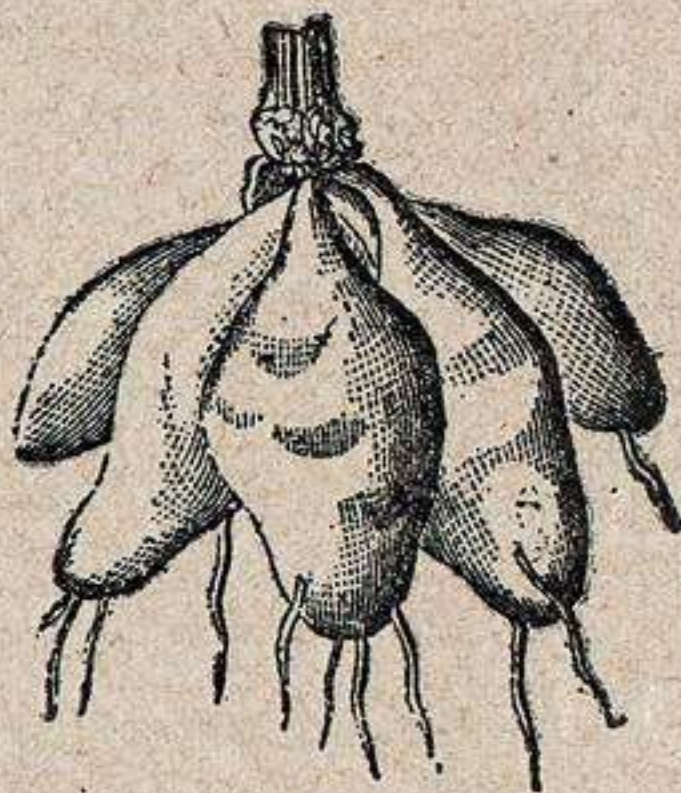


Tipos de raíces *ramosa* y *simple*

El tejido fibroso está formado de celdillas prolongadas de consistencia leñosa formada á su vez por haces prolongados que forman la parte sólida de los vegetales.

El tejido vascular comprende todos los tubos membranosos designados con el nombre de tráqueas, vasos, etc.

Sabido esto, que es algo complicado y escueto, vamos á considerar los órganos de los vegetales con relación á sus funciones, las cuales son de dos clases: de *nutrición* y de *reproducción*.



Raíces tuberculosas

Los órganos destinados á la nutrición de los vegetales son la *raíz*, el *tallo* y las *hojas*; y para las funciones de reproducción tienen la *flor* y el *fruto*.

La raíz es la parte inferior del vegetal, fija por lo común en el suelo, por donde se hunde y se extiende á través de la obscuridad, buscando ciegamente las sustancias que pueden favorecer la planta, á la que sostiene con empeño á despecho de la furia de los vientos.

Desempeña la raíz el trabajo subterráneo de un minero: hurga, penetra, invade la tierra vegetal y se multiplican en numerosas ramificaciones que van chupando los jugos nutritivos de la tierra.

¡Si vierais qué trabajo! Una raíz que se halla á la profundidad de algunos metros, se hunde más todavía en busca de humedad que no tiene; se dobla, se extiende en todas direcciones, y, dominando todos los obstáculos, perfora las murallas, separa las piedras y se introduce en las hendiduras de las rocas.

Hay raíces de varias formas: las llamadas *fusimormes*, como las del rábano; *fibrosas*, como las del trigo, y *tuberculosas*, como las de la patata.

Veamos ahora el *tallo*, que, como es sabido, es la parte del vegetal que sostiene las ramas, hojas, etc. El tallo es *herbáceo* cuando es tierno, y generalmente dura un solo año; y es *leñoso* cuando se convierte en madera, y dura mucho tiempo. Entonces se llama *tronco*.

El tronco se compone de capas concéntricas, tanto menores cuanto más próximas se hallan del centro, formando tres partes distintas: la *corteza*, el *cuerpo leñoso* y la *médula*. Las ramas son prolongaciones del tallo.

Pasemos á las *hojas*. No hay necesidad de señalar estos órganos, porque todo el mundo los conoce. Son de variadas



Yemas

formas y la mayor parte tienen un pié ó *peciolo* que las une á los nudos del tallo ó de las ramas. Muchas hojas carecen de *peciolo*.

Ved el limbo de la hoja: tiene dos caras: una lisa y reluciente y la otra blanda y sembrada de poros; pero lo más notable que presenta el limbo es una porción de prolongaciones que se derivan del *peciolo*. Son los *nervios* y las *venas*.



Diversas formas de hojas

Examinemos ahora los órganos de reproducción: tales son las *yemas*, las *flores* y los *frutos*.



Yemas en ramillete

Las *yemas* propiamente dichas son una especie de botoncitos que salen en diferentes puntos de los tallos; aparecen en el invierno y se abren en la primavera dando origen á nuevas ramas, ramitos, hojas y flores.

Bien merecen las flores un examen detenido. Veamos ahora lo que pasa con la savia del vegetal.

Los jugos de la tierra absorbidos por las raíces, suben por los tubos ó vasos

del tallo ó tronco; se distribuyen por las ramas, llegan á las yemas y á las hojas, donde reciben la acción del aire. Esta savia imperfecta que sube se conoce con el nombre de *savia ascendente*.

La savia ascendente llega, pues, á las hojas, penetra en ellas por el peciolo, se distribuye por los nervios y se empapa con ella toda la región esponjosa del limbo. Entonces, puesta en contacto con el aire que absorben las hojas, aquella savia se modifica y desciende.

A su descenso la savia no pasa por los mismos vasos que ha pasado al subir, sinó que lo efectúa separándose del centro y bajando por entre la corteza y la madera, renovando así todas las sustancias del árbol y uniendo todos los años una nueva capa al tronco y á las ramas, de donde vienen esas circunferencias concéntricas que se observan en todo árbol cortado.

V

Fecundación y multiplicación de las plantas

Es la *flor* la parte más hermosa de las plantas, por su estructura, su aroma y sus colores. Ella es, además, la madre del fruto, pues en su seno se hallan todos los elementos necesarios para la formación y desarrollo de este nuevo sér, producto de la constante elaboración de las plantas.

Las partes exteriores de la flor son el *cáliz* y la *corola*, sostenidas por una ramita desprovista de hojas que se llama *pedúnculo*.

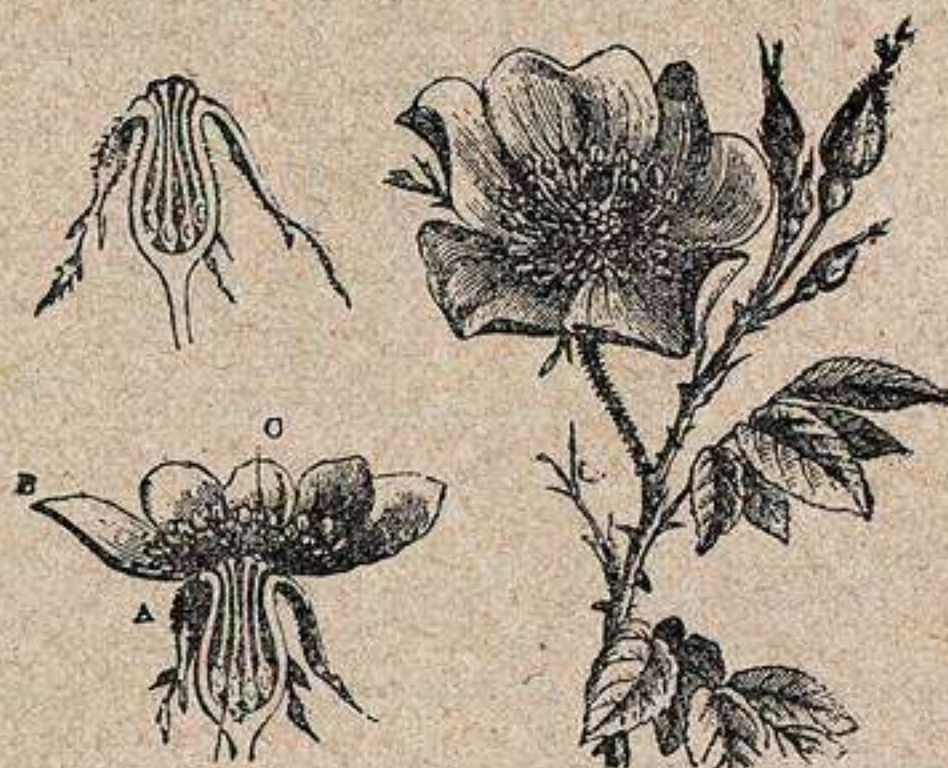
El cáliz está formado de una ó varias hojas llamadas *sépalos*: forma la cubierta exterior del capullo, y al abrirse permite el desarrollo de la corola, que es la parte coloreada y más vistosa de la flor. Las hojas de la corola se denominan *pétalos*. De sus colores, forma y colocación depende la mayor ó menor hermosura de la flor.

En el interior de la corola se levantan los *estambres*, que son unos filamentos que terminan con una especie de sombrerillo, llamado *antera*, donde se forma el *polen*, que es un polvillo muy sutil, el cual sirve para fecundar los frutos. Los estambres son los órganos masculinos de la flor.

En el centro de la misma flor se halla el *pistilo*, cuyo extremo superior se llama *estigma*, destinado á recibir y conservar el polen que sobre ella derráman los estambres y trasladarlos al *ovario*, especie de bolsa con que termina el pistilo. Hé aquí los órganos femeninos de la flor. El ovario es el verdadero órgano de fecundación de las plantas.

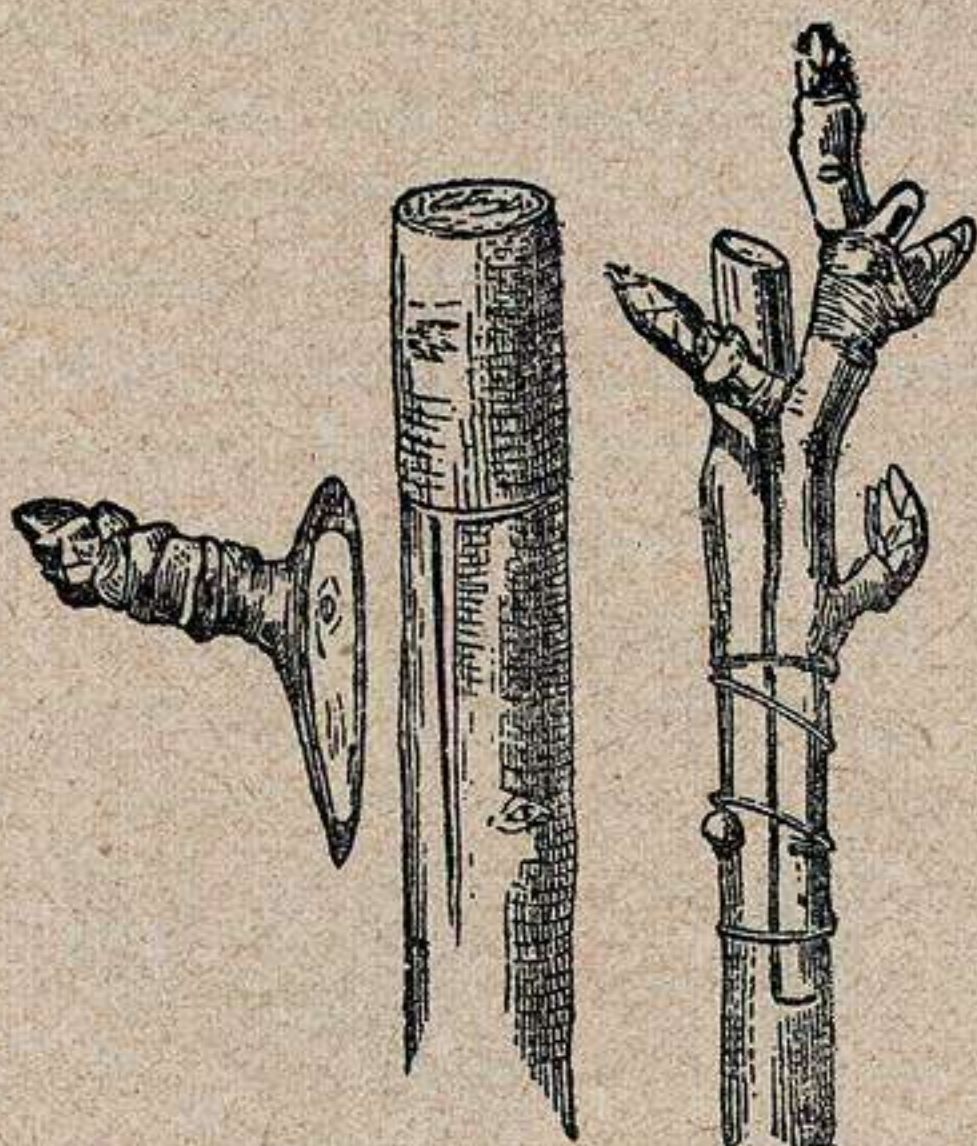
Fecundados los *óvulos*, empiezan á convertirse en granos capaces de reproducir el vegetal. Desde este momento los estambres se marchitan y lo mismo el estilo, menos el ovario, que, por el contrario, persiste, se dilata y aumenta, porque desde aquel momento se forma el fruto.

Las semillas al germinar son capaces de producir nue-



Partes de la flor (rosa silvestre)

vas plantas. Las plantas pueden reproducirse de dos mo-



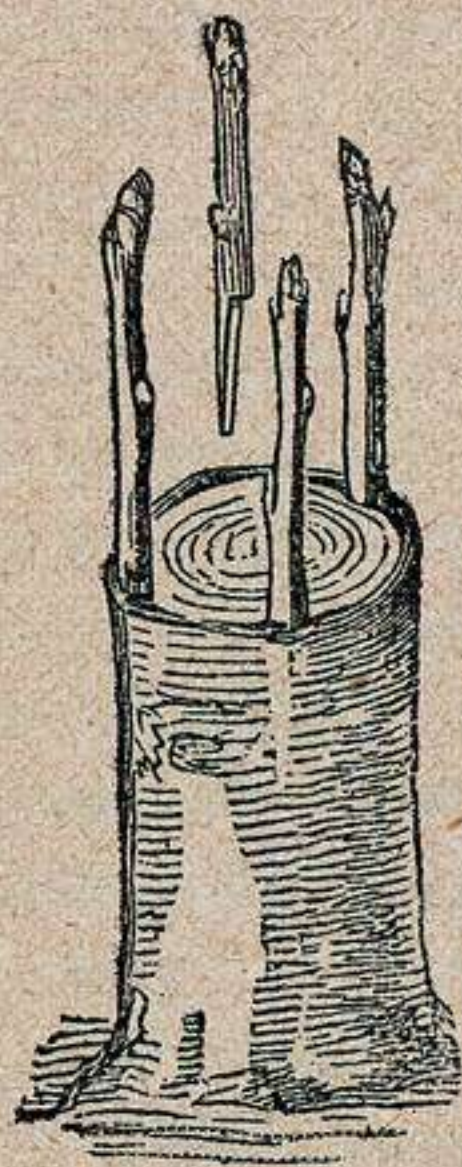
Ingerito de yemas de flor

dos: por semilla, cuya reproducción se llama *ovípara*, por ser aquella respecto á las plantas lo que los huevos respecto á las aves; y por *estaca*, *acodo* ó *ingerto*, cuya reproducción se llama entonces *vivípara*.

Ya sabéis que la semilla para germinar necesita condiciones de las cuales hemos hablado ya. Veamos ahora cómo se multiplican las plantas por estaca.

Cuando una yema lateral se desarrolla, origina el nacimiento de un nuevo ramo. Este nuevo ramo es, por decirlo así, un nuevo árbol de la misma especie que aquel de donde sale, con la única diferencia que, así como éste se halla plantado en la tierra, de la que chupa los productos alimenticios, aquél se halla plantado en el mismo árbol, que lo nutre con su propia savia.

¿Podemos arrancar este retoño del árbol que lo mantiene y trasplantarlo en la tierra? Fácilmente esto se logra, más también con ciertas condiciones. Arranquemos de un sauce, de un almendro, de un árbol cualquiera, un



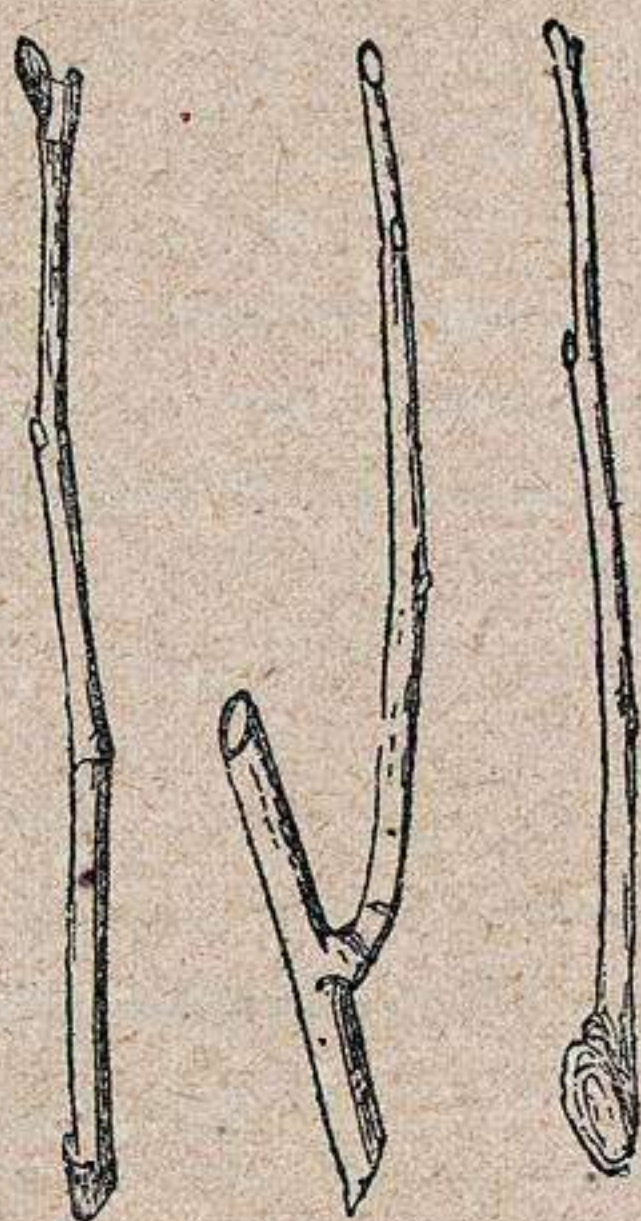
Ingerito de coronilla

ramo muy vivaz y plantémosle en tierra de buenas cualidades.

Muy pronto ese ramo echará sus raíces, las cuales irán absorbiendo paulatinamente los jugos nutritivos que encuentran. Privado este sér de su natural matriz, aprenderá á vivir por sí mismo: nada temáis; muy pronto lo veréis convertido en árbol completo.

Muchos árboles pueden ser multiplicados por este sencillo procedimiento, llamado de estaca, sin otra precaución que la de escoger de antemano el terreno y la estación conveniente.

Por otro medio se pueden multiplicar las plantas. Si de una mata de fresas, por ejemplo, se escoge una rama vigorosa y se la encorva, y se mete su extremidad libre en la tierra, al cabo de cierto tiempo aquella extremidad echará pequeñas raíces que irán extendiéndose por bajo tierra. En breve se verán desarrollar nuevos órganos y nacerá así una segunda



Estacas de ramas leñosas, sin hojas

mata, hija de la primera, que se podrá separar de la madre cortando la rama que ha servido para esta derivación. Esto es lo que se llama un *acodo*.

Por otra parte, cortemos un ramo de un peral, y después de haberlo cortado y adelgazado por su parte inferior, introduciremos ese extremo en otro árbol, por una incisión que habremos practicado al efecto; y una vez ajustado el ramo, lo ataremos apretándolo convenientemente.

Si esta operación se ha realizado con acierto, el ramo así plantado continuará viviendo y desarrollándose, porque privado de la savia del peral, absorberá inevitablemente la savia del nuevo árbol que lo sostiene. Esta otra manera de multiplicar las plantas se llama *ingerto*.

Lo más curioso del caso es que el ingerto no puede dar resultados sino con árboles de la misma especie, pero con grados de cultura diferentes. Aunque con menos probabilidades de éxito, se pueden ingertar vegetales de especie distintas, pero pertenecientes á géneros vecinos y de la misma familia.

El ingerto, entre sus muchas utilidades, permite utilizar árboles fuertes y sanos para transformarlos en otros más convenientes, ahorrando el tiempo que éstos necesitarían para su desarrollo plantados por estaca ó por semilla.

VI

Clasificación de las plantas: plantas sin flores

Los pueblos de la antigüedad conocieron un corto número de especies de plantas, que clasificaron en *árboles*, *arbustos*, *matas* y *hierbas*. Mas tarde se dividieron las plantas en *alimenticias*, *vinosas*, *medicinales* y *venenosas*.

A medida que se descubrieron y estudiaron nuevas plantas se comprendió que las clasificaciones de los antiguos eran insuficientes para conocer toda suerte de vegetales, cuyas especies pasan de 60.000.

Desde entonces se han estudiado las analogías que tienen unas plantas con otras y se han agrupado bajo un

nombre común todas aquellas cuyo aspecto es á veces muy distinto, pero que tienen unos mismos caracteres y flores muy parecidas.

Cada una de estas plantas representa el *individuo* y su reunión constituye la *especie*, esto es, colección de individuos que se parecen entre sí; pero como se han observado en estos últimos algunas modificaciones, los botánicos han establecido dentro de las especies algunas clasificaciones llamadas *variedades*.

La reunión de especies que ofrecen grandes analogías, constituye un grupo más superior, llamado *género*, y la agrupación de géneros forma las *familias*; y por último, la reunión de varias familias afines, constituye el grupo llamado *clase*.

Estos diferentes grados de asociación que se encuentran en todos los métodos, forman una verdadera escala descendente bajo el orden siguiente: *clases, familias, géneros, especies, variedades é individuos*.

No siendo posible en una obrita de esta índole examinar estas clasificaciones cuya nomenclatura se apartaría de nuestro objeto, vamos á fijarnos primeramente en las plantas de organización más sencilla, como son las plantas sin flores. Tales son las algas, los hongos, los líquenos, los musgos y los helechos.

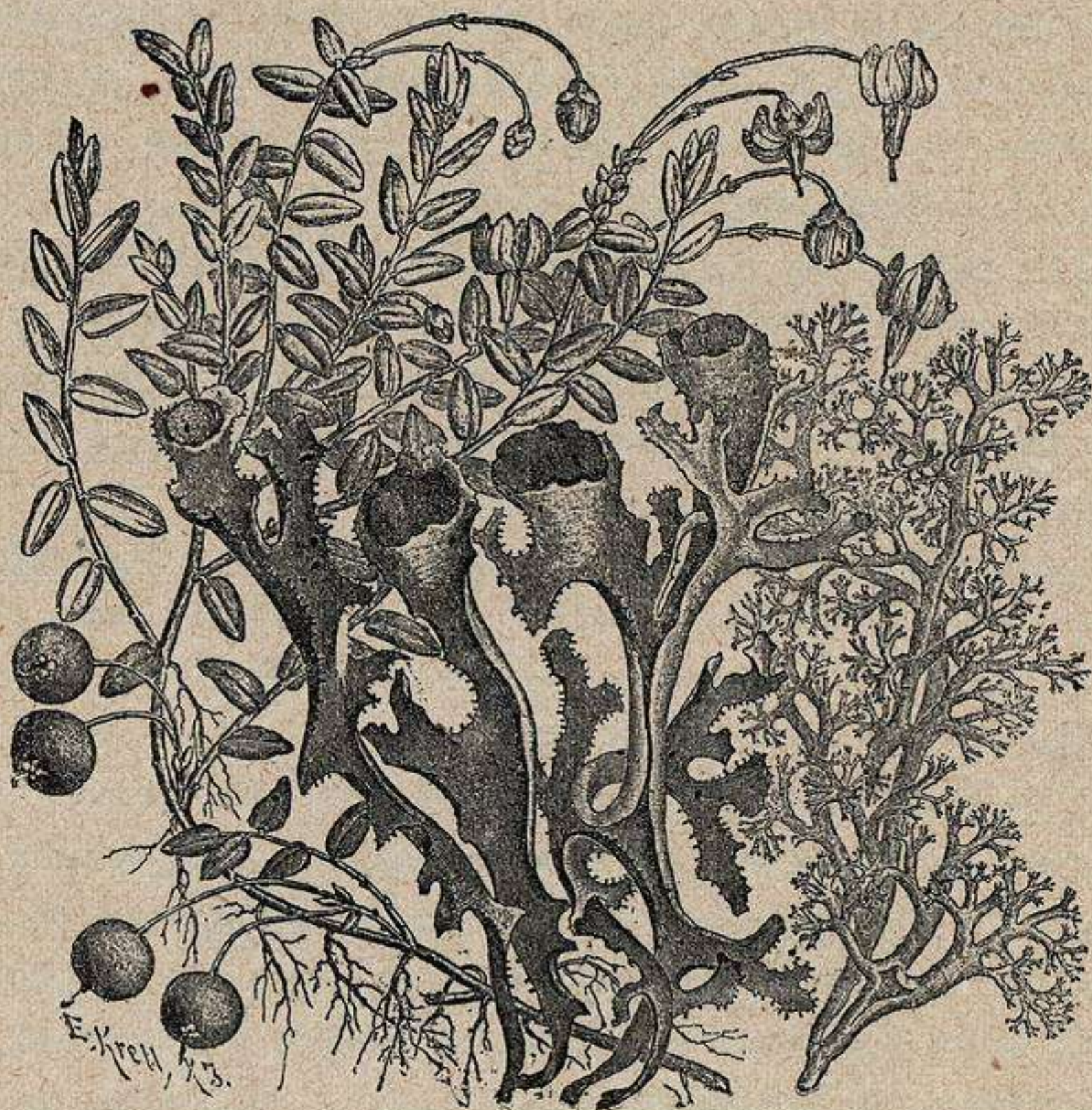
Las *algas*, como sabéis, son plantas acuáticas, ricas en yodo, las cuales tienen la forma de vendas ó tiras y las hay muy curiosas y muy bonitas, sobre todo en el mar.

Estos vegetales, aunque muy imperfectos en su estructura, llegan á adquirir muchas veces grandes dimensiones, teniendo la propiedad de reverdecerse y parecer vivas cuando, después de algún tiempo de estar fuera del agua, se las sumerge en ellas.

Los *hongos* son parásitos, esto es, viven á costa ajena.

Son muy variados en la forma, en el color y en el tamaño.

Sabido es que los hongos constituyen un alimento bastante agradable; pero algunas especies contienen venenos muy activos, mayormente aquellos de un tinte azul, rojo y amarillo muy pronunciados. También son nocivos los



Líquenes, musgos y algas

de sabor acre y aguanosos. Los hongos más comestibles son las *setas*.

Los *líquenes* forman á manera de costras ó manchas adheridas al tronco y ramas de muchos árboles, rocas y aun piedras. Su color varía entre el amarillo, gris y rojizo. Aparecen con más abundancia casi siempre en los árboles más próximos á morir.

Unos líquenes son medicinales, como los de la Islandia, y aun se emplean para la confección de jaleas. En las regiones polares, donde la vegetación es tan pobre, los líquenes sirven de alimento á hombres y animales, sobre todo al renjífero.

Vamos á ver los *musgos*. ¿Quién no los conoce? Son pequeños vegetales que se encuentran en sitios húmedos y sombríos formando verdes alfombras y cubriendo á veces las rocas y el tronco de los árboles. Por todas partes se encuentra el musgo, pero principalmente en las regiones polares, en donde forma á veces la única vegetación. Los musgos tienen tallo y hojas, pero carecen de raíces.



Setas ú hongos

Por último, entre las plantas sin flores figuran los *helechos*, que en Europa son simples hierbas, pero que en la India y en otros países cálidos tienen troncos de varios metros de altura. En el dorso de las hojas tienen los helechos unos puntitos amarillos, que, observados con una lente de aumento, se ve que forman unos granitos que encierran la semilla.

VII

Plantas de diversas especies

Necesariamente nos hemos de apartar del orden establecido en los tratados de Botánica para examinar las diversas especies de plantas, á fin de allanar las dificultades que ofrece este estudio.



Trigo

Entre las plantas más útiles figuran, en primer término, las *gramíneas*, que comprenden los *cereales*, cuyos frutos son tan abundantes en fécula, como el trigo, cebada, arroz, centeno, maiz, etc.

La *caña de azúcar*, debe ocupar un lugar preferente entre las gramíneas por la sustancia que produce. El *bambú*, esa caña gigantesca de la que se hacen hasta vigas, es también otra gramínea, y lo mismo el *esparto*, cuyos usos son bien conocidos, como igualmente pertenecen á esta familia la mayor parte de la hierba que sirve para pasto.

La familia de las *leguminosas* contiene plantas alimenticias de origen muy común, que se comen secas y aun verdes, como son las habas, garbanzos, lentejas judías, etcétera.

Hay leguminosas aromáticas, azucaradas, medicinales, tintóreas, etc.

Pertenecen á esta familia la *acacia*, tan notable por la elegancia de sus hojas como por el perfume de sus flores;

el *tamarindo*, cuya pulpa es tan azucarada; el *regaliz*, de cuyas raíces se forma el extracto que todos conocéis, y el *campeche*, ese gran árbol de América tan empleado en la tintorería.

Las plantas, *tuberculosas* como la patata, el moniato y la batata, pertenecen á una familia llamada *solanáceas*.

De la misma familia son:

el *tomate*, el *pimiento*, el *tabaco*, el *beleño* y la *velladona*, esta última muy abundante en España y cuyas raíces y hojas se usan en la medicina como narcótico, y lo mismo el beleño.

La *vid*, originaria del Asia Menor y cuyo jugo es el vino, pertenece á una familia de nombre extraño llamada *ampelídeas*; el algodónero, la malva y el malvesco á las *malváceas*; la col, el rábano, la ber-



Bambú



Guisantes

za, el nabo y hasta el alelí, á las *crucíferas*; el almendro,



Algodonero

albaricoquero, guindo, cerezo, peral, manzano, en fin todas las plantas que producen los mejores frutos, pertenecen á la familia de las *rosáceas*. Como es natural, los rosales sirven de base á dicha familia.

Los árboles, de los cuales se obtiene la mayor parte de la madera que se emplea en nuestros talleres y la que sirve también para la combustión, pertenecen en su mayor parte á la familia de las *amentáceas* y otros á la de las *coníferas*.

Corresponden á la primera el nogal, la encina, el avellano, el roble, el alcornoque, el olmo, etc. De la corteza del alcornoque se forma el corcho que se emplea para la fabricación de tapones y otros objetos.

A la segunda familia, ó sea la de las plantas *coníferas*, pertenecen el pino, el ciprés, el cedro y el ene-



Rosáceas (cerezo)

bro. Estos árboles se llaman *coníferos* á causa de la forma cónica de su fruto, y siempre conservan sus hojas, por cuya razón se les llama también *árboles verdes*. Estos son los árboles que se desarrollan con mayor altura.

Pertenecen á varias familias las plantas que se conocen



Aumentácea (encina)

por *textiles*, de las que se extraen fibras que pueden hilarse y tejerse, como son el cáñamo y el lino, que se cultivan en nuestro país; el algodón, el formio, el yute, la pita, etc., que son plantas *exóticas*, ó de otros climas.

También el *lúpulo* es objeto de un cultivo muy importante en ciertos países de Europa, sobre todo en Ale

mania, pues con su fruto se da á la cerveza aquél sa-



Cedro

bor amargo que le es propio y con sus tallos se pueden fabricar cuerdas.

No queremos terminar este capítulo sin hablar del arbusto del *café*. Pertenece á la familia de las *rubiáceas*, como la *ipécacuana*, la *quina* y sobre todo la *rubia*, planta tintórea que sirve de base á dicha familia.

El *café* es un arbusto originario de la Arabia y Etiopia, habiendo sido trasplantado en América, en donde se ha desarrollado su cultivo considerablemente. El tallo de este arbusto se eleva á 4 ó 5 metros, siendo sus flores de un suave aroma.

Encerrados en el interior del fruto se encuentran dos granos unidos entre sí, que forman la semilla conocida con el nombre de *café*. Ya conoceis su infusión.

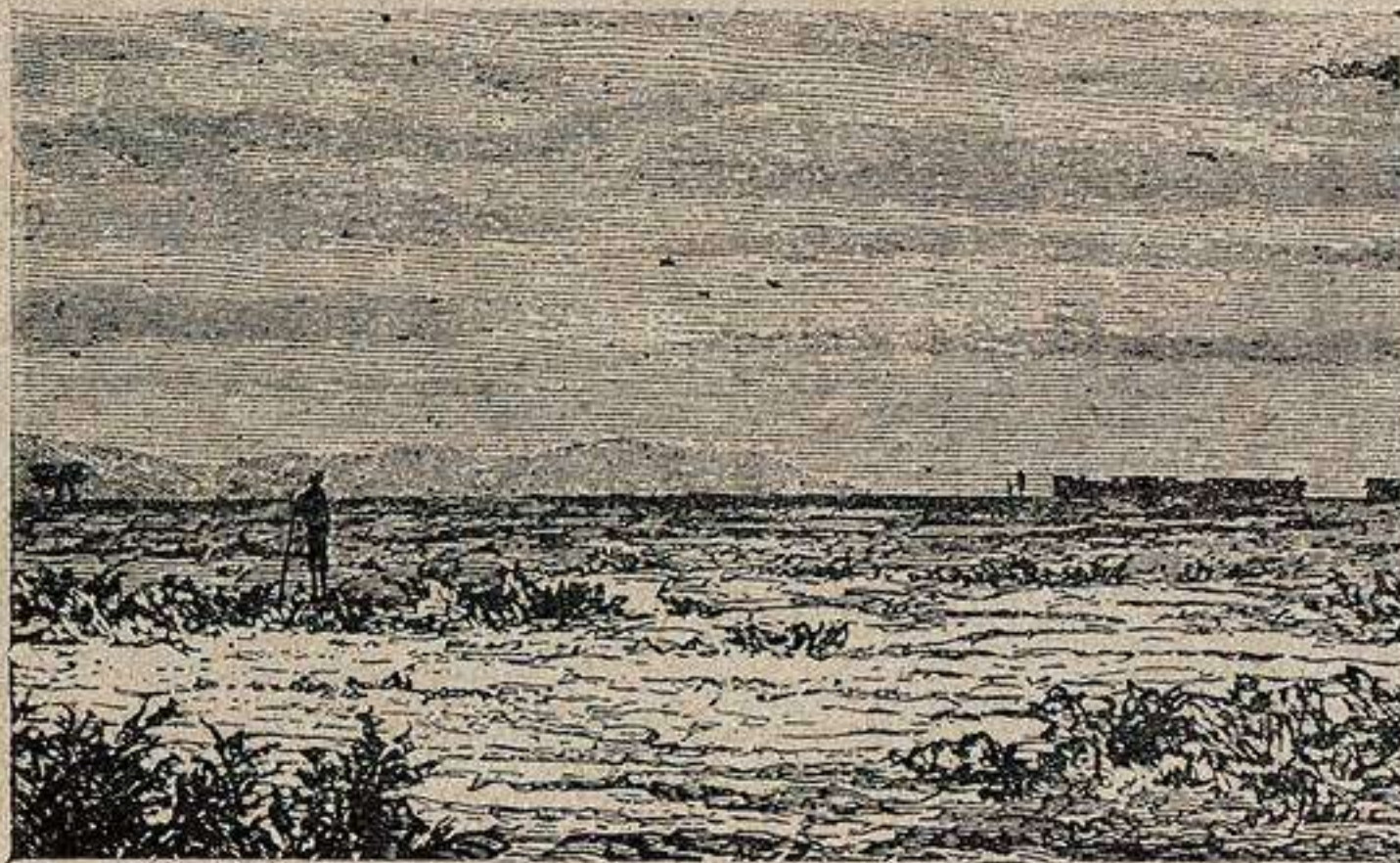


Rubiáceas (café)

VIII

Distribución geográfica de los vegetales

Lo mismo que los animales, cada especie de plantas tiene su zona determinada, y así es que la vegetación varía según el clima, latitud y altura de los lugares en donde aquellas se desarrollan.



Vegetación de las Landas

Partiendo del ecuador hacia los polos, las especies disminuyen, y, lo que es más, cuando se penetra en las regiones frías, la vegetación aparece más pobre y más raquítica, hasta el punto de que al llegar á los 75 grados de latitud, fuera de algún musgo y algunas plantas rastreras, apenas si se descubren otros vegetales.

Sin embargo, en algunos lugares de la zona glacial se

observan algunas selvas de pequeños pinos y abedules y hasta helechos y arbustos de bayas y plantas trepadoras; pero sobre todo musgos y líquenes, que forman prados enteros en donde pastan los renos.

Si en vez de recorrer así un meridiano desde el ecuador al polo, subimos por una montaña, en poco tiempo y en



Vegetación de los oasis en desiertos

corto circuito encontraremos, desde la falda á la cumbre, igual sucesión de formas y especies vegetales, siendo la montaña elevada.

Así es que á medida que se asciende por una grande eminencia, la temperatura baja y la vegetación disminuye de vigor; los árboles son reemplazados por arbustos, éstos por hierbas, y al fin no se ven más que rocas desnudas y nieves perpétuas.

Trasladándonos á las demás zonas, vemos que los cereales viven con preferencia en la zona templada boreal. Su cultivo está limitado por una línea que, por la parte del Norte, varía según los países.

En la indicada zona, casi en su totalidad se extiende además de los cereales, el cultivo de las patatas, de la vid



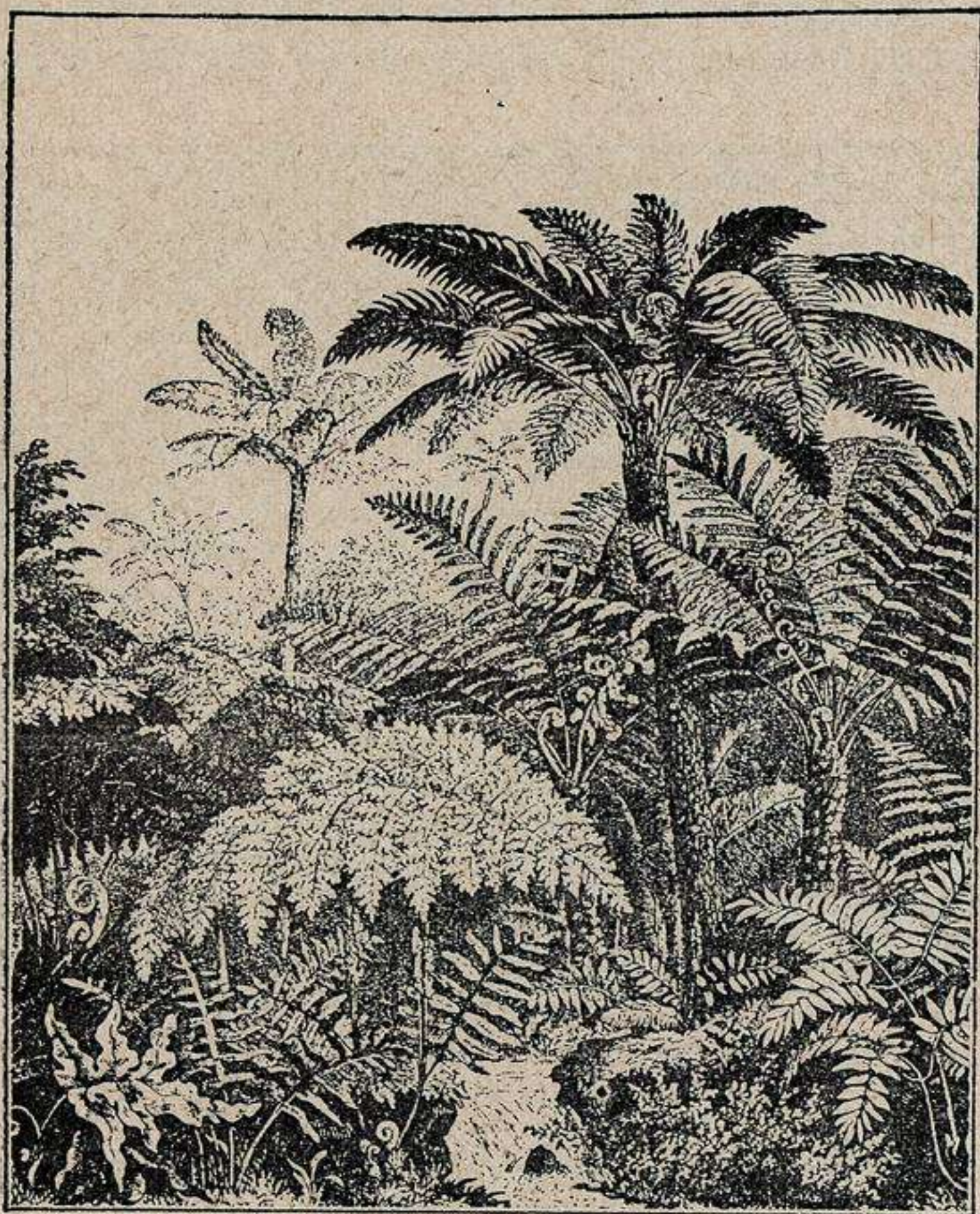
Vegetación de las pampas americanas

y de los árboles frutales, viéndose también extensas praderas y plantas oleaginosas, textiles y tintóreas.

Más hacia el Norte, lindante ya con la zona fría, ó poco menos, hay abundancia de pinos y abetos, que forman á veces extensísimos bosques.

En la zona templada del hemisferio Sur, la distribución vegetal viene á ser la misma, pero como en dicha zona las tierras ocupan menor extensión, en ella se cultivan muchas plantas de la zona tropical.

En esta última zona, que se llama también zona tórrida, es dónde se observa la vegetación más variada y más rica. Allí desaparece la monotonía que presentan las otras zonas; allí están las plantas más jugosas, de verdes



Vegetación de la zona intertropical (helechos arborescentes)

hojas y brillantes flores; allí se ostentan las palmeras, los cocoteros, los baobales y toda suerte de árboles gigantes; allí el calor y las constantes lluvias comunican á la tierra una fecundidad prodigiosa.

En dicha zona se producen el café, la cañamiel, el cá-

ñamo, el algodón, con multitud de plantas medicinales, tintóreas y oleaginosas; jugos vegetales, como el cautchouc, guttapercha, gomas, alcanfor, etc.; pero si el suelo está formado de materias porosas, como es la arena, entonces, cuanto más ardientes son los rayos del Sol, la



Vegetación de la zona intertropical (selva virgen)

esterilidad es más horrorosa, como sucede en los desiertos del África.

Por lo demás, así en lo grande como en lo pequeño, los vegetales se hallan derramados en la superficie terrestre y en el fondo de los mares, con maravillosa profusión.

ZOOLOGÍA

I

Los animales y sus clases

La *Zoología* es una parte de la Historia Natural que se ocupa del estudio de los animales.

Un animal, como una planta, tiene necesidad para vivir de un gran número de cosas.

Nosotros sabemos que todos los animales tienen, en primer lugar, necesidad de alimento y de una cierta cantidad de aire, de calor, de luz, etc.

Pero como no todos los animales están organizados de una misma manera, resulta que lo que conviene á unos no conviene igualmente á otros.

Si cogéis un pajarillo y lo sumergís en el agua, morirá asfixiado sin remedio. Por otra parte, sacad un pez fuera de las aguas, las cuales forman su elemento de vida, y observareis como al poco tiempo también perece. Un cor-

dero no comerá carne por más hambriento que se halle, mientras un lobo morirá de hambre en medio de una fértil pradera.

Así como no todos los animales pueden vivir y respirar en un mismo elemento, tampoco pueden morar en una misma zona del globo que habitamos.

Hay animales que para vivir desahogadamente tienen necesidad de una temperatura elevada, como los leones, camellos, etc., y éstos habitan la zona tórrida; mientras otros, como los osos blancos, los renos, etc., sólo pueden vivir en países de baja temperatura. Un oso blanco sufriría calor entre nosotros, habitantes de una zona templada, mientras que un camello, en un crudo invierno podría perecer de frío.

Figuraos que en un día muy hermoso emprendéis un paseo por una colina y os dirigís á un lugar en donde se encuentran varias rocas calentadas por los rayos del sol. De vez en cuando por entre aquellas rocas veréis aparecer alguna que otra verde lagartija que se solaza en aquellos sitios.

A la caída de la tarde descended después hacia el estanque ó á la húmeda pradera, y os apereibiréis del monótono canto de las ranas. Conducid una rana á las áridas y secas rocas de la colina, trasladando de allí una lagartija junto al estanque ó entre la húmeda hierba. ¿Qué sucederá?

Como estén dichos animales en libertad, la rana se dirigirá en busca de la humedad de la hierba ó del agua del estanque, y la lagartija huirá también hacia las secas y calentadas rocas.

Hay más todavía. En un lugar determinado viven algunos animales y allí se encuentran perfectamente. Pero con el tiempo, ó de repente, por cualquier causa, aquel

lugar varía de aspecto, sufre un cambio radical. Qué pasa entonces?

Una cosa muy sencilla. Como las condiciones de aquel lugar no son las mismas, los animales que allí vivían no encontrarán lo que necesitan y morirán si no desaparecen; mientras otros de distinta naturaleza poblarán aquel mismo lugar, porque hallarán en él las condiciones indispensables á su existencia.

El reino animal, como el vegetal, está formado por un gran número de especies. Los naturalistas, como podéis comprender, han tenido necesidad de reconocer todos aquellos animales más ó menos parecidos, no precisamente por su forma, sino más bien por sus caracteres, á fin de formar agrupaciones que sirven para estudiarlos mejor; esto es, los han *clasificado*, de la misma manera que hemos visto con los vegetales.

Primeramente los han dividido en dos grandes grupos, que se llaman *vertebrados* é *invertebrados*. Al primer grupo pertenecen todos aquellos animales que tienen vértebras ó espinas ó huesos, esto es, partes duras en el interior del cuerpo, y el segundo grupo lo forman aquellos otros animales sin huesos ni espinas, es decir, cuyo cuerpo es generalmente blando.

En el gran grupo de los vertebrados encontramos los *mamíferos*, las *aves*, los *reptiles*, los *anfibios* y los *peces*; y en el otro gran grupo de los invertebrados se encuentran los *insectos*, los *moluscos*, los *anélidos*, los *crustáceos*, los *zoofitos* y los *infusorios*.

Dentro de cada una de estas *clases*, cuyos nombres varían según los autores, se establecen, luego, *órdenes*, *familias*, *géneros* y *especies*, hasta llegar á los *ejemplares* ó *individuos*, que lo forman el animal que se estudia.

Nosotros empezaremos por estudiar la última de las especies, ó sea la de los infusorios para llegar en progresión ascendente al sér humano ú hombre.

II

Animales invisibles

No podemos dar un paso ni lanzar una mirada en torno



Infusorios

nuestro, sin encontrar en todas partes millares de seres vivientes, no ya de aquellos que se pueden observar fácilmente, sinó de muchos otros, de un sin número que, por su pequeñez, no se descubren más que con el auxilio de un buen microscopio.

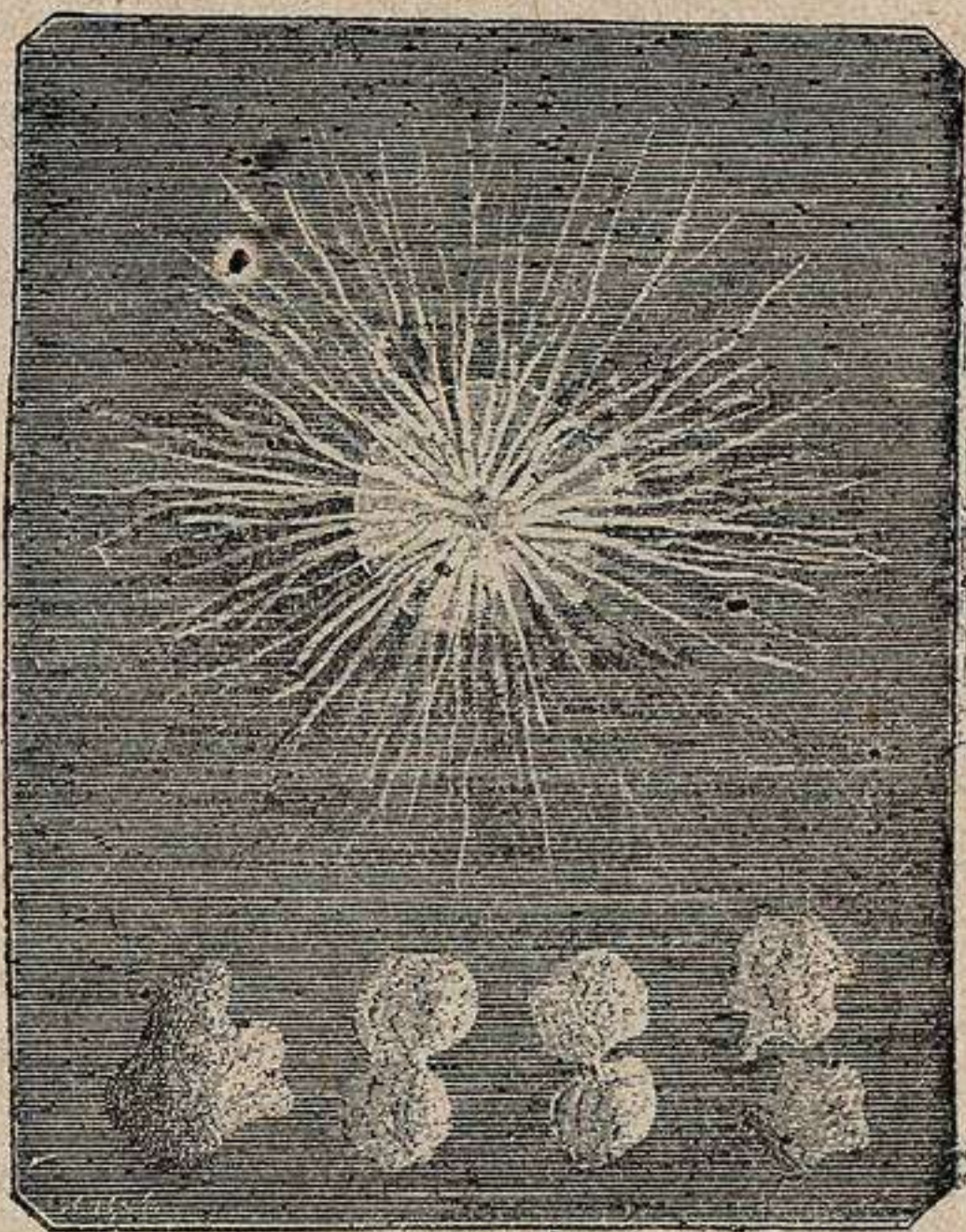
Estos animales se hallan dotados de un verdadero organismo, con sus aparatos vitales de una estructura maravillosa para poder

ejercer las funciones necesarias á su existencia.

Allí donde no vive una planta; en los lugares más fríos del globo cuya temperatura no puede resistir ningún sér viviente, se agitan estos animalitos y resisten al frío más terrible.

Principiemos por el agua. En las profundidades del mar, en las aguas de los ríos y en el fondo de los estanques y lagunas, hormiguea una infinidad de seres invisibles.

Si examinaseis con la lente de aumento una gota de agua recogida de un pantano ó de un simple vaso en donde hubieseis echado lesde el día anterior algunas pajitas de heno viejo, la veríais poblada de una infinidad de globu-



Infusorios

litos transparentes, animales llamados *infusorios*, que van y vienen, suben y bajan, se persiguen y luchan incesantemente.

En cuanto el agua se evapora, aquellos animalitos se arrollan, se achican, quedan inertes, pero rodeados de una capa protectora para volver de nuevo á la vida, cuando de nuevo aparezca el agua.

Veamos el aire. A cada paso decimos aire puro y nunca

lo es. Dejad entrar en una habitación cerrada un rayo de luz. ¿Observais un surco luminoso en el cual flotan cuerpecillos ténues y ligeros que se agitan, suben y bajan á tenor de las agitaciones del aire?

Iluminad esa columna aérea con luz eléctrica y descubriréis más y mejor legiones enteras de cuerpecillos extraños á la atmósfera gaseosa, llena en todas partes de esas animadas po varedas. Aplicando á ellas la lente, veremos allí multitud de seres vivientes, plantas microscópicas y huevos de animales inferiores, todo ello confundido con filamentos de lana ó algodón y fragmentos varios que del suelo se levantan.

Examinando ahora con el microscopio un solo tallo de hierba, se verá que es el refugio de una inmensa población viviente, sobre todo de muchísimos huevos. Estos son innumerables en el musgo de las cubiertas reseca por los ardores del Sol durante el verano, y cuando se miran con la lente parecen granitos de arena.

Nosotros mismos no nos imaginamos, por fortuna, la invisible población que devora nuestros tejidos y acaba alguna vez por destruirlos. En los intestinos se descubren muchas veces grandes masas de *vibriones* que salen del cuerpo mezclados con los excrementos, verdaderas anguilas, unas perceptibles y muchísimas que se escapan á la vista.

Nuestra boca se halla también habitada por millares de *microzoarios*, y el sarro de los dientes algo descuidados no es otra cosa que un osario microscópico compuesto de sus esqueletos calizos.

La *triquina* existe en los intestinos de los cerdos; allí vive y se fecunda; y cuando los despojos de estos animales son comidos por el hombre, estos *microbios* escogen por morada también los intestinos nuestros y luego se

mezcla con la sangre, viviendo á expensas de nuestra salud.

Una enfermedad desastrosa para el ganado, porque mata todos los años á miles de carneros y hasta bueyes, es el *carbunco*, que reconoce por causa el desarrollo de vegetales pequeñísimos semejantes á un hilo de cristal en el cuerpo de aquellos animales.

Las *bacterias* son también cuerpos orgánicos muy pequeños que se encuentran en muchas sustancias en putrefacción, dando origen con sus fermentaciones á enfermedades terribles; y lo mismo los *bacillos* como el del tifus y el del cólera y también los de la viruela y la difteria.

Todos estos pequeñísimos seres de suyo imperceptibles á la vista están dotados de una organización especial, y quién sabe si son á su vez morada de otros seres de un orden inferior. Todo lo podemos suponer de los sabios destinos de la Providencia.

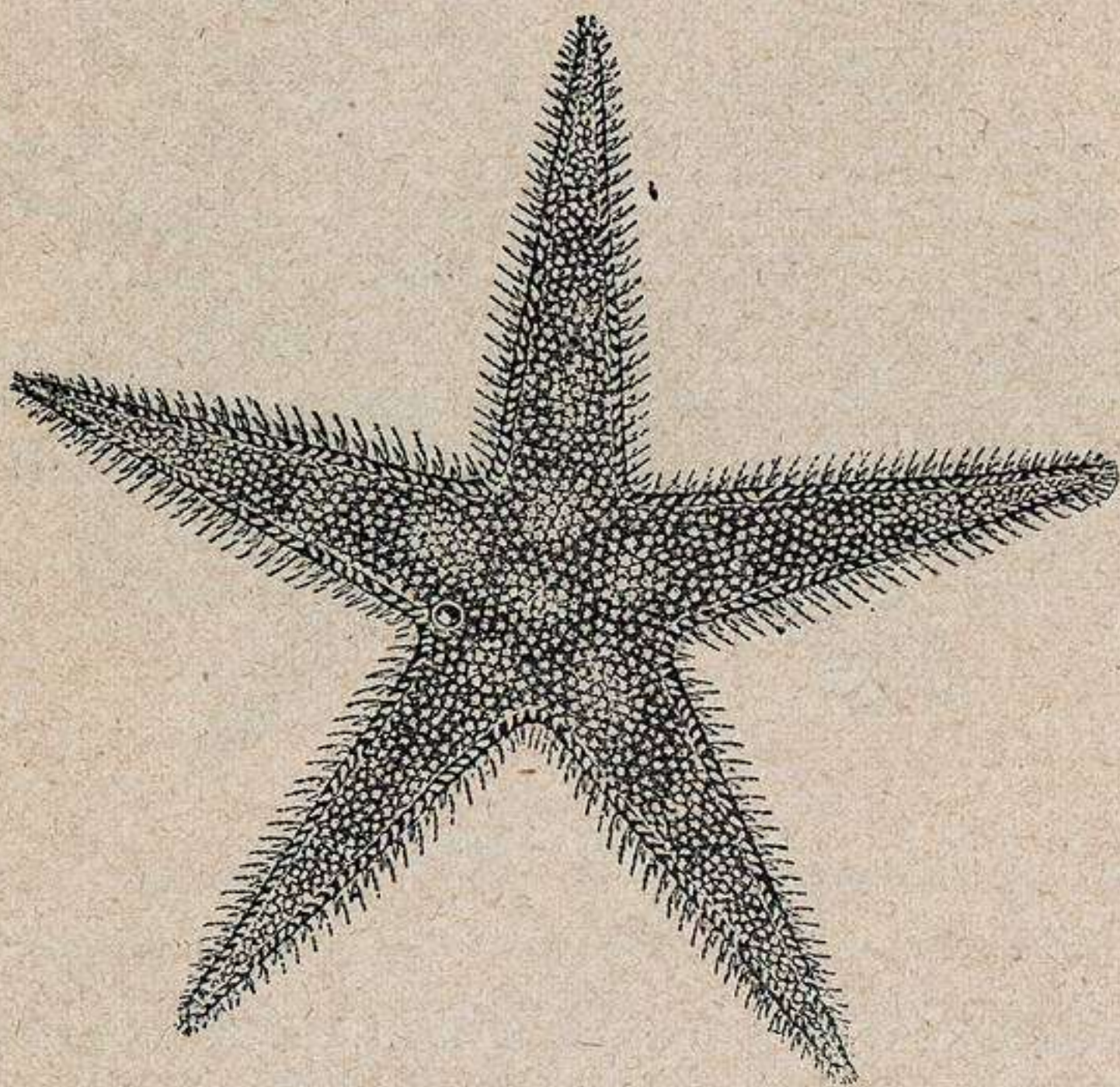


Trichina

III

Los animales-plantas

Hay unos animales que, por su analogía con los vegetales se les llama *animales-plantas*, pero en términos-



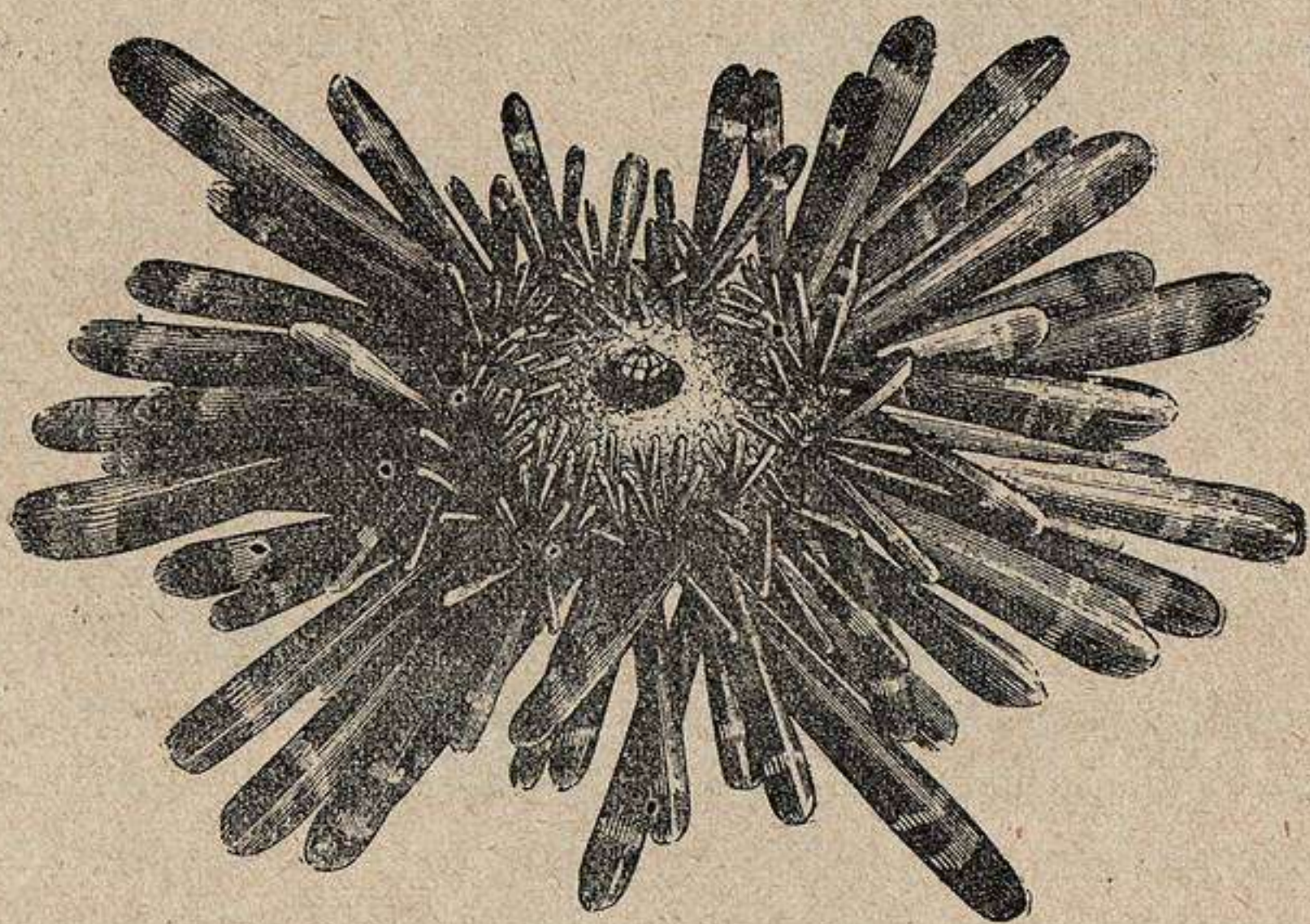
Estrella de mar

más científicos se dicen *zoófitos*. Muchos naturalistas clasifican como zoófitos á los *infusorios* de que acabamos de hablar.

La organización de los zoófitos es la más sencilla y ru-

dimentaria en el reino animal, presentando la mayor parte una forma radiada ó esférica, por cuya razón se les conoce también con el nombre de *radiados*.

En su estructura se manifiesta escasamente en los zoófitos el sistema nervioso, lo mismo que el aparato circulatorio y de respiración. Tampoco se les conoce órganos especiales de los sentidos, observándose tan sólo en ellos



Erizo de mar

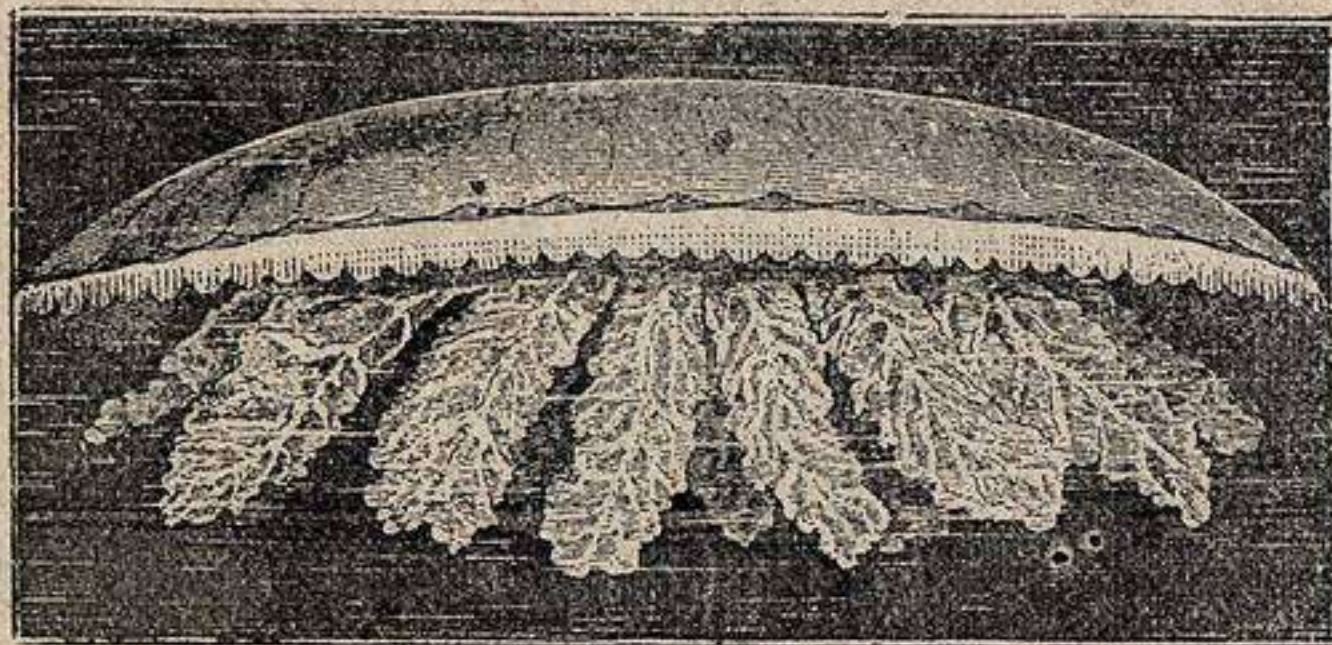
un tacto pasivo muy limitado y ligeros movimientos producidos por la contractilidad.

Respecto al aparato digestivo de los zoófitos, aparece por punto general con una sola abertura de conformación sencilla que desempeña simultáneamente las funciones de boca y ano. Su reproducción es ovípara, y algunos se reproducen por sí mismos.

Figuran en primer lugar entre los zoófitos el *erizo de*

mar y la *estrella*, de la clase de los *equinodermos*. Estos animales están protegidos por un esqueleto sólido, atravesado en el erizo por una infinidad de agujeros y armado de púas ó espinas. Se alimenta de pequeños mariscos que agarra con sus tentáculos membranosos, y se lleva á la boca, que está situada en la parte inferior del cuerpo. En cuanto á la estrella de mar, se halla conformada por cinco radios, en cuyo centro se halla la boca. Este zoófito es voraz en extremo.

Forman también parte de los zoófitos los *gusanos intes-*



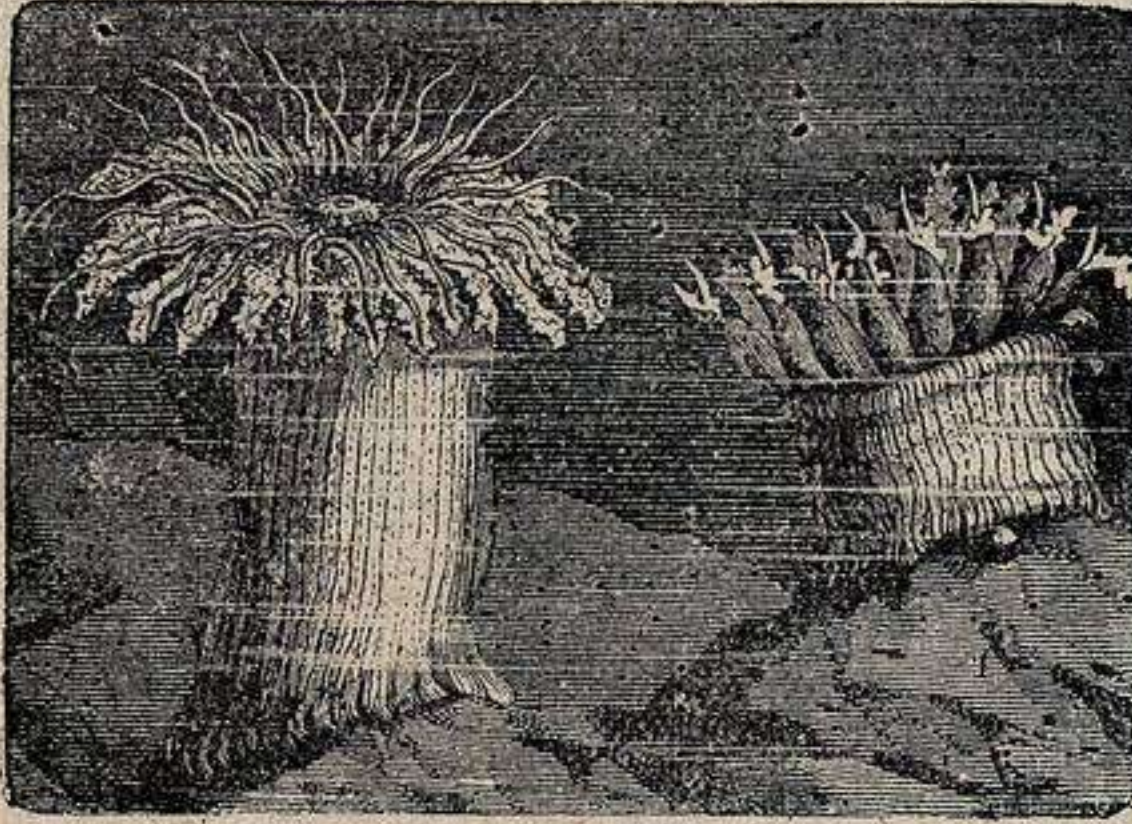
Medusa

tinales, los cuales viven y se multiplican en el interior del cuerpo de los demás animales, y no solo en el estómago, sinó también en las fibras musculares, en el tejido celular, en el cerebro y hasta en el hígado.

Otros animales pertenecientes al tipo que nos ocupa, son las *medusas*, que flotan en las aguas del mar. Tienen el cuerpo convexo por la parte superior y ligeramente cóncavo por la inferior, en donde tienen la boca con un gran número de apéndices carnosos, destinados en algunas especies á suplir aquella. Las medusas permanecen en

la superficie de las aguas, marchando sobre ellas por el

impulso de los vientos.

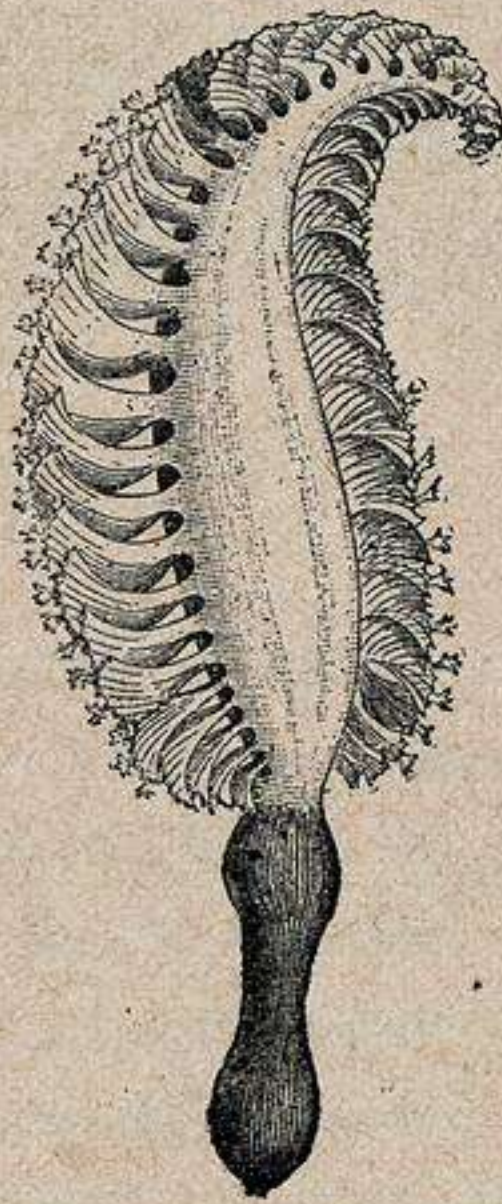


Políperos

Hay otra especie de animales que, reunidos en gran número y agrupados los unos sobre los otros, forman masas diversas,

en las cuales se encuentra reunida una serie de genera-

ciones, las cuales gozan de una vida común; de modo, que lo que aprovecha á unos, aprovecha igualmente á todos. Estos animales son los *pólipos*, y todos juntos en su habitación común, córnea ó caliza que sea, forman un *polípero*.



Penátula ó veretila

Los *políperos* están formados por sustancias producidas por los *pó-*

lipos, como son el *coral*, las *madréporas*, y las *esponjas*.

El *coral* es un hermoso polípero que se encuentra en el Mediterráneo y en el mar Rojo á diferentes profundidades. Tiene la forma de un arbusto, cuyo tronco está fijo á una roca; su naturaleza es calcárea y su color rojo ó rosado, ofreciendo en su superficie una infinidad de agujeritos, en cada uno de los cuales hay un pólipo alojado. Estos animales son los que segregan la materia calcárea de que está formado el coral.



Esponja

Las *madréporas* son también políperos arborescentes formados por la reu-

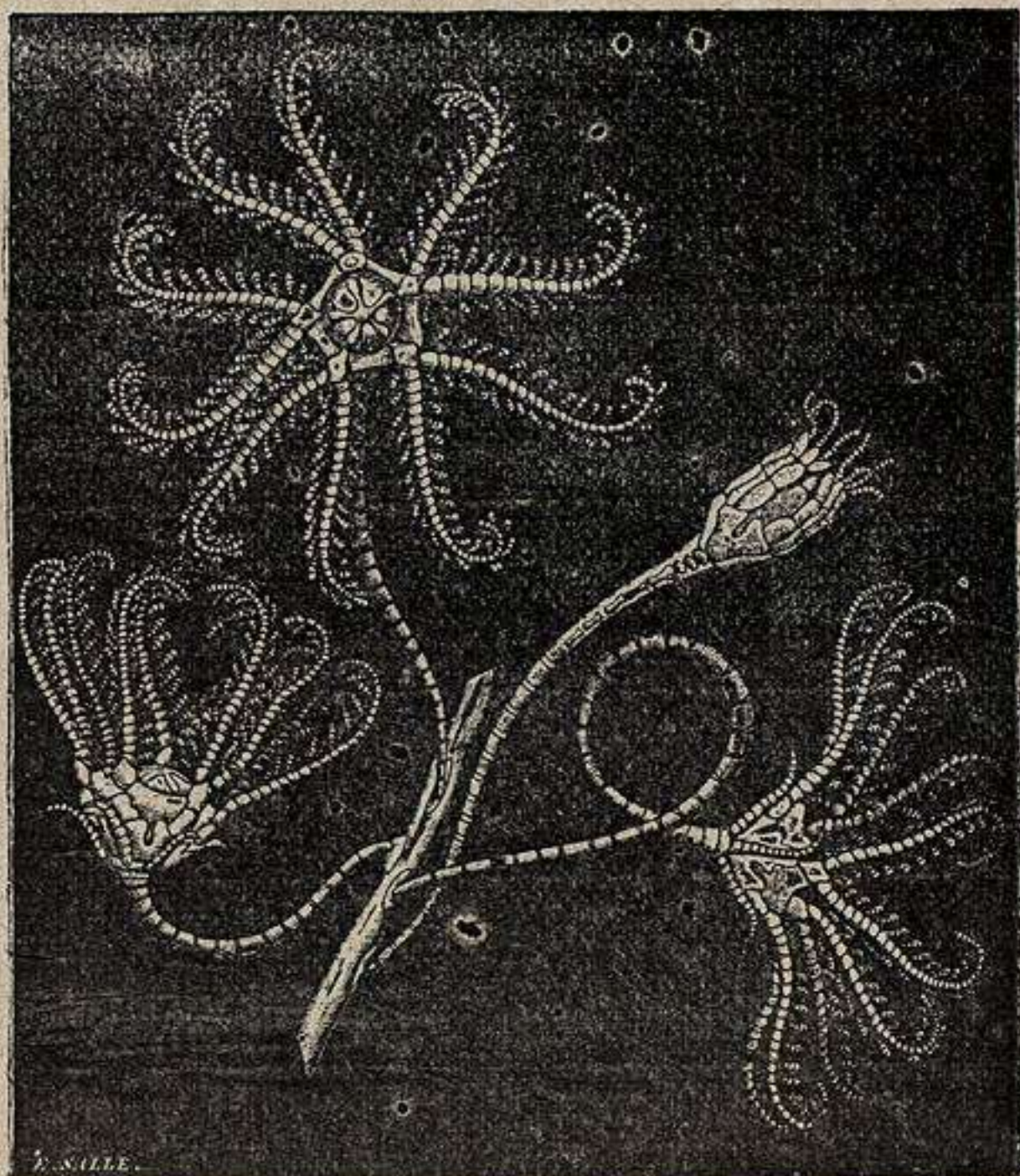


Esponja

nión de un gran número de celdillas dispuestas en forma de radios. También las forman los pólipos del mismo nombre, segregando la materia calcárea que las constituye. En algunos mares, especialmente en el Pacífico, hay islas enteras que pueden considerarse de origen madreporico.

Todos conoceis las esponjas. Son unos seres acuáticos que se encuentran mayormente en el mar y de un modo especial en

los mares tropicales. También las hay en el Mediterráneo, y se hallan siempre á poca profundidad, pegadas á las ro-



Hidra

cas. Cuando se saca la esponja del mar, ésta se halla cubierta de una materia mucosa, la que se separa por medio del lavado. Aquello es la materia viva. Las esponjas que se venden ya preparadas no son más que esqueletos de aquellos zoófitos.



Madre perla

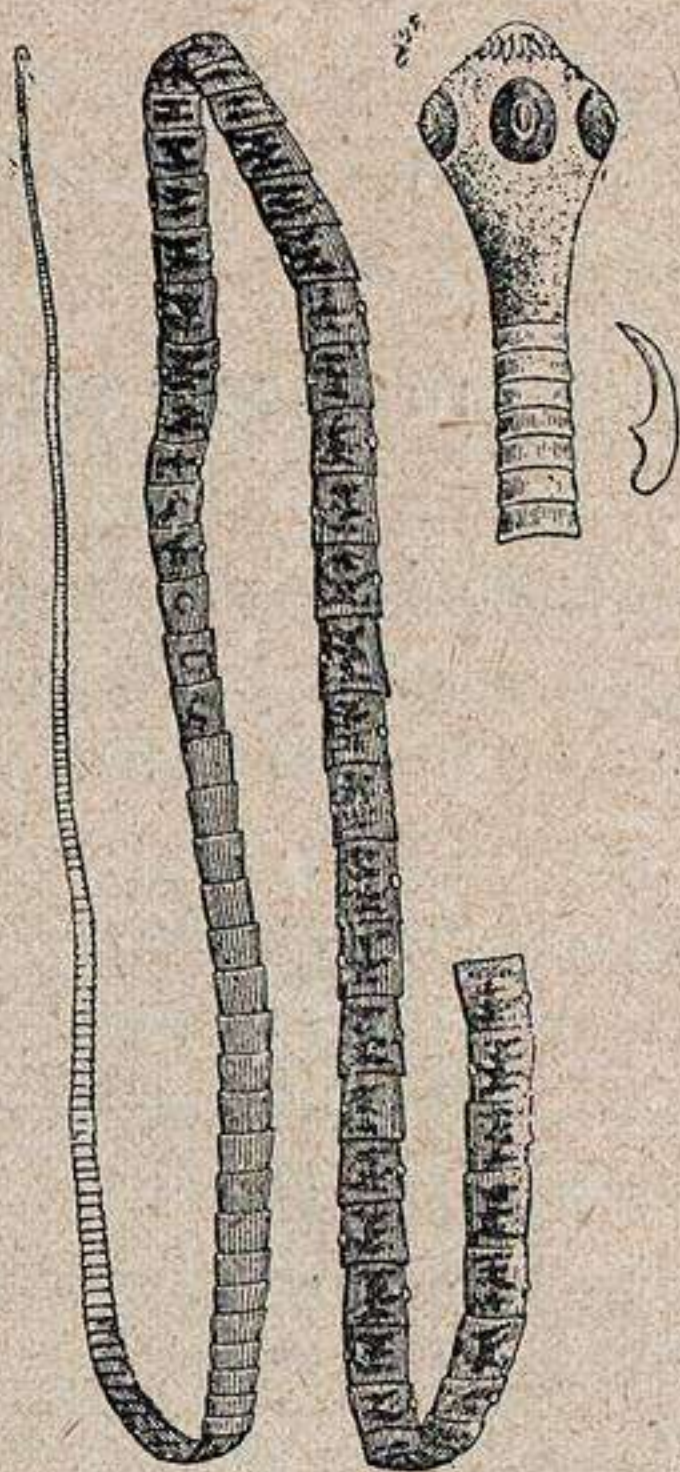
Dejaremos de hablar de algunas otras especies de animales-plantas, como las *ortigas de*

mar, actinias, hidras, etc., para referirnos á la *tenia* ó *lombriz solitaria*.

Las *tenias* son animales de cuerpo estrecho, largo y aplanado como una cinta á propósito por vivir en los intestinos de los vertebrados, en donde se aloja perfectamente.

Existen numerosas *tenias*, pero entre las principales se menciona la lombriz solitaria, llamada así por la falsa idea de creerse antiguamente que no podía existir más que una en el cuerpo de un mismo individuo.

Habita la *tenia* en el tubo intestinal del hombre y de muchos mamíferos, extendiéndose en una longitud á veces de 3, 4, 5 y más metros y se nutre del quilo que toma por medio de sus chupadores.



Tenia ó solitaria

IV

Los moluscos: anélidos y crustáceos

Siguiendo la escala de progresión ascendente que deseamos presentar, después de examinar los zoófitos vamos á examinar unos animales cuya naturaleza en algunos de ellos poco difiere de aquéllos, pues su instinto sólo se reduce á la conservación de su existencia.

Nos referimos á los *moluscos*, animales sin esqueleto interior, de cuerpo blando generalmente, pero envuelto en una membrana llamada *manto*, en algunos endurecida, en cuyo caso toma el nombre de *concha*.

Observad la mayor parte de estos animales, que muchos de ellos viven en el mar. Observad las *lapas*, *ostras*, *almejas*, *madre-perlas*, etc.

Tan insensibles á la tempestad como las rocas y guijarros que les rodean, permanecen inmóviles en su sitio, y cuando se les coge, ni siquiera demuestran la menor agitación.

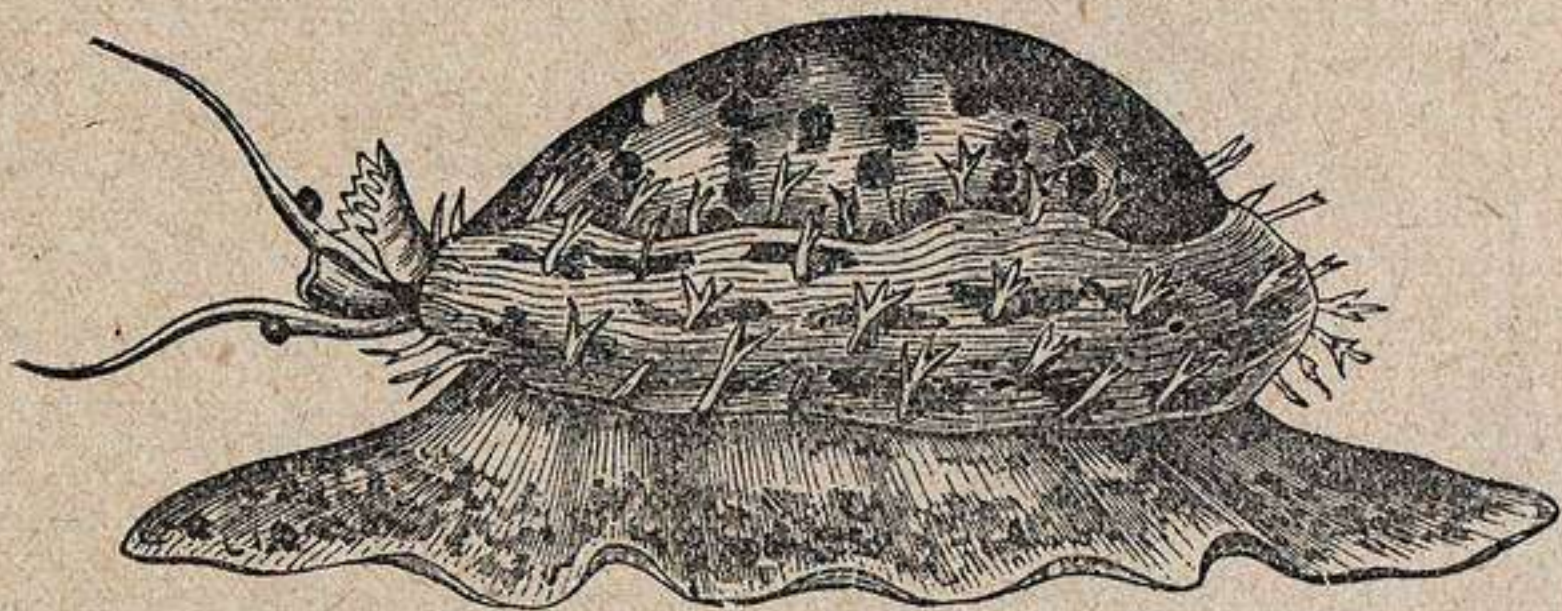
Las *lapas* son muy numerosas: parecen botones pegados á las rocas, á las que se adhieren fuertemente. Estos animales, como muchos otros, no tienen cabeza, por cuya razón se les llama *acéfalos*.

Las *ostras* se distinguen por su concha bivalva, esto es, compuesta de dos piezas y muy irregular, de un color más ó menos blanco y á veces nacarado. No tienen pié y carecen de tentáculos, y por consiguiente no se pueden mover del sitio donde nacieron. Pasan la vida en abrir y

cerrar su concha y no reciben otro alimento que el que les lleva el agua.

Las *almejas* tienen la concha oblonga y también bivalva; pero se halla libre, es decir, puede cambiar de sitio y se encuentra en el mar como en el agua dulce, bien que en especies diferentes.

Las *ostras perleras* ó *madre-perlas* producen en el interior de su concha unas concreciones globulosas y nacaradas, á las que se da el nombre de perlas, las cuales se encuentran generalmente adheridas á la parte interna de



Caracol porcelana

la concha. Las conchas que no tienen perlas se aprovechan para obtener el *nacar* que está formado por las capas más internas, cuya sustancia se encuentra también en otras conchas.

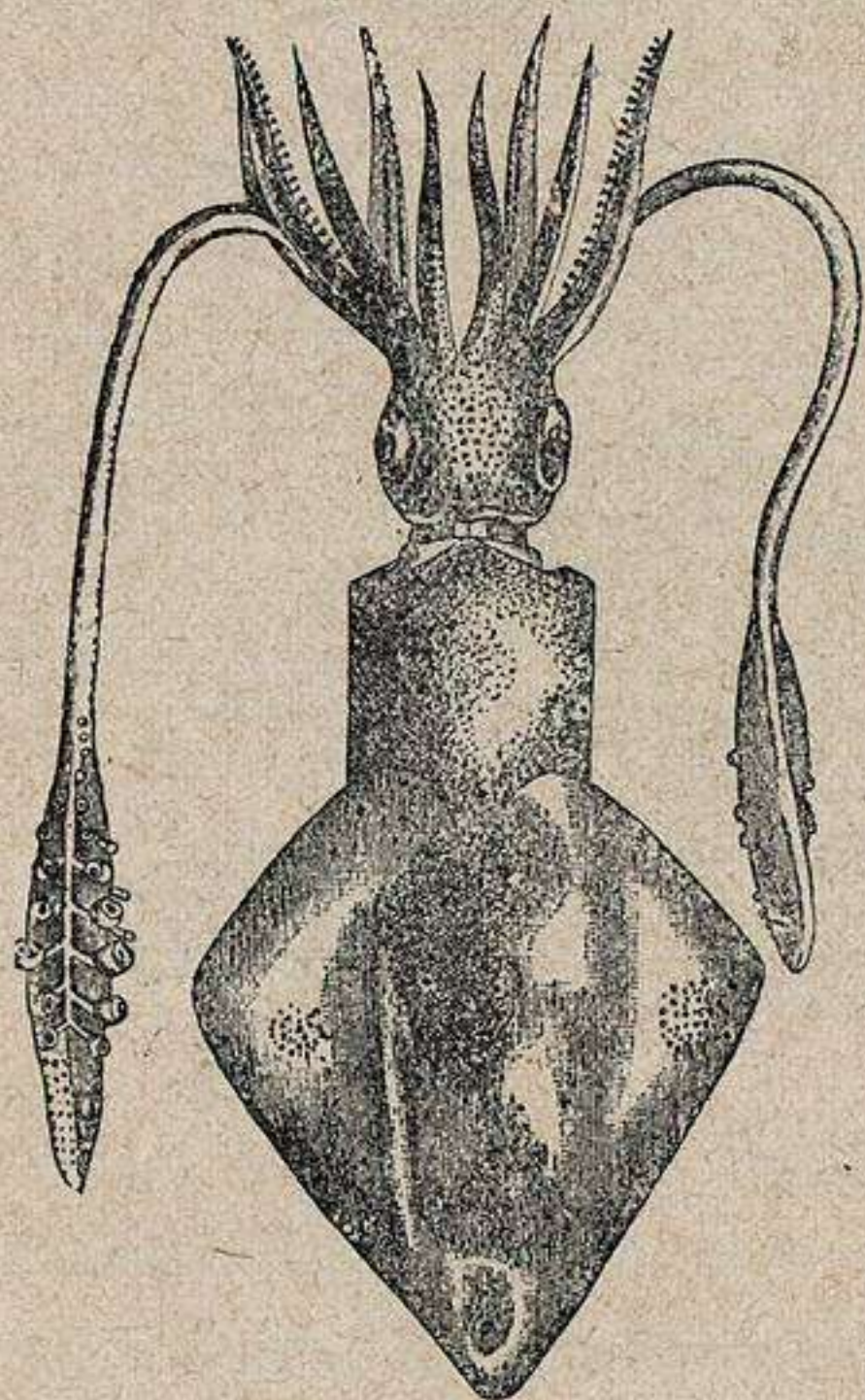
El tipo de los moluscos es variado. Pertenecen á la clase de los *gasterópodos* un gran número de moluscos, desnudos algunos y otros con concha univalva, que son los más, los cuales presentan ya en su cabeza con dos ó cuatro tentáculos y ojos muy sencillos.

De esta clase son las *babosas* y los *caracoles*. Los primeros tienen el cuerpo prolongado con dos pares de ten-

táculos y un pié carnosos tan largo como el cuerpo del animal. Se llama también *limaco* y se lo encuentra entre las plantas húmedas de que se alimenta.

Se conocen más de doscientas especies de *caracoles* es-

parcidos en todas partes. La concha que los cubre y que arrastran llevándola sobre el dorso, está formada por un tubo arrollado en espiral. El cuerpo del animal llega hasta el fondo.



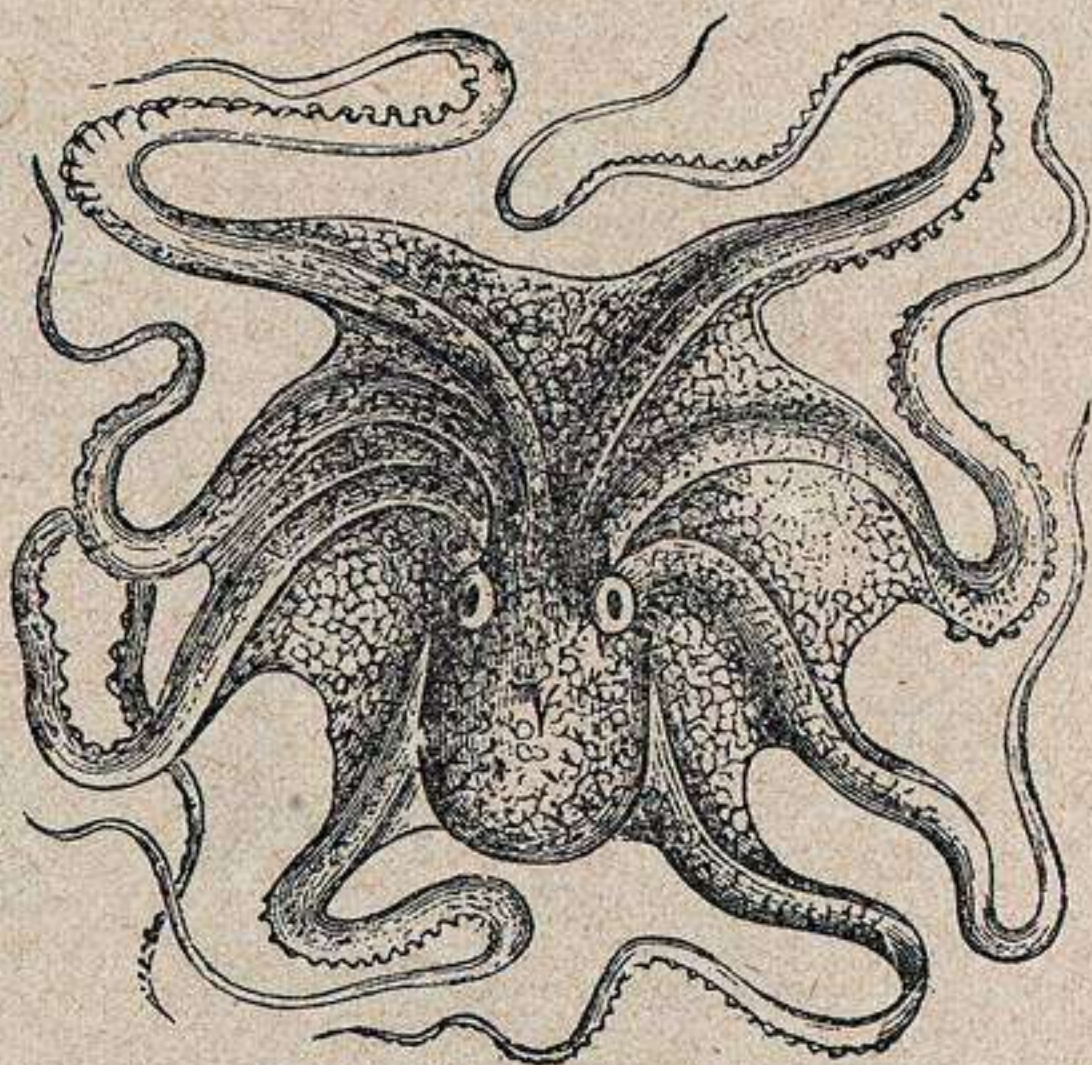
Sepia

Veamos otros moluscos: los *cefalópodos*, á cuya clase pertenecen la *jibia*, el *calamar*, el *pulpo*, el *argonauta* y el *nautilo*.

Estos son los moluscos más complicados; respiran por branquias y su cabeza está coronada por aquellos brazos llamados tentáculos, de los que se sirven para nadar y agarrarse á los objetos. Generalmente tienen en la boca un fuerte pico.

La *jibia* lleva en el dorso una concha llamada *hueso de jibia* y también *escudo*; el *calamar*, aunque de cuerpo más cilíndrico, tiene la misma organización, sólo que en vez de hueso, lleva una lámina delgada ó *lanza*. Ambos moluscos tienen debajo del cuello un conducto por el cual derraman un líquido negro.

Los *pulpos* están privados de concha, pero sus ocho tentáculos son excesivamente largos y se hallan cubiertos de ventosas, siendo tal la fuerza de ellos que el animal que enlazan no lo sueltan. Hay pulpos muy grandes que en el mar pueden paralizar la acción á un hombre.



Pulpo

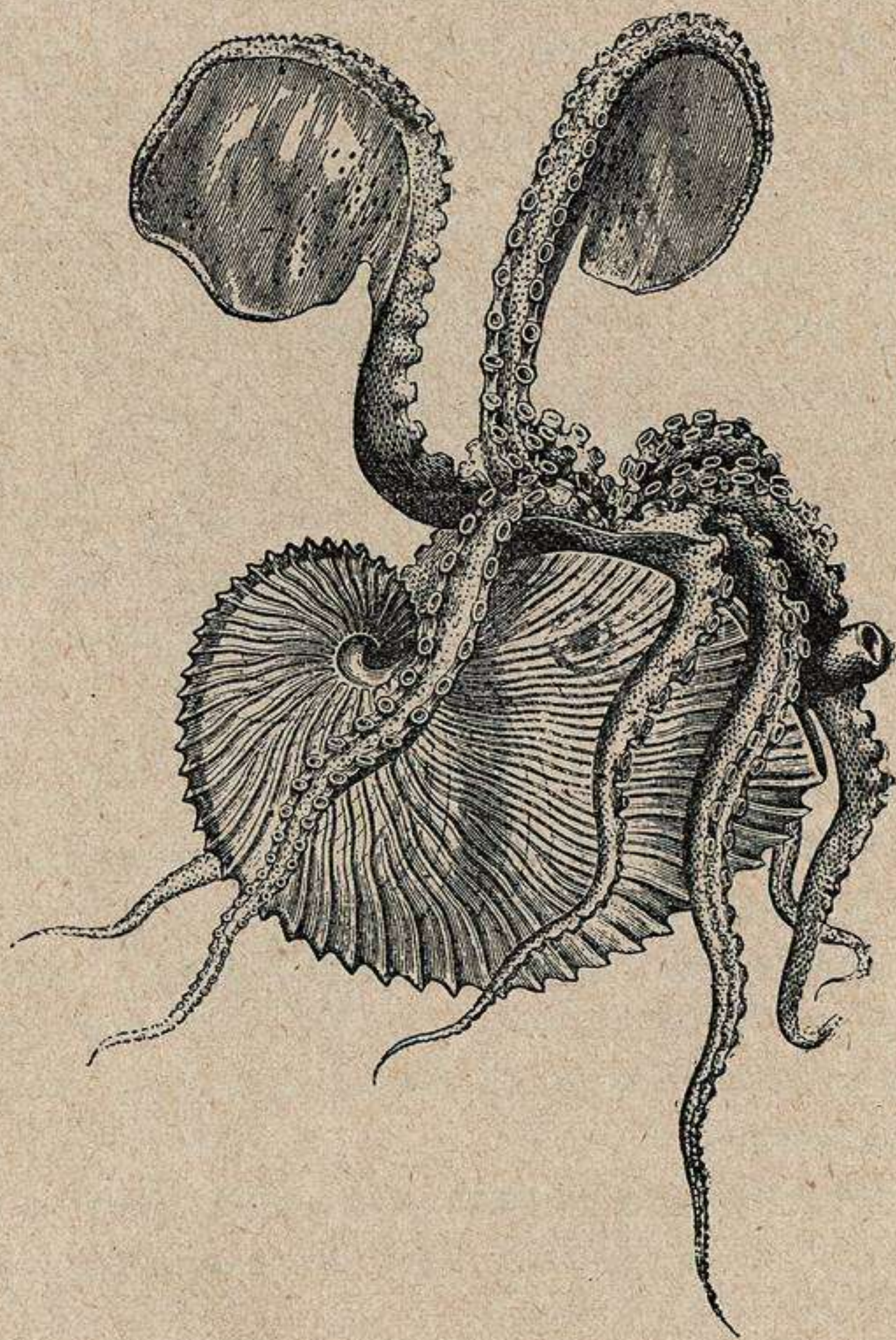
También el *argonauta* tiene ocho tentáculos provistos de

ventosas. Encerrado este cefalópodo en su concha, que sobrenada como una barquilla en la superficie de las aguas, se sirve de aquéllos como de remos y hasta los ensancha en forma de velas para dejarse llevar por los vientos. Este molusco se ha considerado como emblema de la navegación.

Muy parecido al argonauta es el *nautilo*, pero es poco conocido á causa de vivir casi siempre metido en su concha.

Vamos á tratar ahora, aunque muy brevemente, de otros animales ya articulados ó anillados, cuyo cuerpo largo y delgado está formado por anillos movibles, pues carecen de miembros. Estos forman la clase de los *anélidos*, entre los cuales merecen mencionarse las sanguijuelas y las lombrices de tierra.

Las *sanguijuelas* viven en aguas estancadas ó de escasa corriente, y entre sus varias especies se presenta como más importante la *medicinal*, que, además de la ventosa ó



Argonauta

chupador, por cuyo medio se fija, posee también algunos dientes capaces de perforar la piel.

La *lombriz de tierra* tiene el cuerpo prolongado y ei-

límpido y formado por muchos anillos movibles. Es muy voraz y vive en las tierras húmedas y grasas.

Son animales articulados también los *crustáceos*, cuya clase es propiamente *acuática*, abrazando las



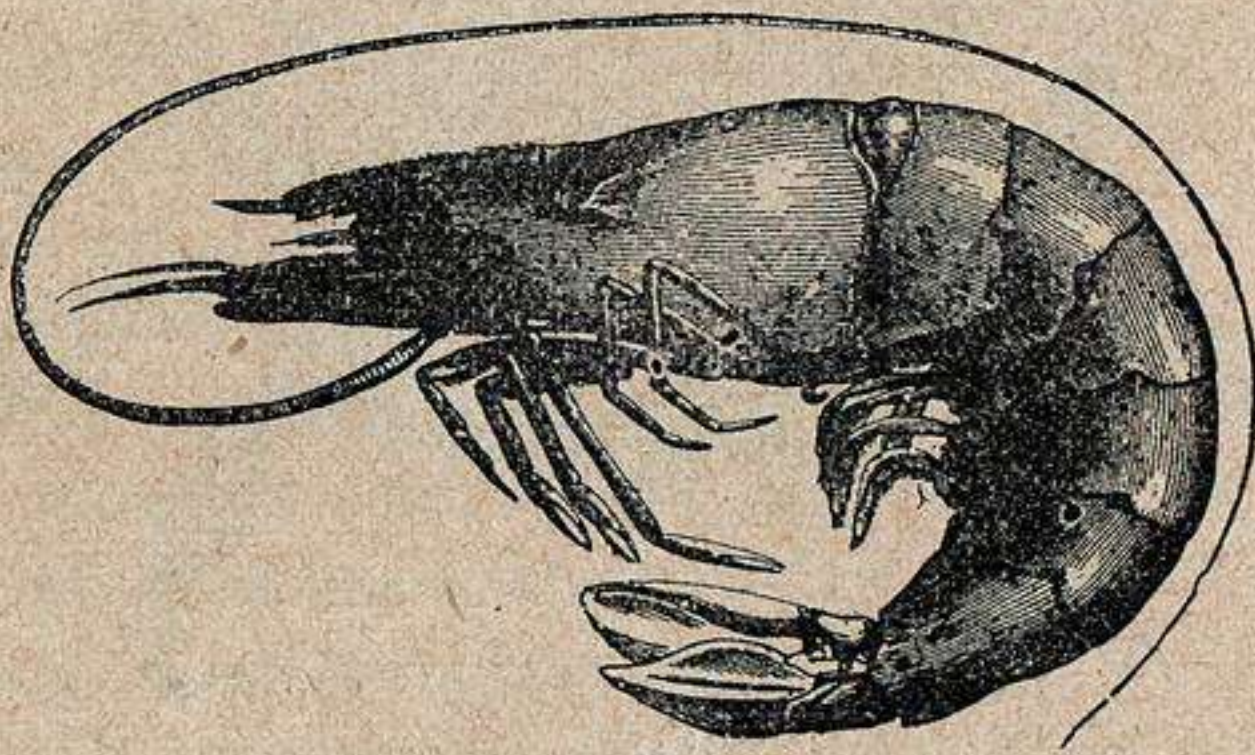
Lombriz



Arenícola
de pescadores



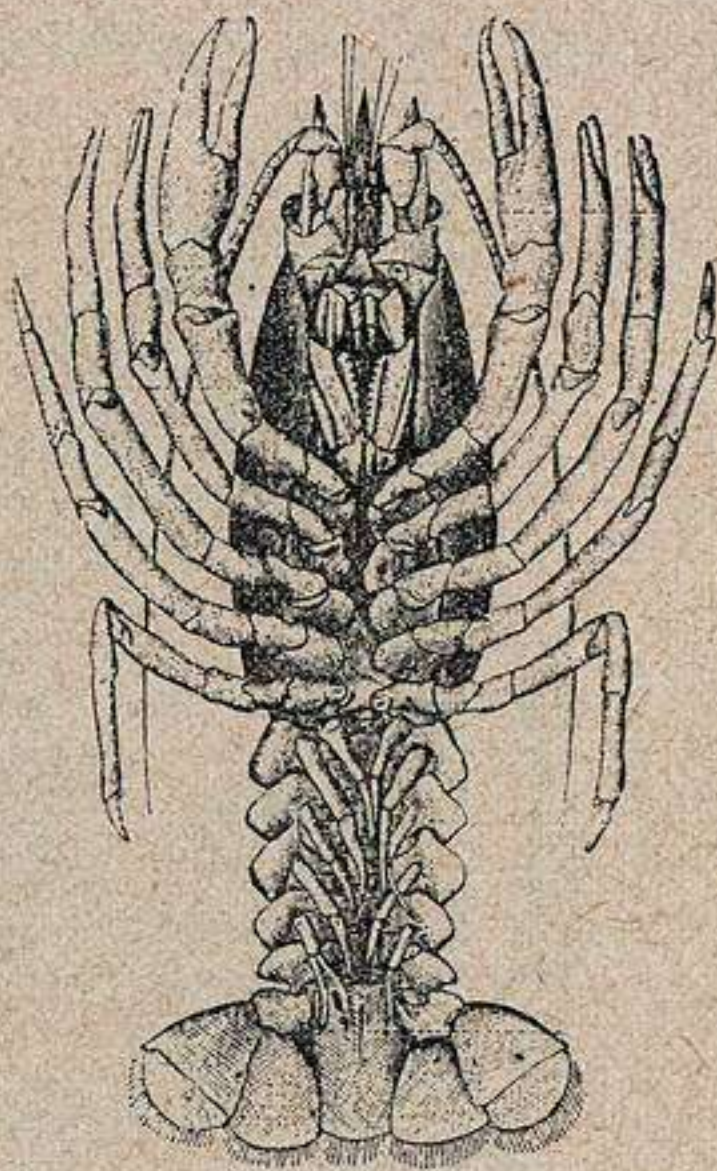
Bernardo el ermitaño



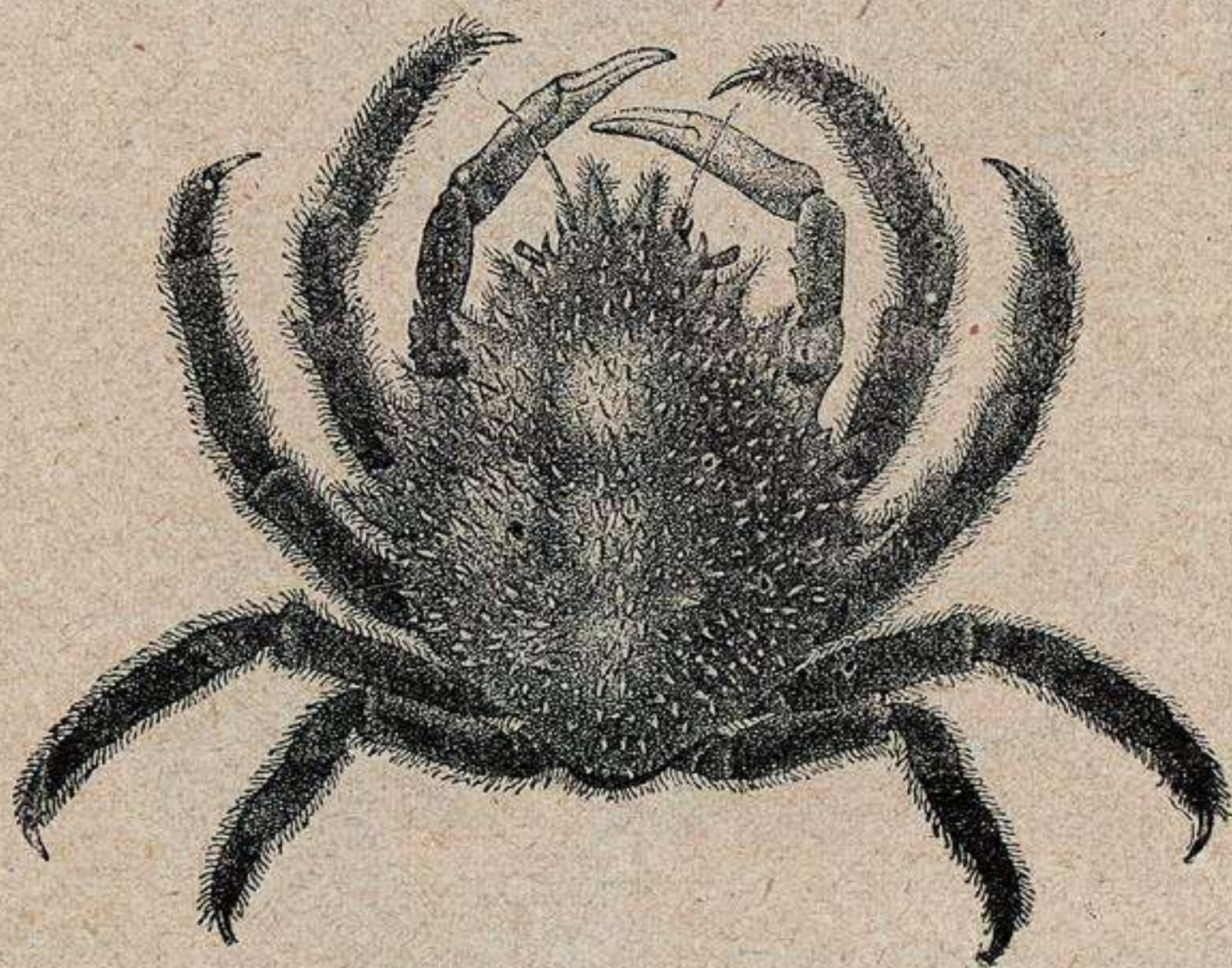
Creveta

langostas, los *cangrejos*, *langostines*, *camarones* y algunos otros.

Estos animales que tienen por piel una costra, de donde se deriva su nombre de *crustáceos*; poseen una propiedad común: tal es que cuando por cualquier accidente pierden uno ó varios miembros, con el tiempo los reponen.



Cangrejo



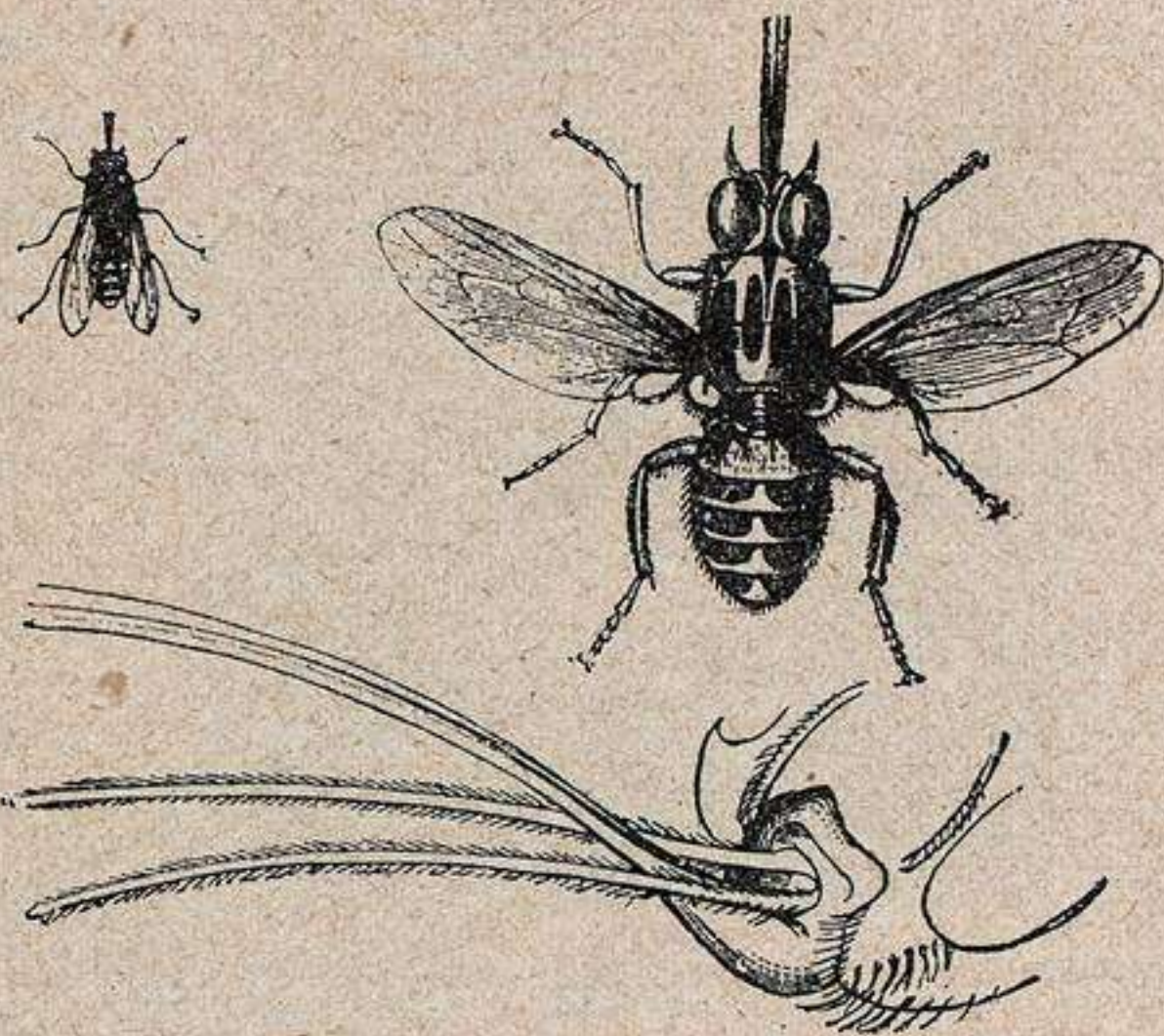
Craba

V

Los insectos

Los insectos constituyen la clase más numerosa del reino animal. Por su aspecto estos animales son fáciles de reconocer. Su cuerpo está dividido en tres partes: la cabeza, el tórax y el abdomen ó vientre.

Generalmente los insectos tienen tres pares de patas y algunos tienen alas delgadas y transparentes, como las moscas, ó coloreadas y opacas, como las mariposas.



Mosca tsé-tsé

Los insectos viven en todas partes y pululan siempre á nuestro alrededor. En el aire, en el agua, en nuestro cuerpo, en el de los animales y de las plantas, en cualquier sitio encontraréis insectos.

Nosotros sabemos que cada animal se halla organizado para vivir en el elemento que le es propio. Pues bien; ya

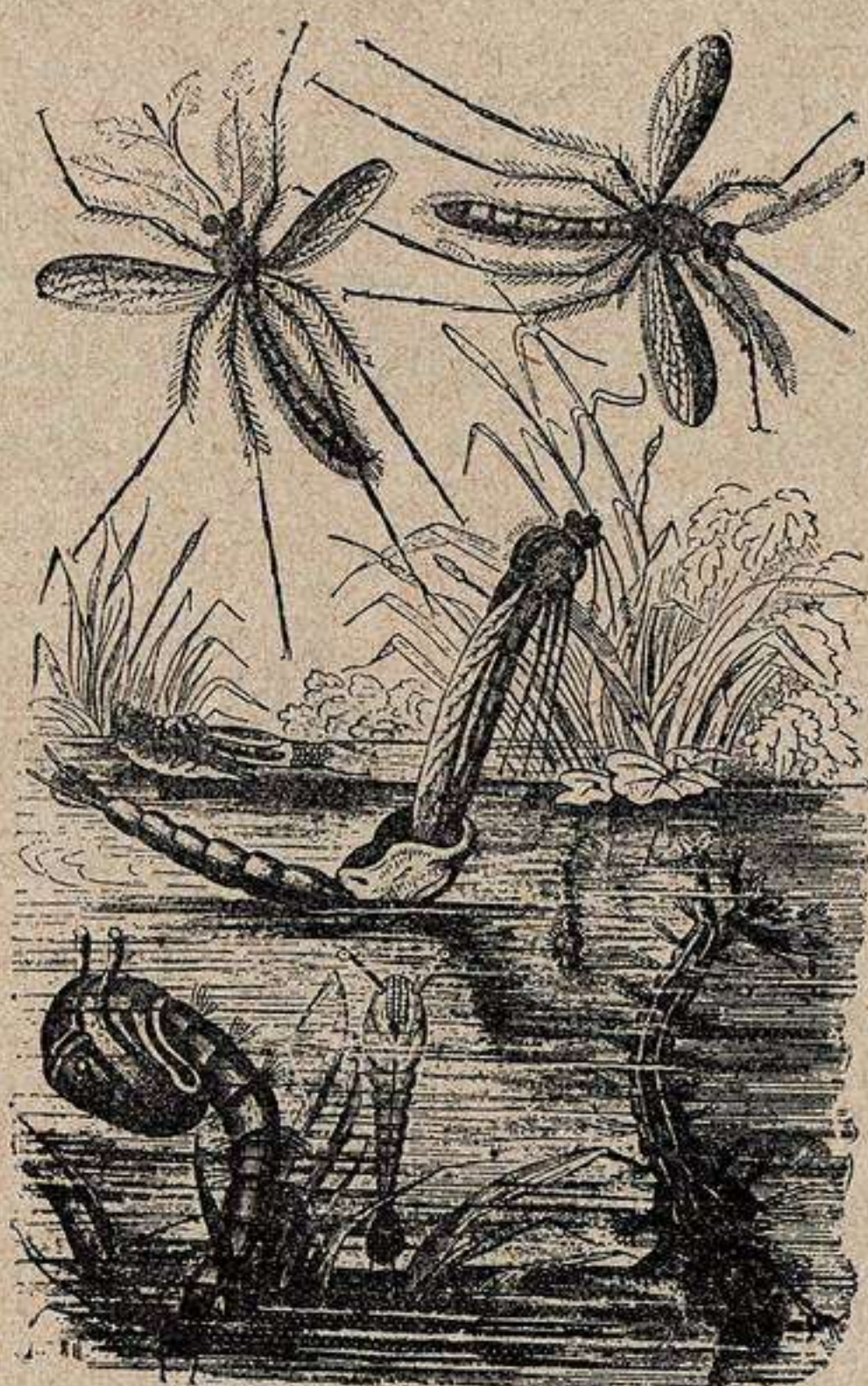
que los insectos puedan vivir en todas partes, es necesario que descubramos en ellos variedades muy interesantes de organización, de aptitudes y de costumbres.

Examinemos una *mosca* común aplicándole la lente, y

observaremos que los ojos de ese animalito ocupan gran parte de su cabeza. Aquellos ojos son múltiples.

Luego vienen las *antenas*, esos cuernecillos delicados que tiene la mosca. ¿Para qué le sirven las antenas?

Observad á ese insecto cuando marcha sobre un objeto cualquiera. Se sirve de las antenas como el ciego del bas-



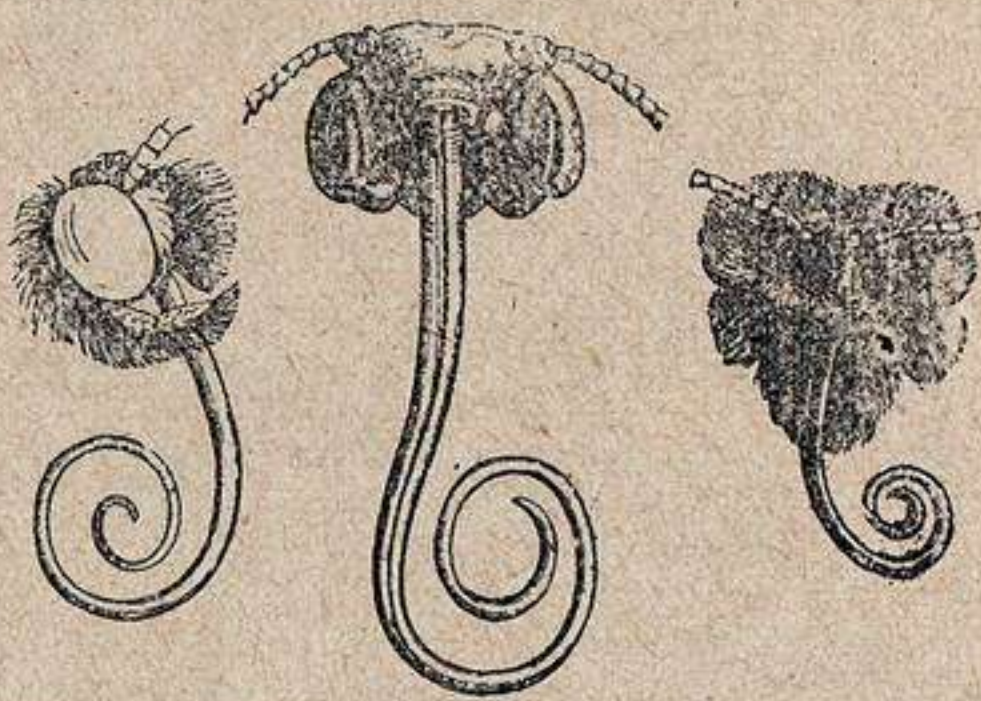
Mosquito

tón; con ellas el animal tantea el terreno, y no avanza por él si aquellos órganos no le comunican impresiones convenientes.

Así, pues, las antenas son para los insectos los órganos del tacto, y quién sabe si de muchas otras impresiones. Cuando dos hormigas se encuentran, se comunican por medio de estos órganos. ¡Quién sabe los secretos que se confían!

Comen las moscas por medio de una *trompa* y no pueden absorber más que líquidos. Con frecuencia las veréis sobre una materia sólida, pero por breve tiempo, á menos que sea una sustancia que, como el azúcar, humedecen con una especie de saliva.

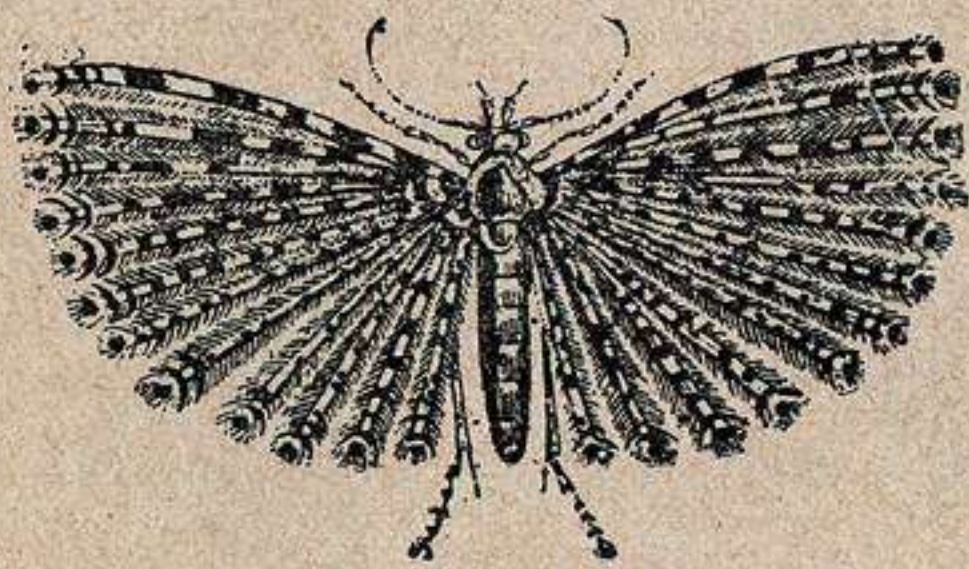
La mosca no sale del huevo con su forma definitiva. Principia por ser un *gusanillo* ó *larva* de mosca. Es que la forma de los insectos cambia dos ó tres veces durante el curso



Bocas de mariposas

de su existencia. Estos cambios curiosos se llaman *metamorfosis*.

Vosotros sabéis que las mariposas, antes de tener la forma en que las veis volar, han sido *orugas*, animalitos sin alas como gusanos, muy voraces por cierto, que se arrastran por entre las hojas de las plantas que son propias para su nutrición.



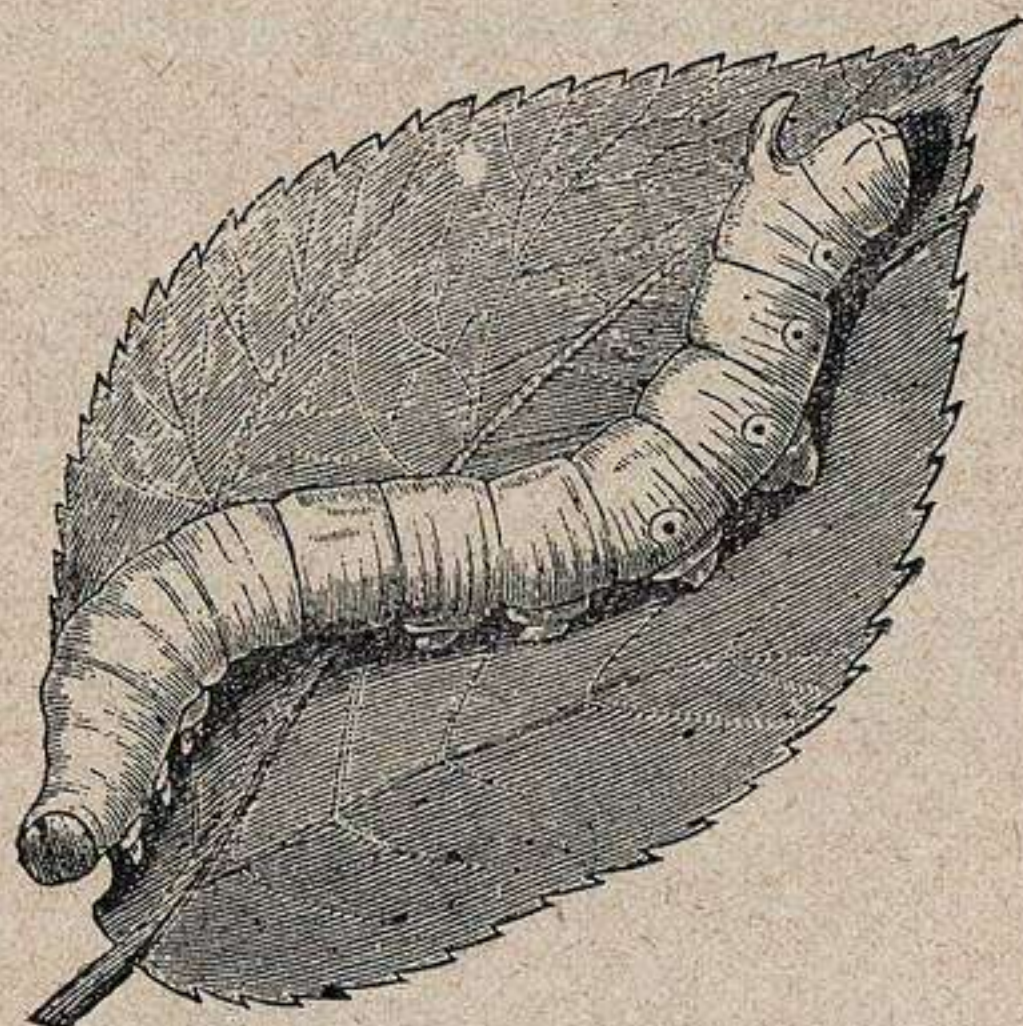
Orneodo

Cuando la oruga ha llegado al mayor grado de su desarrollo,

cesa de comer, cambia de color y su piel se endurece, adquiriendo una forma extraña, la de una pequeña momia cubierta de vendajes: tal es la *crisálida*.

Observad esta transformación del animal que, en su

estado de crisálida, aparece sumido en una muerte aparente; y sin embargo en su seno se opera un trabajo



Gusano de seda

misterioso. Bajo las envolturas que la ciñen se revela otra vida, otro sér desconocido que espera salir de aquella especie de sepulcro.

En efecto; una mañana de primavera sale de aquella envoltura un hermoso animalito con alas, un insecto brillante que vuela hacia la luz.

Como todos los insectos, tienen las mariposae seis patitas y sus alas son duplicadas. Parten de su cabeza dos antenas y una trompa, la cual les sirve para chupar el néctar de las flores. Ellas, las mariposas, tienen el instinto de depositar sus huevos en las plantas que deben servir de alimento á las orugas que salen de dichos huevos.

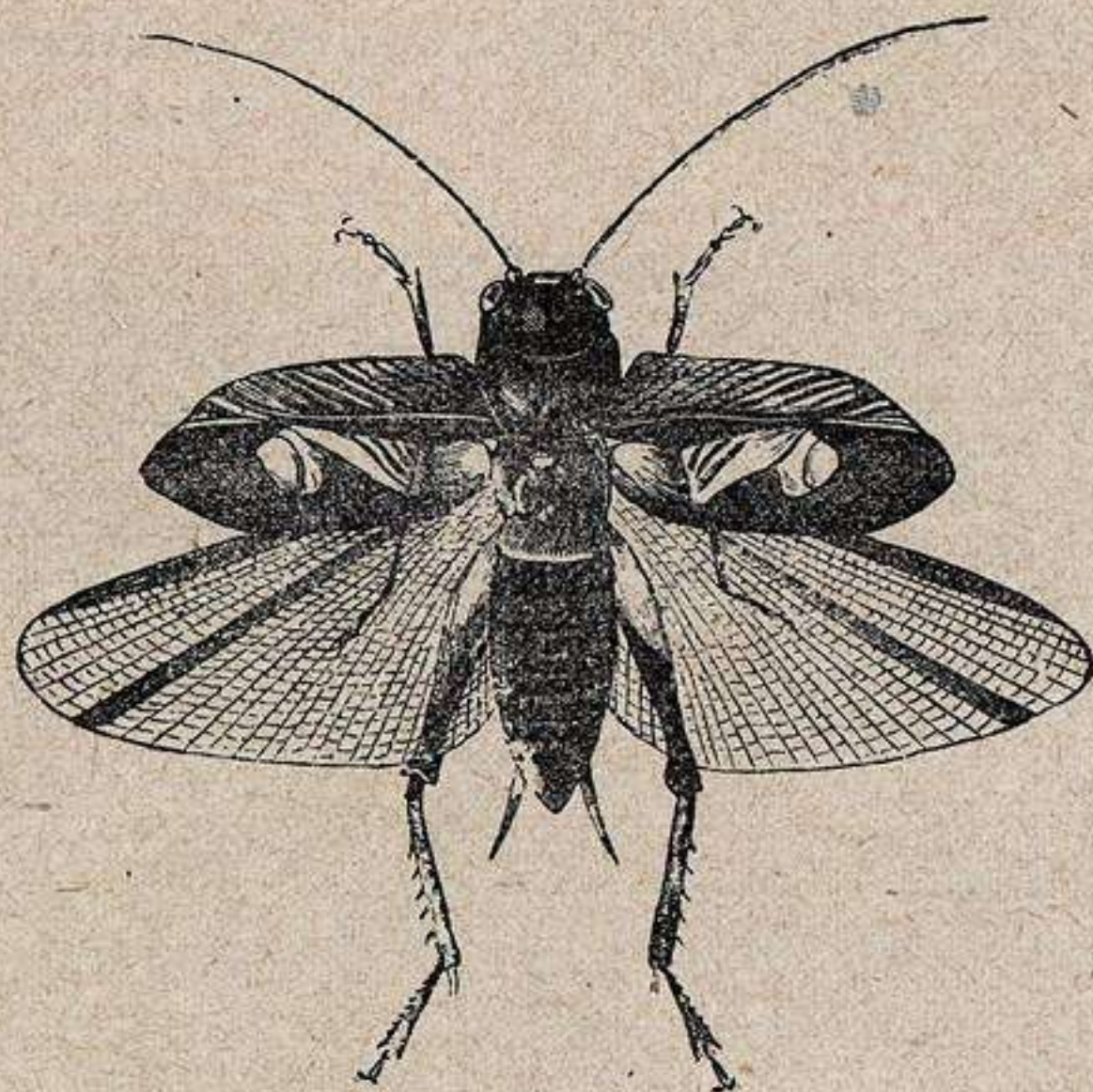
Hay mariposas que vuelan durante el crepúsculo de la tarde; otras hay que sólo vuelan durante la noche; pero todas se dirigen siempre hacia la luz. ¿Quién no ha visto mil veces á estos animalitos revolotear alrededor de la llama como poseidos



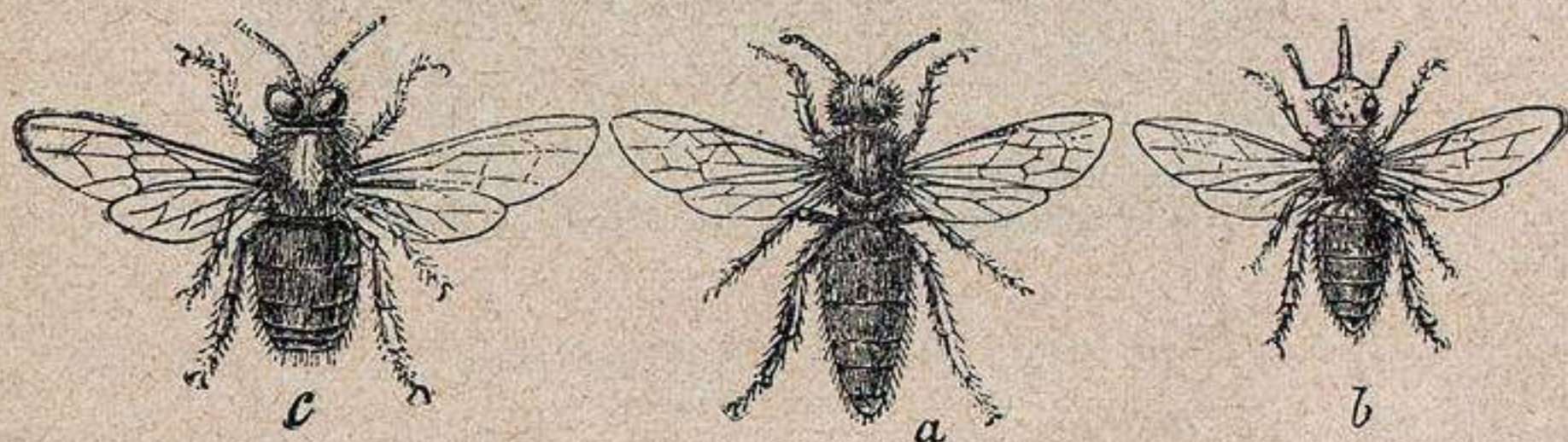
Cantárida

de un vértigo y morir al fin abrasadas sus ténues alitas?

La *clase* de los insectos que, como hemos dicho, es la más numerosa del reino animal, se divide en doce *órdenes*,



Grillo



Abejas

cuyos nombres en su totalidad no podemos recorrer. Las mariposas diurnas, crepusculares y nocturnas pertenecen al orden de los *lepidópteros* como también la *mariposa* del *gusano de seda*.

Este último insecto es el más útil que se conoce. Antes de desarrollarse está encerrado en un pequeño huevo de donde sale bajo la forma de una orugita que se alimenta de hojas de morera é hila un *capullo* de seda, en el que se encierra para salir después en el estado de mariposa.



Nido de térmitas ú hormigas blancas

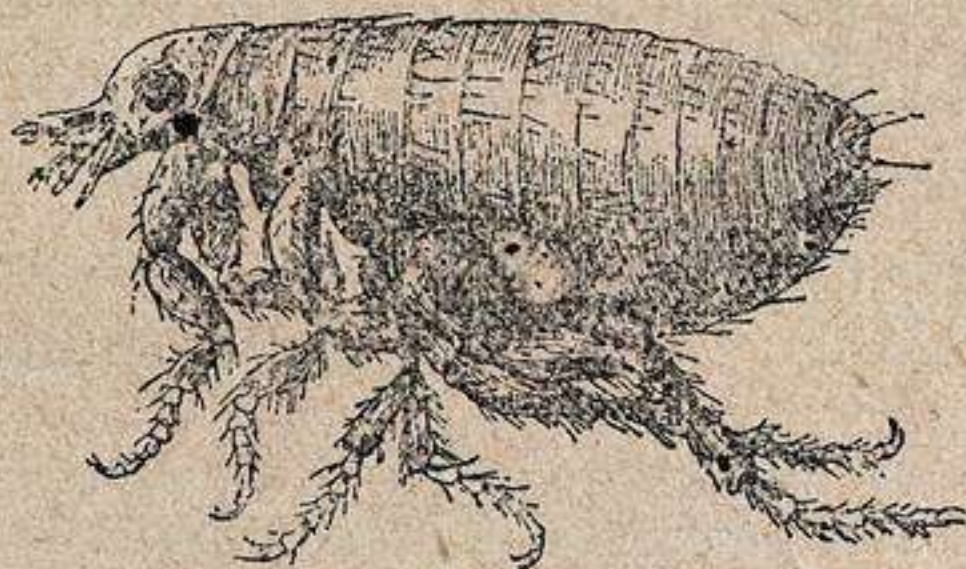
Hay también el orden de los *coleópteros*, los cuales son muy conocidos y fáciles de observar por su cubierta coriácea. A dicho orden corresponden el *abejorro*, el *gusano de luz*, la *cantárida*, la *mariquita* y los *gorgojos*.

A la familia de los *corredores* pertenece la *cucaracha*;

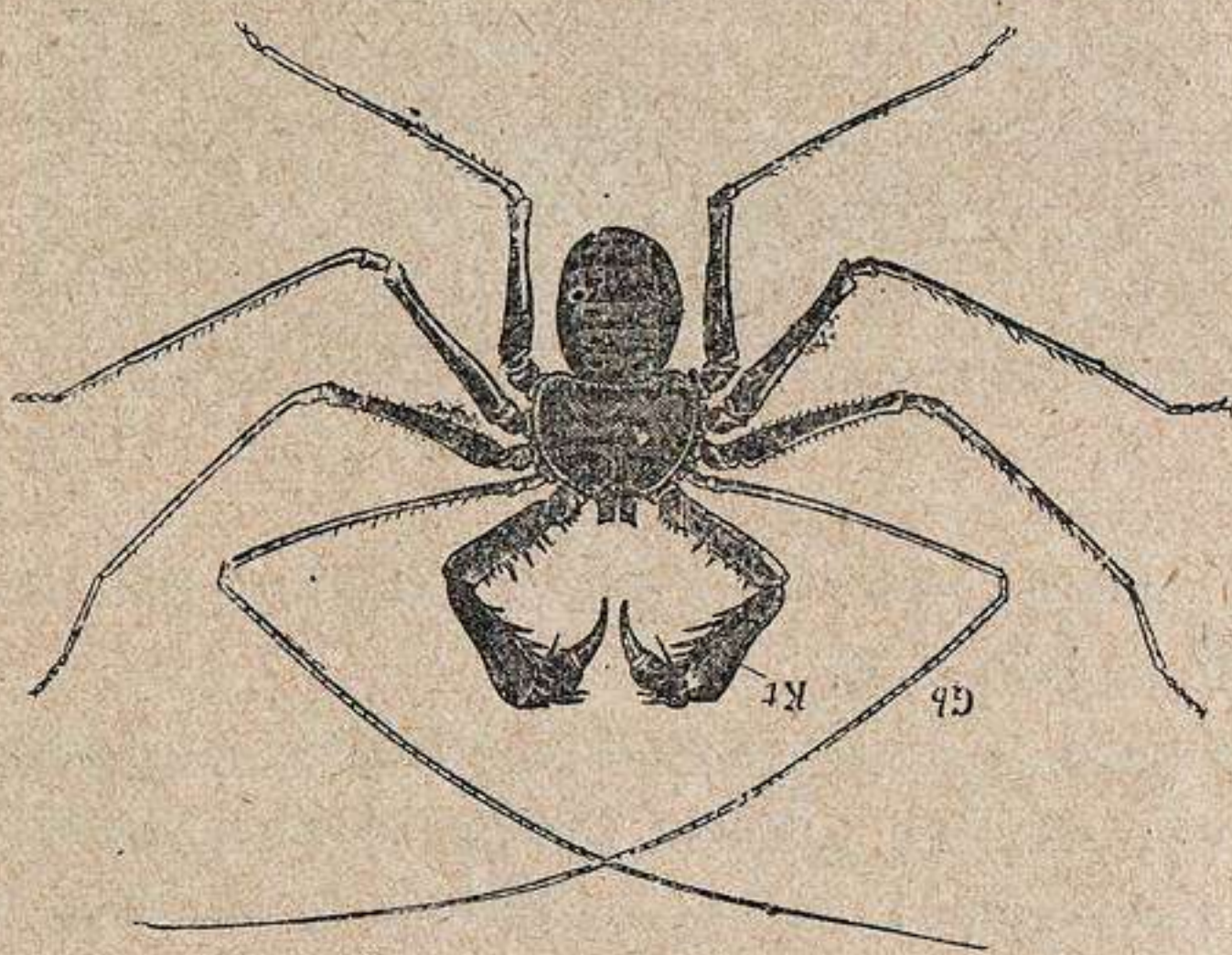
á la de los *saltadores*, los *grillos*, *saltamontes* y *langostas*, y á la de los *aculéiferos*, las *abejas* y las *hormigas*.

Los *mosquitos* y las *moscas* pertenecen al orden de los *dipteros*; la *pulga* y la *nigua* al de los *chupadores*; los *piojos* y las *liendres* al de los *parásitos*,

y por último, hay una clase que es la de los *aracnidos*, á la cual pertenecen las *arañas*, *escorpiones* y *garrapatas*.



Pulga (gran aumento)



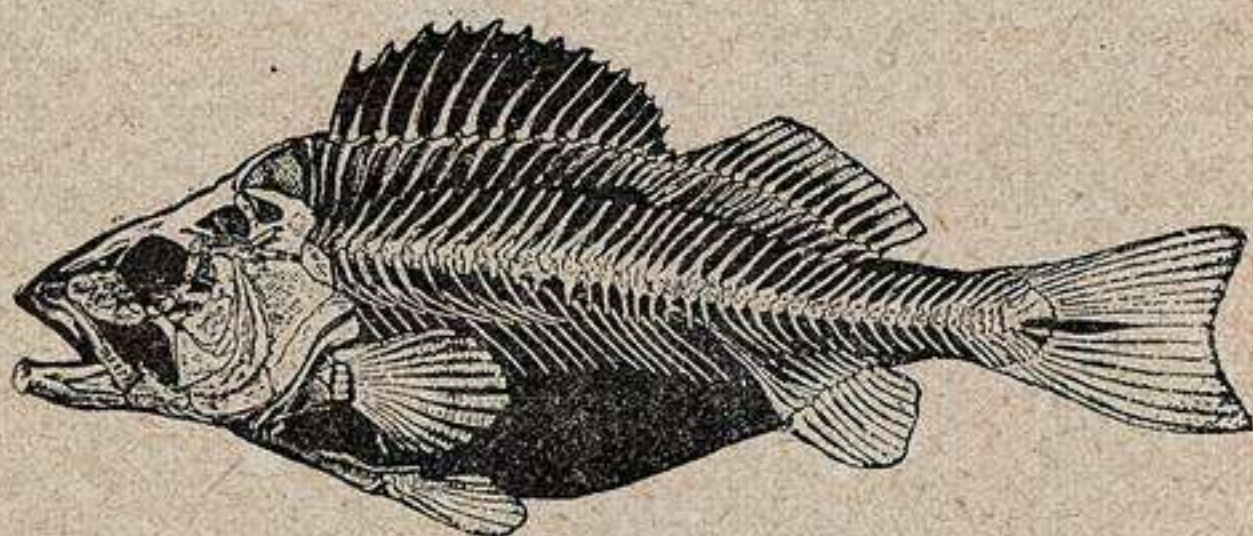
Teléfono

VI

Los peces

Los *peces* viven constantemente en el agua; su número es inmenso y sus especies muy variadas.

Son los peces animales vertebrados y ovíparos, esto es, que se reproducen por medio de los huevos, que no em-



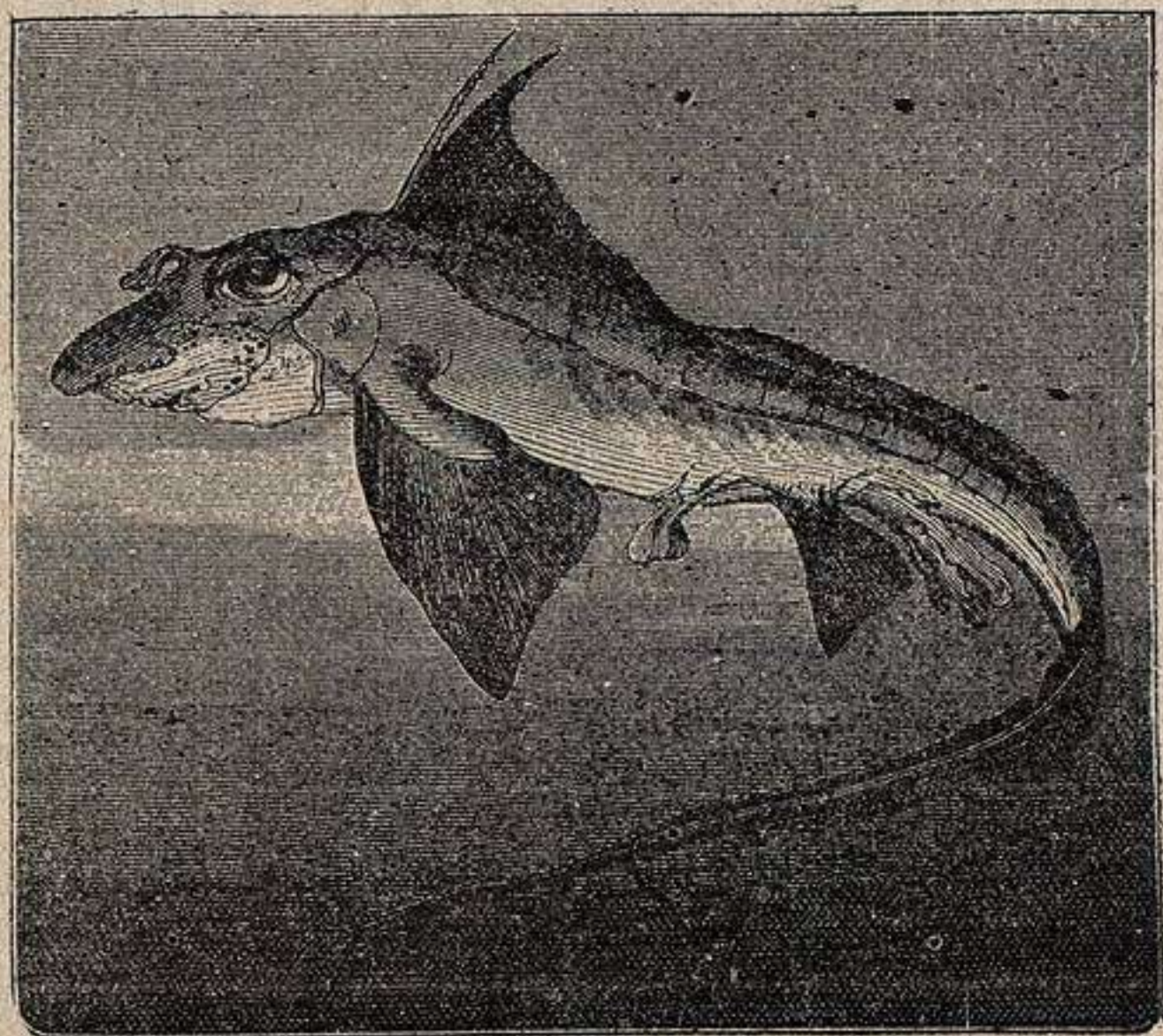
Esqueleto de pez

pollan como las aves, sinó que los dejan abandonados en el fondo de las aguas.

La sangre de los peces es roja y fría; su piel desnuda y escamosa; respiran por las agallas el aire que anda disuelto en el agua. Entonces se verifica la modificación de la sangre.

Nada hay tan variado como la forma de los peces; pero casi todos están provistos de *aletas*, membranas que les sirven á manera de remos para trasladarse en el agua de un punto á otro, contribuyendo á este movimiento la cola en calidad de timón.

Para poder subir y bajar á su voluntad en la masa de las aguas, se hallan dotados los peces en el abdomen de una especie de bolsa, que recibe el nombre de *vegiga natatoria*, la cual está llena de aire, y por la contracción y dilatación de este aparato, se hacen específicamente más

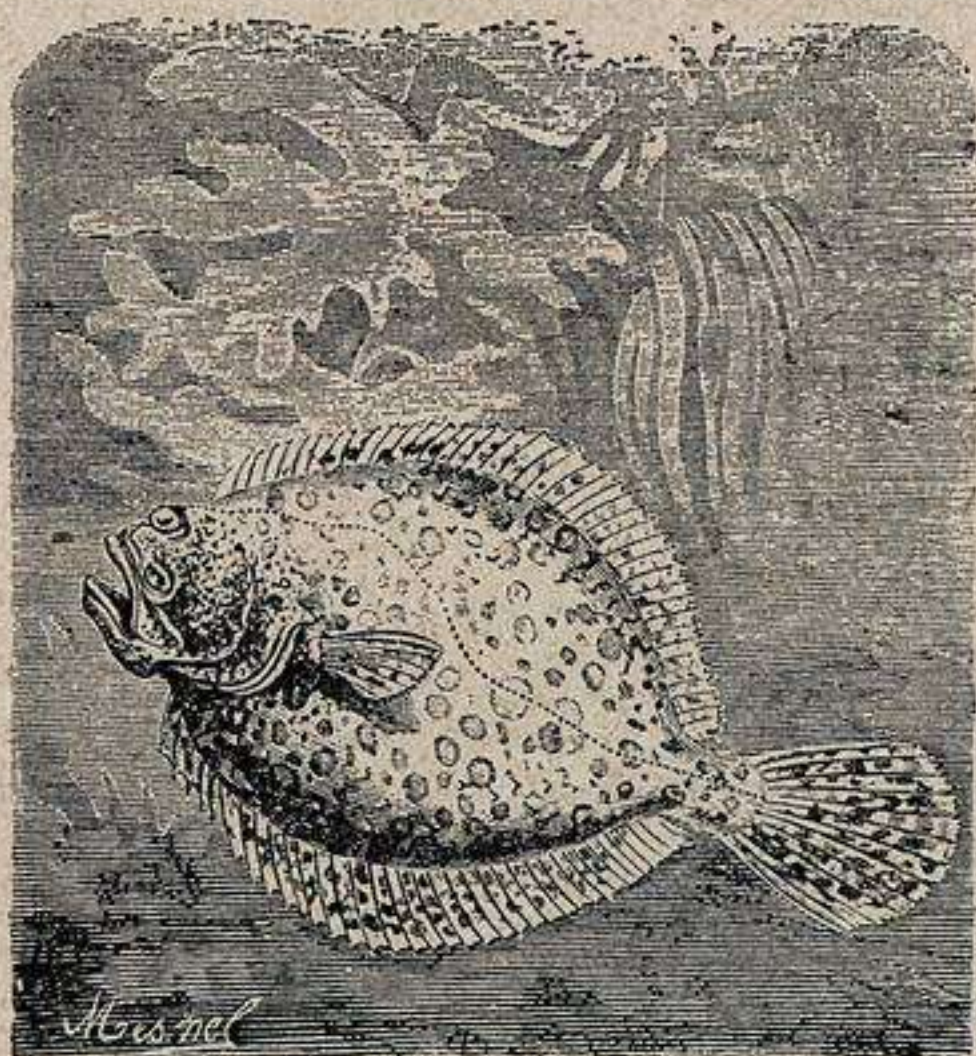


Quimera

ó menos ligeros para poder subir á la superficie ó bajar hasta el fondo.

Los sentidos de los peces están poco desarrollados: su vista, fija en la mayor parte, apenas puede variar la dirección; bien que muchos de estos animales suplen este defecto con la magnitud de sus ojos. Su lengua, casi inmóvil, es con frecuencia ósea; pero no les sirve para sentir el gusto de las sustancias que pasan por su boca, pues no hacen otra cosa que engullir.

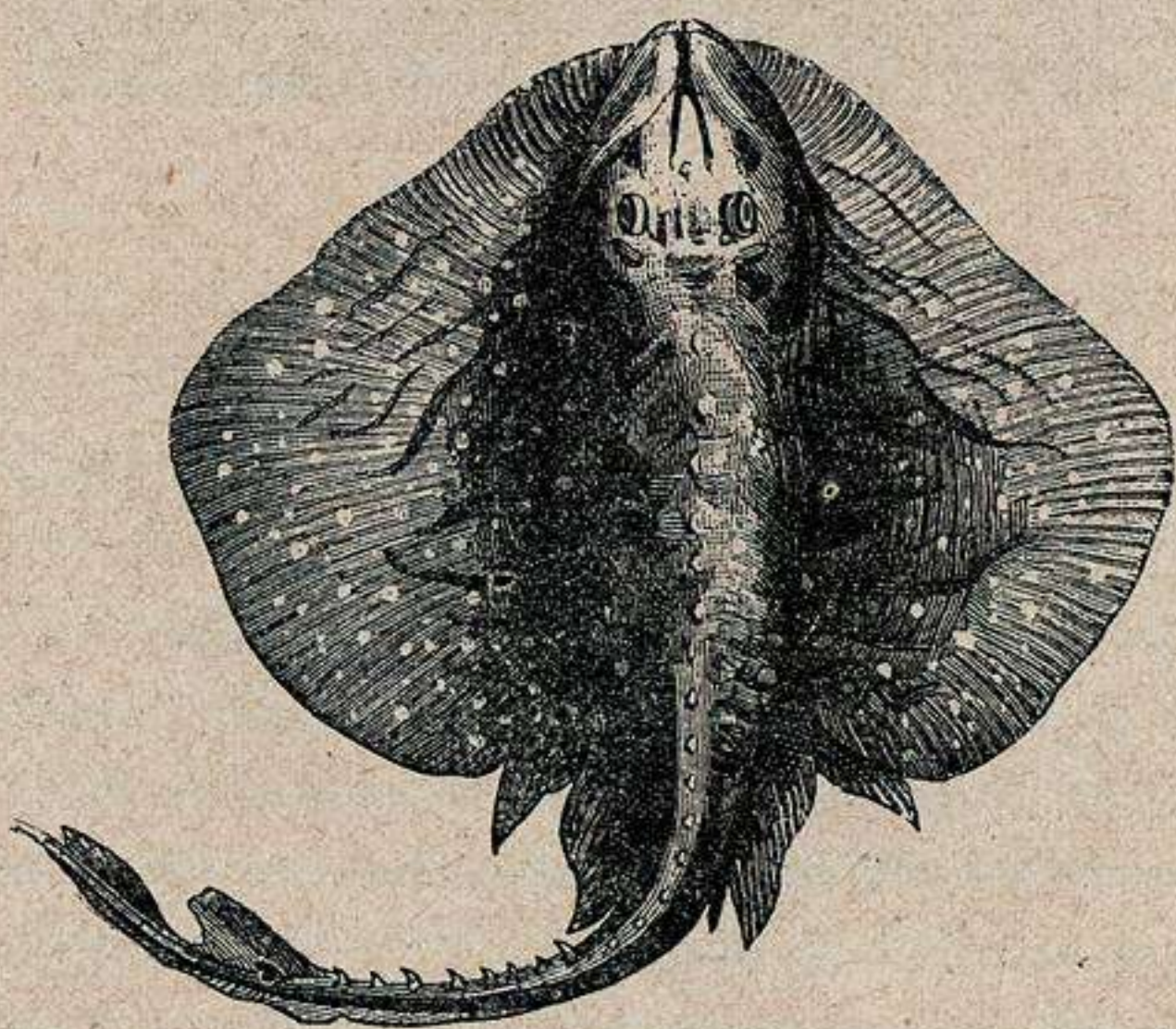
¿Tienen olfato los peces? He aquí una cuestión que ha



sido algún tanto debatida; pero se cree que, en caso afirmativo, el olfato de estos animales es muy débil, y lo mismo puede decirse del tacto.

Incapaces los peces de prever el peligro que les amenaza, no pueden evitarlo

sino á beneficio de una rápida huida; se enconde entre las algas, piedras y oquedades y pasan su vida silenciosa



Raya

y monótona en perseguir su presa ó en huir de sus enemigos.

Como los peces se devoran mutuamente, es menester que los más débiles, mayormente aquellos que no se multiplican en gran manera, se hallen provistos de algunos medios de defensa.

¿Quién no ha observado la manera como crispan estos animales su espina dorsal exterior cuando se les coge?

Cuando se ven atacados en el fondo del mar, apelan también á este recurso para defenderse, manteniendo á veces á su enemigo en actitud de respecto.

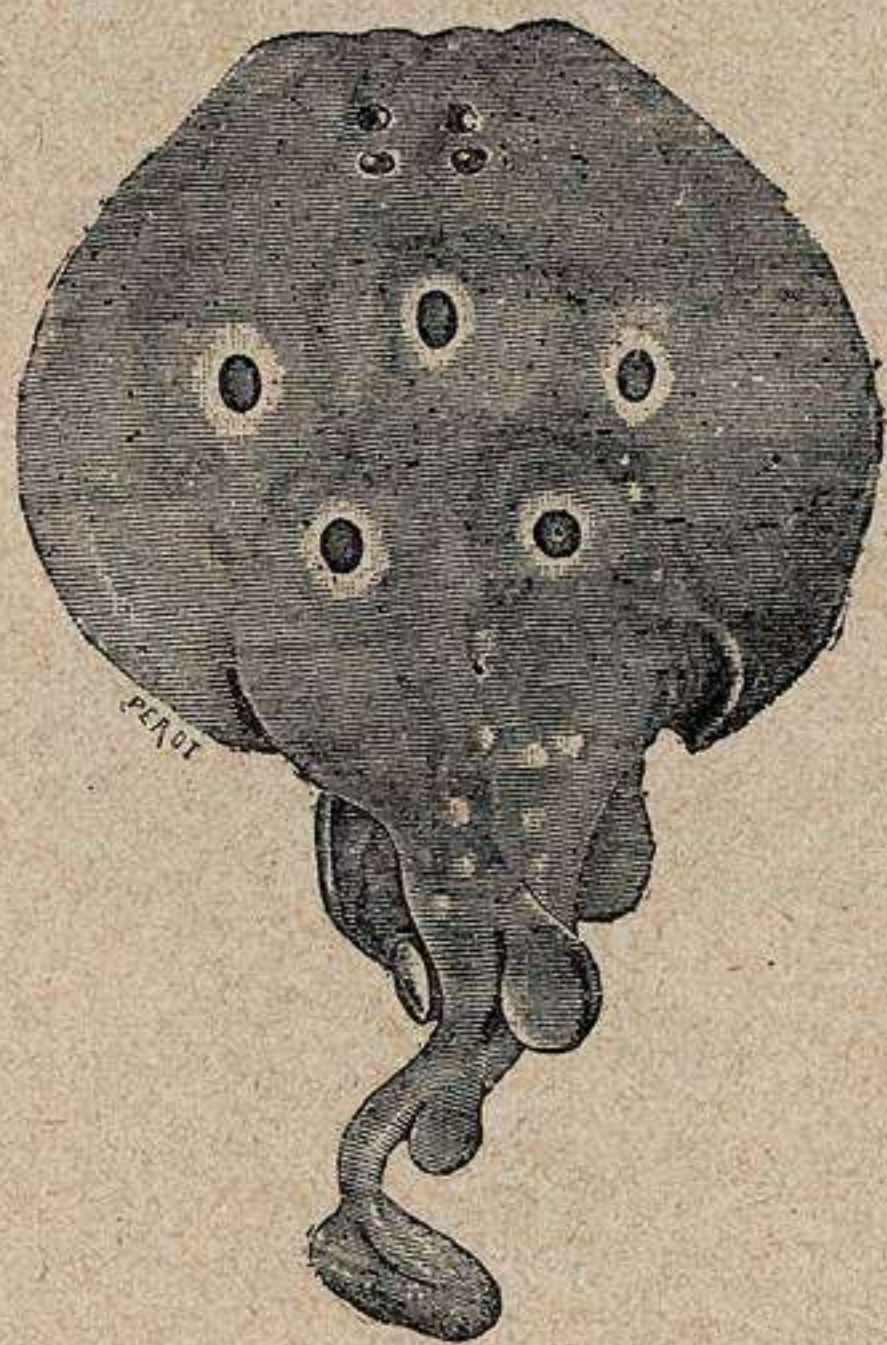
Entre los peces, hay unos que son habitantes de los mares y otros de las aguas terrestres; pero ni de unos ni de otros se conoce apenas su vida íntima y sus costumbres. Los pescadores no se cuidan en esta parte de enriquecer la ciencia.

Sin embargo, se ha observado que ciertos peces viven solitarios y otros reunidos. Los primeros son con frecuencia sedentarios y mueren, por consiguiente, en el mar donde han nacido. Los segundos emprenden todos los años largos viajes conocidos con el nombre de *emigraciones*. Los *sargos* emigran todos los años en bandadas numerosas como asimismo los *arenques* y muchos otros.



Caballito de mar

No entraremos en los órdenes y familias en que los peces se dividen, por ser menos comunes los nombres con los cuales se clasifican.



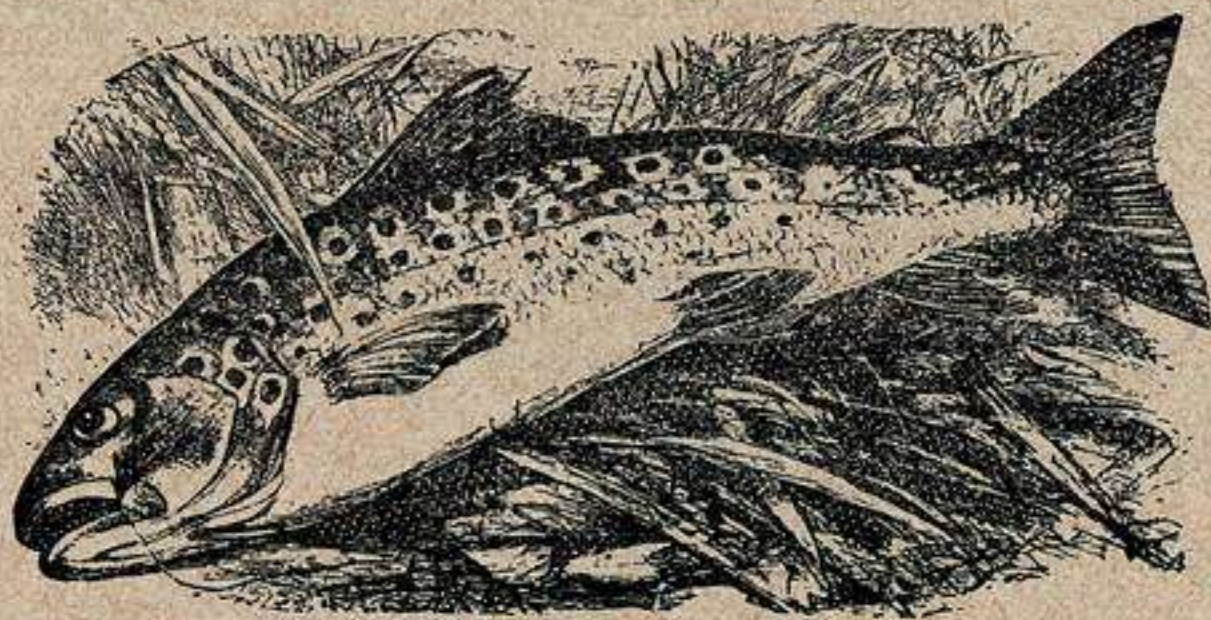
Torpedo

Escaso interés ofrecen los peces de agua dulce, tales como el barbo, la carpa, los sollos, las truchas, salmones, anguilas y otros, por ser reducido el centro de su acción.

En cambio los peces de mar, por ser más numerosos y de especies variadísimas, ofrecen mayores motivos de atención.

Hemos hablado de emigraciones, haciendo mención del arenque

como uno de los principales peces viajeros. Estos peces, lo mismo que las sardinas y anchoas, se presentan en



Trucha común

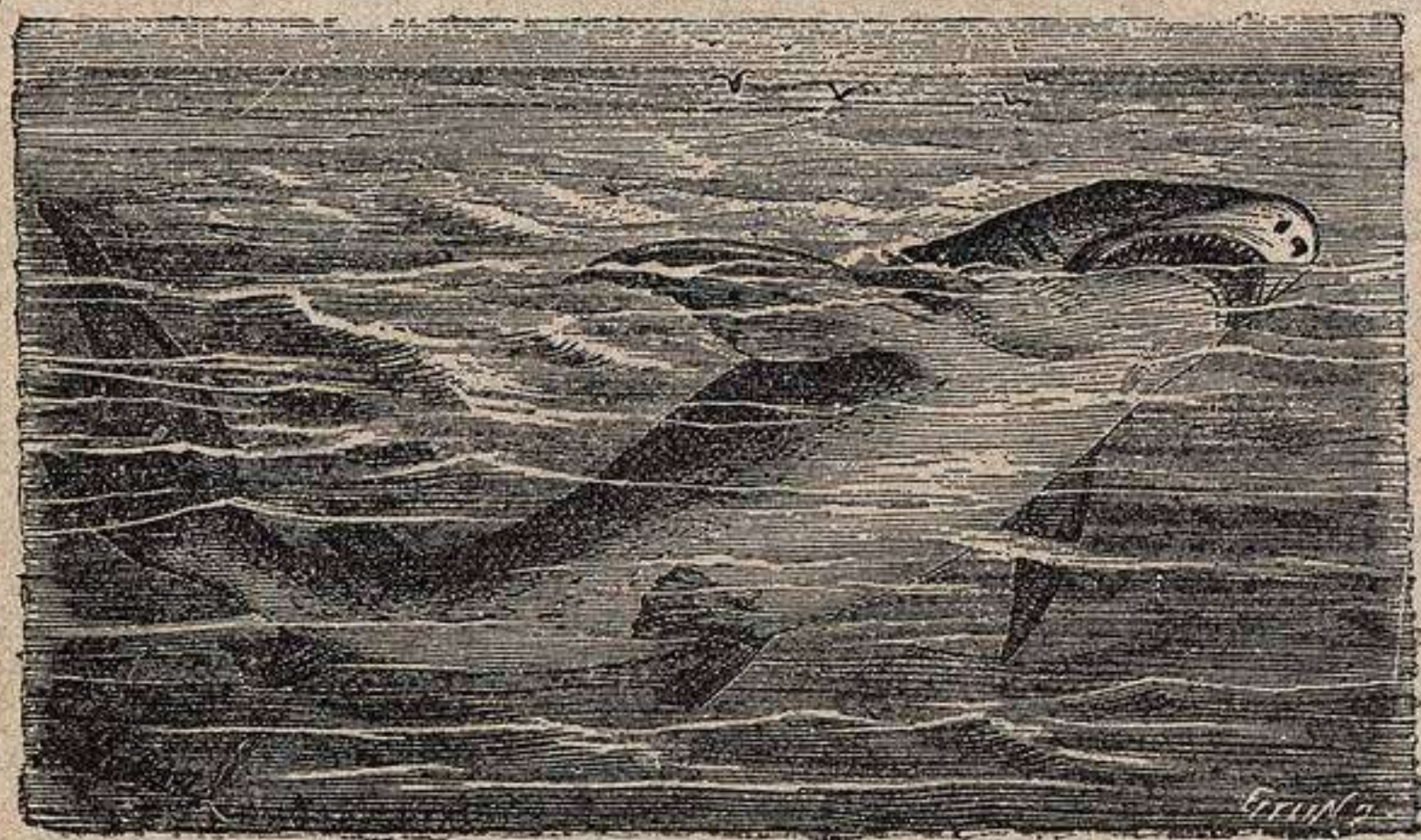
grandes moles, tanto que á veces han dificultado la navegación.

Los *arenques* bajan de los mares árticos en número tan



Congrio ó anguila de mar

considerable que raya en lo increíble. En el curso de su viaje encuentran numerosos enemigos que diezman aquellos ejércitos, presentándose todavía en nuestros mares en número prodigioso.



Tiburón

El *bacalao* es objeto de una pesca muy importante allá en los bancos de Terranova y costas de Noruega, ocupando todos los veranos á centenares de barcos.

El *atún* es un pez de considerable longitud que habita en los mares de las zonas templadas y ecuatoriales y se le pesca con encarnizamiento por ser su carne muy nutritiva, así fresca como salada.

El tigre de los mares es el *tiburón*. Este terrible animal, cuya longitud mediana es de 4 á 5 metros, es lo más voraz y feroz que se puede imaginar. Tiene una boca grandísima armada de muchas filas de formidables dientes y su instinto es sanguinario y terrible.

VII

Los reptiles

Corresponden los reptiles á la serie de los vertebrados, como todas las especies que hemos de recorrer todavía.

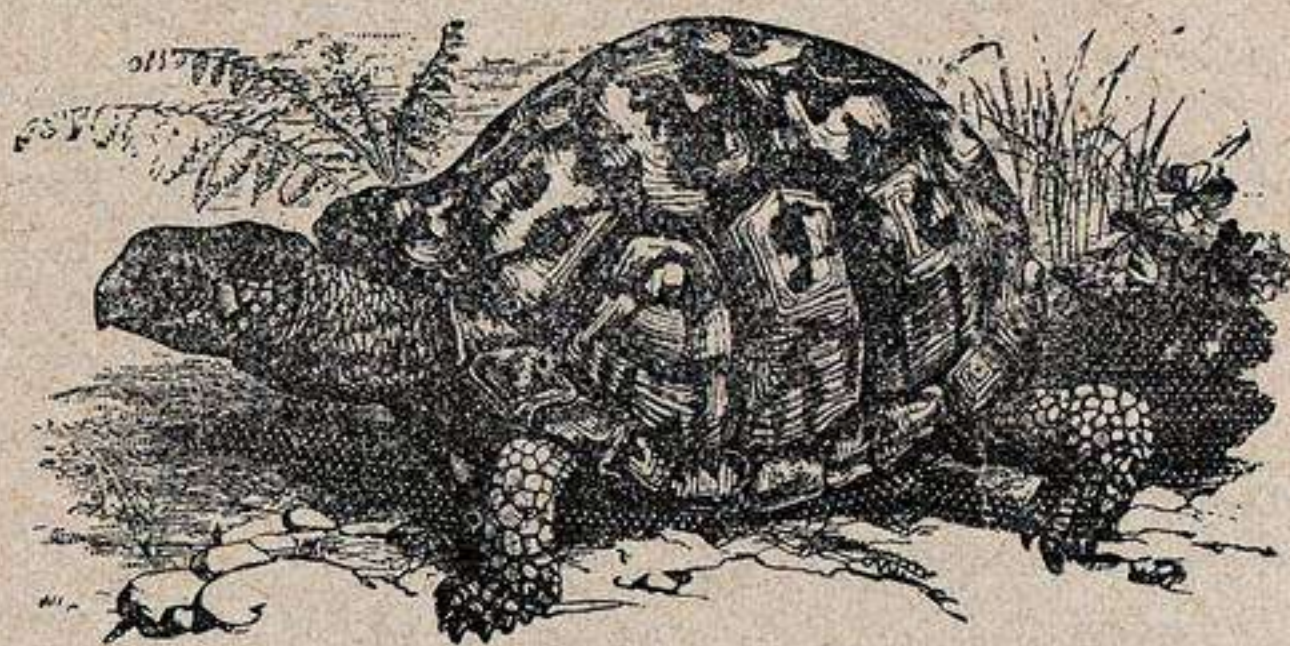
La sangre de los reptiles, como la de los peces, es roja y fría, pero su circulación es incompleta. Algunos de ellos viven en el agua, pero se ven obligados á elevarse de cuando en cuando á la superficie para respirar.

Los reptiles varían bastante en su figura; algunos son *cuadrúpedos*, como la rana, el sapo, la tortuga y el cocodrilo. Otros se ven privados de extremidades, como las culebras; pero todos tienen el sistema nervioso poco desarrollado y el cerebro muy pequeño.

Poseen los reptiles, sin embargo, en más ó menos escala, los cinco sentidos; pero aun cuando su vista es penetrante, su oído y su olfato son débiles; su tacto es poco

sensible, y por lo que toca al gusto, se ha comprobado que no es nada exquisito.

Las hembras de los reptiles ponen huevos como las

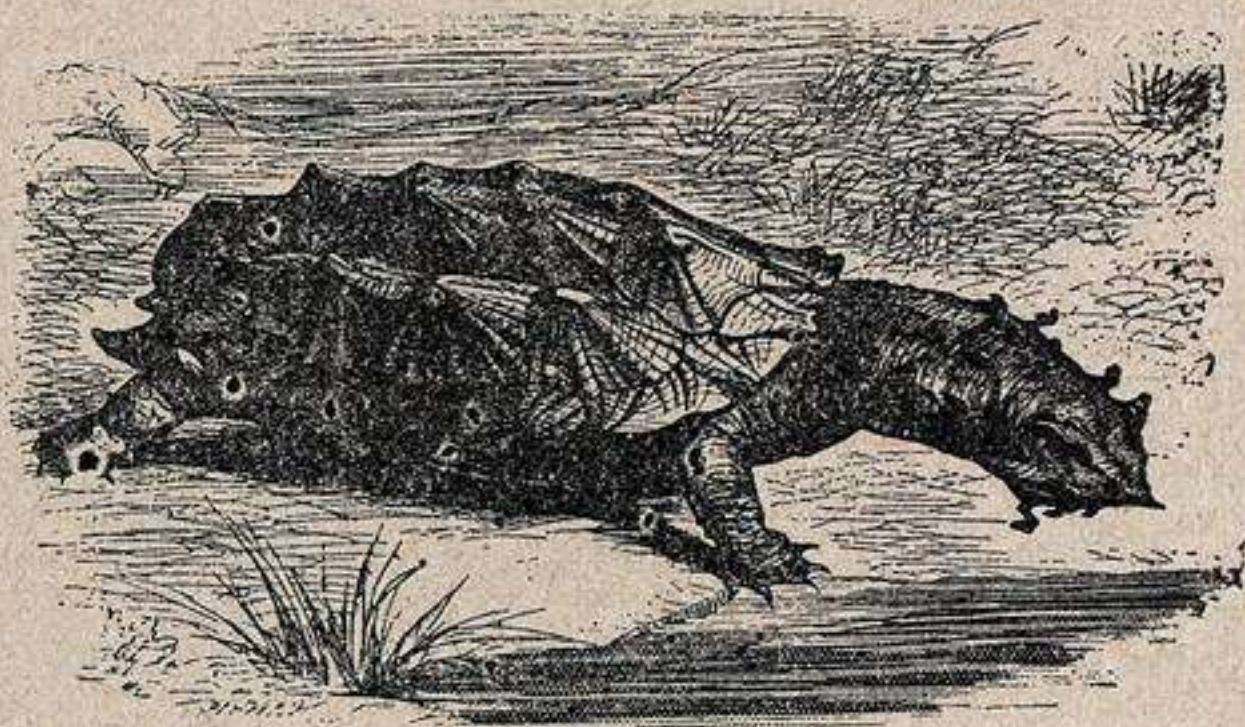


Tortuga de tierra

aves, y muchos de ellos se despojan de su piel una vez al año y se visten de otra nueva. También sufren algunos *metamorfosis*, como después veremos.

Como la mayor parte de los animales, los reptiles se han dividido en órdenes y familias.

En primer lugar tenemos el orden de los *quelonios* ó tortugas. Todos conocéis estos animales, los cuales vi-

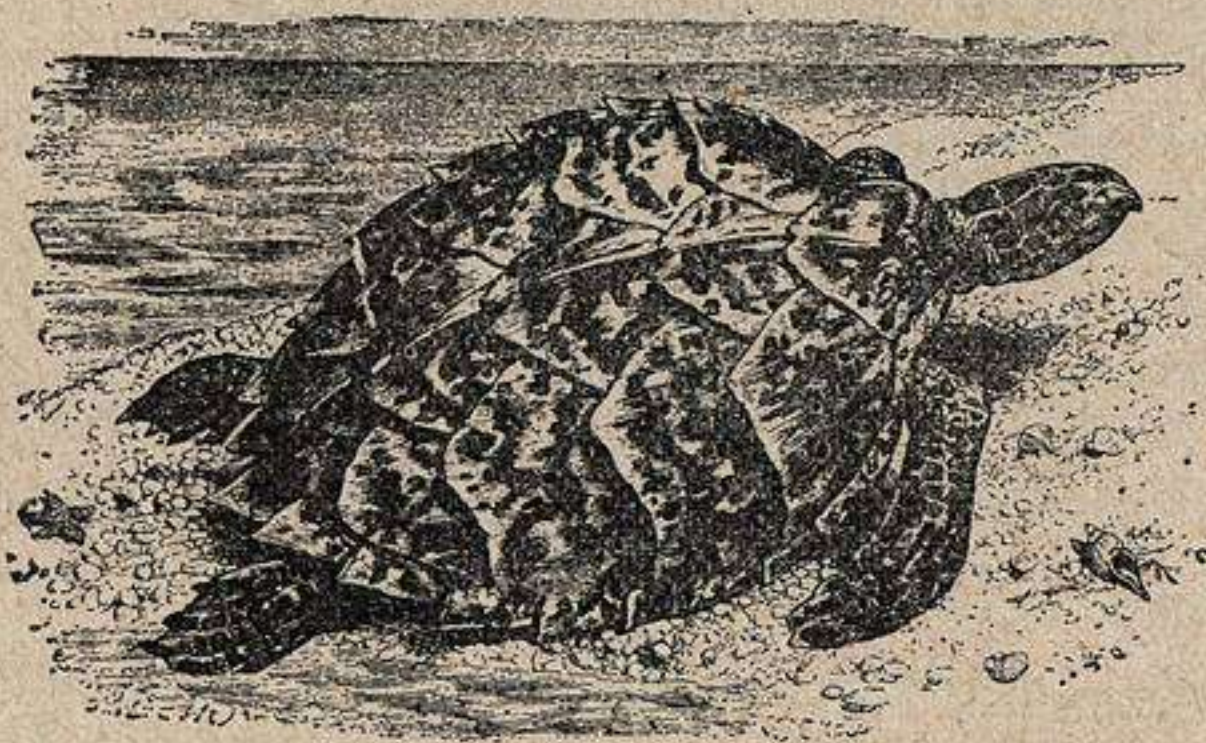


Tortuga de agua dulce

ven encerrados en su armadura ó coraza, compuesta de dos piezas unidas por los lados y abierta en los extremos por donde el animal saca la cabeza en el uno y la cola en el otro.

Hay tortugas que viven en tierra y otras en el agua del mar, de los ríos ó de los pantanos. En las costas de América existe una tortuga que se llama *carey*, la cual es muy buscada porque de ella se sacan las conchas. Hay unas tortugas de agua dulce que se llaman *galápagos*.

Sigamos por el orden de los *saurios* ó lagartos. Estos se hallan caracterizados por una cola más ó menos larga, boca grande y dientes agudos. Por lo general los saurios



Tortuga de mar

son animales terrestres, pero hay algunos que son acuáticos.

El más terrible de estos reptiles es el *cocodrilo*. Este animal, cuya longitud llega á ocho metros

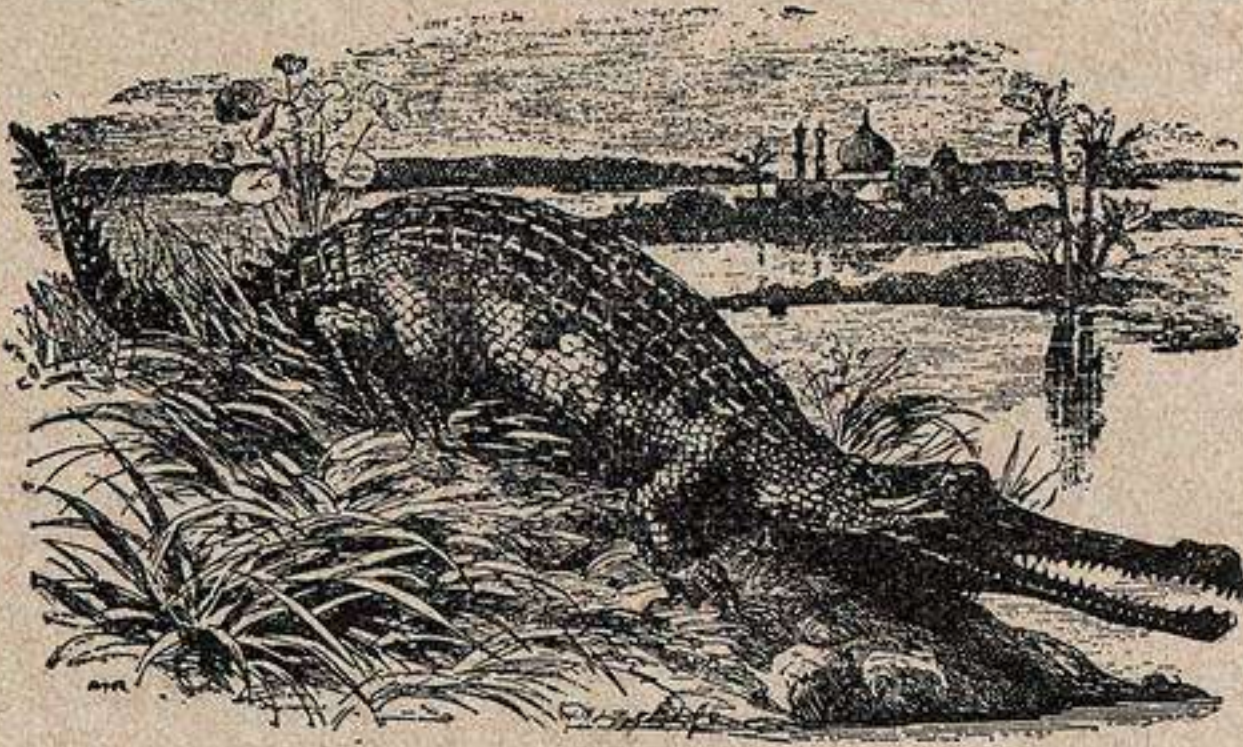
en algunos ejemplares, vive en los grandes ríos de América, Asia y África. Tiene una boca enorme y ataca hasta al hombre; pero al encontrarse en la tierra se arrastra con mucho trabajo y apenas puede cambiar de dirección. Sólo es de temer una sorpresa.

El *caimán* es una especie de cocodrilo más pequeño y menos temible. Estos animales ponen muchos huevos.

Muy conocidos son en nuestro país el *lagarto* y la *lagartija*, cuyos animales buscan siempre sitios abrigados contra el frío y la intemperie, permaneciendo como alestargados en el invierno; durante cuya estación suelen cambiar la piel.

El *dragón*, animal inocente de unos 16 centímetros de

largo, está provisto de unas pequeñas alas formadas por un repliegue de la piel, salta de rama en rama en per-

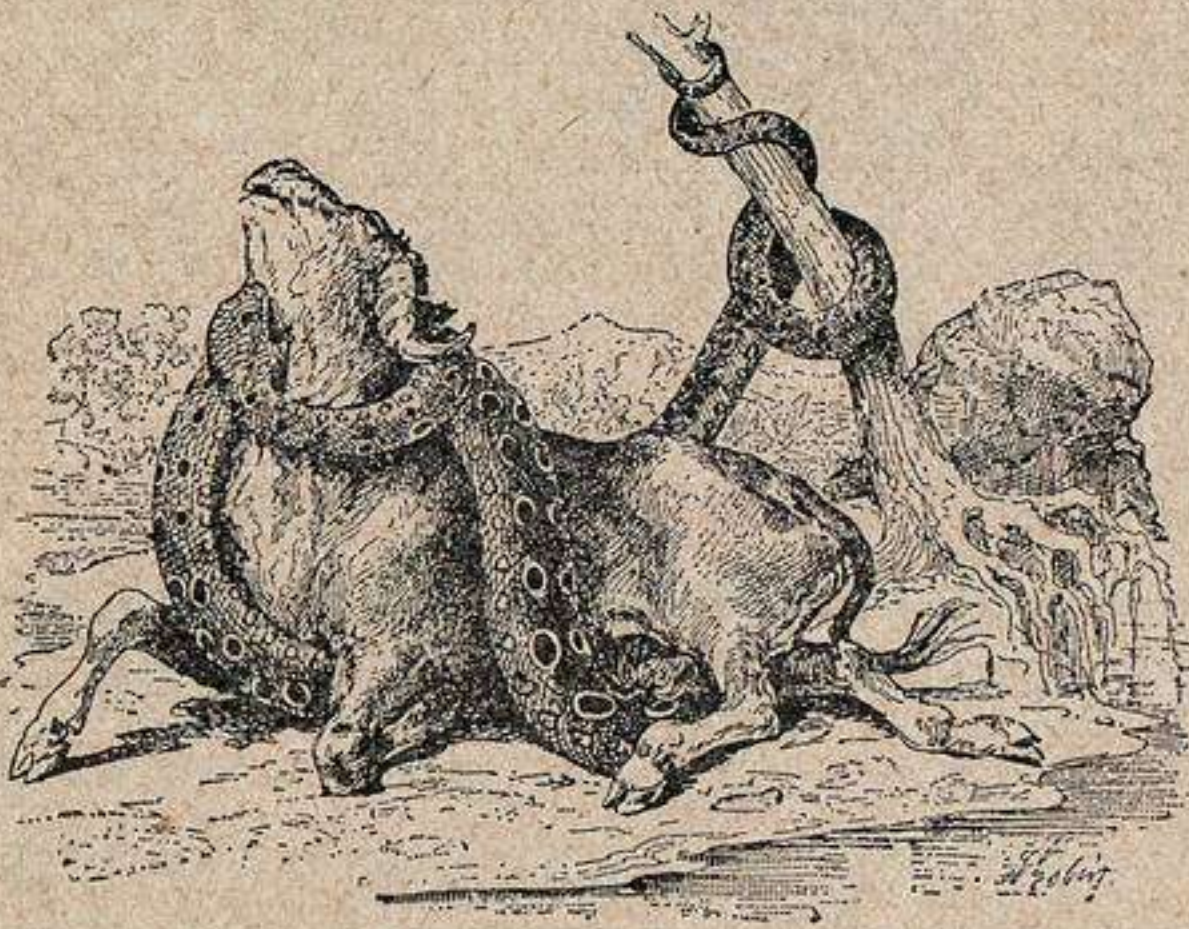


Cocodrilo del Ganges

secución de insectos y se le encuentra en las Indias orientales.

El *basilisco* también es un animal inofensivo, de color

azul con listas blancas: la *salamanquesa* de ojos grandes y cabeza aplastada, y el *camaleón*, que posee la propiedad de cambiar con facilidad el color de su piel. He ahí

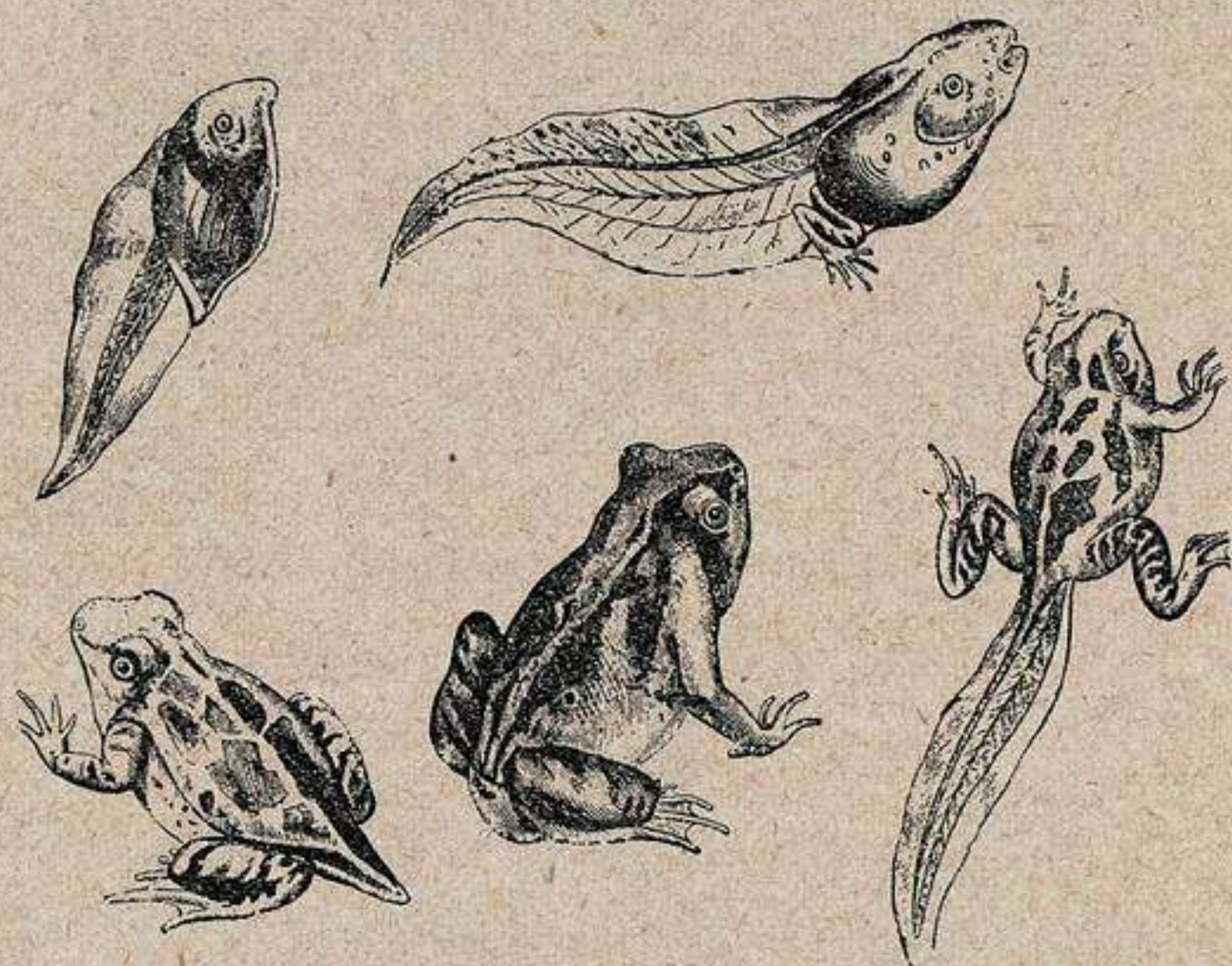


Serpiente boa

la mayor parte de los animales de la familia de los *saurios*. Veamos el orden de los *ofidios* ó culebras. Estos reptiles

tienen el cuerpo cubierto de escamas y privados de extremidades; pero como es largo y cilíndrico y sus músculos se hallan dotados de una fuerza prodigiosa, andan con rapidez arrastrando por el suelo por medio de ondulaciones.

La *culebra común* no sale de su escondrijo sinó acosada por el hambre en busca de insectos, moluscos, ranas y pajarillos, de que se alimenta. Es bastante tímida y su mordedura no es peligrosa, como la de la *víbora*, culebra



Metamórfosis de la rana

de pequeño tamaño que se encuentra en los países meridionales de España. Este pequeño animal huye del hombre; pero al ser pisado ó bien al irritarse, muerde infiltrando su veneno, el cual es muy activo en el verano.

Hay unas culebras monstruosas, como la *boa* y la de *ascabel*, así llamada por el ruido que producen sus anillos al chocar entre sí cuando este animal avanza. También su mordedura es venenosa.

Por último, tenemos el orden de los *batracios* ó ranas,

los cuales no tienen ni la armadura de las tortugas ni las escamas de las culebras; su cuerpo está cubierto de una piel lisa y desnuda.

Tienen los batracios dos pulmones, y en la primera época de su vida están dotados de branquias y de respiración acuática. Al salir del huevo, los pequeños batracios son muy parecidos á los peces; pero conforme van creciendo se desarrollan las extremidades y desaparecen las branquias y la cola. Tal sucede con la rana con respecto al *renacuajo*.

Al mismo orden de los batracios pertenecen el *sapo* y la *salamandra*. El primero es asqueroso: tiene el cuerpo cubierto de verrugas que exhalan á veces una sustancia fétida. En cuanto á las salamandras, son bastante parecidas á los lagartos. Unas viven en la tierra y otras en el agua, y esta clase de animales se llaman también *anfibios*. La *rana* es el animal anfibio más caracterizado.

VIII

Las aves

Se distinguen las aves de los demás animales en que tiene un pico, dos alas, dos patas y el cuerpo cubierto de plumas.

Las aves se hallan dotadas de sangre roja y caliente, como los mamíferos, y como ellos respiran asimismo por los pulmones, con la diferencia de que éstos no están divididos y el aire que penetra en su interior pasa á las diferentes cavidades del cuerpo y hasta se extiende y ramifica en el plumaje.

Como todos sabéis, las aves *ponen* huevos y algunas construyen nidos donde los empollan. Cuando se mantiene un huevo al calor durante algunas semanas, una manchita blanca que se encuentra sobre la *yema*, esto es, el *germen*, se transforma en *avecilla*, primero informe y después completa cuando sale.



Cotorra africana

Nos encontramos con aves de todos colores y tamaños y también aves para todas las alturas. Unas viven tristes y solitarias; otras se reúnen en bandadas y hasta en falanges guerreras; las hay que nacen, viven y mueren en unas mismas comarcas, mientras otras viajan de un país á otro á medida que cambia la estación.

La variedad de los movimientos en las aves es tan agradable como su canto, y ya sabéis que el canto de muchas aves es delicioso. Mientras unas se remontan formando ondulaciones en el aire, otras parece que suavemente se deslizan, y otras se precipitan en línea recta con la rapidez de una flecha.

Veamos ahora las clases de aves por sus respectivos órdenes. Aves *prensoras* se llaman las de corvo pico que se sirven de las patas para coger sus alimentos. Se encuentran en climas cálidos, visten un vistoso plumaje y tienen su lengua carnosa que les permite hablar. ¿Quién no conoce el loro, la cotorra y el guacamayo?

Vienen después las aves *rapaces* ó de rapiña con su pico fuerte, aceradas uñas, alas grandes y músculos desarrollados. Tales son el *águila*, considerada como reina de las aves; el *buitre*, que se alimenta de cadáveres; el *condor* de los Andes, ave que remonta su vuelo á mayor altura; el *halcón*, enemigo encarnizado de las palomas; el *azor*, el



Paloma Victoria

milano y el *gavilán*, todos estos animales y algunos otros tienen instintos carniceros y con ellos se lanzan en persecución de las avecillas.

Entre las aves rapaces hay algunas que cazan de noche porque la disposición de sus ojos no les permite otra cosa. Por esto se llaman aves *nocturnas*, las cuales por tener

el plumaje muy flexible, vuelan sin hacer apenas ruido.

A la familia de las nocturnas, pertenecen el *buzo*, la *lechuza* y el *mochuelo*, que anidan en edificios arruinados, en las torres de las iglesias y en otros sitios solitarios, de los que salen ya durante el crepúsculo para caer encima de las ratas, ratones y otros pequeños mamíferos.

Sirve la gallina de tipo á un orden de aves llamadas *gallináceas*, de vuelo corto y pesado, las cuales se alimentan de semillas y algunos insectos. Son éstas las aves más útiles, porque en su mayor parte viven en los corrales



Oropéndola

y el hombre aprovecha su carne y sus huevos.

Las *gallináceas* se dividen en dos familias; la de las *gallinas*, que comprende, además de estos anima-

les, los pavos, faisanes y perdices, y la de las *palomas*, las cuales varían de especie.

Tenemos también el orden de las *trepadoras*, cuyas patas están dispuestas para vivir constantemente en los árboles: Todas ellas se alimentan de insectos y viven entre nosotros en verano, pues son aves *emigrantes*. A este orden pertenecen el *cuchillo* ó *cuco*, el *pico*, el *abejaruco* y el *martín pescador*.

El *cuchillo* tiene extrañas costumbres. Estos pájaros no anidan: la hembra va depositando cada huevo en nidos ajenos, nace el polluelo con el cruel instinto de arrojar

del nido á los hijos de sus padres adoptivos, que luego abandona para juntarse con sus padres naturales.

En el orden de los *pájaros* son varias las familias en que se dividen. Ya conocéis esta especie de animalitos encanto de la Naturaleza. Existen en Europa unas doscientas especies de estas aves y en América muchas más.

Hay pájaros cuyo pico forma una escotadura cerca de la punta, como el *mirlo*, la *oropéndola* y el *ruiseñor*; otros que tienen el pico largo y delgado, como la *abubilla* y el *colibrí*; otros tienen el pico grueso, corto y robusto, dispuesto para comer granos, como la *alondra* y el *gorrión*.

Veamos un orden distinto: el de las *zancudas*, que se llaman así las aves de largas patas desnudas

que parecen zancas. El *avestruz* es la mayor de todas y la más tonta. Tiene las alas muy cortas para volar; pero en cambio corre con velocidad. Se la encuentra en el Africa.

Pertenecen al mismo orden la *avutarda*, de vuelo pesado; las *grullas*, que tanto viajan; la *cigüeña*, que construye su nido en lo más alto de un edificio; la *chocha* *perdiz*, el *ibis* y la *polla de agua*.

Por último, tenemos el orden de las *palmípedas*, así



Avestruz

llamadas porque tienen los piés palmeados, es decir, que tienen los dedos unidos por una membrana. Esto les permite nadar con facilidad. A dicho orden pertenecen: el *pato*, el *ganso*, las *gaviotas*, el *pelicano*, el *cisne*, etc.

Estos animales viven con preferencia en el agua y su plumaje bastante tupido, está barnizado por un humor aceitoso que lo hace impermeable. Su marcha en la tierra es pesada y embarazosa.

IX

Los mamíferos

Hemos ascendido considerablemente en la escala zoológica hasta el punto de encontrarnos ya con animales cuyas funciones orgánicas se aproximan á las del hombre.

Estos animales son los *mamíferos*, así llamados porque poseen glándulas mamarias, por medio de las cuales alimentan á sus hijuelos con la leche que segregan.

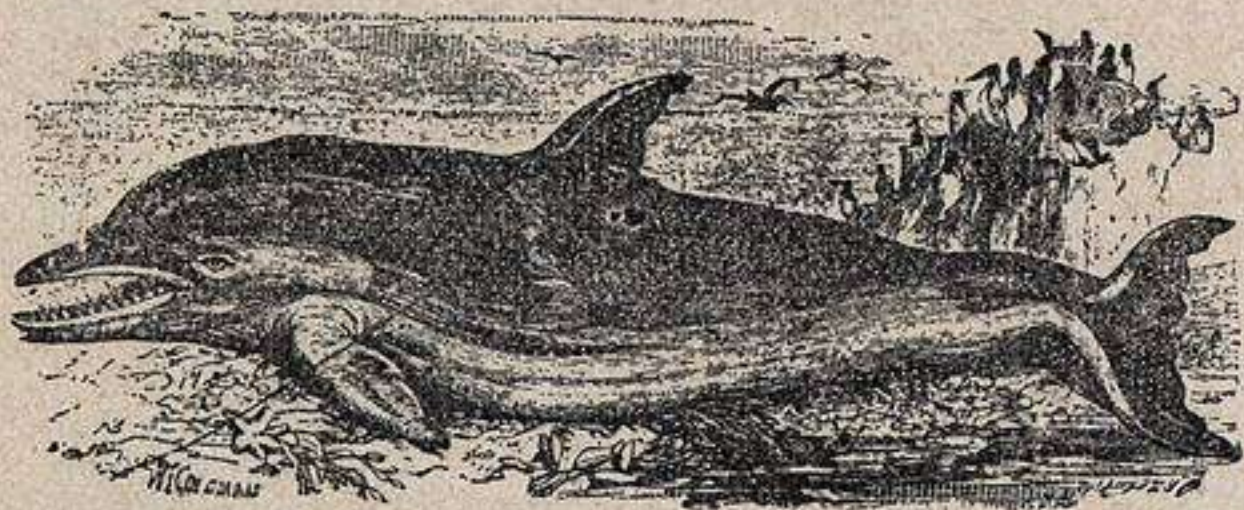
Por lo mismo que la clase de los mamíferos es numerosa y variada, el conocimiento de los diversos órganos que las componen debe sernos en gran manera útil é interesante.

Principiaremos por fijarnos en aquellos mamíferos que viven mayormente en el agua, los cuales son muy pocos, para examinar después las demás órdenes hasta llegar á la de los *cuadrumanos*, que son los que tienen más puntos de semejanza con el hombre.

Hay mamíferos que no pueden salir del agua y hasta tienen la hechura de los peces, con los cuales el vulgo los confunde. Tales son los *cetáceos*, de los que forman parte la *ballena*, el *delfín*, el *narval* y el *cachalote*.

La *ballena* no es un pez; tiene la sangre caliente y da de mamar á sus hijos pequeños, llamados *ballenatos*. Ya debéis saber que son las ballenas los animales mayores que se conocen, pues llegan á 36 metros de longitud y 120.000 kilogramos de peso. Viven hoy en los mares polares y tienen necesidad de salir á la superficie del agua para respirar el aire libre.

Los *delfines* son los mamíferos más semejantes á los peces y los más rápidos en la natación, pues se les ve acompañar horas enteras á los vapores y á otros barcos. El *narval*, habitante también de los mares árticos, se les pesca por su grasa y marfil, cuya última materia se ob-



Delfín

tiene de un gran diente de que está dotado el macho de esta especie, sirviéndole de arma terrible. El *cachalote* tiene la cabeza enorme, mandíbula con dientes, y viaja en manadas, al contrario de la ballena, que vive solitaria.

Las *focas* y las *morsas* no son cetáceos, pero son mamíferos que pasan gran parte de su vida en el mar y se alimentan de peces y mariscos. Se conocen varias especies de focas, bautizadas con los nombres de *león marino*, *vaca marina*, etc. Las *morsas* tienen la misma organización que las focas, solo que tiene en la mandíbula superior dos grandes caninos de un hermoso marfil.

Hay un orden llamado de los *marsupiales*, cuyos ma-

míferos tienen una bolsa exterior ó repliegue de la piel debajo del vientre y en la cual la madre recibe y da de mamar á sus hijos. Los más importantes de estos animales son la *sariga* y el *canguro*.

Otro orden lo forman los *desdentados*, así llamados por su falta de dientes. Estos en cambio tienen largas las uñas. El más notable de estos animales es el *perezoso*, el cual pasa su vida casi siempre en un árbol comiendo hojas. Cuando anda suele avanzar unos dos metros por hora.

Más numerosa en especies es el orden de los *roedores*,



Castor

que se distinguen casi todos por su instinto de previsión para la seguridad de sí mismos y de su prole. A este orden pertenecen las *ardillas*, las *ratas*, los *ratones*, los *conejos*, las *liebres*, y los *castores*.

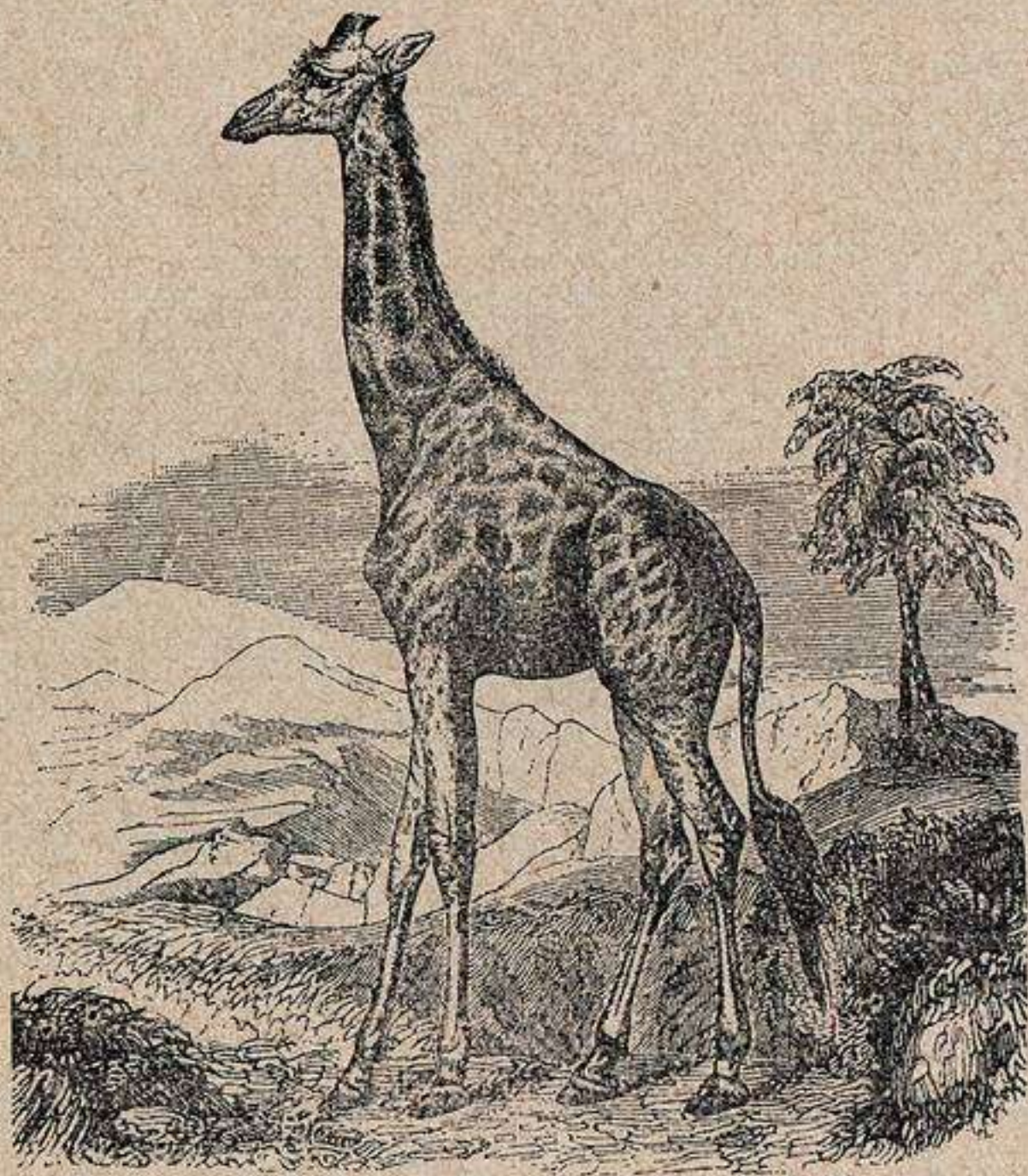
Los *castores* ofrecen curiosidades interesantes. Viven con preferencia en las latitudes frías, se reúnen en colonias, construyen diques en los ríos y edifican chozas, para lo cual cortan con sus dientes los troncos de los árboles y amasan la greda con su cola escamosa.

Del mismo orden de los roedores son el *puerco-espín* y

el *topo*. Este último animalejo construye su madriguera metiéndose bajo tierra donde ataca las raíces. Hay también topos *insectívoros*.

Muy conocido es el orden de los *rumiantes*. Tienen en el estómago cuatro cavidades, á las cuales van á parar sucesivamente los alimentos después de rumiados distintas veces.

Todos habéis visto *rumiar* á las vacas y carneros, esto



Girafa

es mascar sin que al parecer tengan nada que comer. Es que estos animales comen aprisa masticando apenas la hierba, y luego cuando descansan la hacen subir de nuevo á la boca para triturarla por completo y digerirla mejor.

Los rumiantes tienen los piés hendidos y casi todos son de gran tamaño y algunos gigantescos, como la *girafa*.

Pertenecen á dicho orden el *toro*, el *buey*, la *oveja*, la *cabra*, el *camello*, la *gamuza*, el *ciervo*, etc.

Veamos el orden de los *paquidermos*. Estos son también animales de gran talla, pero su estómago es más sencillo. Este orden comprende tres familias: 1.^a los *proboscideos*, 2.^a los *paquidermos ordinarios* y 3.^a los *solípedos*.

A la primera familia pertenecen el elefante que es el más corpulento de los animales terrestres; el *rinoceronte*, animal grande y estúpido, y el *hipopótamo*, cuadrúpedo horrible con un enorme morro, el cual vive con frecuencia zambullido en los pantanos y aún ríos del Africa.



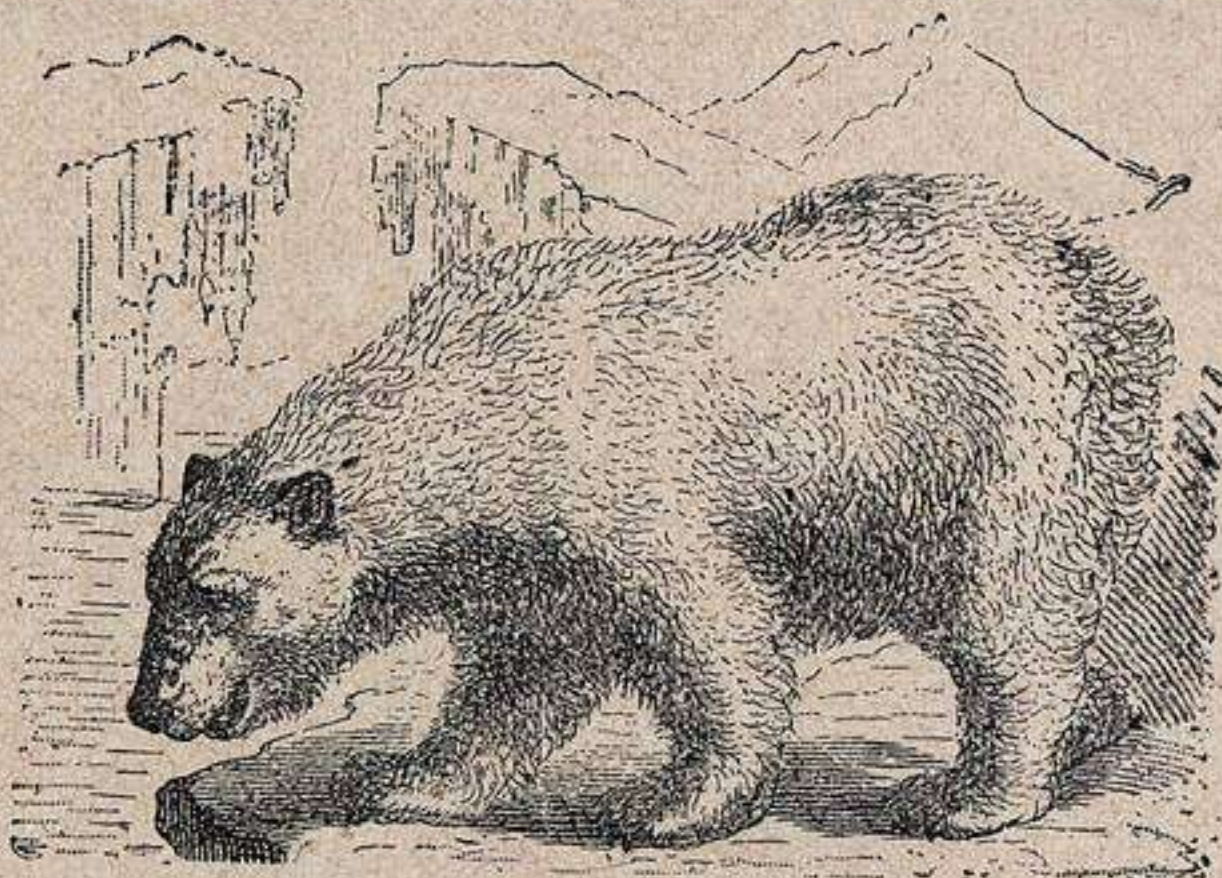
Jabalí

A la segunda familia pertenecen el *cerdo*, animal que todos conocéis, y el *jabalí* ó cerdo salvaje, cuyos agudos colmillos pone en aprieto á los perros y aun al hombre cuando se le caza, interrumpiendo su pacífica existencia en los bosques.

A los *solípedos* corresponden principalmente el *caballo*, el *asno*, la *cebra* y el *mulo*. La cebra es un animal más pequeño que el caballo y mayor que el asno, al cual se parece por sus formas. Toda su piel está rayada por franjas negras y blancas.

Pasemos al orden de los *carnívoros*, los cuales, como su nombre indica, se alimentan de carne. Examinad un *gato* y tendréis un tipo, quizás el más perfecto de estos animales.

Entre los carnívoros ó carniceros unos andan poniendo en el suelo la planta de los piés, por lo cual se llaman *plantigrados*, mientras otros sólo apoyan los dedos, y por esto se le llama *digitigrados*.



Oso blanco

A la primera familia pertenecen el *oso pardo*, el *oso blanco* y el *tejón*. El primero ataca rara vez al hombre y prefiere las frutas y la miel (con todo y ser carnívoro), á la carne de los rebaños. El *oso blanco*, habitante de las tierras glaciales, no es tan pacífico. En cuanto al *tejón*, que es del tamaño de un perro, pasa la mayor parte de su vida en profundas madrigueras.

Al segundo grupo ó sea al de los *dentigrados*, *digitigrados*, pertenecen las *martas*, el *hurón*, la *comadreja*, la *nútria*, la *garduña*, y el *armiño*, formando después sección aparte el *perro*, el *lobo*, la *zorra*, el *león*, el *tigre*, la *pantera*, la *hiena*, etc., cuyos animales, á excepción del perro, tienen una índole sanguinaria de todos conocida.

Por último en el orden de los carnívoros se hace figurar la familia de los *quirópteros*, entre los cuales se

encuentran los *murciélagos* y los *vampiros*. Este último animalito chupa la sangre de los ganados y hasta del hombre estando dormido.

X

Los cuadrumanos

Los *cuadrumanos*, son los mamíferos que más se aproximan al hombre, no sólo por su organismo, si que también por ciertos caracteres, aunque mal pueden compararse con la especie humana.

El nombre de *cuadrumano* designa cuatro manos, por que así terminan los pies de estos mamíferos, á propósito para trepar por los árboles en donde se alimentan de frutos, que fácilmente pueden coger. A este orden pertenecen los *monos*, el *orangután*, el *gorila* y el *chimpanzé*.

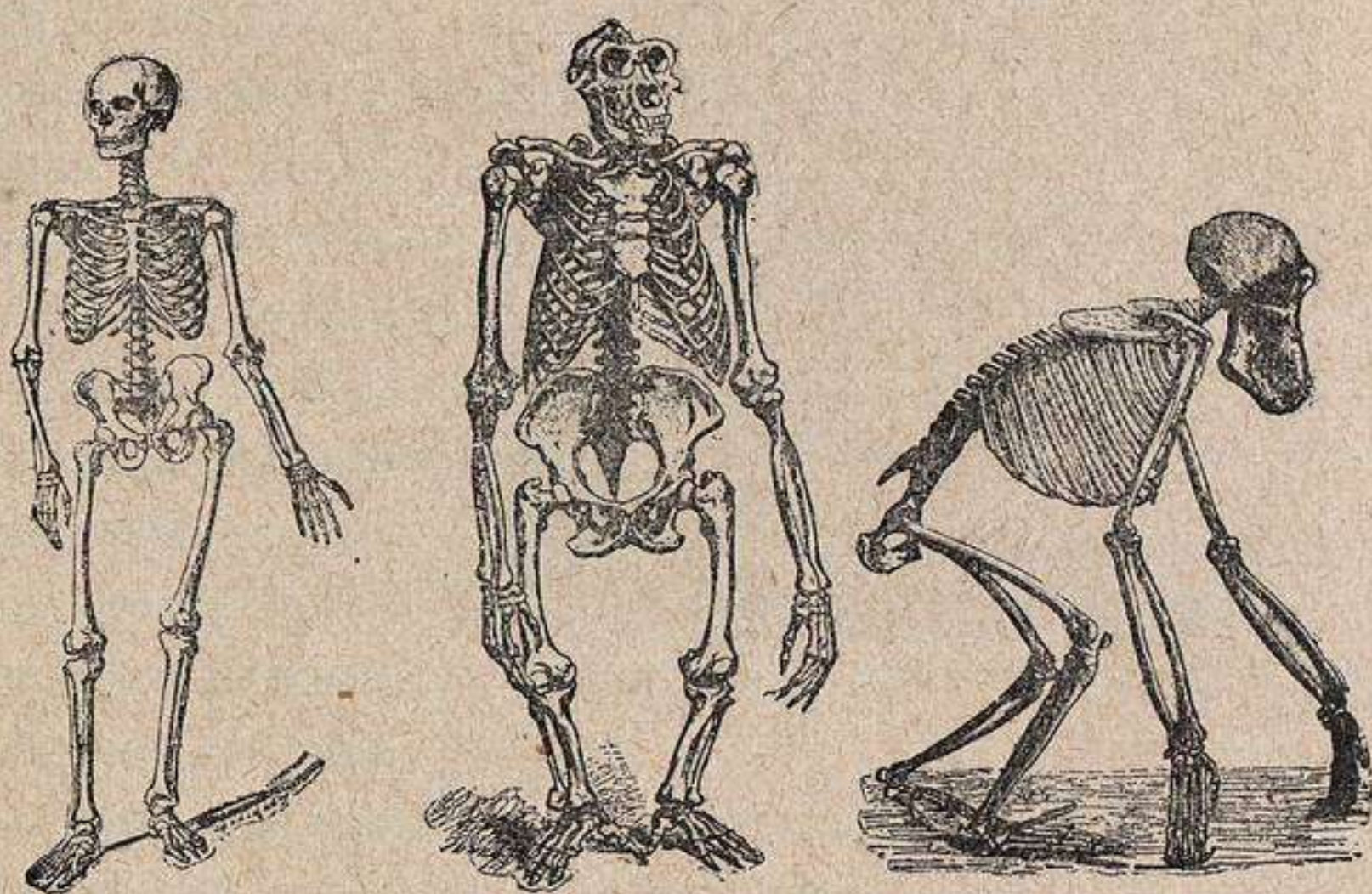
Todos estos animales viven mayormente en los países de la zona tórrida. La mayor parte se reúnen formando pequeñas familias y son los más inteligentes de los animales, pues casi todos son capaces de imitar muchas acciones de los hombres.

Los *monos* suelen marchar en bandadas por los bosques de África y América, en donde arman atronadora algabía, sobre todo cuando alguna fiera ó cazador los persiguen. Hay variedades de monos, pero casi todos, cogidos desde jóvenes, se pueden domesticar fácilmente y aun aprenden á divertir al público con muchos ejercicios. Algunos monos tienen cola.

En los bosques más espesos de la isla de Borneo habita

el *orangután*. Su estatura puede alcanzar á dos metros; pero como tienen muy largos los miembros superiores, casi llegan al suelo cuando el animal está de pié. Puede, sin embargo, andar derecho como un hombre, en términos que se han visto orangutanes desempeñando servicios domésticos. En el estado salvaje se alimenta casi siempre de frutos y raíces.

Todavía hay una especie de cuadrumanos más pare-

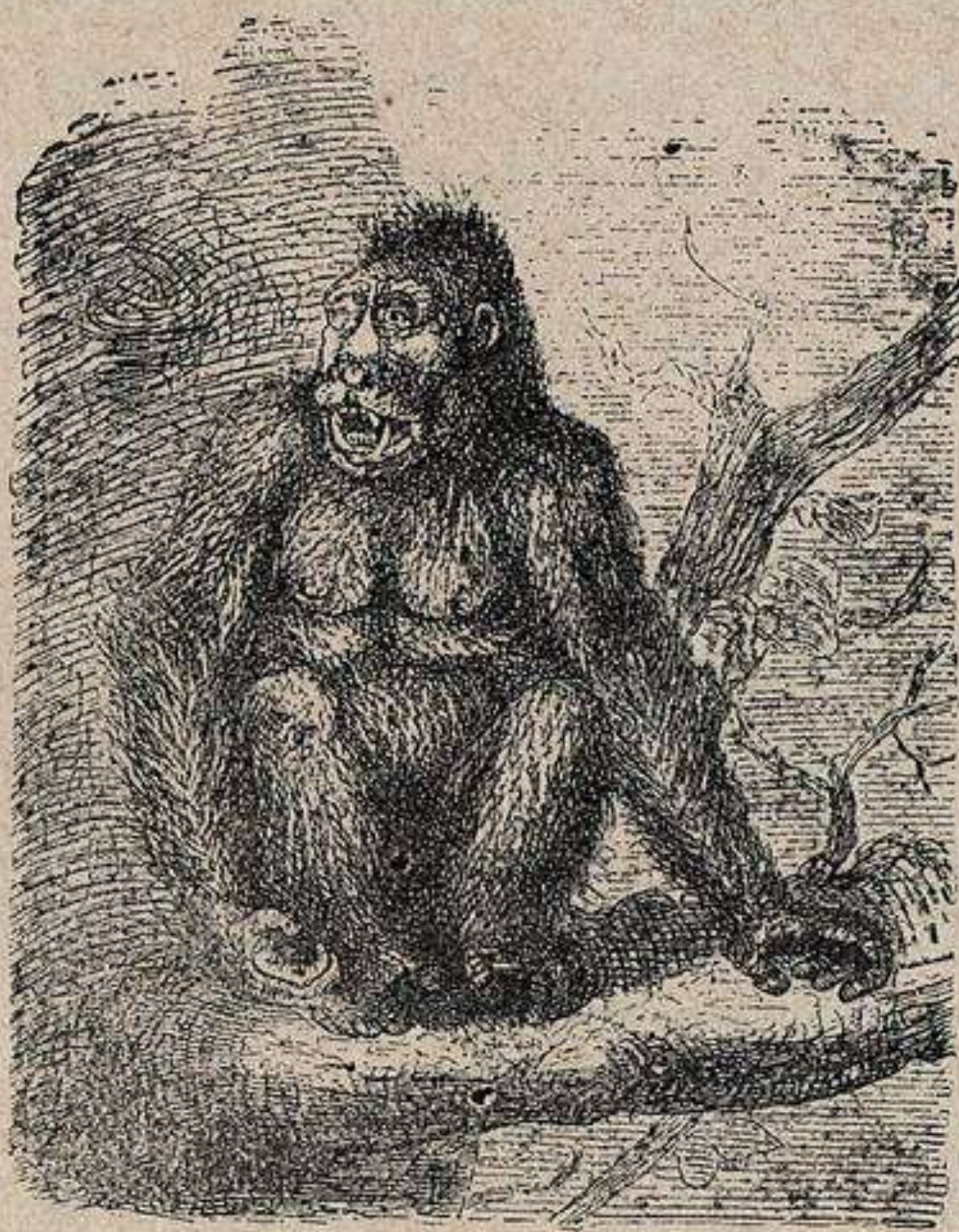


Esqueletos del hombre y de los grandes mones

cida al hombre: tal es el *gorila*. Tiene este animal un aspecto formidable y feroz, habiéndosele visto andar largas distancias por los países del África occidental, en donde se le encuentra; pero casi siempre apoyado por alguna rama que le sirve de sostén.

Tiene el *gorila* aproximadamente la estatura de un hombre; pero el pecho y espaldas tienen mucha más anchura y los brazos son más largos y más robustos. No des-

deña la lucha con el cazador más atrevido, aun cuando conoce la ventaja inmensa de las armas, y hace frente á to-



Gorila

dos los animales, incluso al león. Se alimenta el gorila de raíces y frutos y es indomesticable.

Algo más pequeño que el gorila es el *chimpanzé*. Vive en los bosques de Guinea, en los cuales construye grandes nidos en los árboles cubiertos con un gran techo de ramas. Con facilidad se le domestica y entonces

aprende cuanto se le enseña, demostrando apego á su amo, pero si cualquiera le irrita, entonces se convierte en fiera.

Tanto el *orangután* como el *chimpanzé* se crían con dificultad en la Europa, habiéndose observado que en los países del Norte enferman del pecho y mueren.

XI

EL HOMBRE

Funciones de nutrición

Gran cosa es tener algún conocimiento de los animales y de las plantas; pero es mucho más interesante conocer la manera de vivir de los hombres en todo lo que se refiere al *cuerpo*, porque del *alma* no hemos de tratar en esta obrita.

El cuerpo del hombre, como el de todos los animales, cumple tres clases de funciones: de *nutrición*, de *relación* y de *reproducción*.

Nutrirse es alimentarse y sostenerse. ¿En qué se convierte y de qué sirve el alimento que tomamos y por qué lo tomamos? Esto vamos á verlo en la presente lección.

La nutrición es un trabajo de varios órganos y comprende tres funciones: *digestión*, *circulación* y *respiración*.

Veamos la digestión. Todos sabemos que tomamos alimentos para conservar nuestro cuerpo. Por alimento entendemos, no todo lo que se come, sinó todo lo que nos nutre ó aprovecha, pues la digestión transforma los alimentos en sustancia propia.

Cuando los alimentos están mascados, arrollados, y empapados de saliva, por medio de un movimiento en la garganta llamado *deglución*, descienden por el esófago,

tubo musculoso que termina en el *estómago*, primera estación de los alimentos.

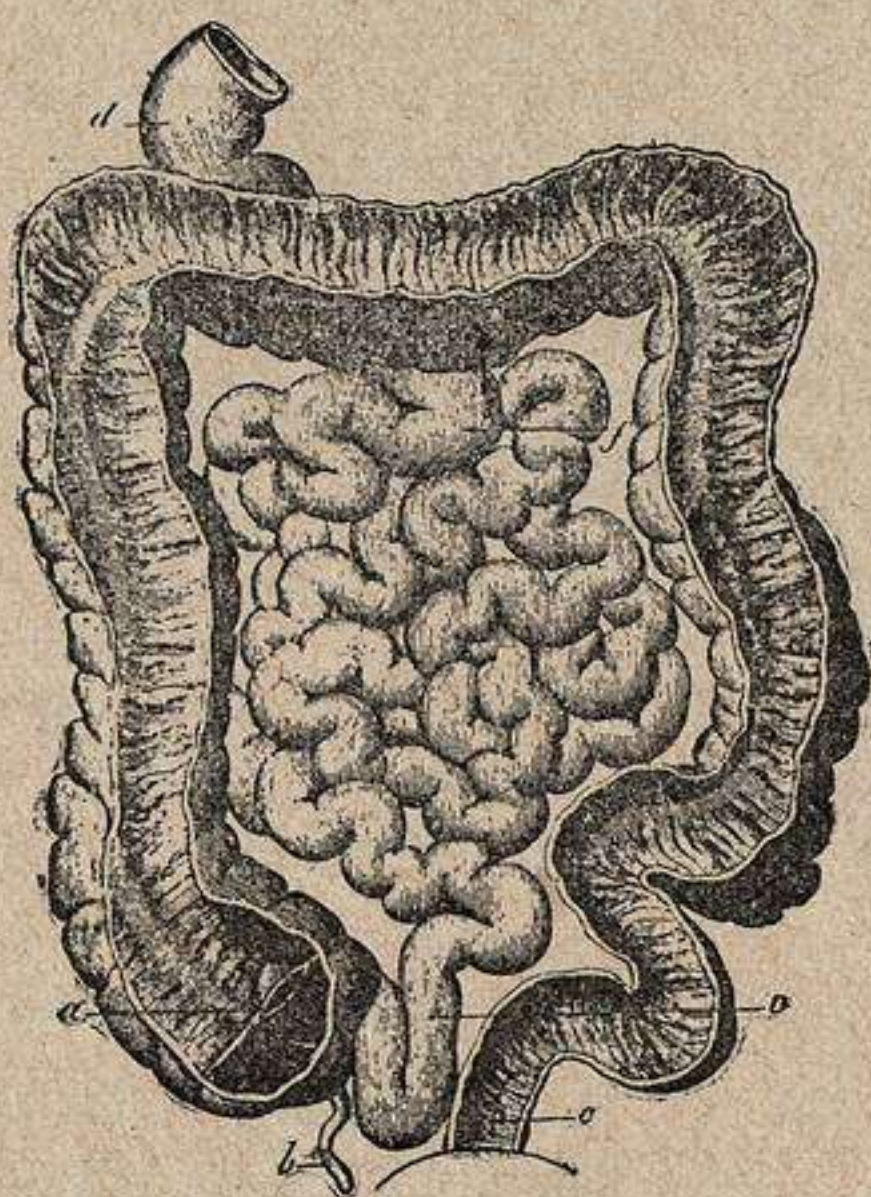
El estómago es una especie de saco que en el hombre puede tener unos dos litros de capacidad. Las paredes del estómago se hallan tapizadas de glándulas que destilan un líquido muy ácido llamado *jugo gástrico*.

Hemos hablado de glándulas. ¿Sabéis qué es una *glándula*? Es un órgano del cuerpo que produce jugos. La

saliva, las lágrimas, el sudor, etc., son jugos ó líquidos producidos por glándulas.

Hemos dejado los alimentos en el estómago y allí se verifica el gran trabajo de la *digestión*.

Empieza primero la saliva á disolver los alimentos, luego el jugo gástrico, después el jugo pancreático, procedente de otras glándulas llamadas *páncreas* y, por último, la *bilis*, procedente del hígado, que es tam-



Los intestinos

bién otra glándula, pero muy grande, colocada fuera del estómago, á la derecha del cuerpo.

En esto han pasado algunas horas, y, terminado el trabajo de la digestión que tiene por objeto disolver los alimentos, empieza el de la *absorción*, por medio de la cual los alimentos transformados en un líquido blanquecino llamado *quilo*, han penetrado ya en el intestino, en cuyas paredes se pega dicho quilo y es aspirado por una infi-

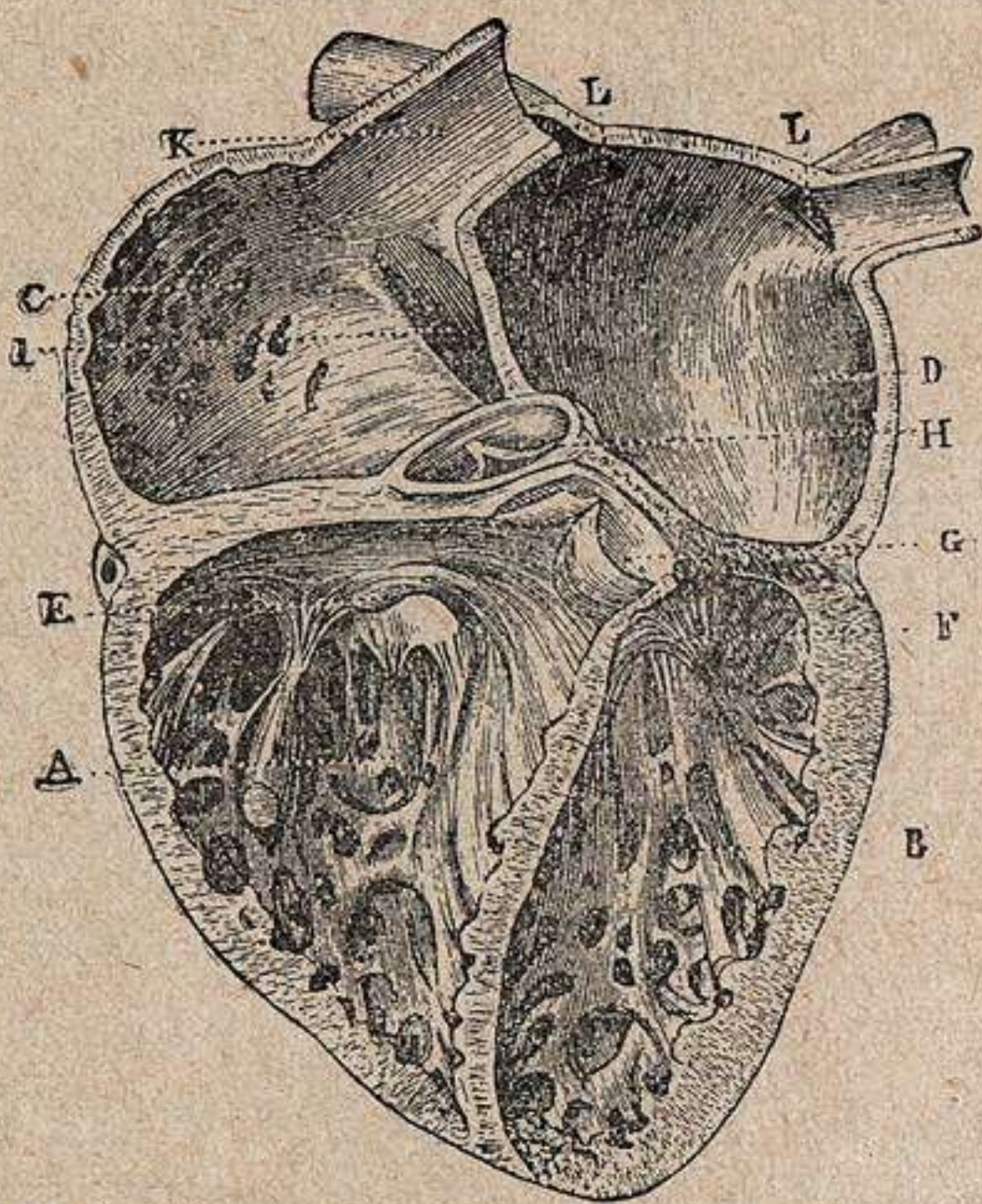
nidad de canalitos absorbentes llamados vasos *quilíferos*, mientras que las partes inútiles ó *heces ventrales* corren á lo largo del intestino y son expelidas en forma de excremento.

¿Qué hace entonces el *quilo*? Se filtra á través del intestino y se convierte en sangre nueva.

Esta sangre, producto de los alimentos y, por lo tanto, sustancia nutritiva, se distribuye por todas las partes del cuerpo para su conservación. Pero como tratamos ya de la *circulación* de la sangre, tenemos necesidad de hablar de los órganos que sirven para el caso. Estos órganos son: el corazón, las arterias y las venas.

El *corazón* es un órgano robusto y hueco, situado en el pecho debajo del ala izquierda del pulmón y cubierto por una bolsa membranosa llamada *pericardio*. Se halla dividido en dos mitades, cada una de las cuales se subdivide en otras dos: una superior llamada *aurícula* y otra inferior llamada *ventrículo*.

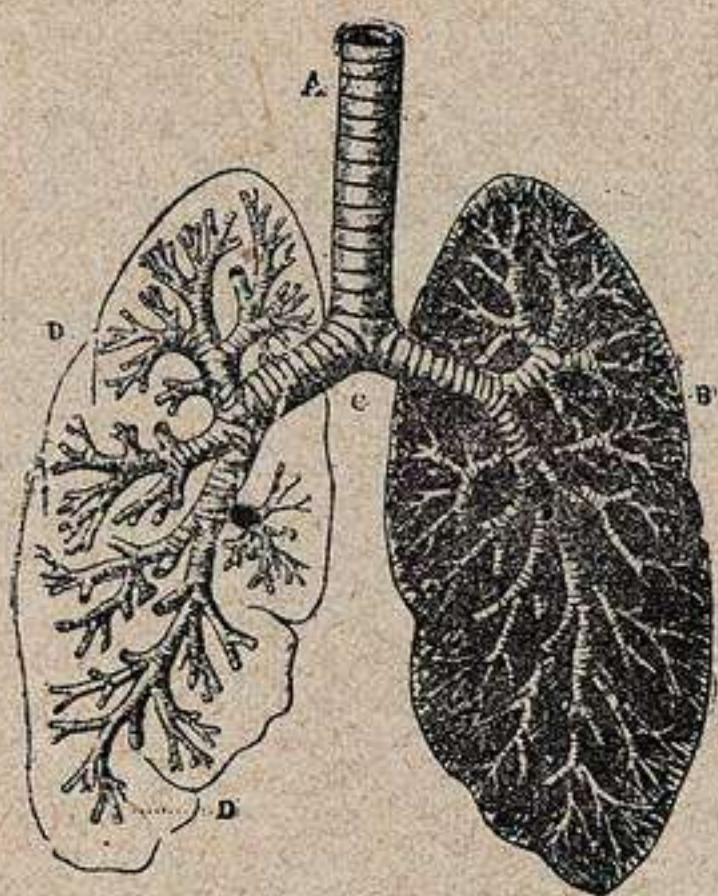
Fijaos bien en ello. Las aurículas arriba y los ventrículos abajo, teniendo en cuenta que sólo se comunican la aurícula y el ventrículo del mismo lado.



El corazón, visto por dentro

Mas para seguir adelante hemos de conocer la sangre. Está formada de dos partes, principalmente *suero* y *coágulo*. Esto puede observarse todos los días. La primera se compone de agua, albúmina, cal y otras muchas sustancias. La segunda contiene los glóbulos rojos y la *fibrina*, que es carne en formación.

Hay sangre *arterial* y sangre *venosa*, ó, como si dijéramos, sangre nueva y sangre vieja. La primera es roja, la segunda obscura. Veamos cómo se forman la una y la otra.



Los pulmones

Aquella sustancia llamada quilo se mezcla con la sangre y penetra en el corazón por la aurícula derecha, penetra en el ventrículo del mismo lado y luego se enfila por una *arteria* llamada *pulmonar*, la cual á poca distancia del corazón se bifurca dirigiéndose á una y otra parte del *pul-*

món, que por esto se llaman *pulmones*. Son dos masas esponjosas á modo de dos alas alojadas á derecha y á izquierda del pecho.

Allí, en los pulmones, la sangre se descarga de la parte mala que tiene, ó sea del ácido carbónico, que expelimos al respirar, y se apodera del oxígeno del aire y con aquel oxígeno adquiere el color rojo, transformándose en sangre arterial.

Entonces, siguiendo su curso, pasa la sangre arterial á las *venas pulmonares* (fijaos bien: las venas pulmonares conducen sangre arterial, y las arterias pulmonares sangre venosa) y de allí se introduce en la parte izquierda

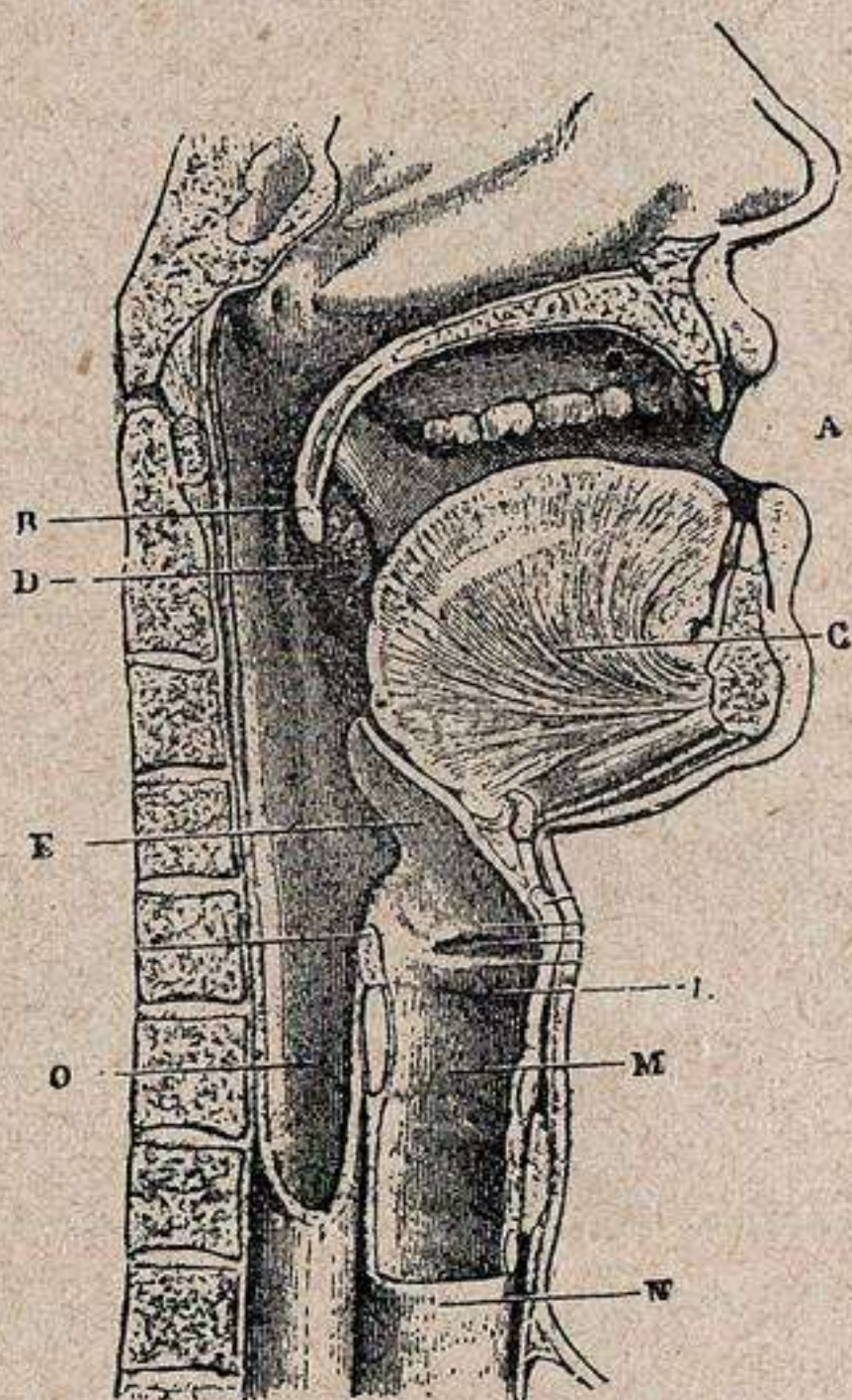
del corazón. Tal es la pequeña circulación de la sangre, pues la gran circulación riega todas las partes del cuerpo, por medio de la cual la sangre nutritiva proporciona alimento á todos los órganos, convirtiéndose de arterial en venosa.

Veamos la *respiración*. Al respirar, el aire entra y sale del cuerpo después de ponerse en contacto con la sangre para oxigenarla.

Como os podéis figurar, el aire no pasa por los mismos conductos que los alimentos. En el fondo de la boca se abren dos conductos: uno anterior, llamado *laringe*, principio de un tubo llamado *traquearteria*, y otro posterior, llamado *faringe*, principio de aquel otro tubo llamado *esófago*.

El primer tubo se dirige á los pulmones, y el segundo al estómago.

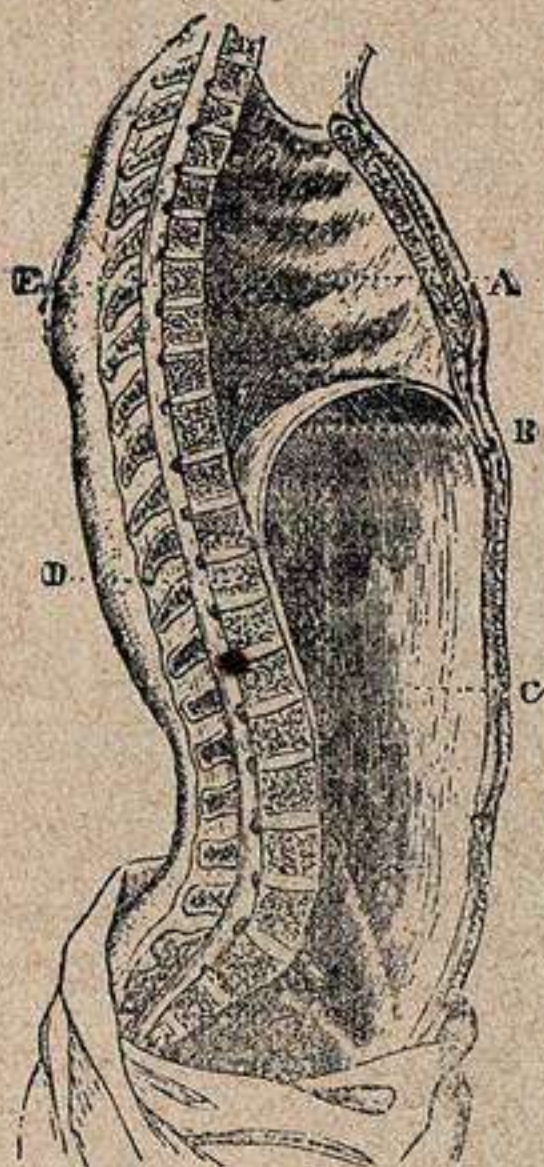
La *traquearteria*, llega hasta la cavidad del pecho y allí á manera de tronco, se bifurca en dos ramas distintas llamadas *bronquios*, los cuales se subdividen en varios tubitos y aquellos en otros más ténues, por todos los cuales discurre el aire para penetrar en todas las cavidades de los pulmones, donde se pone en contacto con la sangre y la sangre *se quema*. Vamos á explicar este fenómeno.



Boca, lengua y conducto de la respiración

Vosotros sabéis que nosotros y la mayor parte de los animales tenemos la sangre caliente. ¿Sabéis cómo se verifica la producción del calor interior de nuestro cuerpo?

En la sangre hay millares de cuerpos rojos, ó *glóbulos*, los cuales se apoderan del oxígeno del aire al atravesar los pulmones y se lo llevan consigo para distribuirlo á todos los órganos.



Pecho y vientre, separados por el diafragma

Acordaos de la química respecto á lo que dijimos acerca de la combustión. En otro tiempo se creía que el oxígeno quemaba el carbono de la sangre al atravesar ésta los pulmones, lo cual producía el calor. Pero no es así. Los glóbulos llevan el oxígeno á todas las partes del cuerpo, y todas estas partes consumen oxígeno y, por consiguiente, producen calor.

La respiración consiste en la entrada y salida del aire en nuestro cuerpo. El primer acto se llama *inspiración*, en virtud de la cual el pecho se ensancha, los pulmones se dilatan y el aire penetra hasta en los capilares de los bronquios. El segundo acto se llama *expiración*, á cuyo impulso las costillas bajan, el pecho se contrae, se aplasta el abdomen y el aire sale mezclado con el ácido carbónico.

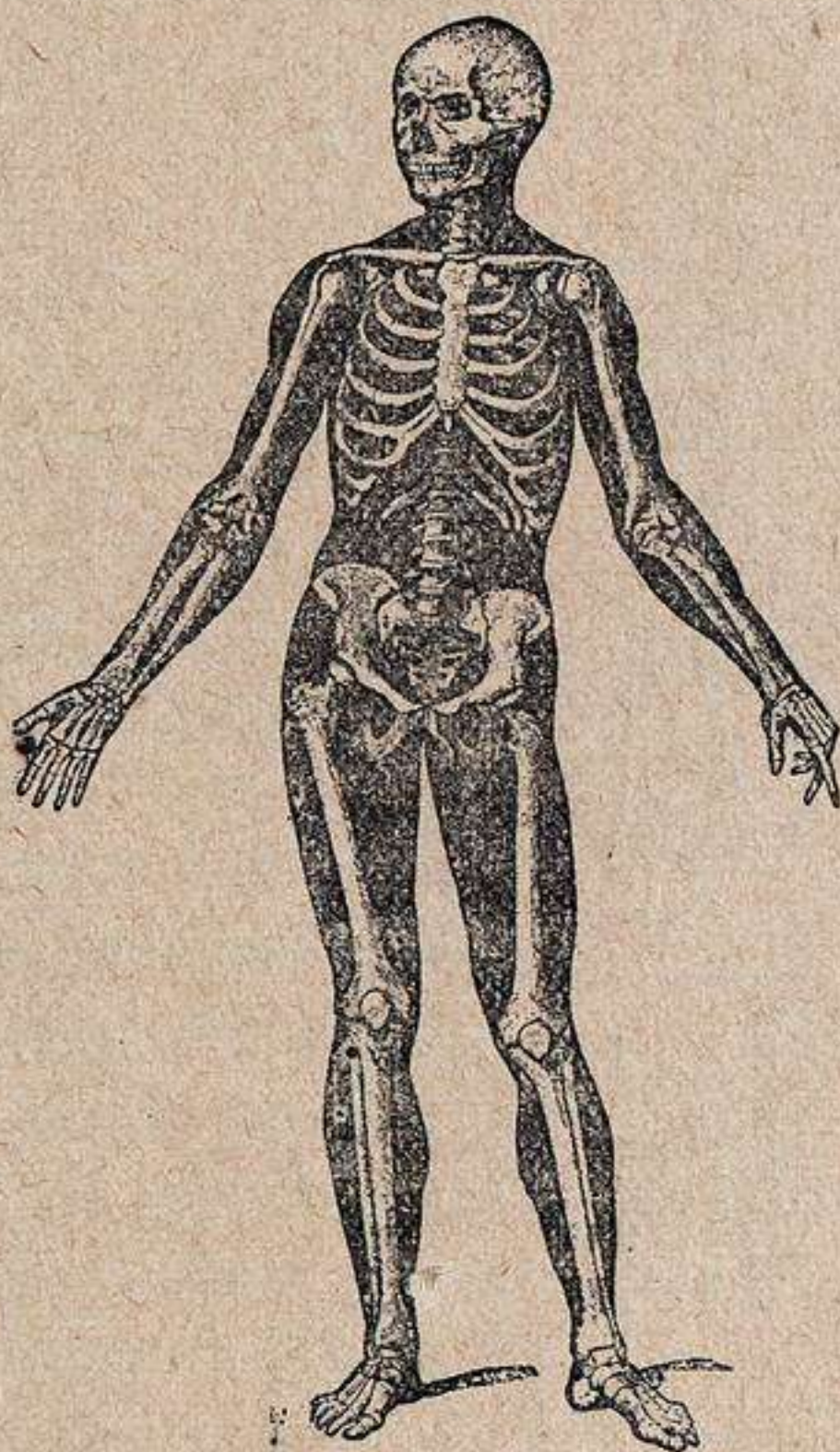
XII

Funciones de relación

Por importantes que sean las leyes de nutrición no lo son menos las de *relación*, por medio de las cuales nos parecemos á los demás seres de la Naturaleza, poniéndonos en comunicación con ellos. Para realizar este fin estamos dotados de órganos especiales con los cuales ejecutamos dos funciones interesantísimas: el *movimiento* y la *sensación*.

Tres son los factores del movimiento: los *huesos*, las *articulaciones* y los *músculos*. Examinemos esos tres factores.

De la misma manera que las cañas de una cometa sostienen el papel que entra en la formación de este juguete, los huesos sostienen las partes blandas de nuestro cuerpo, que sin ellos caerían por su propio peso.



Esqueleto del hombre

Se componen los huesos de varias sustancias, entre ellas la cal. Unos son cortos y anchos, mientras otros son largos y huecos, conteniendo el *tuétano* ó *meollo*; pero por diferentes que sean sus formas, todos tienen la misma composición. Del tuétano se forma el hueso.

El conjunto de todos los huesos forma lo que se llama *esqueleto*, el cual se divide en tres partes: *cabeza*, *tronco* y *extremidades*.

Los huesos de la cabeza forman el *cráneo*, dentro del cual se encierra el cerebro. El cráneo se compone de varios huesos, cuyos nombres aprenderéis más tarde.

Ved esas cavidades delanteras ú *órbidas*, donde se alojan los ojos. Más abajo las *fosas nasales* y luego dos quijadas ó *mandíbulas* fija la superior y unida al cráneo, pero la inferior movable y sólo articulada con aquel.

Huesos de las extremidades inferiores.



Huesos de las extremidades superiores.

Se halla unido el cráneo al *tronco* por medio de la *columna vertebral*, que está formada por un gran número de pequeños huesos llamados *vértebras*, como anillos colocados uno encima del otro, formando en el centro un canal. En la columna vertebral se distinguen

varias regiones: la *cervical* ó del cuello; la *dorsal* ó de la espalda, la *lumbar* y la *sacra*.

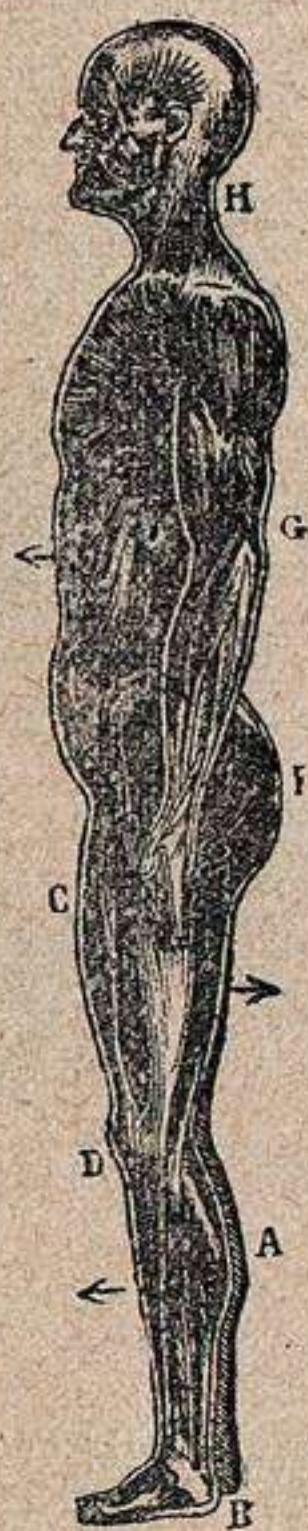
Las vértebras dorsales á cada lado tienen costillas, que se unen por delante de un hueso plano llamado *esternón*. La especie de jaula que se forma es el *torax*.

Forman los brazos las extremidades superiores; pero el brazo propio comprende desde el hombro al codo, que se compone de un solo hueso llamado *húmero*, siguiendo el antebrazo desde el codo á la muñeca, el cual se compone de dos huesos: el *cúbito* y el *radio*. Á la muñeca sigue la palma y los dedos. El brazo se halla unido al cuerpo por la *clavícula* delante y el *omoplato* detrás.

En la extremidad inferior de la columna vertebral se forma una ancha cintura ó sea, la *cadere*, formada por un solo hueso. De allí parten las extremidades inferiores compuestas del *fémur*, hueso del muslo; *tibia* y *peroné*, huesos de la pierna. En la rodilla hay un hueso llamado *rótula*.

Hemos comparado nuestros huesos con el armazón de una cometa; pero esta comparación no es exacta; porque tal armazón no tiene juego alguno, mientras que nuestro sistema huesoso, sin visagras ni clavijas, juega con facilidad por medio de las *articulaciones*.

Son las articulaciones el punto de unión de unos huesos con otros, en aquellos que tienen juego. Para facilitar este juego cada hueso está cubierto de una materia líquida y viscosa que humedece las piezas en contacto y produce el efecto del aceite introducido en un engranaje para que las



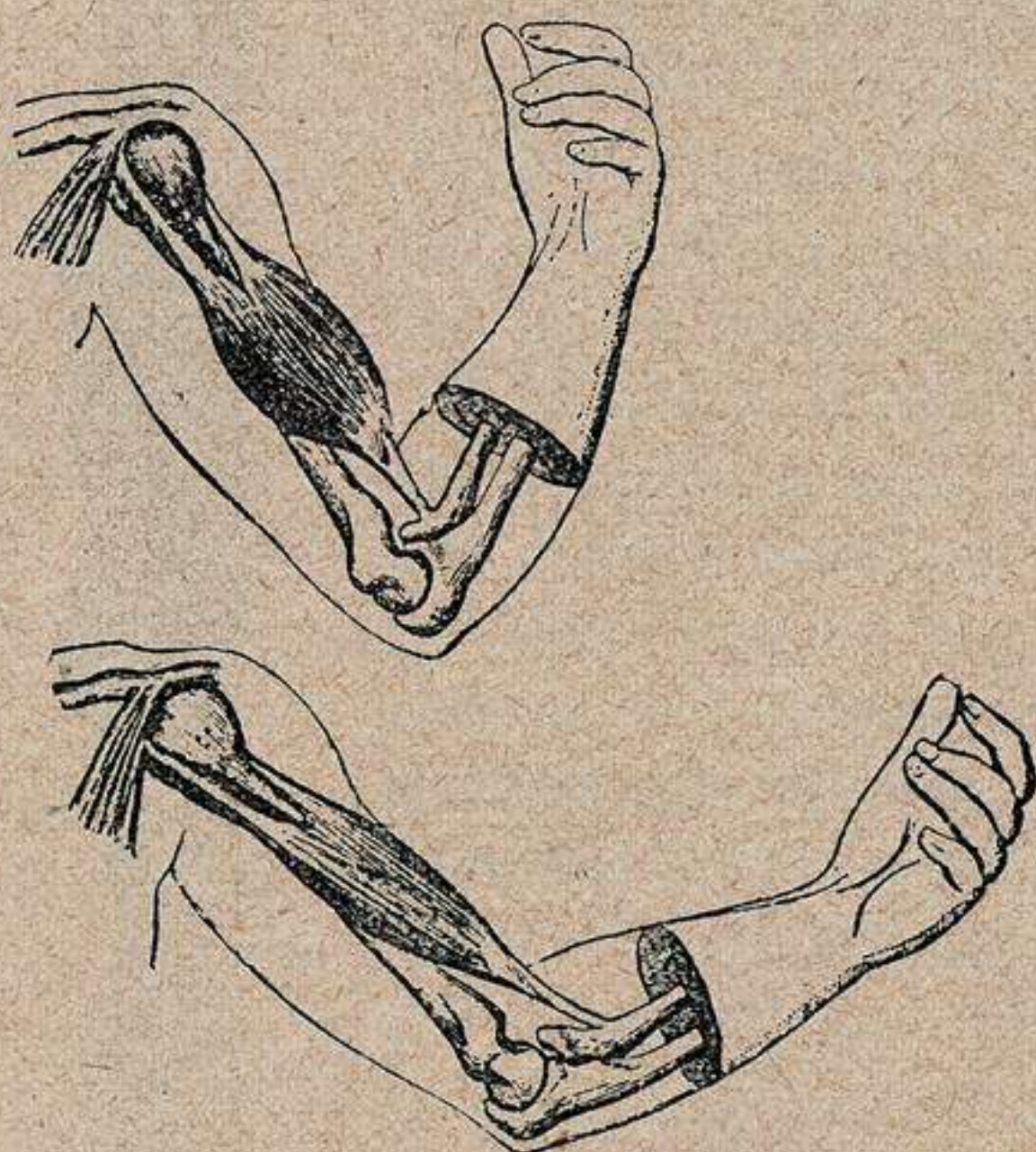
Musculatura humana

piezas resbalen con facilidad. Para asegurar la solidez de la articulación hay una especie de cordones llamados *ligamentos*.

Pero los huesos no pueden ejecutar ningún movimiento por sí mismos; necesitan unos órganos particulares que los hagan mover, y estos son los *músculos*, lo que vulgarmente llamamos carne, fibras pegadas unas á otras, hace-

cillos que dirigen todos los movimientos.

El número de músculos es considerable, como es considerable también el número de movimientos que podemos efectuar. Bajar y levantar la cabeza, abrir y cerrar los ojos y la boca, mover en distintas direcciones los



Huesos, músculos y tendones del brazo

brazos, andar, correr, saltar; todo es debido á los músculos y cada uno se halla encargado de un movimiento, que comunica á los huesos por medio de unos cordoncitos blancos y fuertes llamados *tendones*.

Así, pues, los movimientos dependen de la contracción de los músculos sobre los huesos. Los primeros son los órganos activos, los segundos los pasivos. Nos referimos á los movimientos voluntarios, como levantar un brazo.

Hay movimientos involuntarios, como los *latidos* del corazón.

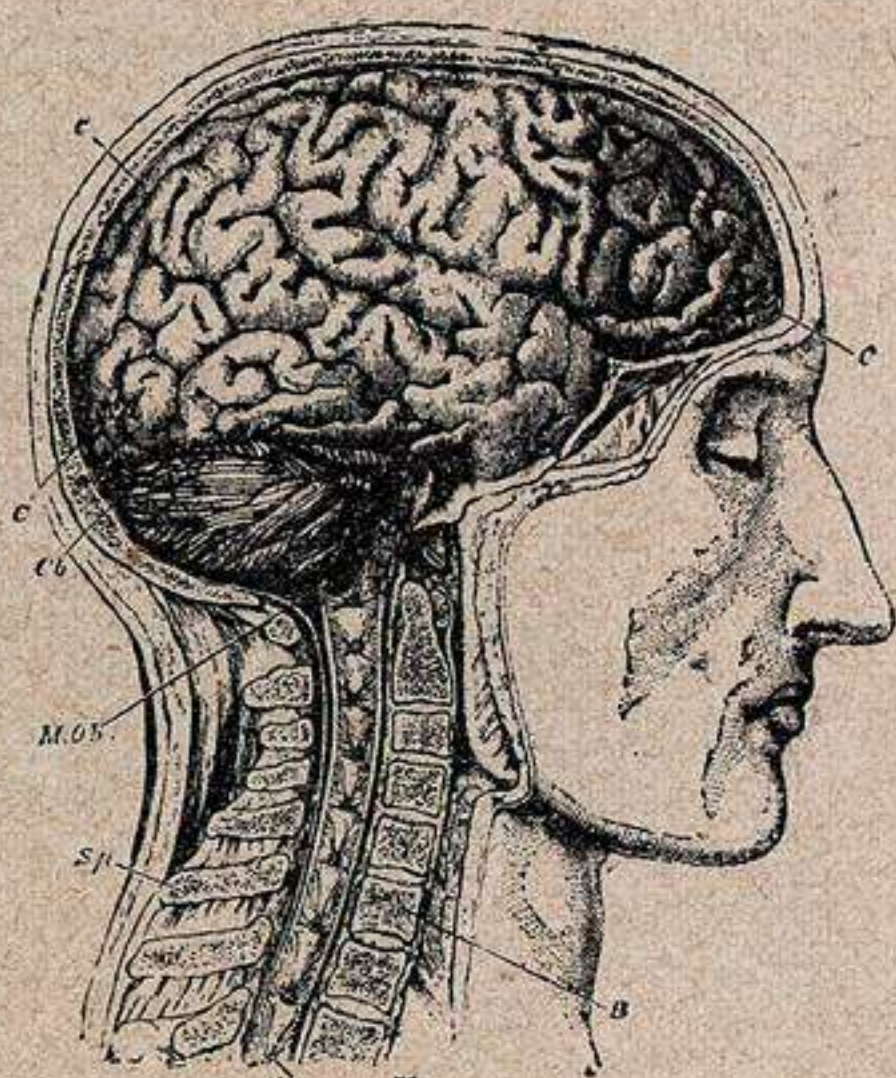
De poco nos servirían la nutrición y el movimiento si no tuviéramos *sensaciones*. El hombre, y en general todos los animales de complicado organismo, están dotados de un órgano alojado en la parte superior de la cabeza, que es el más importante y delicado de nuestro cuerpo. Tal es el *encéfalo*, compuesto del *cerebro*, *cerebelo* y *médula*. Los dos primeros se hallan contenidos en el cráneo, y la tercera en la columna vertebral.

El cerebro es una masa gris por encima, blanca por dentro, estando cubierta de pliegues llamados *circunvoluciones*. Este órgano parece ser el receptáculo de las sensaciones.

Pero ¿qué es una *sensación*? La *sensación* expresa un acto doble: la *impresión* que recibe el órgano y la *percepción* de la impresión recibida. La primera llega hasta el cerebro; la segunda nace de la relación del cerebro con la facultad cognoscitiva.

Parten del cerebro, cerebelo y médula espinal una especie de hilos sumamente finos, los cuales se distribuyen y se ramifican en todas las partes del cuerpo en número incalculable, llamados *nervios*.

Existen varias clases de nervios: los que conducen las impresiones recibidas del exterior, las cuales se llaman



El cerebro

nervios *sensitivos*, y los que llevan desde el cerebro las órdenes del movimiento y las transmiten á los músculos, los cuales se llaman nervios *motores*. Las comunicaciones vienen á ser instantáneas.

Deteneos á examinar este gran fenómeno de la vida. Para que la sensación se produzca, se realizan tres actos: *impresión, transmisión y recepción*.

Fuera de varios centros nerviosos, poseemos cinco órganos importantes para los actos de la sensibilidad, que son los cinco sentidos: vista, oído, gusto, olfato y tacto.

Examinemos primero este último. Sentimos el *contacto* de un cuerpo que se roza con nosotros, y lo sentimos en toda la piel por el gran número de papilas nerviosas que se hallan distribuidas en ella; pero donde estas papilas

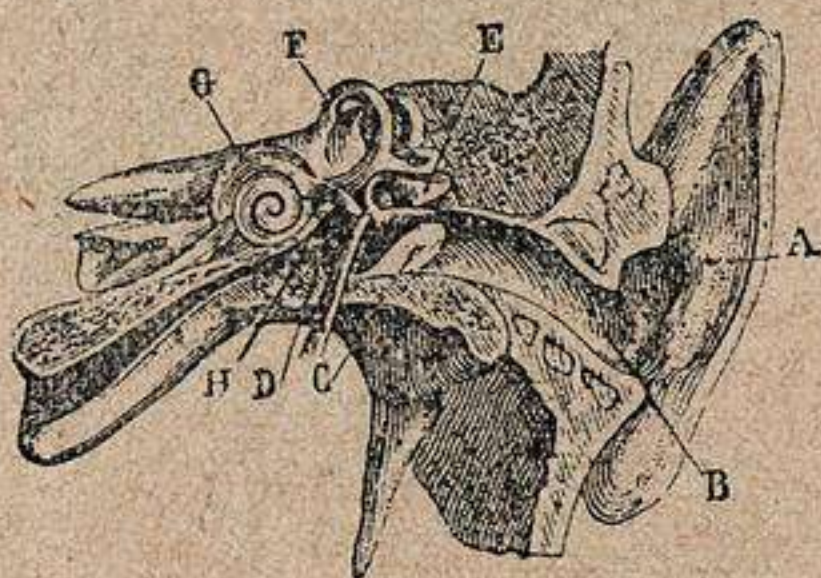
están más desarrolladas es en las manos. En ellas reside el verdadero *tacto*.

Sentimos los olores, porque las diminutas partículas de sustancias esparcidas en el aire, penetrando por las *fosas nasales* se fijan en la membrana *pituitaria*, la cual se halla

cruzada por un gran número de pequeños nervios que transmiten las impresiones al cerebro, dando origen al sentido del *olfato*, el cual se anuncia en cada inspiración.

En la boca hay una variación del tacto que se llama *gusto*. Gustamos porque la lengua se halla cubierta de una membrana mucosa provista de pequeñas ramificaciones del *nervio lingual*, que es el que percibe los sabores para transmitir su impresión al cerebro.

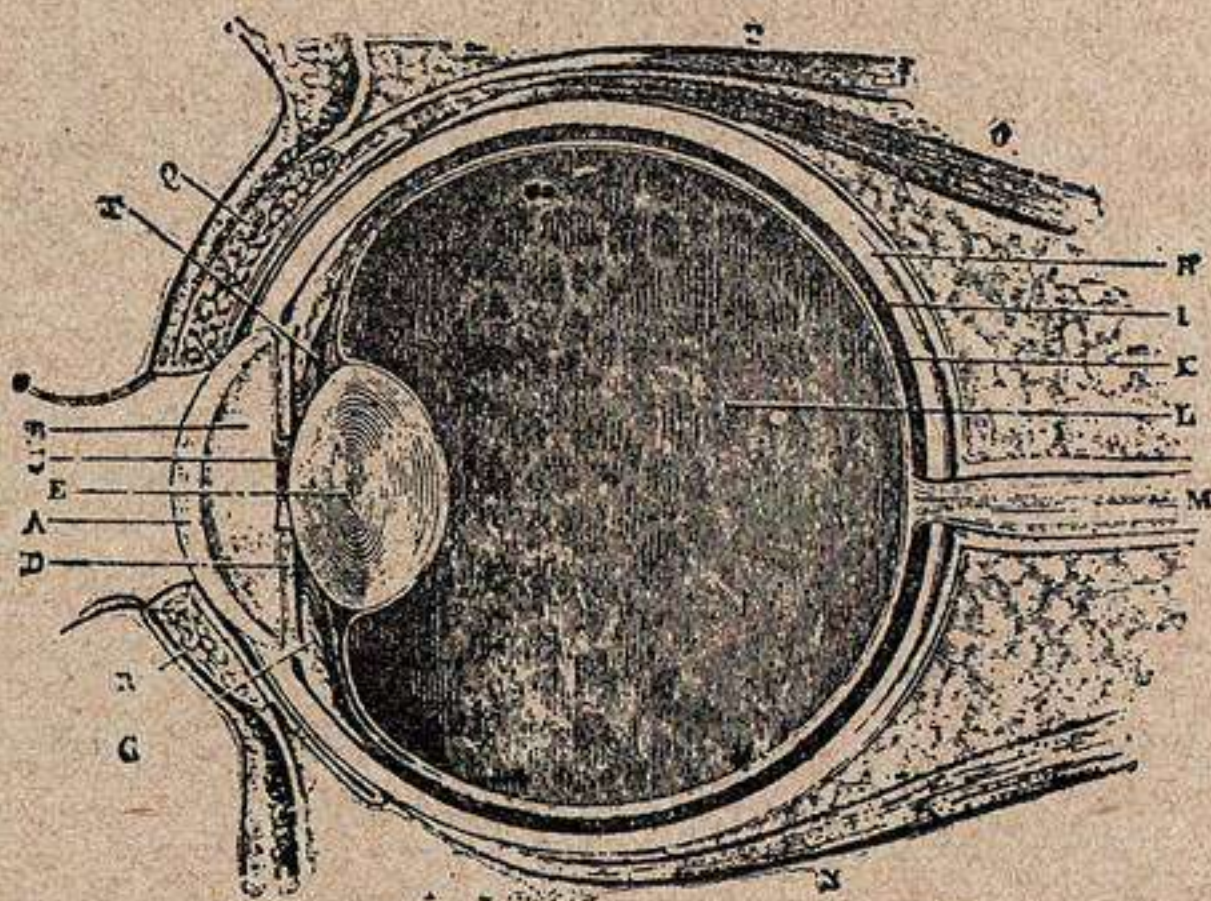
Ya sabéis que el oído nos da á conocer el sonido. La



Órgano del oído

oreja está formada por un pabellón destinado á recoger las vibraciones de los cuerpos, las cuales penetran en el órgano interno del oído por un tubo tortuoso hasta llegar á la membrana del *tímpano*. De allí el *nervio acústico* conduce la impresión al cerebro.

Órgano de la vista es el ojo, el cual ofrece un mecanismo complicado que conoceréis en su día. Las imágenes de los objetos, pasando á través de las diversas partes del



Órgano de la vista

ojo, se dibujan en la *retina*, membrana muy delgada que se forma en la extremidad del *nervio óptico*, que trasmite al cerebro la impresión recibida.

Hé aquí brevemente descrito el admirable juego de nuestro organismo y de la misma manera funciona el de muchos animales. Bajo este punto de vista hay grandes analogías, mas ellos carecen de las facultades superiores que nosotros poseemos, cuyo estudio no es objeto de la presente obrita.



ÍNDICE.

FÍSICA

	<u>Páginas.</u>
Lección primera.—La materia y sus propiedades.	3
II.—La fuerza y sus caracteres.....	6
III.—Peso: presión de los líquidos.....	9
IV.—Presión del aire: el barómetro, las bombas y los globos aerostáticos.....	13
V.—El calor: cambio de estado de los cuerpos.....	19
VI.—Dilatación de los cuerpos: el termómetro.....	22
VII.— Propagación del calor.....	26
VIII.— Las máquinas de vapor.....	29
IX.— Meteoros	37
X.— La luz: su propagación.....	41
XI.— Reflexión y refracción de la luz.....	44
XII.— Dispersión de la luz: los colores	47
XIII.— Aparatos ópticos.....	50
XIV.— Meteoros luminosos	54
XV.— El sonido: su propagación.....	57
XVI.— Velocidad y reflexión del sonido	59
XVII.— Electricidad: desarrollo por frotamiento.	62
XVIII.— La chispa eléctrica.....	65
XIX.— Meteoros eléctricos.....	70
XX.— Aplicaciones de la electricidad.....	74
XXI.— Del magnetismo.....	82

QUÍMICA

I.—De los cuerpos	87
II.—Composición del aire.....	89
III.—Composición del agua.....	91
IV.—Papel del oxígeno y del nitrógeno.....	94
V.—Del carbono.....	96
VI.—Del gas hidrógeno.....	99
VII.—Óxidos, ácidos, sales y bases.....	105
VIII.—Otros metaloides.....	107
IX.—Sobre los metales y las sales.....	110

MINERALOGÍA

I.—El reino mineral.....	113
II.—La tierra vegetal.....	116
III.—Piedras y rocas.....	119
IV.—Minerales metálicos.....	124
V.—Minerales combustibles.....	128
VI.—Acción del agua.....	131

BOTÁNICA

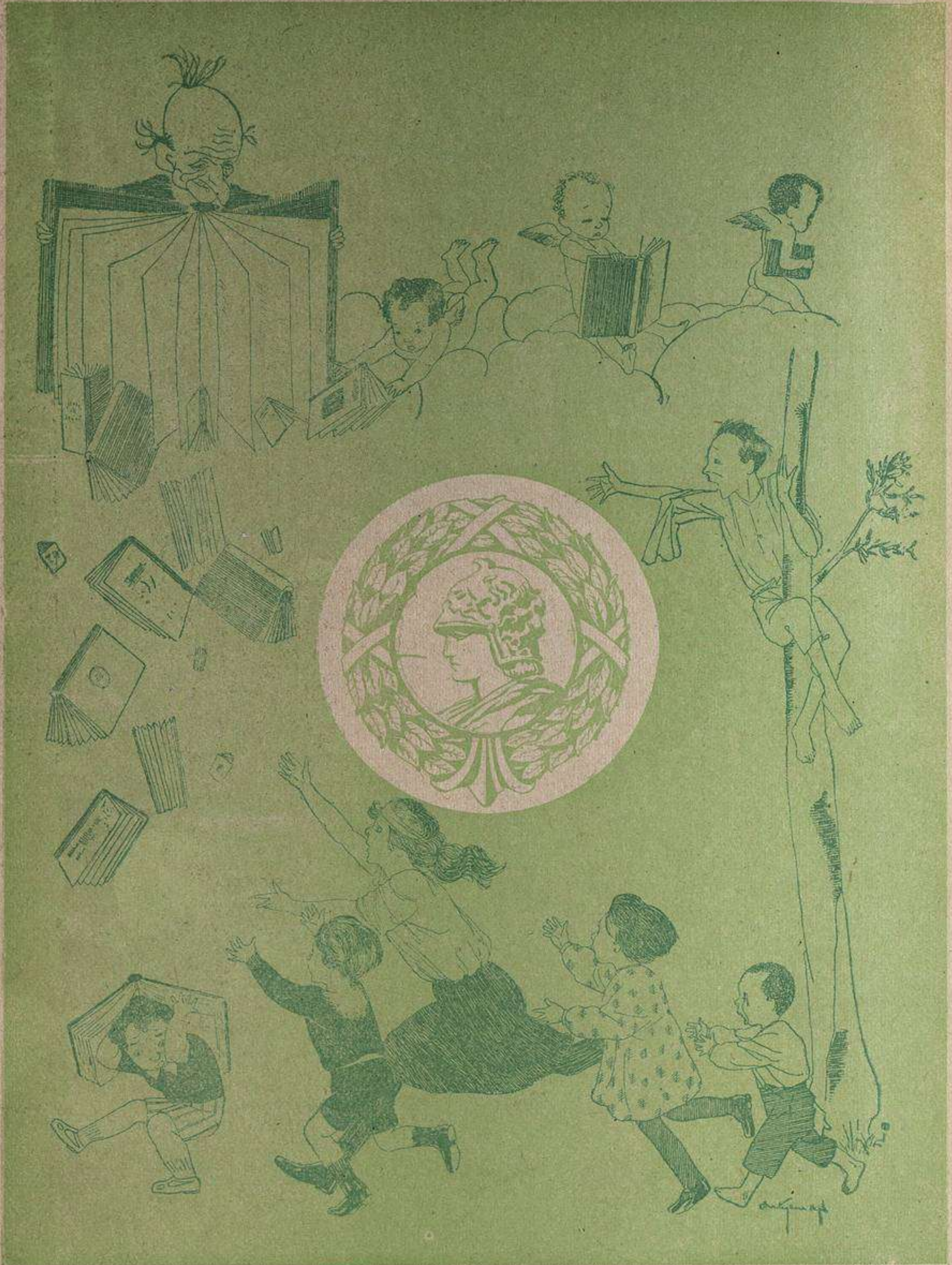
I.—Diferencias entre vegetales y minerales.....	135
II.—Extensión del reino vegetal.....	137
III.—Cómo viven las plantas.....	140
IV.—Órganos y funciones.....	142
V.—Fecundación y multiplicación de las plantas.	146
VI.—Clasificación de las plantas: plantas sin flores.	150
VII.—Plantas de diversas especies.....	154
VIII.—Distribución geográfica de los vegetales...	159

ZOOLOGÍA

I.—Los animales y sus clases.....	164
II.—Animales invisibles.....	167
III.—Los animales-plantas.....	171
IV.—Los moluscos: anélidos y crustáceos.....	178
V.—Los insectos.....	185
VI.—Los peces.....	192
VII.—Los reptiles.....	198
VIII.—Las aves.....	203
IX.—Los mamíferos.....	208
X.—Los cuadrumanos.....	214
XI.—El hombre. — Funciones de nutrición.....	217
XII.—Funciones de relación.....	223



BIBLIOTECA



HISPANO

ENCICLOPÉDICA



AMERICANA



HIJOS DE SANTIAGO RODRIGUEZ
BURGOS.



COMESICA FANCO PÉDICO HISPAÑO AMÉRIGIANA

250