

B. Darder

---

Introducción al Estudio  
de las  
Ciencias Físico-Naturales

---



Segundo Curso



LIBRERIA  
EDITORIAL REUS, S. A.  
PRECIADOS 8. - MADRID

N<sup>o</sup> 408351

4675





CIENCIAS FISICO-NATURALES  
(SEGUNDO CURSO)



---

Es propiedad del autor, quien se reserva todos los derechos de adaptación y de reproducción.

Queda hecho el depósito que marca la ley.

---

GH Natural  
323

# BARTOLOMÉ DARDER PERICÁS

DOCTOR EN CIENCIAS Y VETERINARIO

CATEDRÁTICO DEL INSTITUTO NACIONAL DE TARRAGONA

EX - INSPECTOR POR OPOSICIÓN DE HIGIENE Y SANIDAD PECUARIA

ACADÉMICO CORRESPONSAL DE LA ACADÉMIA DE CIENCIAS EXACTAS-FÍSICAS Y NATURALES DE MADRID

---

## INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIENCIAS FÍSICO-NATURALES (SEGUNDO CURSO)

(con 247 grabados)



TARRAGONA

Talleres Tipográficos: Suc. de Torres & Virgili

1935

R. 3310

DOMINICANA

ESTADÍSTICA

DE LA ECONOMÍA

1990-2000



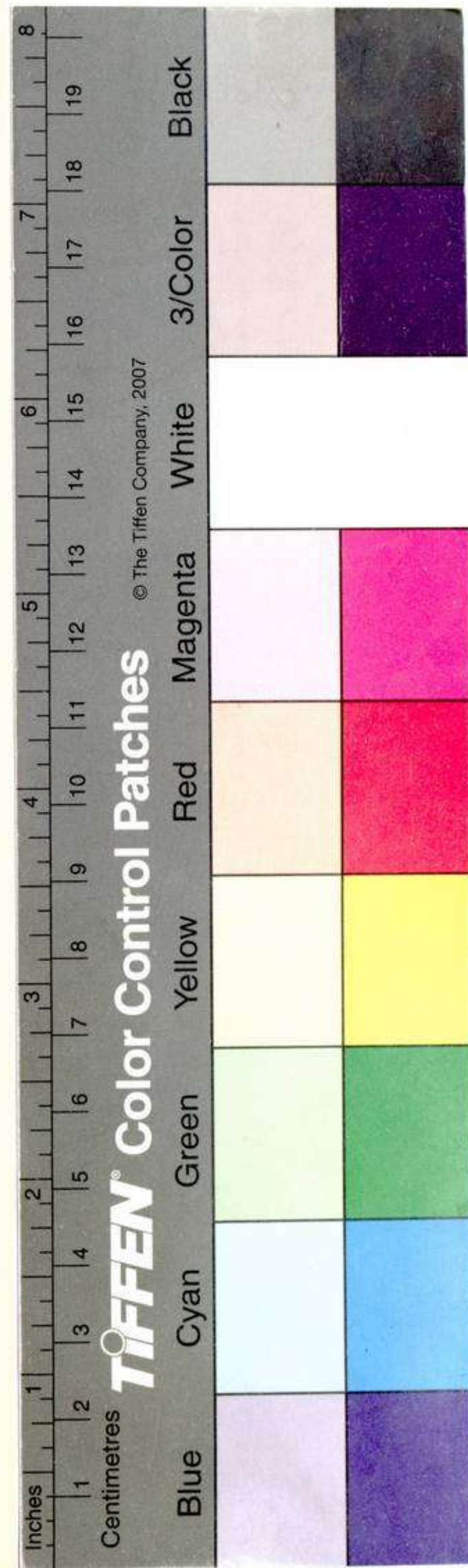
# INTRODUCCIÓN

*Las Ciencias Físico-Naturales correspondientes al segundo curso, deben ser, no solamente una ampliación y complemento de conocimientos respecto al primero, sino que la exposición de éstos, puede empezar a elejarse muy gradualmente del carácter puramente infantil que debía tener un libro destinado al primer curso; verdadera transición entre la escuela primaria y el bachillerato.*

*De todos modos, me he esforzado en presentar las ideas con la máxima claridad posible, no vacilando en alargar el texto a fin de dar explicaciones claras sobre un punto determinado, de manera de facilitar la comprensión y contribuir a desterrar definitivamente el estudio memorístico. Con la misma finalidad, se repiten frecuentemente los conceptos de alguna importancia, que de este modo quedan mejor grabados en la mente, así por ejemplo lo hago especialmente en lo que respecta a anatomía y fisiología humana, donde hay puntos como el mecanismo de la circulación de la sangre, que por muy elementalmente que quiera exponerse, es siempre algo difícil de comprender para un niño de once a doce años.*

*La importancia de los grabados en todo libro de texto, es reconocida unanimemente, de aquí que apesar del sacrificio económico que significa, haya incluido en el libro casi 250 figuras, de modo que puede decirse que no se trata de un punto de física o de geología, no se hace referencia a un animal o una planta y no se habla de un órgano del cuerpo humano, sin que exista su correspondiente figura, acompañada de un texto explicativo de toda la extensión conveniente para que su lectura signifique al niño, una especie de resumen de lo que haya leído en el texto.*

*La utilidad del conocimiento de las etimologías de las palabras científicas, no se escapa a nadie, palabra cuya etimología se cono-*



*ce, palabra cuyo significado jamás se borrará de la mente. Pero tampoco es posible obligar a aprenderlas a los niños de esta edad, de aquí que hay resuelto este pequeño problema, poniendo las etimologías como notas al pié de la página, confiando que por curiosidad serán leídas por un cierto número de los pequeños lectores de esta obrita, los cuales de este modo empezarán a familiarizarse con ellas. Al mismo criterio obedece haber intercalado, también como notas, algunas biografías de científicos muy eminentes a los cuales se hace referencia en el texto.*

*Este libro, al igual que el correspondiente al primer curso, está adaptado por completo al cuestionario oficial, si bien usando de la libertad que este concede para ordenar las materias en la forma que el autor crea más conveniente dadas sus inclinaciones pedagógicas; únicamente me he permitido ampliarlo para hablar de las distintas edades del hombre a manera de complemento de las breves nociones de anatomía y fisiología humanas que exponemos.*

*Para terminar, diré que he buscado un papel de tonalidad ligeramente amarillenta, mandando hacer fabricación especial del mismo, con objeto de evitar el deslumbramiento y el consiguiente cansancio de la vista, al leer mucho tiempo seguido papeles de extremada blancura.*

# LA GRAVEDAD

*En nuestro libro de primer curso, hemos considerado que una de las propiedades de los cuerpos era tener peso y que para medir este peso empleábamos balanzas; en el mismo libro, hacemos notar que un papel extendido cae más lentamente que el mismo papel hecho una bola, a causa de la resistencia que el aire opone a su caída, como indicamos el hecho de que un barco al cual se le abre el casco, al penetrar el agua en su interior, el buque se hunde en las aguas hasta reposar en el fondo del mar. Ahora, ampliando nuestros conocimientos sobre estos puntos, vamos a ver como todos estos hechos o fenómenos, obedecen a una causa común, la gravedad.*

CAIDA DE LOS CUERPOS.—Se cuenta que el sabio italiano Galileo, (1) (figura 1) se hallaba reposando al pié de un manzano, cuando observó que agitado el árbol por un viento algo fuerte, caían varias manzanas al suelo y que se preguntó, por qué causa caían estas manzanas; para poder contestarse a si mismo, empezó una serie de experimentos que han permitido conocer la manera como caen los cuerpos, o sea lo que se llama en lenguaje usado por los hombres de ciencia, determinar las leyes de la caída de los cuerpos,

Sea falsa o verdadera esta anécdota, el hecho es que Galileo estudió la caída de los cuerpos aprovechando la Torre inclinada de



Fig. 1. — Galileo.

---

(1) Galileo Galilei, nació en Pisa (Italia), en 1564, muriendo en 1642; durante su larga vida, descubrió las leyes del péndulo, inventó el telescopio descubriendo los satélites de Júpiter, el anillo de Saturno, las manchas solares, etc.

Pisa, (figura 2) desde la plataforma de la cual que se halla a 55 metros del suelo, dejó caer bolas de distintas sustancias, como cera, oro, plomo, hierro, mármol, etc., encontrando que apesar de

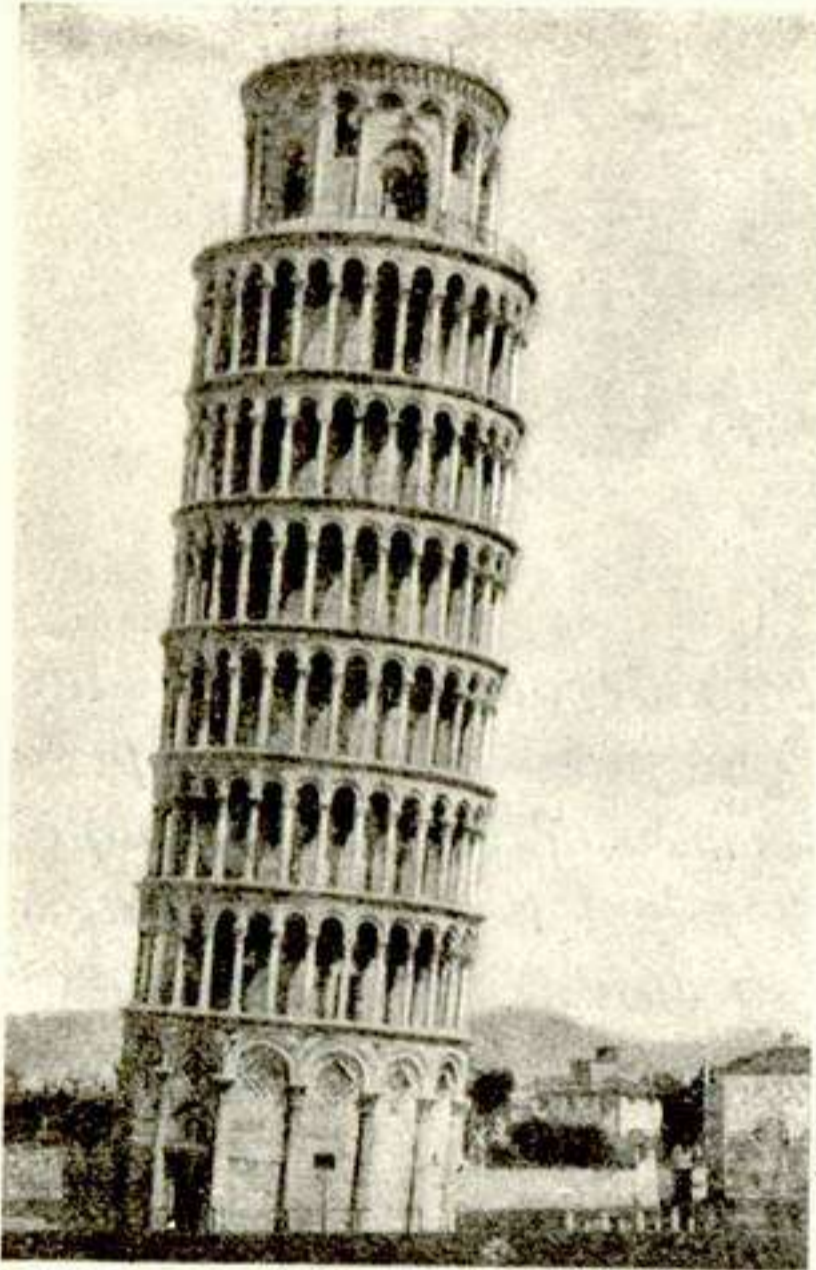


Fig. 2.—La torre inclinada de Pisa, desde la cual Galileo hizo sus experiencias sobre la caída de los cuerpos.

unas ser muy ligeras y otras muy pesadas llegaban casi al mismo tiempo al suelo, deduciendo que si ciertos cuerpos como hojas, ropas, etc., caen lentamente, es debido a la resistencia del aire. La prueba de esta afirmación se halla en que si se toma un largo tubo de vidrio (figura 3) en el cual hay perdigones y trozos de papel, extrayendo el aire del mismo con una máquina neumática, al invertir el tubo los perdigones y el papel caen con la misma velocidad. De estos experimentos se induce la ley que dice *que todos los cuerpos caen con igual velocidad en el vacío, sea cual fuera su naturaleza o su forma y que si no sucede así en el aire, es a causa de la resistencia del mismo.*

El mismo Galileo descubrió otra ley muy importante; se había observado siempre que una piedra cayendo desde poca altura causaba poco daño, pero que si caía desde lo alto de un campanario mataba a la persona sobre cuya cabeza diere, aún cuando fuera una piedra de pequeño tamaño. A costa de experimentos delicados, Galileo descubrió que durante el primer segundo a contar desde el momento de soltar el cuerpo, éste al caer recorría un espacio equivalente en medidas modernas a casi cinco metros, pero que a medida que cae aumenta su velocidad, (figura 4) de manera que durante el segundo siguiente recorre tres veces más camino, o sea algo menos de 15 metros y en el tercer segundo recorre ya casi 25 metros. Por cada segundo sucesivo, el cuerpo recorre 9 metros 80 centímetros más de lo que había recorrido en el segundo anterior; se comprende pues que un cuerpo cayendo de gran altura, llega a llevar una velocidad espantosa y por lo tanto caiga con mucha fuerza.

**LA ATRACCIÓN DE LA TIERRA O GRAVEDAD.**— Los cuerpos caen porque son atraídos por la tierra y a esta fuerza

como cera, oro, plomo, hierro, mármol, etc., encontrando que apesar de unas ser muy ligeras y otras muy pesadas llegaban casi al mismo tiempo al suelo, deduciendo que si ciertos cuerpos como hojas, ropas, etc., caen lentamente, es debido a la resistencia del aire. La prueba de esta afirmación se halla en que si se toma un largo tubo de vidrio (figura 3) en el cual hay perdigones y trozos de papel, extrayendo el aire del mismo con una máquina neumática, al invertir el tubo los perdigones y el papel caen con la misma velocidad. De estos experimentos se induce la ley que dice *que todos los cuerpos caen con igual velocidad en el vacío, sea cual fuera su naturaleza o su forma y que si no sucede así en el aire, es a causa de la resistencia del mismo.*

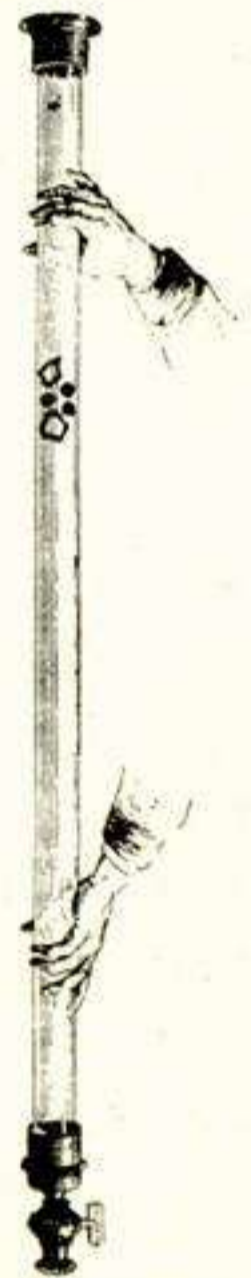


Fig. 3.—Tubo en el que por haber extraído el aire que contenía, todos los cuerpos caen con la misma velocidad, tanto si son ligeros como si son pesados.

que tiende a que todos los cuerpos caigan hasta que encuentran un obstáculo que les impide seguir cayendo se denomina *gravedad*, si no existiera este obstáculo, constituido por la superficie de la tierra, los cuerpos en su caída, no pararían hasta el centro de la misma. (Figura 5). Esto supone de consiguiente *que los cuerpos caen verticalmente sobre la superficie de la tierra y por lo tanto, la dirección de su caída, es el radio terrestre.*

**LA PLOMADA.**—Si los cuerpos caen verticalmente, es evidente que suspendiendo de un hilo muy flexible un cuerpo algo pesado, al sostener el cuerpo por un extremo del hilo, este tomará la dirección vertical. (Figura 6). De este modo habremos construido un utilísimo aparato denominado *plomada* utilizado por los albañiles para determinar si una pared queda vertical, como debe estar para que no se derrumbe.

**PESO Y DENSIDAD.**—En el primer curso hemos hablado del peso, haciendo notar que era la presión que ejerce un cuerpo sobre otro que impide que caiga; podemos añadir ahora que esta presión es

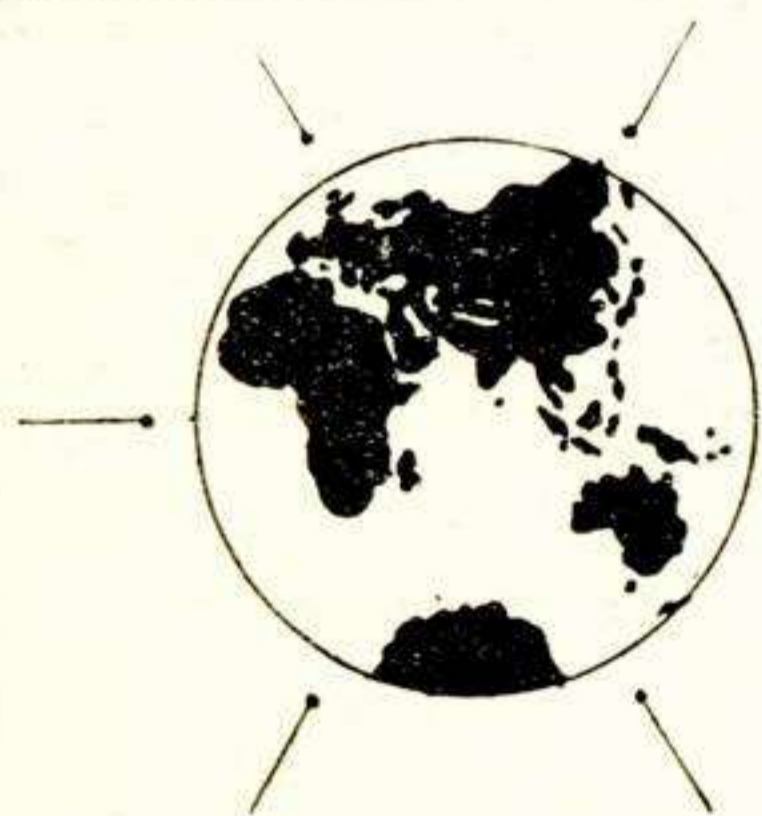


Fig. 5. — Todos los cuerpos caen verticalmente sobre la tierra, de manera que de no quedar detenidos en la superficie, irían a parar al centro de la misma.

consecuencia de la gravedad que actúa sobre dicho cuerpo atrayéndolo hacia el centro de la tierra. El cuerpo puede hallarse sostenido por otro, como una mesa se halla sostenida por el piso de la habitación, (figura 7) o puede hallarse colgado de otro, como una lámpara que pende del techo, en este caso la presión la sufre el techo y tanto es así, que si de un techo algo ruinoso quisiéramos colgar una lámpara muy pesada podríamos ocasionar el hundimiento del mismo.

Es un hecho que observamos cada día,

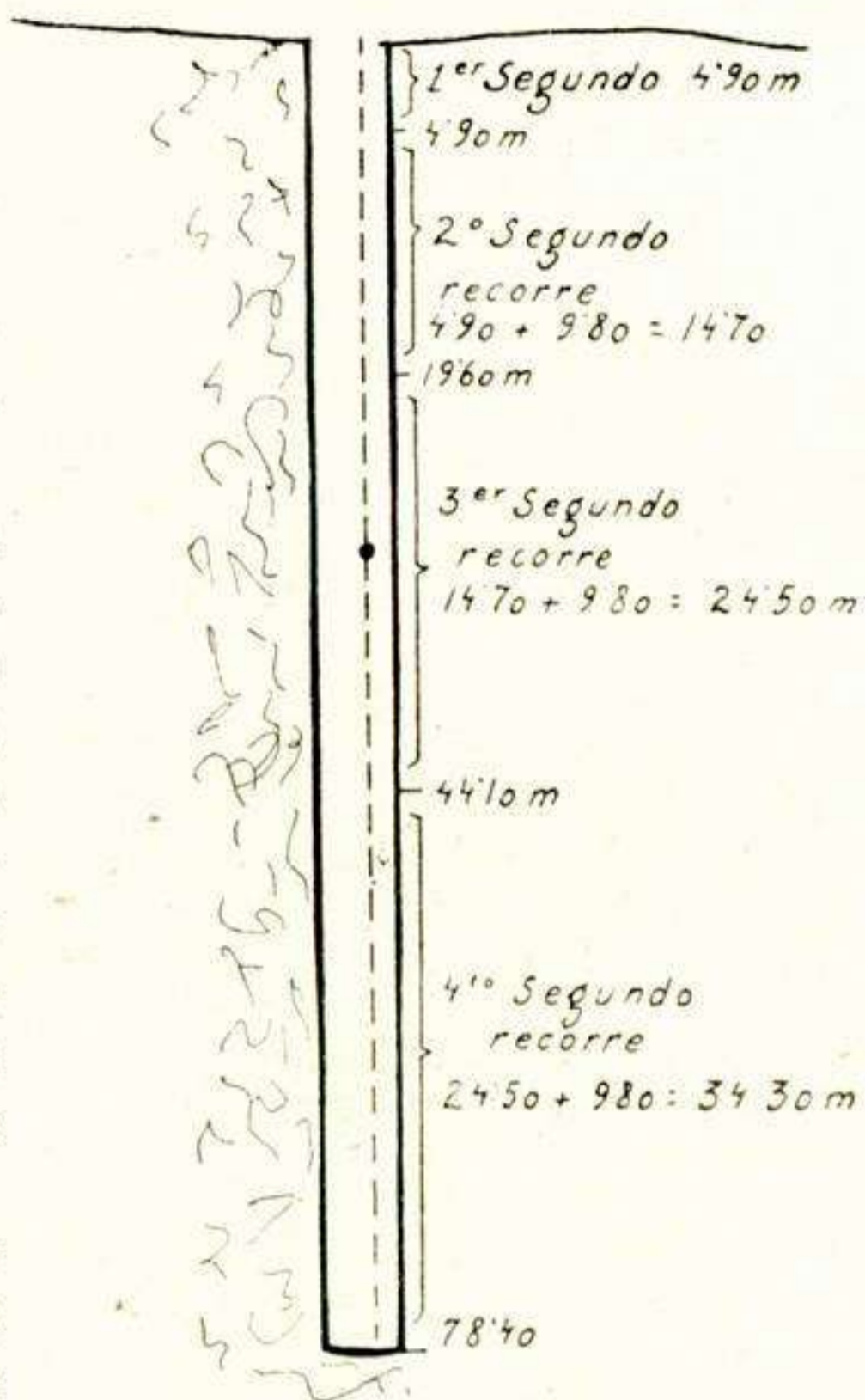


Fig. 4. — Velocidad de caída de un cuerpo al fondo de un pozo, obsérvese como por cada segundo aumenta 9 metros 80 centímetros la distancia que recorre.

que unos cuerpos pesan mucho y otros pesan poco, llenemos un saco con paja, otro con piedras y otro con plomo; los tres sacos son iguales, pero el primero lo levantaremos sin dificultad, el segundo lo podremos mover arrastrándolo y el tercero pesará tanto que no habrá manera de moverlo; diremos pues que el plomo pesa más que las piedras y éstas pesan más que la paja. Tomemos pero una piedra como el puño y un perdigón de plomo, entonces veremos que pesa más la piedra que el plomo. De consiguiente, cuando queremos comparar el peso de dos sustancias y saber cual pesa más, hemos de comparar objetos de igual tamaño o sea comparar el mismo volumen de ambas sustancias y para ello podemos tomar como tipo un litro.

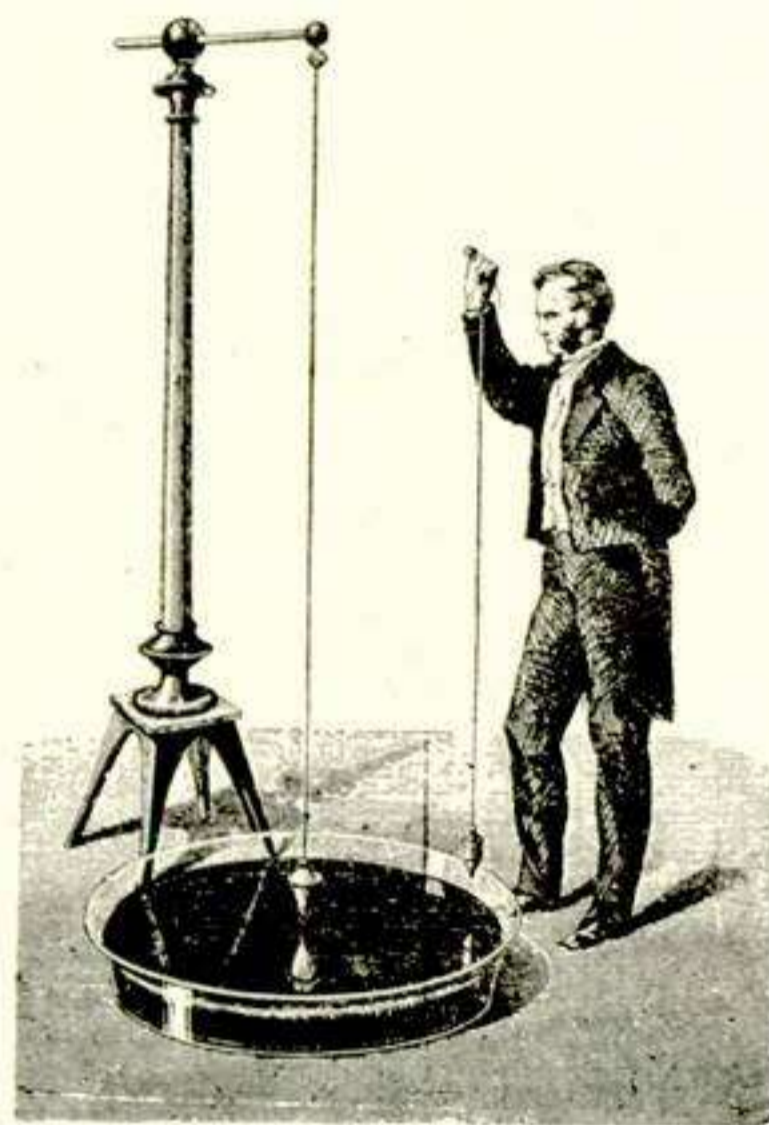


Fig. 6.—Un peso sostenido por un hilo, (plomada) queda perpendicular a la superficie horizontal de un líquido. De un grabado antiguo.

lo levanta-remos sin dificultad, el segundo lo podremos mover arrastrándolo y el tercero pesará tanto que no habrá manera de moverlo; diremos pues que el plomo pesa más que las piedras y éstas pesan más que la paja. Tomemos pero una piedra como el puño y un perdigón de plomo, entonces veremos que pesa más la piedra que el plomo. De consiguiente, cuando queremos comparar el peso de dos sustancias y saber cual pesa más, hemos de comparar objetos de igual tamaño o sea comparar el mismo volumen de ambas sustancias y para ello podemos tomar como tipo un litro.



Fig. 7.—La acción de la gravedad se ejerce sobre todos los objetos de esta habitación, los cuales no caen, unos por estar detenidos por el suelo o por la mesa como el florero y otros como la lámpara, por estar suspendida del techo.

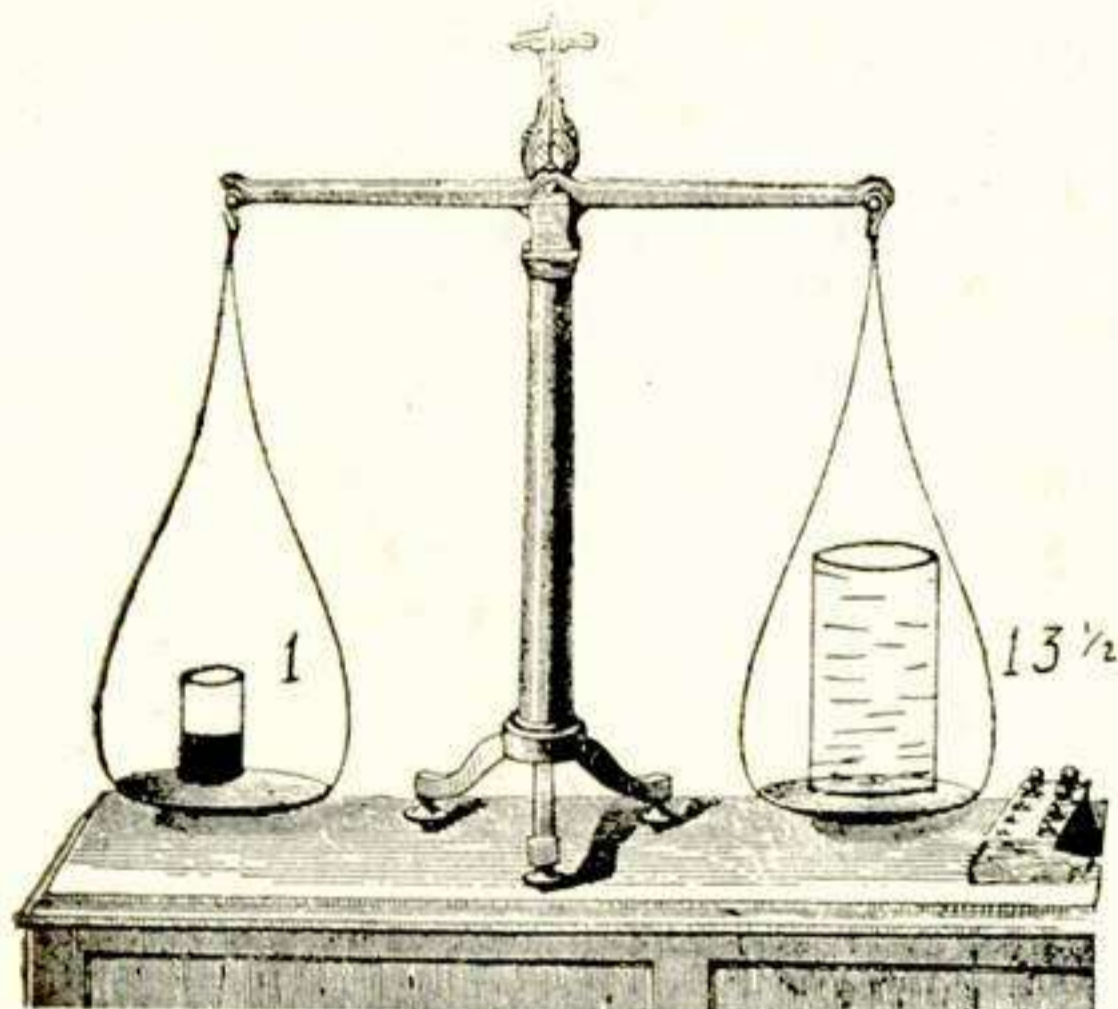


Fig. 8.—Estas balanzas se hallan equilibradas teniendo en un platillo un litro de mercurio y en el otro trece litros y medio de agua a causa de que el mercurio tiene trece veces y media la densidad del agua.

Pesemos un litro de agua y veremos que pesa un kilogramo, pesemos ahora un litro (o sea un decímetro cúbico) de este metal líquido denominado mercurio (figura 8) y veremos que pesa algo más de trece kilogramos y medio, de consiguiente, para equilibrar las balanzas que tuvieran en un platillo un litro de mercurio, precisaría poner en el otro

platino trece litros seiscientos gramos de agua. En cambio un litro de alcohol solo pesará 800 gramos. El peso de un cuerpo comparado con el peso del agua, se denomina *densidad* o *peso específico*, así diremos que la densidad del mercurio es de 13'6 y la del alcohol es de 0'8, números que significan que aquel cuerpo pesa tantas veces el mismo volumen de agua.

Los cuerpos poco densos, como el corcho, la madera, el aceite, etc., se denominan *ligeros*, mientras que los muy densos, como el plomo, el mercurio, el oro, etc., se denominan *pesados*. Uno de los cuerpos más densos o pesados es el *platino*, que pesa 22 veces más que el agua, o sea con una densidad casi el doble que el plomo que solo tiene 11'4. Los cuerpos más ligeros son los gases, un litro de aire pesa poco más de un gramo (unas 700 veces menos que el agua) y el gas hidrógeno, el más ligero de todos los cuerpos conocidos, tiene de densidad 0'0001, es decir que un litro pesa una décima parte de un gramo, siendo de consiguiente unas 13 veces más ligero que el aire.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES.—Hemos dicho que la gravedad es una fuerza universal, puesto que toda materia tiene peso, no obstante tenemos hechos que parecen contradecir la universalidad de este principio, por ejemplo ¿porqué si la madera es atraída hacia el centro de la tierra, flota en el agua en lugar de irse al fondo?, ¿porqué si los gases pesan, un globo sube hacia las nubes?

En el curso anterior se indicó que la madera flotaba porqué era mar ligera que el agua y que un globo subía por la atmósfera por pesar menos que el aire, pero ahora nos hallamos en condiciones de precisar algo mejor estos puntos. Un ilustre sabio de la antigüedad, Arquímedes (1), descubrió que cuando un cuerpo se sumerge en un líquido, sufre un empuje hacia arriba igual al peso de un volumen idéntico de líquido, por ejemplo si sumergimos en el agua un decímetro cúbico de madera, que pesará ochocientos gramos, esta madera sufrirá un empuje hacia arriba del peso de un decímetro cúbico de agua, o sea de mil gramos (un kilogramo) y por lo tanto, siendo el empuje superior al peso, la madera subirá a la superficie y flotará. Si en cambio ponemos un pedazo de hierro del mismo tamaño, el cual siendo su densidad 7'5 pesará siete kilogramos y medio, recibirá igualmente un empuje de un kilogramo y por tanto siendo menor el empuje que el peso, el hierro no podrá sostenerse e irá al fondo. Puede decirse que el resultado de ello es como *si un cuerpo sumergido en un líquido, perdiera una parte de su peso igual al peso del líquido que desaloja*, (figura 9) y este es el famoso principio descubierto por Arquímedes.

---

(1) Arquímedes, fué un sabio natural de Sicilia, que vivió unos dos siglos antes de Jesucristo, hizo numerosos descubrimientos de geometría y de física, muriendo asesinado por los soldados romanos cuando éstos se apoderaron de Siracusa, su ciudad natal.

Con los gases sucede lo mismo, un globo que ocupe un volumen de un metro cúbico y pese entre envoltura y gas interior, solamente 700 gramos, perderá un peso igual al mismo volumen de aire y como un metro cúbico de aire pesa casi un kilogramo trescientos gramos, será como si el globo no pesara nada y subirá hasta alcanzar una altura tal, que el aire habiendo disminuido su densidad presente solamente un peso de 700 gramos por metro cúbico, entonces el globo dejará de subir.

**EL REPOSO Y EL MOVIMIENTO.**—Un libro sobre la mesa, una persona durmiendo en la cama, un tren parado en la estación, etc., diremos que están en reposo. *Cuando un cuerpo cualquiera no cambia de lugar ni posición se dice que está en reposo.* El reposo absoluto no existe, ya que hallándose la tierra en continuo movimiento, todos los cuerpos nos movemos

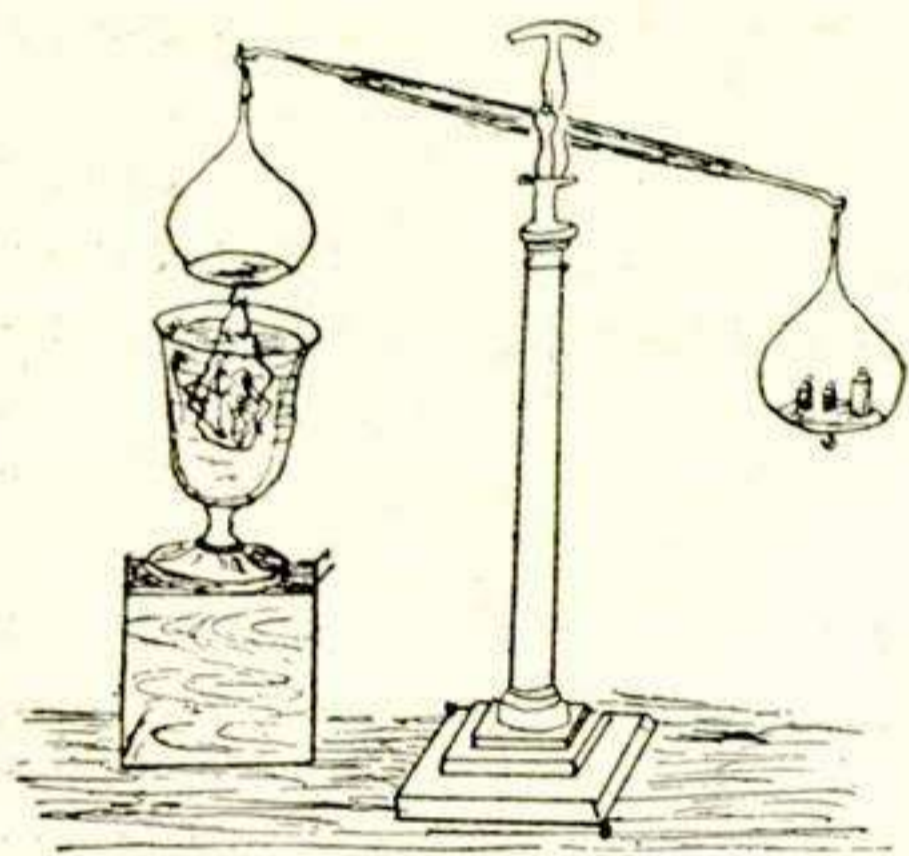


Fig. 9.—La balanza hidrostática. El cuerpo colgado del platillo izquierdo se hallaba equilibrado por las pesas del platillo derecho, pero al introducirlo en el agua de la copa, pierde una parte de su peso y la balanza se inclina del lado de las pesas.

con ella, por esta razón al hablar de reposo, nos referimos a que el cuerpo no se mueve respecto a otros próximos a él y que suponemos fijos, así por ejemplo una persona durmiendo en el camarote del vapor, está en reposo respecto al vapor mismo, pero en cambio está en movimiento en relación con el mar que el vapor va atravesando.

Una persona andando, una bala disparada por un cañón, la piedra lanzada por la mano, son otros tantos ejemplos de cuerpos en movimiento; así pues *se dice que un cuerpo está en movimiento, cuando cambia de lugar o de posición respecto a otros.*

**FUERZAS.**—Para que un cuerpo se ponga en movimiento es necesaria una fuerza, y entendemos por fuerza *«toda causa capaz de producir o modificar un movimiento»*. Así para que un carro se mueva de un sitio a otro es necesaria una fuerza (que puede ser el esfuerzo hecho por un caballo) que tirando de él lo conduzca a otro sitio, esto es, que lo ponga en movimiento.

El movimiento se produce cuando al actuar una fuerza sobre un cuerpo no encuentra una resistencia tan intensa por lo menos como la fuerza misma. Por ejemplo, cuando varios hombres empujan un vagón en una estación de ferrocarril, la fuerza producida pone en movimiento el vagón; pero supongamos que el vagón lleva los frenos apretados; entonces esto impide que las ruedas puedan girar, con lo cual aumenta la resistencia y por consiguiente el



mismo esfuerzo es inútil para ponerlo en movimiento, mas podrá conseguirse con una potente locomotora, porque sin haber aumentado la resistencia hemos aumentado la fuerza.

**MOVIMIENTO UNIFORME Y VARIADO.**—Los movimientos pueden ser *uniformes* o *variados*. Reciben el primer nombre cuando el camino recorrido por dicho cuerpo en un espacio de tiempo, segundo, minuto, hora, etc., es siempre el mismo.

Ejemplo de un movimiento uniforme lo tenemos en el de la Tierra alrededor del Sol, y de una manera aproximada el de un tren expreso por terreno llano, cuyo camino recorrido en el espacio de un tiempo determinado, por ejemplo, una hora es siempre el mismo v. gr.; 80 km. Por esto diremos el tren va a ochenta km. por hora.

El nombre de movimiento variado se da cuando en igual espacio de tiempo un objeto recorre espacios distintos. Por ejemplo, cuando un tren se pone en marcha vemos que en los primeros segundos sólo anda unos metros, al cabo de medio minuto ya lleva una velocidad de 20 km. por hora, al cabo de otro medio minuto la velocidad es de sesenta, para finalmente cojer la velocidad uniforme de los ochenta km. por hora que hemos puesto como ejemplo.

Los movimientos variados pueden ser *acelerados*, cuando la velocidad aumenta por cada unidad de tiempo (por ejemplo, el arranque de un tren, la caída de un objeto) y *retardados*, cuando la velocidad disminuye por cada unidad de tiempo (por ejemplo, cuando en un tren en marcha se cierra el vapor a la locomotora, el rozamiento de las ruedas con los railes no compensado como antes por el esfuerzo de la locomotora es causa de que el tren vaya parándose gradualmente, es decir, retardando su velocidad hasta quedar completamente parado. Otro ejemplo de movimiento retardado es una piedra lanzada al aire, la cual va perdiendo velocidad hasta quedar un momento (una pequeñísima parte de segundo) en reposo e iniciar enseguida su caída con movimiento acelerado.

La fuerza que ejerce un cuerpo es tanto mayor cuanto más grande sea la velocidad. Todo el mundo sabe que una persona que cae de un metro de altura suele hacerse poco daño, y, en cambio, si cae de un tercer piso, su muerte es poco menos que segura, a causa de que llegando al suelo con gran velocidad, recibe un golpe muy fuerte.

**INÉRCIA.**—Un niño tiene una pelota en la mano, abre la mano y la pelota en virtud de la gravedad cae al suelo, pero si en lugar de hacerlo así, da un impulso con la misma, al abrir la mano la pelota sale disparada y va a caer a cierta distancia, lo mismo ocurre cuando el pié empuja una pelota de fútbol (figura 10); tenemos pues, que una vez que ha dejado de actuar la fuerza que ha puesto en movimiento la pelota, ésta continua cierto tiempo su camino.

Lo mismo diremos de un automóvil parado que para empezar a andar precisa el esfuerzo del motor, pero en cambio, una vez en marcha, no basta parar el motor para que el auto se pare instantáneamente, sinó que precisa hechar mano de los frenos.



Fig. 10. — La pelota de fútbol que vemos al aire, ha salido despedida por el pié del jugador, gracias a la inercia.

mano de los frenos.

A la falta de poder que tienen los cuerpos para ponerse en movimiento por sí solo, o quedarse en reposo cuando están en movimiento, es a lo que se dá el nombre de *inercia*.

De esto se deducen las leyes de la inercia, que son dos:

1.<sup>a</sup> Que un cuerpo fijo o en reposo no puede nunca darse movimiento a sí mismo sin que le empuje una fuerza

extraña. (Figura 11). Esta ley se comprende fácilmente, pues sabemos muy bien que una pelota no se pondrá sola a rodar por el suelo horizontal, si no la tocan estará quieta.

2.<sup>a</sup> Que puesto un cuerpo en movimiento no se detiene si no le para una fuerza extraña, o sea una fuerza externa. Esta ley parece a primera vista dudosa, ya que un aro o una pelota, al estar rodando, llegan a pararse al cabo de más o menos tiempo, según vayan resbalando por suelos más o menos lisos; pero esto no es más sino que el aro o la pelota encuentran oposición a su movimiento en el aire, en el suelo, etc. A todo lo que se opone al movimiento se le llama *resistencia*.

**FUERZA CENTRÍFUGA.**—Tomemos una de estas pelotas que llevan un hilo de goma para sujetarlas y teniendo en la mano el otro extremo del hilo de goma,

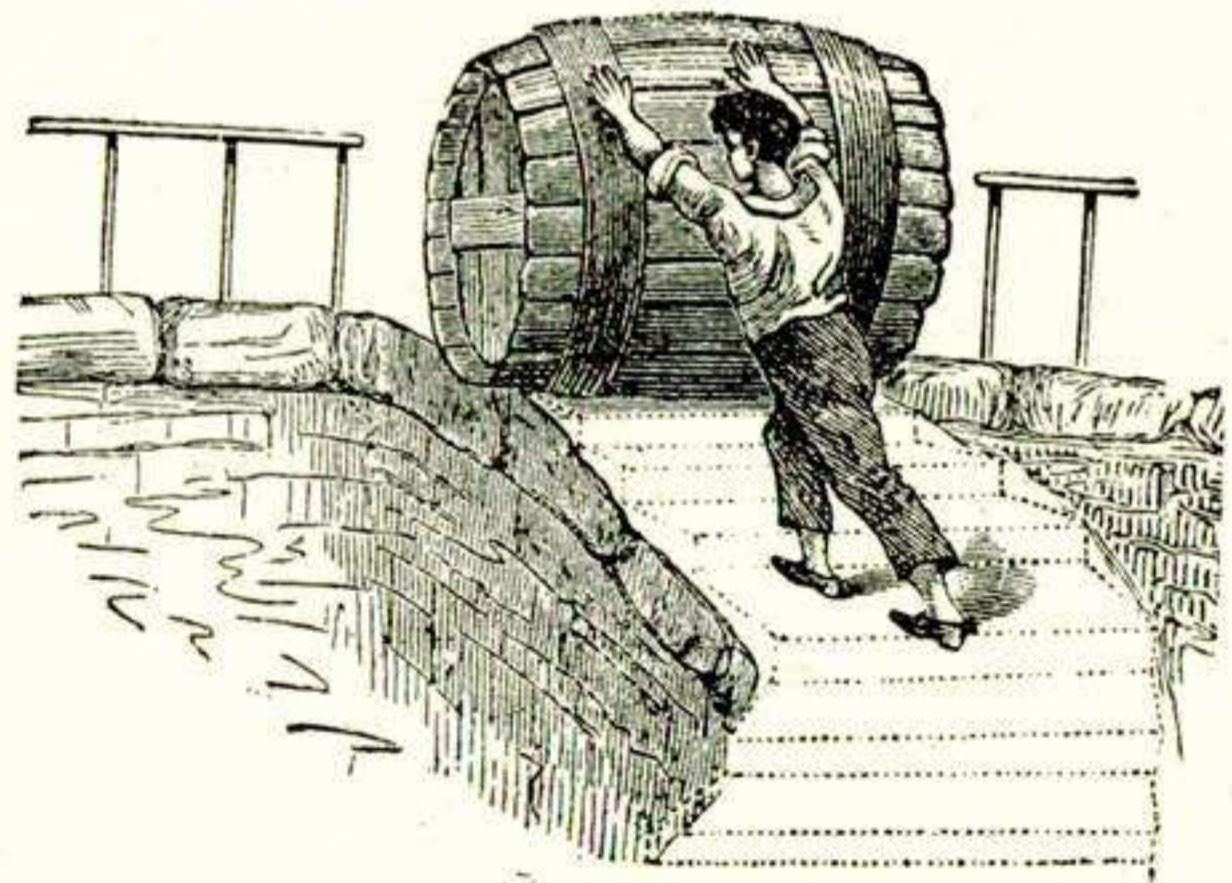


Fig. 11. — Para subir el tonel a lo alto, precisa una fuerza que venza a la gravedad, en este caso es la fuerza que desarrollan los músculos del hombre que empuja el tonel.

demos vueltas a la pelota; entonces observaremos que parece que la pelota quiere separarse de nuestra mano y el hilo se estira tanto más cuanto más deprisa gira y si damos suficiente velocidad el hilo se romperá y la pelota saldrá disparada. *Cuando los cuerpos giran rápidamente se desarrolla una fuerza que tiende a alejarlos del centro de la circunferencia que describen y esta fuerza recibe el nombre de fuerza centrífuga.*

GRAVITACIÓN UNIVERSAL.—El sabio inglés Newton (1) (figura 12) descubrió que la gravedad no era un fenómeno exclusivo de la superficie de nuestro globo, sino que ocurría en todo el universo y dedujo *que todos los cuerpos se atraen en razón directa de sus masas*; esto quiere decir que si tenemos dos cuerpos situados por ejemplo a un kilómetro de distancia y sin ninguna clase de resistencia a que se muevan libremente, se acercaran el uno al otro. Si sus masas o sea el peso de cada una, son iguales, se encontrarán a mitad de camino, pero si una es mayor y la otra es menor, por ejemplo, la una de diez toneladas y la otra de una tonelada, la primera se aproximará una décima parte de la distancia y la segunda nueve décimas partes. Esta ley solo se cumple en realidad entre los astros, pues en el agua o en el aire, la resistencia de estos suele ser mayor que la intensidad de la gravitación, la cual, no obstante puede apreciarse bien con unos aparatos denominados *balanzas de torsión*.



Fig. 12. — Newton.

La fuerza de atracción es tanto más pequeña cuanto más alejados están los cuerpos, disminuyendo según los cuadrados de las mismas, por esto se dice *que la fuerza de atracción es inversamente proporcional al cuadrado de las distancias*. Supongamos que en el ejemplo anterior, dos cuerpos iguales a distancia de un kilómetro se atraían con una intensidad que diremos de uno; a dos kilómetros de distancia, se atraerán solamente con una cuarta parte de fuerza; a cuatro kilómetros con una intensidad de una diez y seis ava parte (cuadrado de 4 o sea  $4 \times 4$ ); a cinco kilómetros con  $\frac{1}{25}$  (el cuadrado de cinco es 25).

---

(1) Newton (pronúnciese Niuton), nació en una pequeña población inglesa el año 1643, muriendo en Londres el año 1727 a la avanzada edad de 84 años. Fué profesor de la Universidad de Cambridge y de allí pasó a Londres con el cargo de Director de la fábrica de Moneda. Además del descubrimiento de la Gravitación Universal, hizo importantísimos descubrimientos sobre astronomía, sobre la luz y sobre matemáticas iniciando el cálculo infinitesimal.

Efecto de la gravitación universal son las mareas, provocadas por la atracción que ejerce la Luna sobre el agua del mar, lo que determina que a ciertas horas del día, esta suba unos cuantos metros sobre su nivel ordinario. Si en la luna hubiese mares, la tierra provocaría mareas lunares pero como la masa (el peso) de la tierra es 81 veces mayor que la de la luna; si las mareas terrestres son por término medio de cuatro metros, en la luna serian de 324 metros de altura, es decir, verdaderas montañas de agua, que se elevarian y bajarían dos veces al día.

Podemos ahora preguntarnos, por qué, por ejemplo si la Tierra atrae la Luna con fuerza 81 veces mayor que la atracción de la Luna sobre la Tierra, no cae nuestro satélite sobre nuestro globo y en cambio da vueltas alrededor del mismo, manteniéndose siglos y siglos a la misma distancia. La explicación se halla pensando en la fuerza centrífuga que contrarresta la fuerza de atracción, si la Luna se parase, (1) inmediatamente caería como una bala sobre nuestro planeta, como si la Tierra se viera detenida en su carrera alrededor del sol, caería sobre el mismo; en cambio, si la Luna aumentara su velocidad se alejaría más de nosotros y si tan grande fuera la velocidad que adquiriera, se alejaría por los espacios infinitos como una piedra disparada por una honda. *Es pues, como consecuencia de la acción combinada de la gravitación universal y de la fuerza centrífuga, que la Luna da vueltas alrededor de la Tierra o nosotros, al igual que los demás planetas, damos vueltas alrededor del Sol.*

---

(1) Un astro cualquiera, sea la Luna, sea la Tierra, sea el Sol, no pueden detener su movimiento más que por choque con otro astro y esto es casi imposible que ocurra dado las inmensas distancias que en el Universo, separan unos astros de otros. Podemos vivir tranquilos, porque es más difícil que ocurra esto que salir premiado durante cincuenta años seguidos un mismo número con el premio gordo de Navidad.

# ESTUDIO DE LA LUZ

*En el primer curso hemos adelantado algunas indicaciones respecto a la luz; hemos visto que se apreciaba gracias a los ojos, que se transmite en línea recta y como consecuencia de ello cuando un cuerpo opaco se interpone, se producen sombras. También hemos recalcado que los objetos no luminosos los vemos gracias a que nos devuelven parte de la luz recibida, es decir que reflejan la luz, así como hemos mostrado que los cuerpos opacos como la madera o los metales no dejan pasar la luz, que los cuerpos translucidos como el papel o el vidrio esmerilado, permiten ver a su través la claridad, pero en cambio no permiten distinguir los objetos cosa que se logra a través de los cuerpos transparentes, como el vidrio por ejemplo.*

## REFLEXIÓN DE LA LUZ, ESPEJOS

Examinemos una hoja de papel a la luz del día o a la luz de una lámpara, nuestros ojos podrán percibirla como una superficie blanca a causa de que dicha luz, al chocar con el papel es rechazada de un modo semejante a como una pelota retrocede cuando choca con la pared contra la cual se ha lanzado y entonces parte de esta luz rechazada viene a dar a nuestros ojos. *Este hecho de ser rechazada la luz cuando choca con ciertos cuerpos, se denomina reflexión de la luz.*

Pongamos ahora ante nuestros ojos un espejo y entonces en lugar de ver una superficie blanca, como cuando habíamos puesto la hoja de papel, veremos una imagen de nuestra cara, pero con la particularidad de que veremos nuestra derecha y nuestra izquierda trocadas. (Figura 13). Esta inversión de la imagen, permite practicar el siguiente experimento: se escriben varias palabras en un papel y antes que la tinta se seque, se aplica un secante de manera que dichas palabras queden marcadas en el secante que hemos usado; como las palabras quedan invertidas nos es casi imposible leerlas, pero nos bastará colocar el papel secante frente a un espejo, para

que podamos leer en el mismo, las palabras que en el secante estaban invertidas.

Ahora podemos preguntarnos porqué razón en la hoja de papel la reflexión de la luz no produce imagen y si en cambio la produce en un espejo; la respuesta es sencilla: *los cuerpos de superficie más o menos rugosa reflejan la luz en distintas direcciones*, (figura 14) ocurre en cierta manera algo comparable a lo que ocurriría si tratásemos de jugar a la pelota con una pared llena de huecos y piedras salientes, entonces la pelota rebotaría en direcciones variables y sería imposible el juego. *A la luz reflejada de esta manera, se denomina luz difusa*. En cambio, *los cuerpos opacos, de superficie muy pulimentada o sea extremadamente fina, la luz se refleja siempre de la misma manera* (figura 15) y *nuestros ojos pueden percibir la imagen a causa de que la luz reflejada la reproduce*. (Figura 16). Así sucede con metales pulidos, con el vidrio que lleve una capa de mercurio detrás, objetos niquelados o plateados, todos los cuales reciben el nombre de *espejos*. En menor grado reflejan la luz, dando imágenes más o menos confusas, las maderas barnizadas, mármoles bien pulidos o aguas claras en reposo.

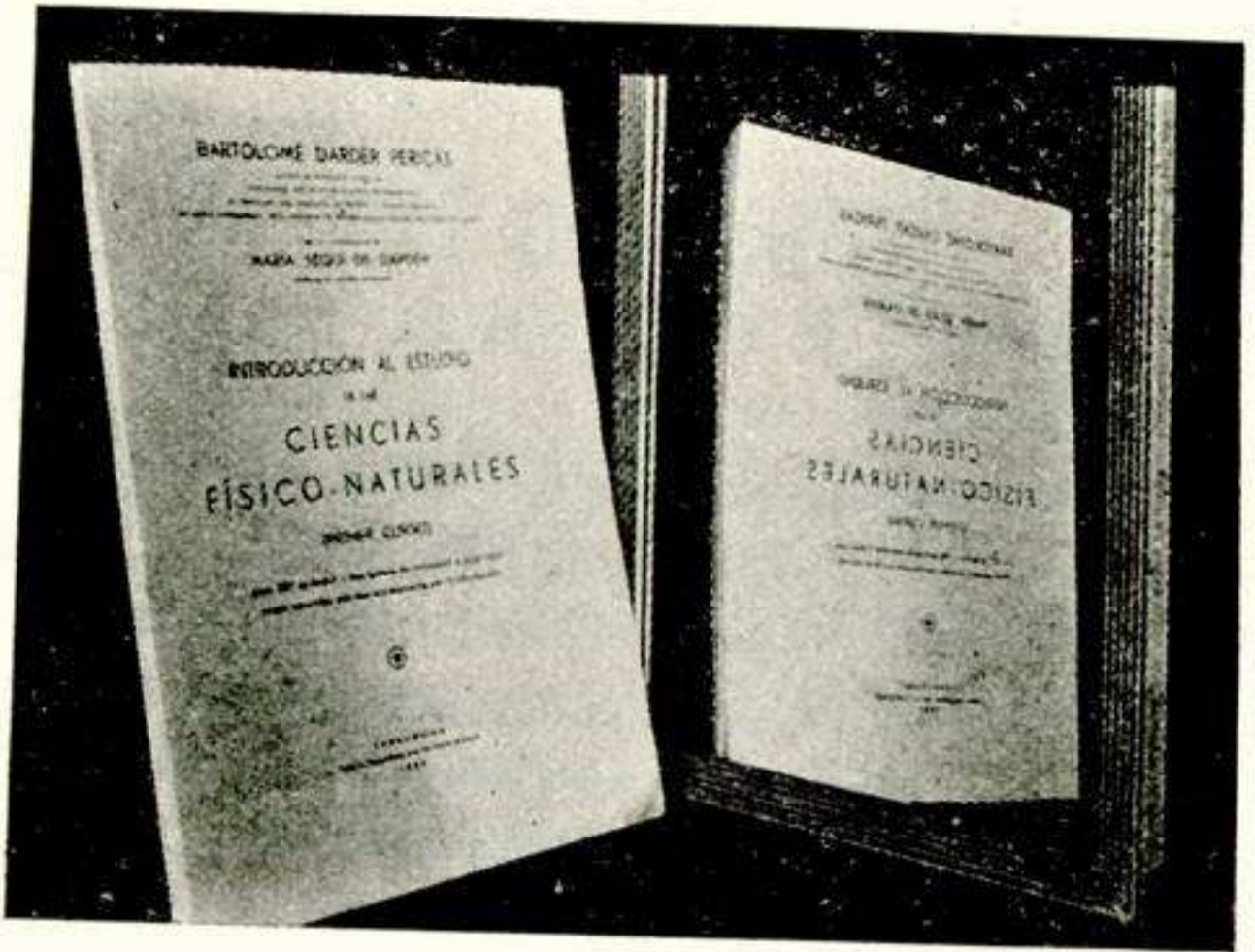


Fig. 13. — La imagen del libro, al ser reflejada en el espejo aparece trocada de manera que la posición de las letras es contraria a la que muestra el libro original.

Fot. del autor.

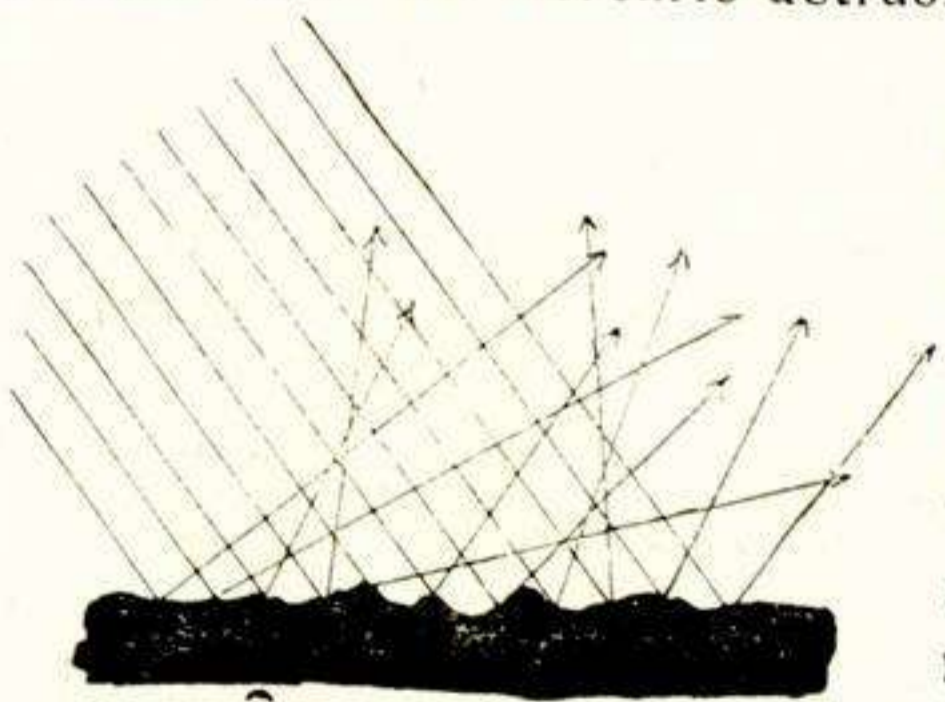


Fig. 14. — En una superficie no pulida y de consiguiente más o menos áspera, los rayos de luz al ser reflejados toman direcciones distintas y se origina la luz difusa, esto ocurre por ejemplo con el papel del libro.

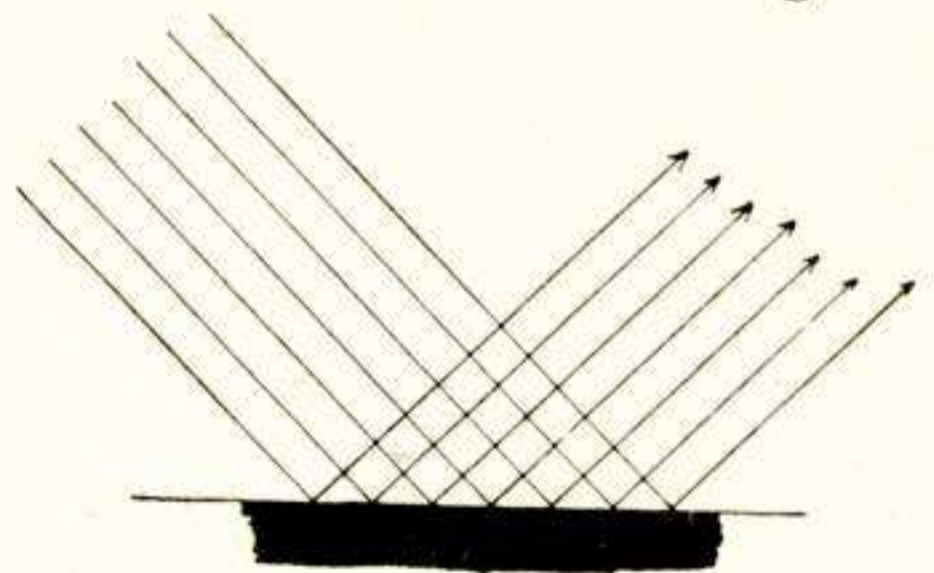


Fig. 15. — Si la superficie es pulida y por tanto perfectamente lisa, todos los rayos se reflejan en la misma dirección y se formará de consiguiente una imagen del objeto, que es lo que ocurre con los espejos.

REFLEXIÓN DE LA LUZ EN LOS ESPEJOS PLANOS. — Tomemos un espejo de mano y aprovechando el sol que penetra en una habitación, colocando el espejo de determinada manera, podremos dirigir la luz solar a un punto determinado; ahora bien, si examinamos la dirección de la luz del sol antes de dar al espejo, o sea lo que se llama *rayo de luz incidente* o más simplemente *rayo de incidencia*, veremos que forma con el espejo un ángulo igual al que forma la luz que el espejo ha reflejado, lo que se llama *rayo reflejado*. Más exactamente se comprueba esto mediante un semicírculo graduado, (figura 17) que lleva un espejo (e), situado en el centro y dos tubos que pueden moverse en dicho semicírculo; colocando una luz en frente del tubo A y mirando por el tubo B, no veremos la luz hasta tanto que el tubo B, estará situado de manera que forma un ángulo (m) del mismo número de grados, o sea igual, que el ángulo (n) que forma el tubo A. De estos experimentos se induce la ley que dice que *el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión*.

Al mirarnos en un espejo, observaremos que nos hace el efecto de que nuestra imagen se halla situada detrás del espejo, tanto más lejos del mismo, cuanto más alejados estemos nosotros; lo mismo sucede con un objeto cualquiera; la causa

de ello estriba en que nosotros vemos el objeto en la prolongación del rayo reflejado.

#### COMBINACIONES DE ESPEJOS PLANOS.—

Las combinaciones de espejos planos multiplican las imágenes, así por ejemplo dos espejos en ángulo recto dan tres imágenes, dos de ellas invertidas de abajo arriba, como muestra la figura 18; si los dos espejos son paralelos, entonces mirando a



Fig. 16. - Las aguas tranquilas de un charco reflejan la imagen a la manera de un espejo y por esta razón la figura reflejada aparece invertida.

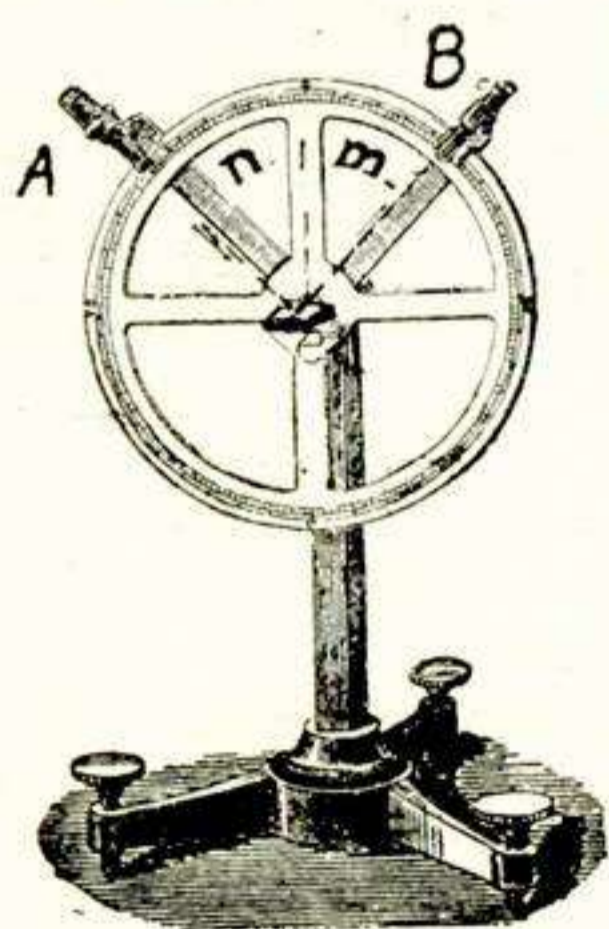


Fig. 17. — Aparato para estudiar la reflexión de la luz. Explicación en el texto.

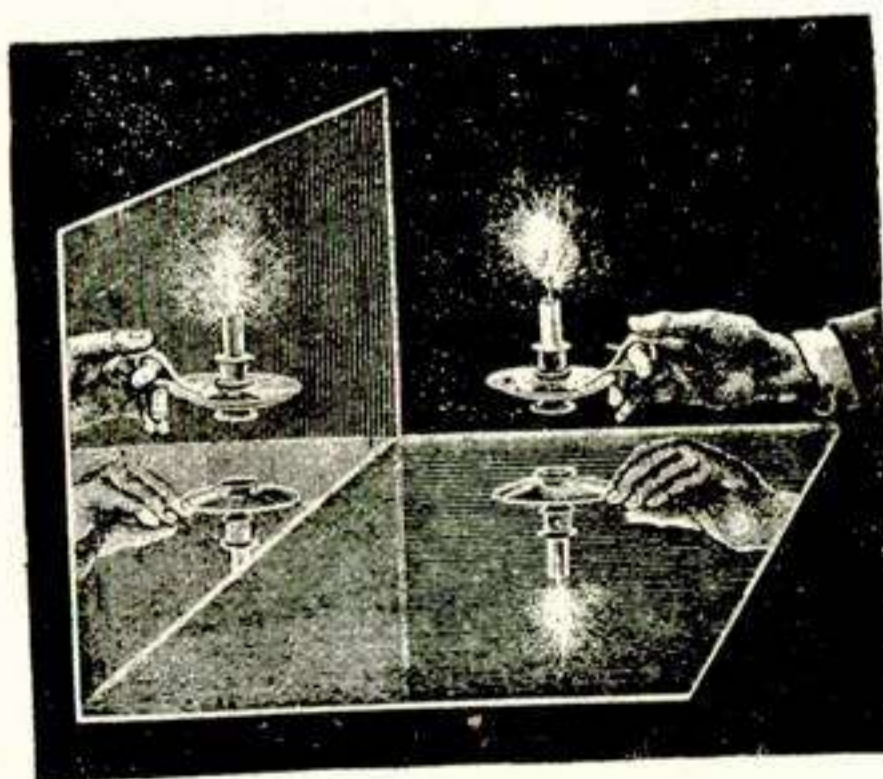


Fig. 18. — Dos espejos en ángulo producen tres imágenes de un objeto.

uno de ellos, se ven infinito número de imágenes cada vez más pequeñas y situadas unas detrás de las otras, este experimento puede hacerse en casa, solamente con poner dos espejos el uno frente al otro.



Fig. 19. — El espejo cilíndrico concavo, con el eje vertical hace aparecer la imagen más ancha de lo que en realidad es el objeto. — Fot. del autor.

doblado en relación con la parte que queda afuera y además parece más corta de los que realmente es. (Figura 22). La causa de ello es que *cuando un rayo de luz pasa de un cuerpo transparente a*



Fig. 21. — Un espejo esférico (en forma de bola) dá las imágenes torcidas.

**ESPEJOS CURVOS.** — Los espejos curvos dan imágenes deformadas, los espejos cóncavos amplian el objeto, los cilíndricos los deforman de manera que una persona aparece como un gigante o como un enano grotescamente grueso, según sea la posición del espejo (figuras 19 y 20) y en los espejos de forma de bola las imágenes aparecen torcidas. (Figura 21).

## REFRACCIÓN DE LA LUZ

Introduzcamos dentro de una jofaina u otro recipiente cualquiera lleno de agua, un trozo de palo o bastón y observaremos que la parte sumergida parece que se ha



Fig. 20. — El mismo espejo de la figura 19, puesto de manera que el eje del cilindro sea horizontal, da una imagen alargada. Fot. del autor.

*otro cuerpo transparente que tenga mayor o menor densidad que el primero, este rayo de luz, sufre una desviación, fenómeno que toma el nombre de refracción de la luz.*

**LAS LENTES.** — Todo cuerpo



transparente que tenga dos caras convexas o cóncavas constituye una lente, así podemos improvisar una lente con una botella esférica llena de agua, si bien la generalidad de las mismas son de vidrio y tienen forma lenticular, llamada así porque viene a ser, en grande la forma de una lenteja y de aquí viene precisamente el nombre de lente.

Examinemos (figura 23), este mismo libro con una lente de forma de lenteja, lo que se llama *lente biconvexa* y observaremos que el tamaño de las letras aparece aumentado, por esto a dichas lentes se les llama *lentes de aumento*. En cambio si miramos con una lente de caras cóncavas, veremos las letras más pequeñas; las lentes de caras cóncavas, denominadas *lentes bicóncavas* disminuyen a nuestra vista el tamaño de los objetos que se miran a su través.

Otra propiedad de las lentes biconvexas es de concentrar el calor y la luz en un punto dado, que se denomina *foco*; (figura 24) a este respecto podemos hacer un experimento muy sencillo: un día de sol, tomamos una lente

de aumento que no sea muy pequeña y teniéndola con la mano, ponemos detrás de la misma una cerilla, buscando de colocarla en el punto que aparece más iluminado, o sea el foco; al cabo de un momento, podremos ver que la cerilla se enciende; con lentes de algún tamaño podremos incluso encender papel. La causa de esto, estriba en que la lente, por ser más densa que el aire, cambia la dirección de los rayos luminosos y caloríficos y todos ellos van a coincidir al foco, como muestra la figura y naturalmente, allí se acumula todo el calor y luz que la lente había recogido. Las lentes bicóncavas, al contrario dispersan la luz y el calor.



Fig. 22. — Un bastón introducido en el agua, parece roto a causa de la refracción de la luz. De un grabado antiguo.



Fig. 23. — Lente biconvexa o de aumento.

EL MICROSCÓPIO.—La combinación de varias lentes, permite ver muy aumentados los objetos pequeños a así los llegamos a ver centenares y hasta mil veces mayores, lo cual nos

permite ver incluso los pequeñísimos microbios que causan nuestras enfermedades y cuyo tamaño es tal, que algunos de ellos puestos en fila, precisan mil individuos para lograr la longitud de un milímetro.

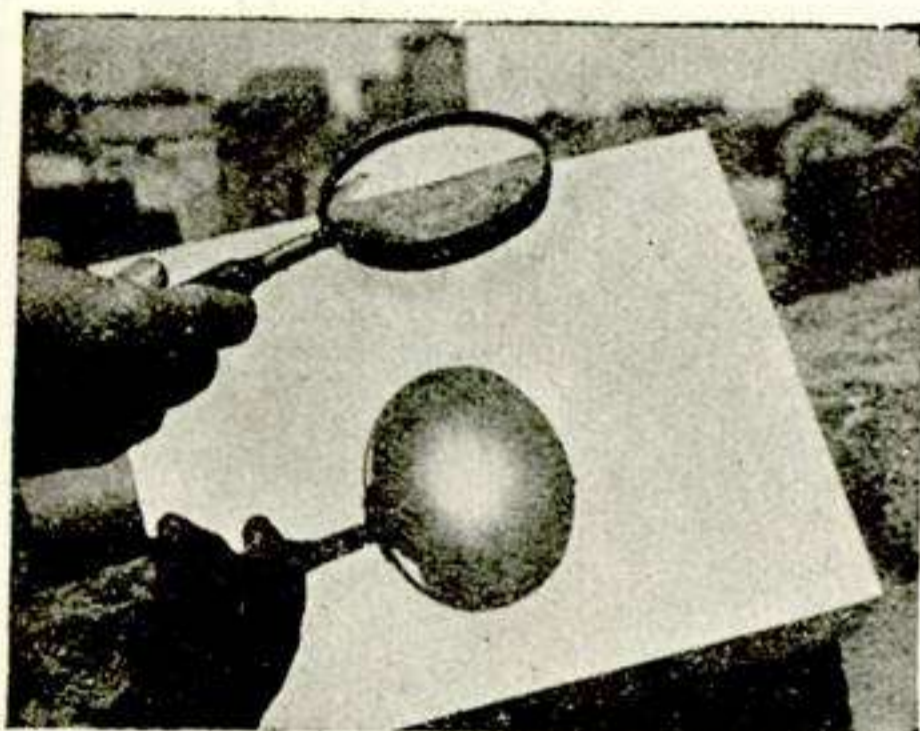


Fig. 24.—Con una lente biconvexa podemos concentrar los rayos solares en un punto y de este modo encender una cerilla y hasta un papel. — Fot. del autor.

de nosotros; así unos simples gemelos de teatro o unos prismáticos, son en realidad telescopios, pero este nombre se usa solo para los aparatos destinados a estudiar los astros.

Unos telescopios se hallan formados por un tubo que lleva un espejo, o varios espejos cóncavos que como se recordará que hemos dicho, aumentan la imagen de los objetos y éstos son los verdaderos telescopios o *telescopios de reflexión*. (Figura 29). Otros se hallan forma-

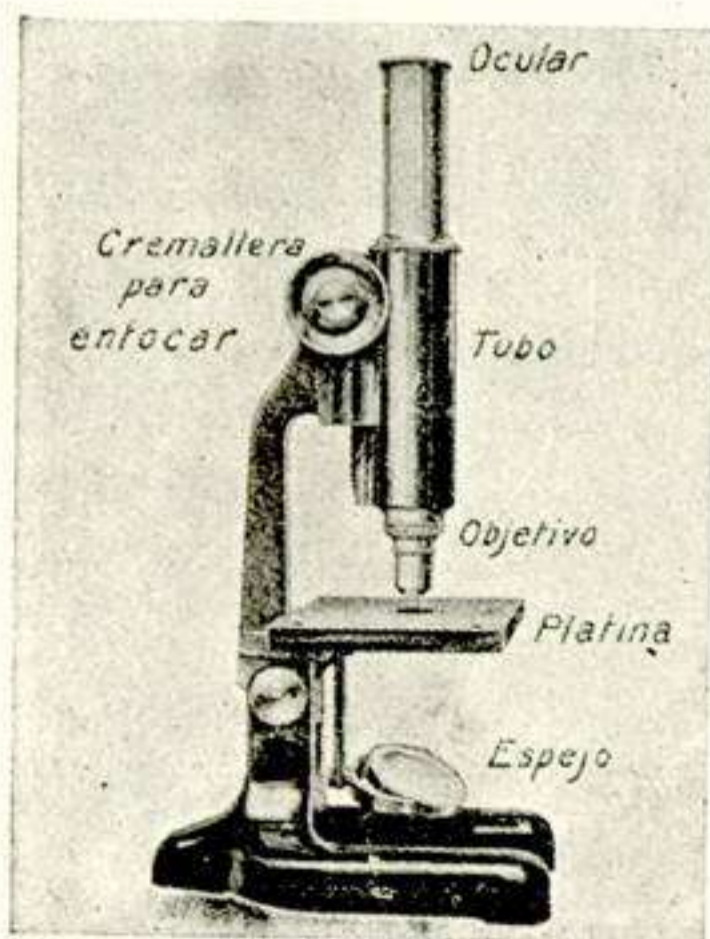


Fig. 25. — Modelo sencillo de microscópio, mostrando las partes de que se compone.

dos por lentes a manera de un microscópio, pero con disposición distinta, teniendo el objetivo que está en dirección al astro que quiere examinarse y el ocular por donde mira el operador; estos telescopios se les denomina *telescopios de refracción* o bien *anteojos astronómicos*. (Figura 30). Los gemelos y los prismáticos son variantes de estos últimos tipos, con

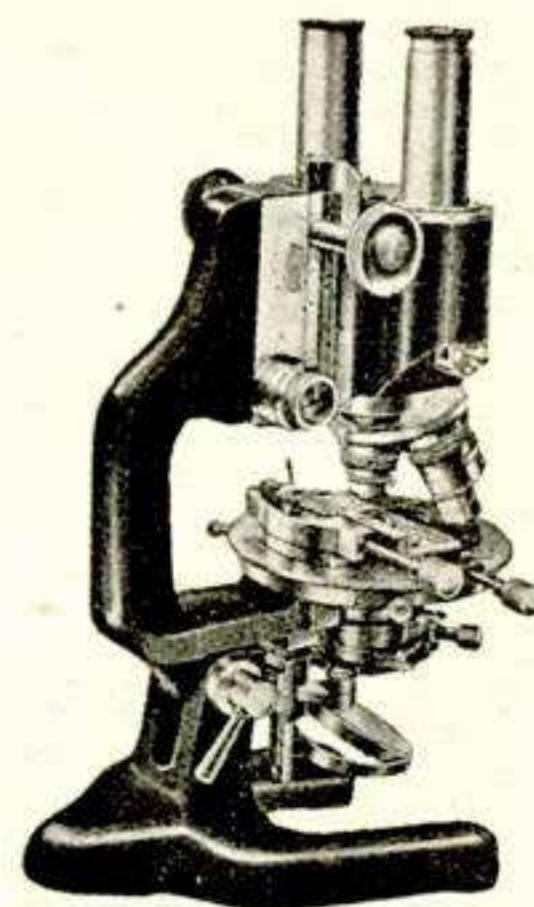


Fig. 26. — Microscópio moderno para grandes aumentos.

dos tubos, uno para cada ojo a fin de ver más claramente la imagen.

En 1608 distintos holandeses inventaron casi al mismo tiempo el anteojo, pero guardaban el secreto de su invención y al año siguiente, Galileo, de quien hemos hablado antes, daba a conocer el primer anteojo astronómico y con él descubría la existencia de los satélites de Júpiter. Unos años más tarde (1616), Nicolás Zucchius inventaba el telescopio reflector. Así pues en pocos años se inventaron el microscopio y los dos tipos de telescopios, pero cuan inmensa distancia hay de aquellos aparatos primitivos que acercaban el objeto treinta y dos metros a los modernos que sobrepasan los dos mil aumentos, permitiendo ver un astro, como si estuviera dos mil veces más cerca de nosotros de lo que está en realidad. (Figuras 31 y 32).

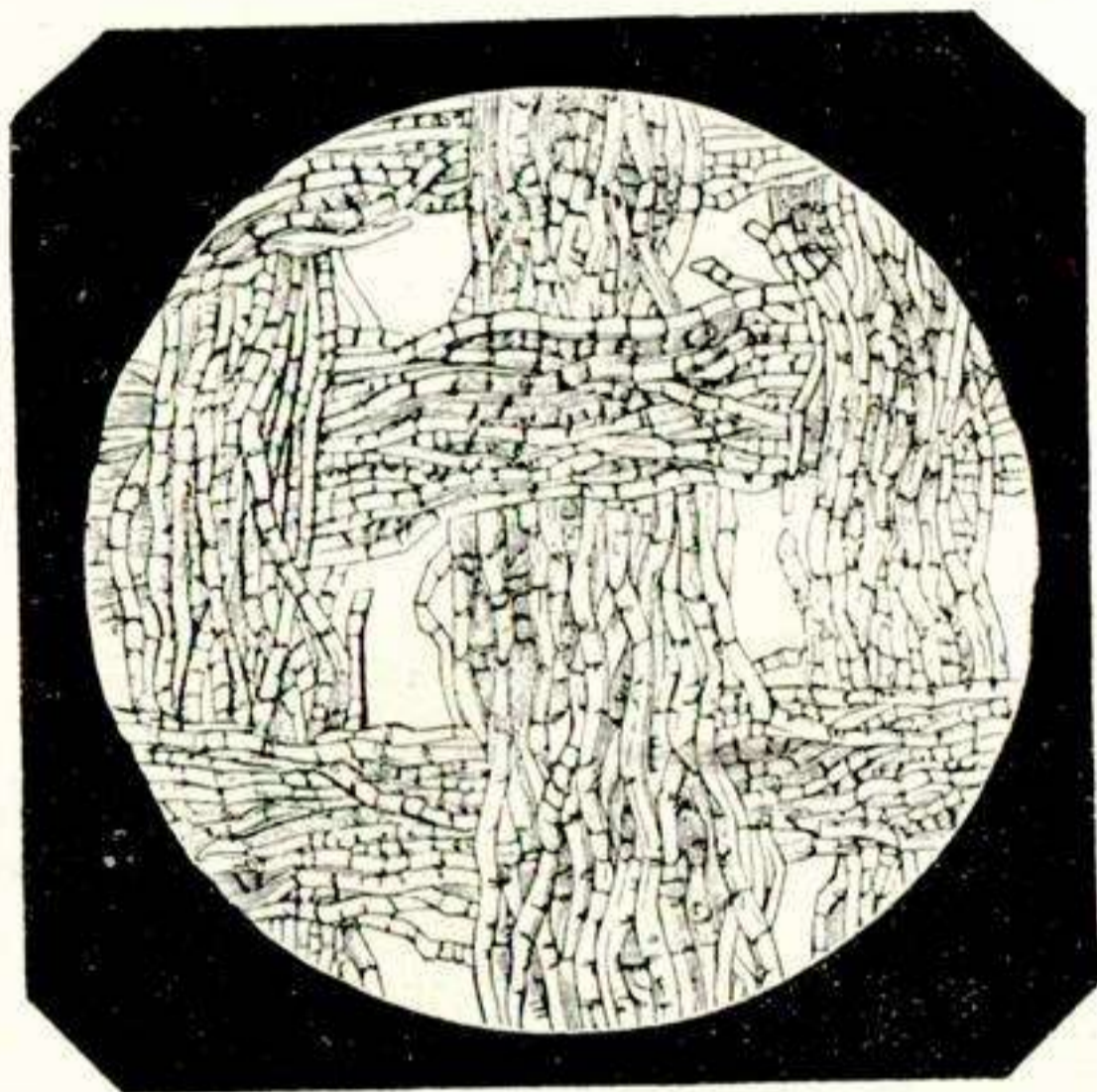


Fig. 27. — Aspecto de un tejido de lino visto al microscopio a poco aumento.

## Los colores

EL COLOR NEGRO.—Hemos dicho ya, que cuando vemos un objeto,

es porque éste, refleja como luz difusa parte de la luz que recibe; si el objeto no refleja ninguna luz, entonces nuestro ojo lo apercibe como una mancha oscura y decimos que aquel objeto es de color negro; *las sustancias de color negro son aquellas que no reflejan ninguna luz, absorbiendo toda la que reciben.* Cuando pintamos un objeto de negro, lo recubrimos de una de tantas sustancias que absorben la luz, cuando lo pintamos de blanco, lo recubrimos de una sustancia que refleja, como luz difusa, toda la que el objeto recibe.

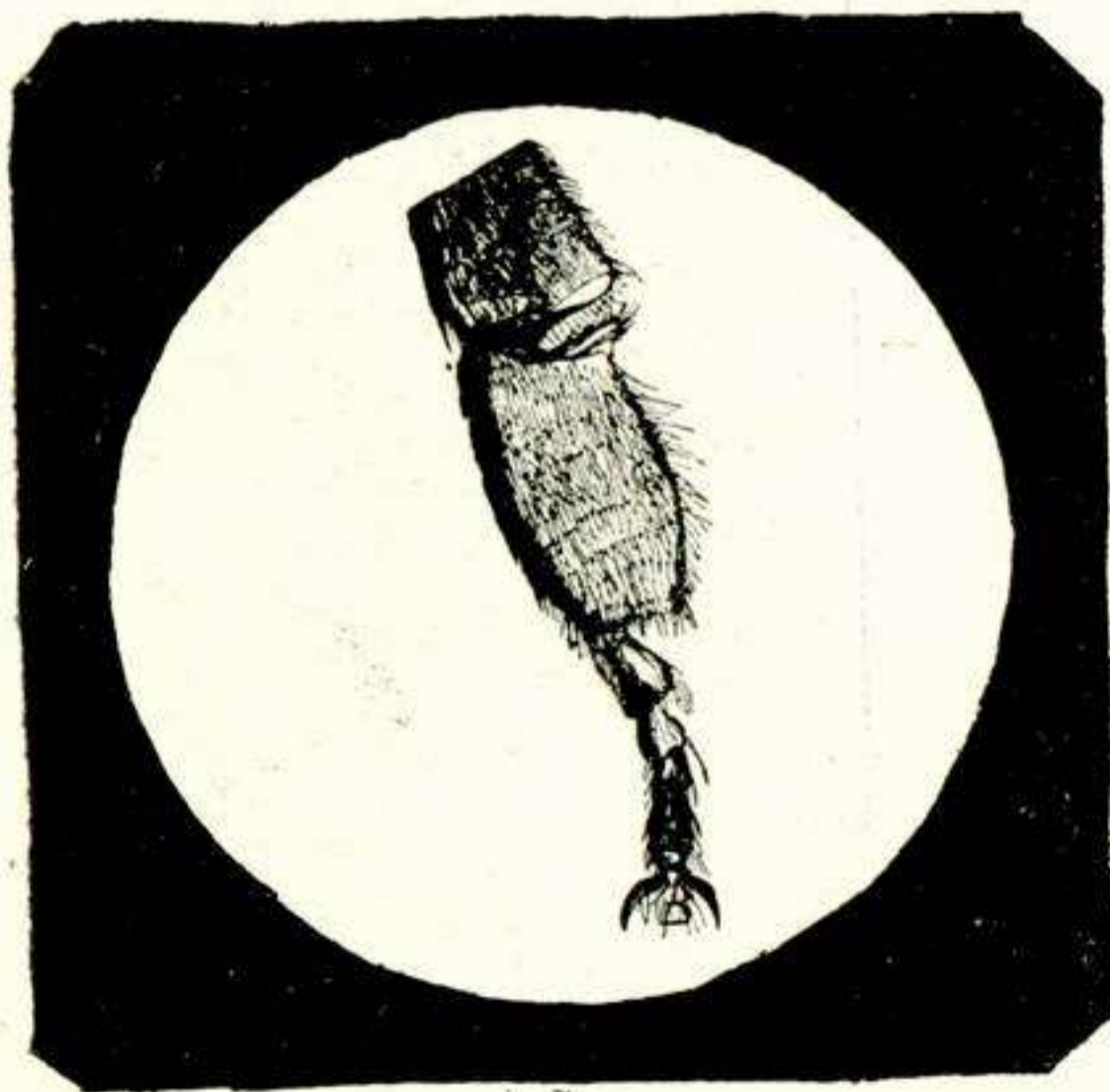


Fig. 28. — Una pata de abeja vista al microscopio, con aumento moderado.

LOS PRISMAS Y DISPERSIÓN DE LA LUZ. — Procurémosnos un prisma triangular de vidrio y pongámoslo a la luz del Sol o de una lámpara, colocando detrás del mismo un papel blanco; entonces observaremos que sobre el papel aparece una faja de colores siempre por este orden, rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta con todos los grados intermedios de manera que por ejemplo entre el amarillo y el verde habrá un amarillo verdoso, luego un verde amarillento, un verde típico, un verde azulado, etc. Los colores aparecerán más vivos, si ponemos el prisma en una habitación oscura y hacemos penetrar la luz por un pequeño agujero en una ventana, como muestra la figura 33.



Fig. 29. — Telescopio de espejo o reflector.

obtenidos con un prisma se denomina *espectro*, llamándose *espectro solar* si se ha obtenido con la luz del sol.

Podemos practicar dos experimentos curiosos; el uno que consiste en disponer dos prismas de manera que el espectro producido por uno de ellos vaya a dar con otro situado inversamente (figura 34) y entonces observaremos que el segundo reconstruye la luz blanca. El segundo experimento consistirá en pintar sobre un disco de papel los siete colores (figura 35) y al hacerlos girar deprisa veremos que dejan de verse como tales y aparece en su lugar un color blanco tanto más sucio como menos puros fueran los tonos que hemos dado colores usados.

Este experimento nos muestra que de la luz blanca podemos obtener todos los colores excepto el negro y los grises que son mezclas de blanco y de negro. El conjunto de colores obtenidos con un prisma se denomina *espectro*, llamándose *espectro solar* si se ha obtenido con la luz del sol.

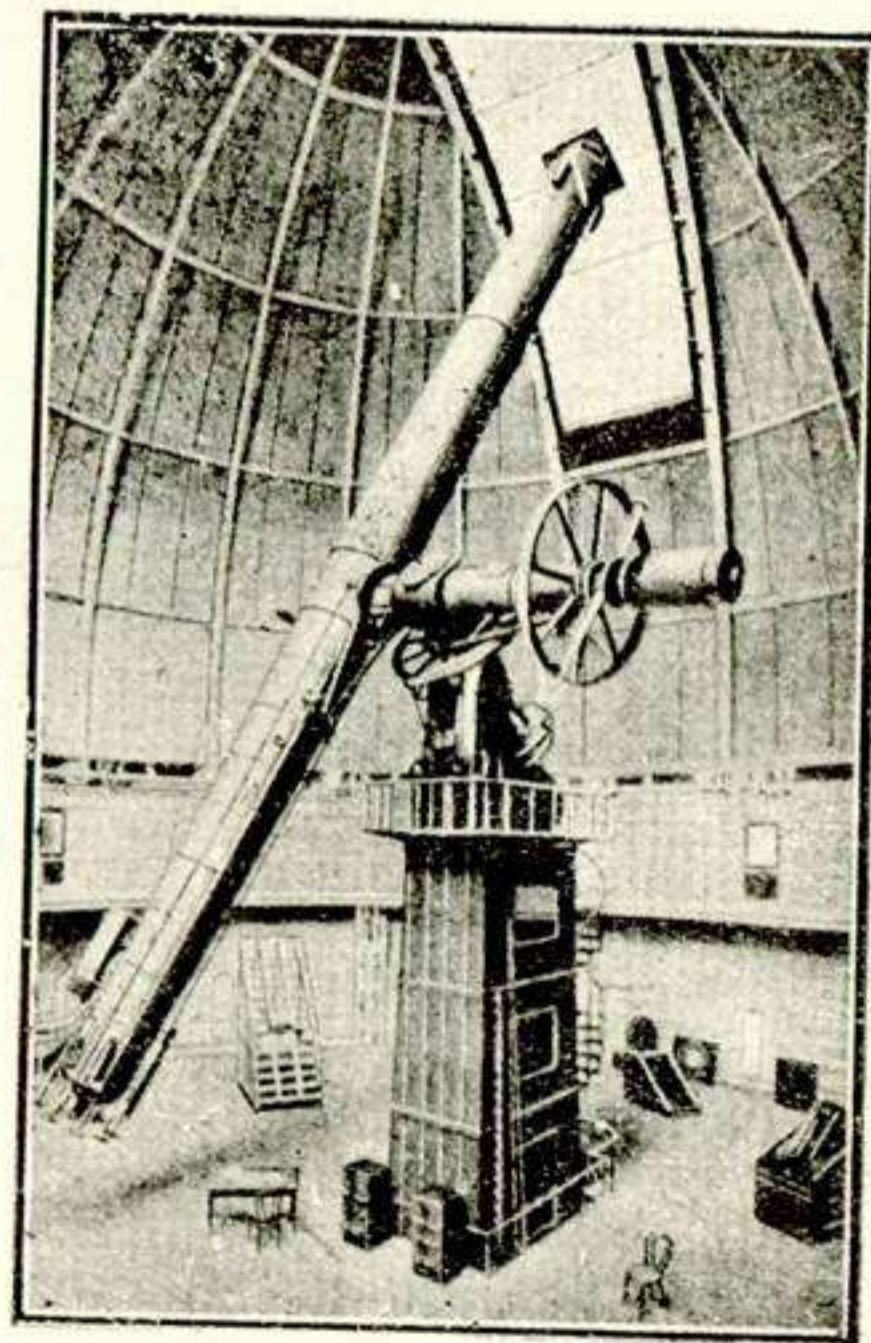


Fig. 30. — Telescopio de lentes o refractor, llamado también antejo astronómico.

EL COLOR DE LOS CUERPOS.— De los experimentos que acabamos de referir se deduce que la luz blanca se halla formada por la unión de todos los colores del espectro, pues fácil nos es sacar de la luz blanca dichos colores o con estos colores recomponer la luz blanca. La explicación del fenómeno del prisma es fácil, la luz blanca alcanza al prisma, pero los colores que la componen, al ser refractados, no se desvían según el mismo ángulo es decir, poseen distinto *índice de refracción* y como consecuencia cada uno de ellos sale en dirección distinta (figura 33). La recomposición de la luz con otro prisma en posición contraria, se verificará porque al refractarse nuevamente, convergirán todos los colores en un punto y allí reaparecerá la luz blanca.

De los distintos cuerpos conocidos, unos reflejan todos los colores y entonces aparecen blancos a nuestra vista; otros no reflejan ninguno y son, como hemos dicho los que llamamos negros, finalmente hay muchos que absorben determinados colores y reflejan otros y éstos son lo que llamamos pro-

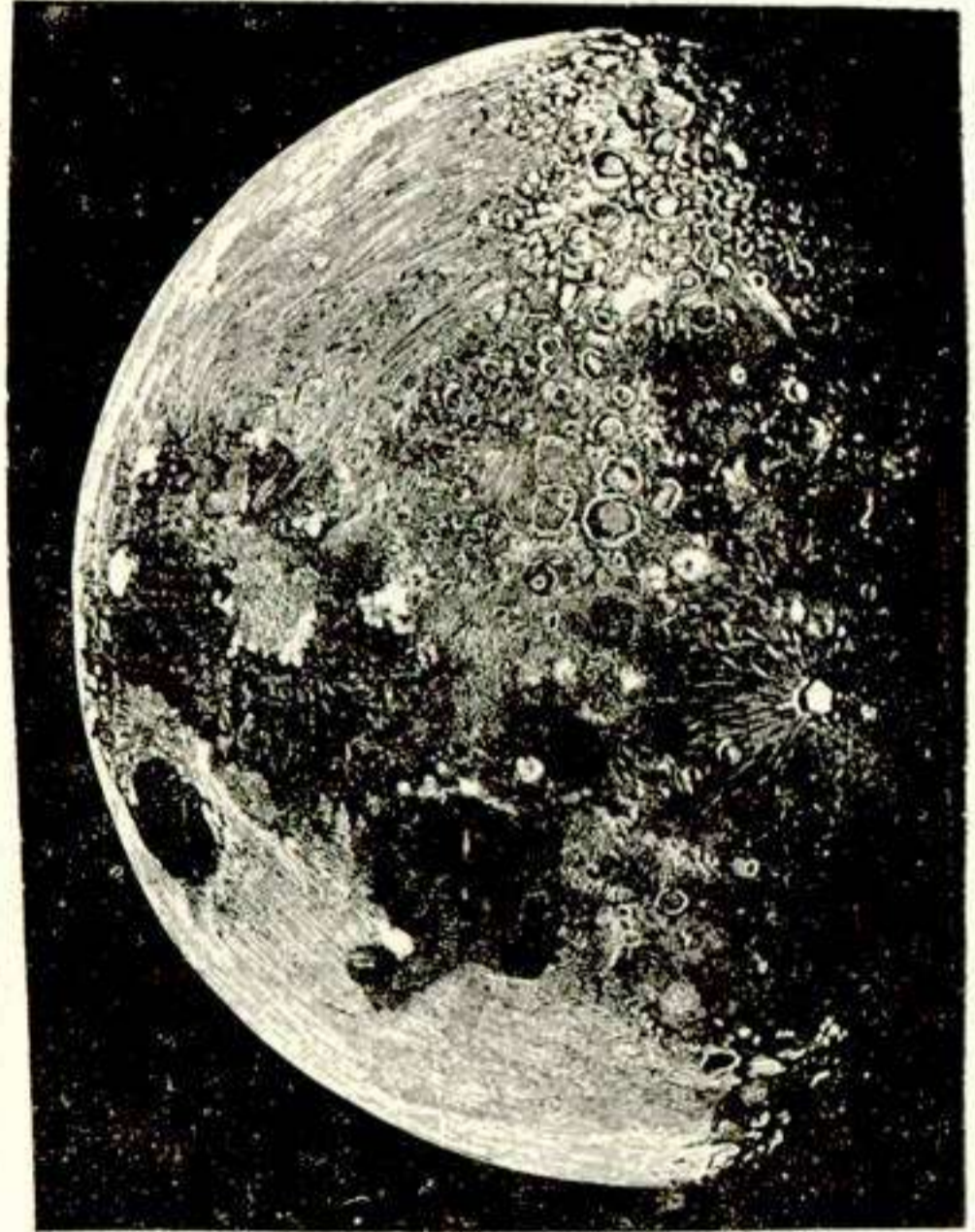


Fig. 31.— La luna vista con telescopio de poco aumento.



Fig. 32.— Circo o crater lunar, visto con telescopio a mucho aumento.

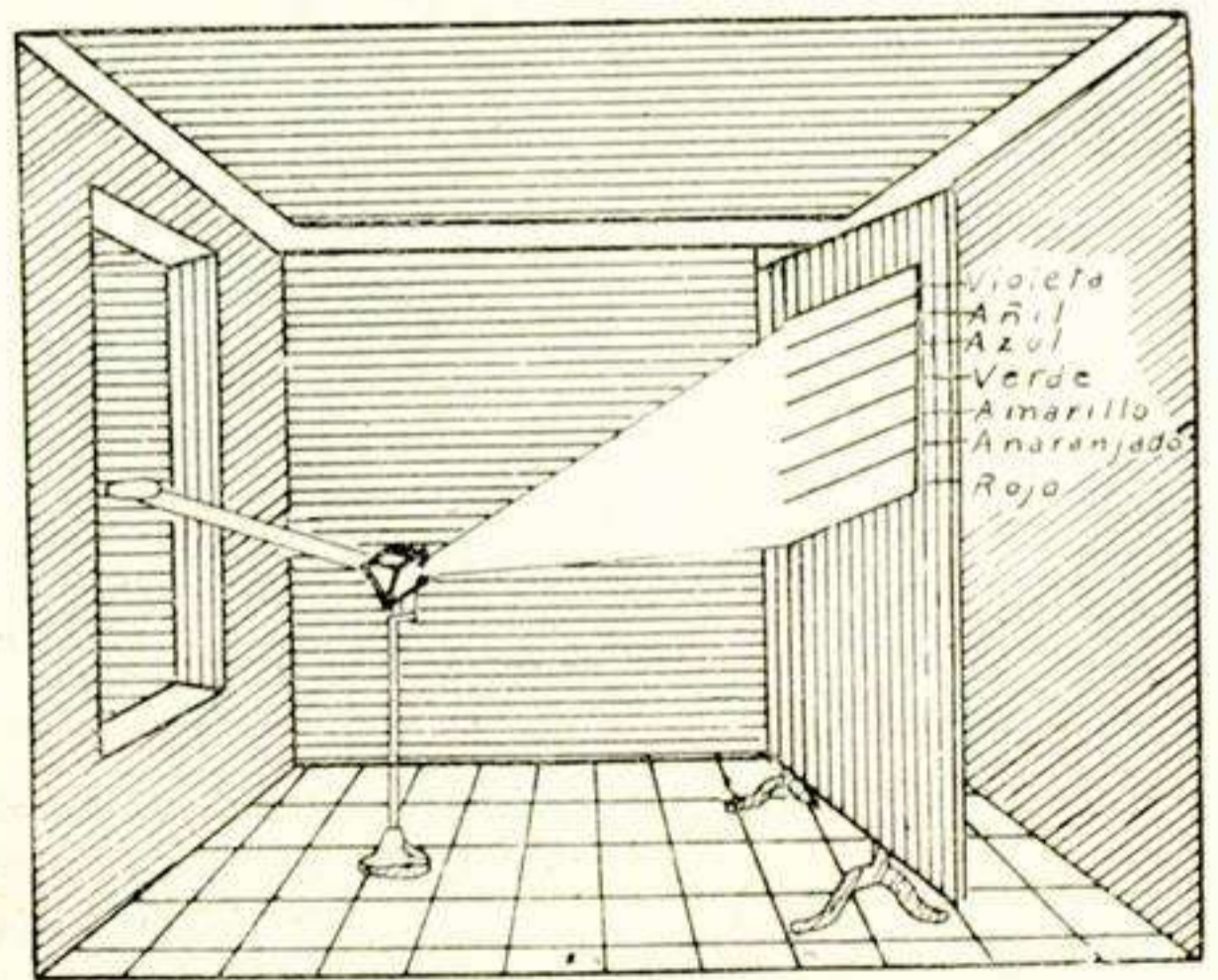


Fig. 33.— Formación de los colores por descomposición de la luz mediante el prisma que aparece en el centro de la habitación oscura.

piamente objetos de color; así por ejemplo el cinabrio, sustancia de color rojo, absorbe todos los colores y solo refleja el rojo y por tanto éste es el único que llega a nuestros ojos; un cuerpo será verde, cuando refleja únicamente la luz verde y así con todos los colores.

### La Física

En el primer curso hemos estudiado propiedades de la materia, hemos estudiado los efectos del calor, aquí hemos hablado de la gravedad, de las fuerzas, de la luz. Todos estos estudios, juntamente con los que afectan al magnetismo y a la electricidad constituyen una ciencia que se denomina Física. *La física estudia los fenómenos que afectan a distintas sustancias pero sin alterarlas en su naturaleza*, así un trozo de papel que cae es un fenómeno que no ha alterado la naturaleza del papel, el mismo papel era antes de caer, que después de la caída; cuando calentamos una barra de hierro y luego la dejamos enfriar, el hierro continúa siendo hierro, y por lo tanto tampoco se ha alterado su naturaleza.

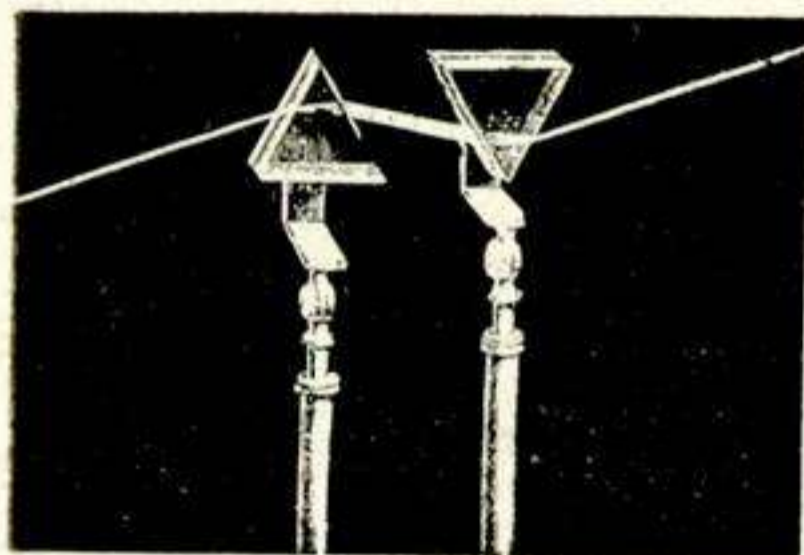


Fig. 34. — El prisma de la izquierda descompone la luz en sus siete colores y el de la derecha colocado en posición contraria, los vuelve a unir formando nuevamente luz blanca.

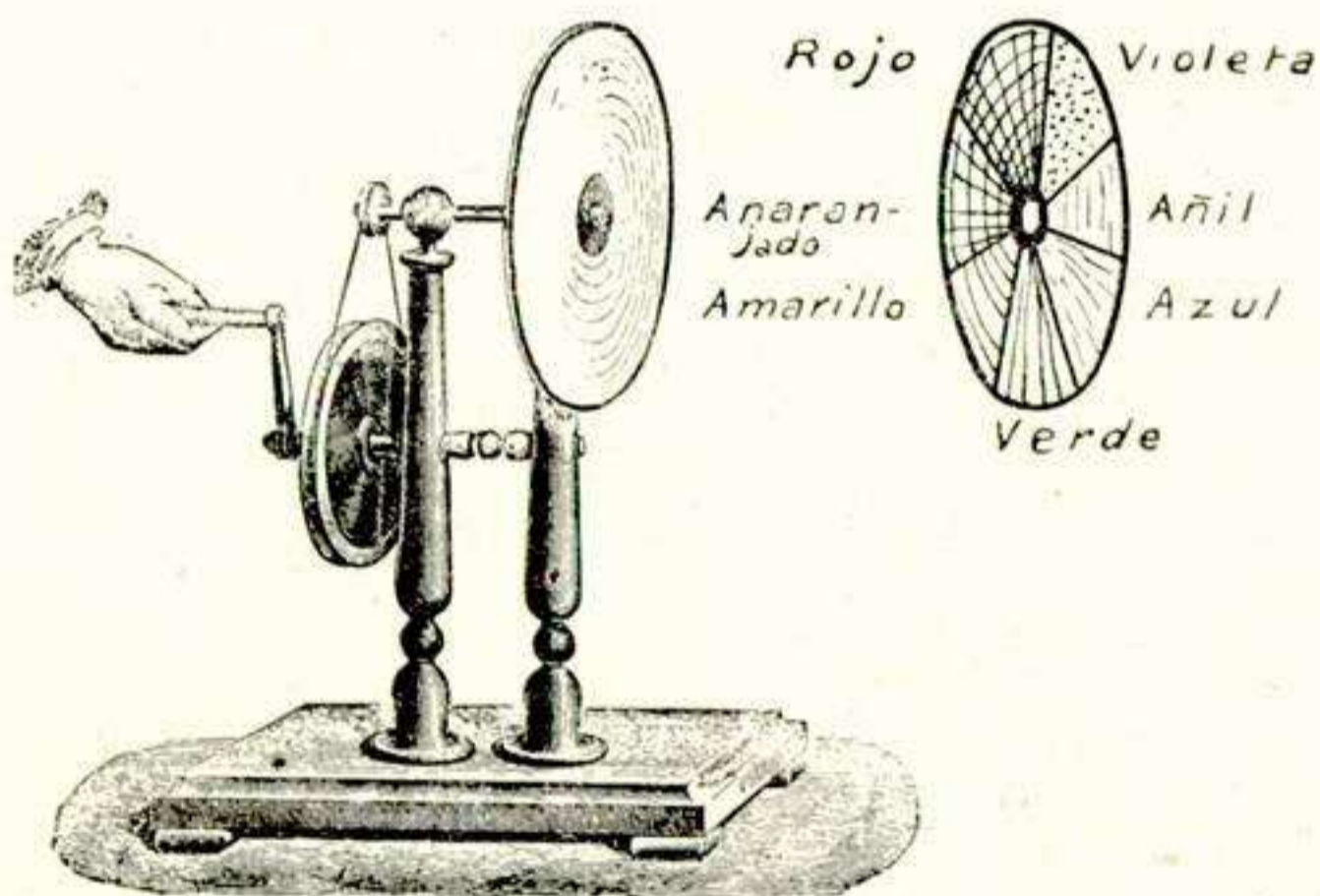


Fig. 35. — El disco de Newton; este disco que lleva pintados los siete colores, al girar rápidamente aparece de color blanco.



## LA CONSTITUCIÓN DE LOS CUERPOS

**DIVERSIDAD DE SUSTANCIAS.**—Todos los días tenemos ocasión de ver cuan diversas son las sustancias que tenemos a nuestro alcance; el azúcar y la sal parecen bastante semejantes a la vista, pero el uno tiene sabor dulce y la otra salada; si ponemos azúcar en un tubo de ensayo y lo calentamos fuertemente se volverá negro y acabará por quedar una masa de carbón, en cambio la sal no se alterará. Observemos la enorme diferencia que va entre un líquido como el agua y otro líquido como el mercurio o entre un sólido como el carbón y otro sólido como el hierro, etc. No importa pues multiplicar ejemplos, para que nos demos cuenta de cuan distintas son unas sustancias de otras. Las distintas sustancias conocidas suman muchos miles, si bien de ellas solo tenemos a nuestro alrededor un número relativamente reducido de las mismas.

**FENÓMENOS QUÍMICOS.**—Hasta ahora hemos estudiado fenómenos que no alteran la naturaleza de los cuerpos o sean fenómenos físicos; vamos ahora a hablar de otra clase de fenómenos, por ejemplo si encendemos una cerilla, observaremos que, al arder, la cabeza del fósforo se ha convertido en una cosa negra que frotándola, ya no se enciende nuevamente, sin que sea jamás posible volverlo a hacer; de manera que ha cambiado la naturaleza del cuerpo: es que ha tenido lugar un fenómeno químico.

Todos los cuerpos, al arder, cambian de naturaleza. Así, un trozo de papel deja de ser la sustancia llamada celulosa para convertirse en agua y carbón. De manera que, mediante los fenómenos químicos, se destruyen los cuerpos y se forman cuerpos nuevos.

**CUERPOS SIMPLES Y CUERPOS COMPUESTOS.**— En nuestra casa y con elementos que podemos procurarnos sin dificultad, nos es posible realizar un interesantísimo experimento; para ello tomemos una cubeta de vidrio o en su defecto una taza grande de loza, en fin, cualquier vasija que no sea de metal, la llenamos de agua a la cual añadimos un poco de sosa (carbonato sódico) que se vende en todas las droguerías. En esta agua introducimos dos alambres de cobre que procedan de los dos polos de una sencilla pila

eléctrica de bolsillo y tal como indica la figura 36, hacemos que dichos alambres vayan a parar cada uno debajo de un tubo lleno de agua al empezar el experimento (1); entonces observaremos, que de los extremos de cada uno de los alambres se desprenden burbujas que suben a lo alto del tubo, desalojando al agua y podremos al mismo tiempo notar, que en uno de los tubos se pone doble cantidad de gas que en el otro. Si el experimento lo continuásemos durante largo tiempo, observaríamos que el nivel del agua baja, lo que nos prueba que el agua, bajo la acción de la electricidad, se ha convertido en estos dos gases.

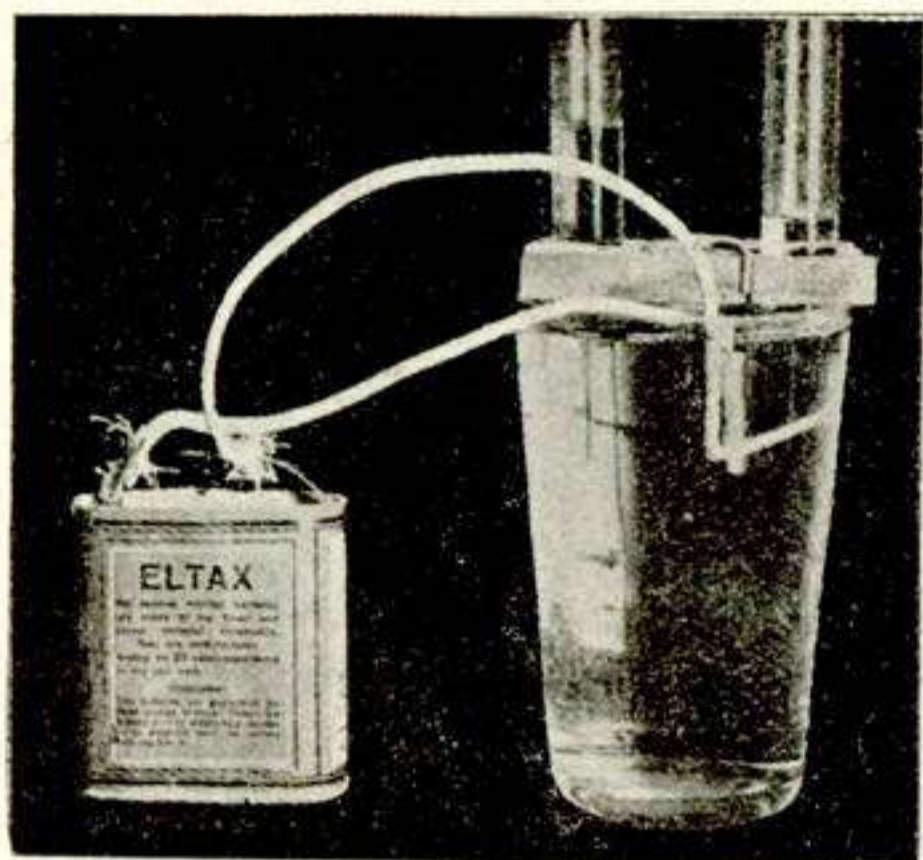


Fig. 36.—Dispositivo improvisado para lograr la descomposición del agua, el tubo que tiene doble espacio vacío se ha llenado de hidrógeno y el otro de oxígeno. Explicación en el texto. —Fot. del autor.

Ahora, llenos los dos tubos, procuremos reconocer las propiedades de estos dos gases: ninguno de ellos tiene color, ni olor, pero si acercamos una cerilla al gas que se ha producido en doble cantidad, veremos que arde; es el gas que denominamos *hidrógeno*. En cambio el gas del otro tubo, no arde, pero acercando una cerilla que conserve un punto encendido, se vuelve a encender, se trata de un gas que permite a los cuerpos que ardan y que se denomina *oxígeno*.

Tenemos pues que este experimento ha mostrado que del agua se obtenían dos sustancias o cuerpos gaseosos el hidrógeno y el oxígeno, obteniéndose doble cantidad (en volumen), de hidrógeno que del segundo. Luego de ello induciremos que el agua es un cuerpo compuesto de estos dos gases, cosa que podríamos comprobar, pero para ello se precisa ya un laboratorio, porque encendiendo hidrógeno con oxígeno se produce agua.

El agua es un *cuerpo compuesto*, en cambio, habiéndose observado que jamás se ha logrado obtener otros cuerpos partiendo del oxígeno o del hidrógeno, diremos que estos dos gases son *cuerpos simples*. Existen pues cuerpos simples, los cuales combinándose entre sí, dan lugar a los cuerpos compuestos. (Figura 37).

Los cuerpos simples son poco numerosos, en total se conocen solamente unos 80, de los cuales algunos son gases, otros líquidos y la mayoría sólidos.

Los cuerpos simples son poco numerosos, en total se conocen solamente unos 80, de los cuales algunos son gases, otros líquidos y la mayoría sólidos.

(1) Para colocar el tubo de manera que quede lleno de agua, basta llenarlo aparte y teniendo tapado con un dedo la boca del tubo, introducir éste en el agua de la vasija, de manera que venga a quedar colocado encima de la terminación del alambre, el cual conviene penetre ligeramente en dicho tubo. El otro tubo se coloca del mismo modo.



De estos ochenta cuerpos simples, más de la mitad son sustancias rarísimas en la naturaleza y solamente unos 25 son relativamente abundantes. En cambio los cuerpos compuestos son innumerables y pasan de *cincuenta mil* los conocidos.

Los cuerpos compuestos están formados de dos, de tres, y hasta de veinte

cuerpos simples. Así, la *sal común* sólo tiene cloro y sodio; el *sulfo sódico*, usado como purgante, tiene tres: el azufre, el oxígeno y el sodio; el *azúcar*, el *almidón*, la *madera*, los *aceites*, y las demás grasas, etc., son también ternarios (con carbono, oxígeno e hidrógeno), mientras en una *clara de huevo* existe, además de estos tres, el nitrógeno, y pequeñas cantidades de fósforo, hierro, manganeso, azufre.

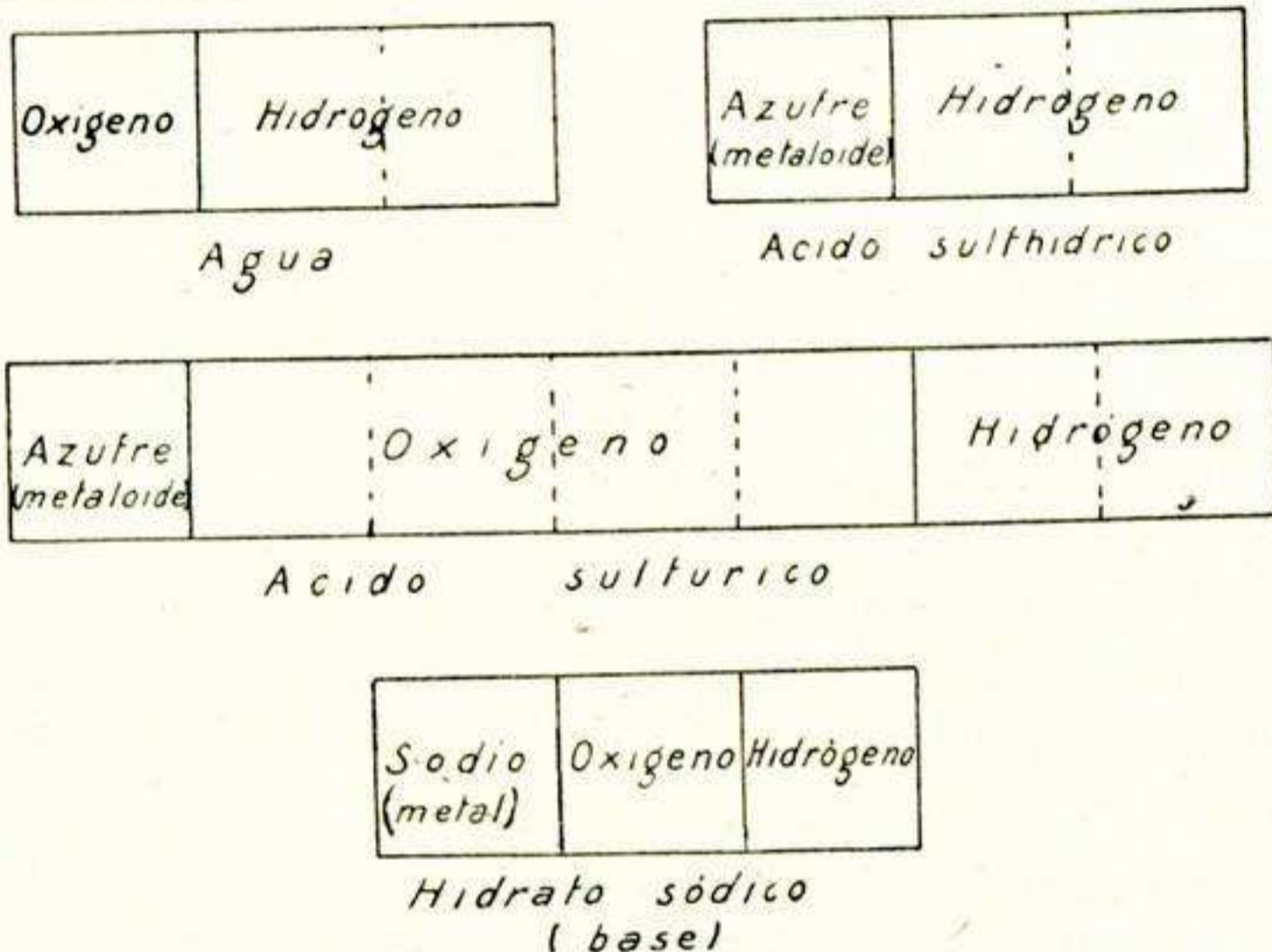


Fig. 37.—Esquema de algunas combinaciones, obsérvese como el agua aparece formada por una parte de oxígeno y dos de hidrógeno y que el en ácido sulfhídrico en lugar de oxígeno hay azufre, mientras que en el ácido sulfúrico hay una parte de azufre, cuatro de oxígeno y dos de hidrógeno, etc.

**METALES Y METALOIDES.**—De los cuerpos simples conocidos, unos presentan un brillo especial, denominado brillo metálico, son buenos conductores del calor, a la temperatura ordinaria son sólidos con la sola excepción del mercurio que es líquido y todos ellos funden cuando se les calienta suficientemente, estos cuerpos simples, de los que son ejemplo el hierro, aluminio, cobre, níquel, plomo, plata, oro, etc., se denominan *metales*. No hay ningún metal gaseoso a la temperatura ordinaria.

Hay otros cuerpos simples, ya gaseosos como el hidrógeno, el oxígeno, el cloro, el nitrógeno; ya líquidos como el bromo o bien sólidos el yodo, el azufre, el carbono, etc., que no tienen brillo metálico y son mal conductores de calor, denominándose *metaloides*.

**MEZCLA Y COMBINACIÓN.**—Las diversas sustancias, sean cuerpos simples, sean cuerpos compuestos, pueden hallarse puras en un producto determinado, es decir, que sólo entran en él partículas de una clase, así por ejemplo, tendremos que el azúcar será una sustancia pura, constituida exclu-

sivamente por partículas del azúcar aquel. Pero otras veces se hallan juntas sustancias diferentes conservando sus propiedades, lo que se denomina una *mezcla*, así por ejemplo, podremos tener una mezcla de polvo de azúcar y de mármol separable simplemente poniéndola en agua que disolverá el azúcar y dejará un poso de polvo de mármol sin disolver.

En la combinación, dos o más sustancias se unen para formar una sola, con la particularidad de que los pesos de las sustancias que integran la combinación son siempre constantes, así por ejemplo, en la sal común hay siempre 35'5 gramos de cloro por cada 23 gramos de sodio. En las combinaciones las propiedades de los cuerpos cambian por producirse otros nuevos, así por ejemplo, si tenemos tintura de yodo, de color violeta y que tiñe de azul oscuro el engrudo de almidón y le añadimos la sustancia conocida por hiposulfito sódico (científicamente tiosulfato sódico), la tintura de yodo se decolorará por producirse yoduro sódico, sustancia incolora y que no tiñe el engrudo.

El ejemplo clásico para distinguir mezcla de combinación es el de las limaduras de hierro y azufre, cuya mezcla da un polvo gris, del cual podemos separar el hierro simplemente por un imán, o el azufre disolviéndolo en sulfuro de carbono. En cambio si ponemos este polvo con agua y calentamos hasta que hierva se combinarán los dos productos, dando uno nuevo denominado sulfuro de hierro, de color negro intenso y del cual por el imán o por el sulfuro de carbono no podemos separar ninguno de sus componentes.

**NOMENCLATURA DE LAS COMBINACIONES QUÍMICAS** —Para que sea posible entendernos con tan inmenso número de cuerpos químicos, ha sido preciso inventar una nomenclatura especial, en la que con sólo usar un nombre derivado de los componentes y que exprese la clase de cuerpo, podemos entendernos. Así, a la unión del cloro y el hidrógeno, diremos *ácido clorhídrico*, y todos los cuerpos que de él derivan, *cloruros*, por ejemplo, cloruro sódico, cloruro de plata, cloruro de etilo (etilo es un cuerpo compuesto), etc.

Se denominan *ácidos* a ciertos cuerpos que tienen la propiedad de contener hidrógeno y de combinarse con los metales, perdiéndose este hidrógeno y pasando a ocupar su lugar el metal. Los ácidos tienen un sabor picante; así, por ejemplo, el *sal fumante*, o ácido clorhídrico, puesto en contacto con limaduras de hierro, destruye a éstas formándose un cuerpo llamado *cloruro de hierro*, mientras el antes ácido deja de tener propiedades de tal.

Al resultado de la acción de los ácidos sobre los metales se denominan *sales*. Así, el cloruro de hierro es una sal, y la misma sal común, o cloruro sódico, no es sino una de tantas sales, como el sulfuro de hierro, etc.

Se denominan *bases* a ciertos cuerpos compuestos en que entra hidrógeno como en los ácidos, pero que no se combinan con los metales sino con estos

ácidos. Así, por ejemplo, la llamada *sosa cáustica* es una base constituida por sódio, oxígeno e hidrógeno; esta base, en contacto con un ácido, (como el clorhídrico, por ejemplo) da lugar a la sal correspondiente, el cloruro sódico, y queda agua como otro de los cuerpos formados. Por tanto, de la unión de los ácidos y las bases resultan también sales.

Para conocer si una sustancia determinada es un ácido, una base o una sal, podemos utilizar un papel impregnado de una solución de *tornasol*, que se vende bajo el nombre de *papel de tornasol*, este papel es de color violado sucio y en contacto de un ácido o de su disolución en agua, si el ácido es sólido, el papel toma color rojo, mientras que con una base o con disoluciones de bases toma color azul; con las sales no se altera. (Figura 38).

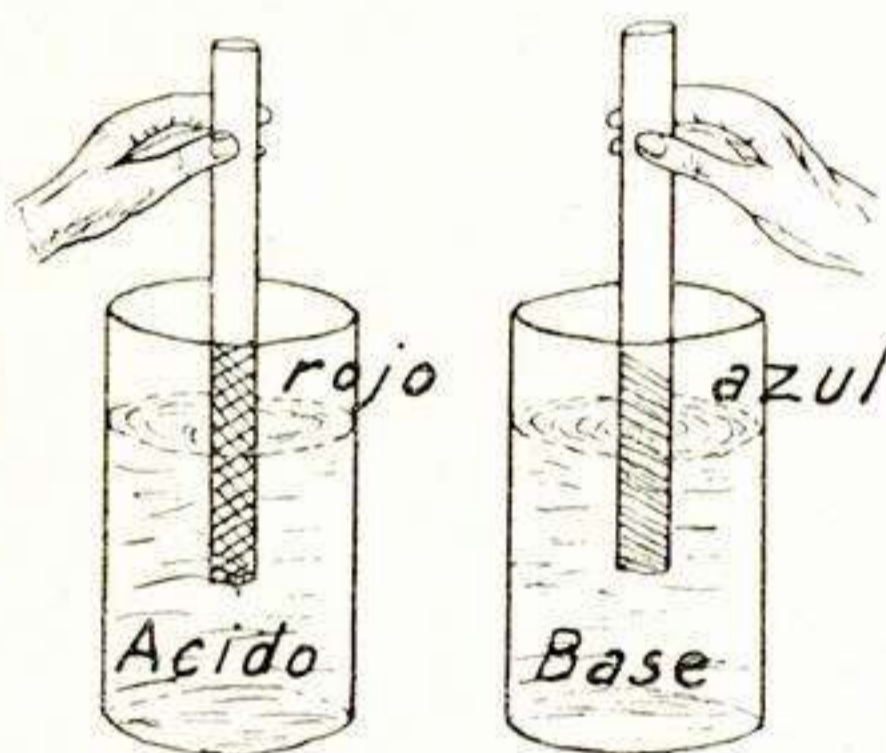


Fig. 38. — Los ácidos o sus disoluciones colorean de rojo al papel de tornasol, mientras que las bases los colorean de azul.

**CUERPOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS.**—Se denominan cuerpos orgánicos a la mayoría de los compuestos de carbono, a causa de que primitivamente se obtenían a expensas de los seres vivos, si bien hoy la mayoría se pueden obtener  *sintéticamente* , es decir, por combinación de varios cuerpos más sencillos. Se denominan inorgánicos a los cuerpos que no contienen carbono o a los que el carbono se halla combinado únicamente con el oxígeno, como el anhídrido carbónico o el óxido de carbono. Así por ejemplo, el *ácido nítrico* es un cuerpo inorgánico, en cambio el *azúcar*, el *alcohol*, la *celulosa* sustancia de la que está formado el papel, la *clara de huevo* y una infinidad de otras sustancias son *cuerpos orgánicos* o *sustancias orgánicas*. La mayoría de las sustancias orgánicas son capaces de arder o bien calentadas en un tubo de ensayo suelen ennegrecerse y acabar por dejar un residuo de carbón. Así por ejemplo, el alcohol arde, el acetileno arde también, el azúcar calentado da una masa de carbón y lo mismo ocurre a la clara de huevo.

## ESTUDIO DE ALGUNOS METALOIDES

**HIDRÓGENO.**—Es un gas sin color, olor, ni sabor, arde en el aire combinándose con el oxígeno para formar agua. El hidrógeno no suele encontrarse en la naturaleza como cuerpo simple sino combinado con otros, así por ejemplo, con los metaloides forma ácidos y con los metales y oxígeno forma las bases. Además entra en la composición de casi todas las sustancias orgánicas. El hidrógeno se utiliza para hinchar globos a causa de ser el más ligero de todos los cuerpos conocidos.

**EL OXÍGENO Y LAS COMBUSTIONES.** — El oxígeno, al igual que el hidrógeno, es incoloro, inodoro e insípido, siendo preciso para la vida: basta privar al hombre de respirar este gas durante unos minutos, para que muera; este efecto del oxígeno lo podemos comprobar encerrando un pájaro en una campana de la cual se haya extraído el aire con la máquina neumática o que esté llena de otro gas como hidrógeno o nitrógeno, en estas condiciones el animal muere a los pocos momentos. Por esto el oxígeno se emplea para hacerlo respirar a ciertos enfermos.

El oxígeno, al contrario del hidrógeno, se halla como cuerpo simple formando algo más de una quinta parte del aire que respiramos (21 %) y por otra parte interviene en la constitución de un inmenso número de cuerpos compuestos, entre ellos el agua, muchos ácidos, todas las bases, muchas sales y numerosos cuerpos orgánicos.

Si ponemos un trozo de bugía encendida en un vaso vuelto al revés y

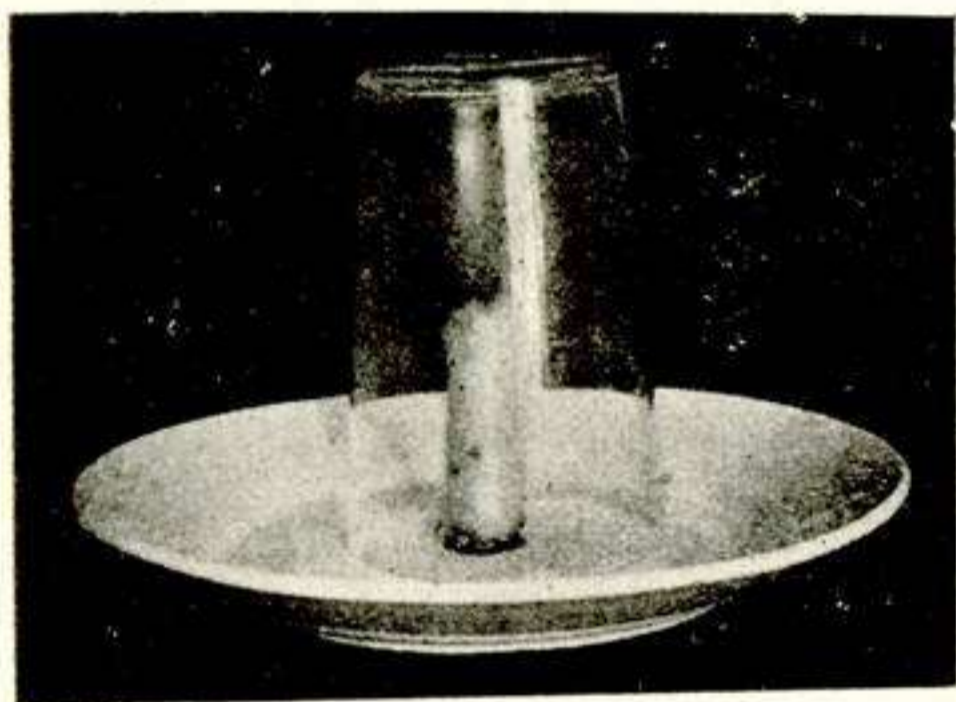


Fig. 39. — Una bujía encendida dentro de un vaso invertido, se apaga a los pocos segundos a causa de haber consumido el oxígeno que contenía el aire y que era preciso para la combustión.

que ajuste de manera que no pueda penetrar el aire, veremos que pronto se apaga la bujía, (figura 39) lo que nos prueba que el aire es necesario para la combustión de la misma. Si en un laboratorio repetimos el experimento con Nitrógeno, que es el otro componente del aire, veremos que la bujía se apaga instantáneamente, en cambio si se le pone en oxígeno arde con llama vivísima, pero al cabo de un rato se apaga, pudiéndose comprobar que ha consumido el oxígeno. Estas experiencias pueden repetirse con carbones encendidos y nos dará el mismo resultado.

De ello podremos inducir, que de los gases que contiene el aire, es el oxígeno el que es necesario para las combustiones, así como del hecho de consumirse el oxígeno, induciremos igualmente que dicho oxígeno se combina con el cuerpo que arde, cosa que podemos comprobar con otros experimentos que serán estudiados en otros cursos. *Así pues, las combustiones, sean con llama como una bujía, sean sin llama como la del carbón de encina, son combinaciones de distintos cuerpos con el oxígeno y las sustancias que se producen reciben el nombre de óxidos.*

Los cuerpos susceptibles de arder se llaman combustibles, es combustible el carbón en sus diversas formas y los compuestos orgánicos salvo raras ex-

cepciones, todos ellos dan por combustión un gas denominado anhídrido carbónico y que el vulgo conoce con el nombre equivocado de ácido carbónico. Es precisamente este gas que sale de nuestros pulmones al respirar, por la sencilla razón de que nuestra respiración no es otra cosa que una combustión, a la cual es debida el calor propio del cuerpo y en virtud de la misma el carbono de nuestra materia orgánica, se combina con el oxígeno que ha penetrado en los pulmones y forma anhídrido carbónico que luego exalamos.

Además de estos cuerpos son también combustibles el *hidrógeno* que al arder forma agua; el *azufre* que forma con el oxígeno un gas picante denominado anhídrido sulfuroso; el *fósforo* y numerosos metales como el *magnesio* que arde con una luz vivísima aprovechada para hacer fotografías durante la noche, incluso el mismo *hierro*, cuando está en polvo fino arde fácilmente produciéndose óxido de hierro.

**NITRÓGENO.** - El nitrógeno, es un gas, también sin color, olor, ni sabor, y en estado libre, como cuerpo simple que forma casi las cuatro quintas partes del aire (78 %) y al contrario del hidrógeno y del oxígeno muestra gran resistencia a combinarse. Forma no obstante, distintos compuestos inorgánicos y bastantes orgánicos entre ellos las albuminas (clara de huevo, carne, gelatina, etc.), que constituyen la materia viva. El nitrógeno, como cuerpo simple, carece de aplicaciones.

**CLORO, BROMO, YODO.** — El *cloro* es un gas de color amarillo verdoso y respirado produce una sensación como si penetrara fuego en los pulmones por lo que fué empleado en la pasada guerra europea, como gas asfixiante. El cloro con el hidrógeno forma el *ácido clorhídrico* llamado vulgarmente sal fumante y de este ácido se derivan, combinándose con un metal, las sales llamadas *cloruros*, de las cuales, la más conocida es la sal común o cloruro sódico, formada por cloro y por sódio.

El *bromo*, es parecido al cloro, pero es líquido dando vapores rojos asfixiantes y el *yodo* (indistintamente se escribe yodo o iodo) es sólido formando escamas de color de acero, las cuales calentadas dan vapores de color violeta igualmente asfixiantes al respirarlos. El yodo se usa disuelto en alcohol formando la tintura de yodo y ofrece la particularidad de que tiñe de azul el engrudo de almidón, cosa que puede comprobarse fácilmente con sólo hechar una gota de tintura de yodo sobre una miga de pan.

Así como el cloro forma sales llamadas cloruros, el bromo forma *bromuros*, como el bromuro potásico empleado en fotografía y el yodo, *yoduros*, como el yoduro potásico empleado en medicina.

**AZUFRE.**—Es un metaloide sólido, de color amarillo de limón y que se encuentra en la naturaleza formando el mineral de este nombre. El azufre arde dando una llama azulada y formándose, por combinación con el oxígeno

del aire, un óxido denominado *anhídrido sulfuroso*, gas muy picante que al respirarlo obliga a toser fuertemente. El azufre se emplea mucho en Agricultura y de él se obtienen diversos ácidos, como el *ácido sulfhídrico* que tiene olor a huevos podridos y el *ácido sulfúrico* o aceite de vitriolo empleadísimo en numerosas industrias. Las sales del primero se llaman *sulfuros* y las del segundo *sulfatos*. La galena, es un sulfuro de plomo y el yeso es un sulfato de calcio.

**FÓSFORO.**—Esta sustancia se presenta bajo formas distintas, así hay un fósforo de color blanco, extremadamente venenoso, hasta el punto que basta tragar un pedazo como una cabeza de alfiler para producir la muerte y hay también un fósforo de color rojo que no es venenoso. El fósforo se enciende muy fácilmente y en esta propiedad se funda su aplicación a la fabricación de cerillas, pues basta el calor que produce el frotarlo con una superficie áspera, como el papel de vidrio de la caja de cerillas, para que el fósforo arda. La ley manda que para fabricar cerillas, se utilice el fósforo rojo.

El fósforo tiene diversas sales, siendo la más importante el fosfato de cal, que forma gran parte de nuestros huesos y que es la base de uno de los abonos químicos, el *superfosfato*, que más se emplean en agricultura.

**CARBONO.**—Al igual que el fósforo, el carbono se presenta bajo diversas formas, todo y ser siempre la misma sustancia; carbono es el *diamante*, ese mineral, más transparente que el mejor cristal y el más duro de todos los cuerpos conocidos y carbono es también el *carbón* usual, sea de leña, sean carbones minerales, unos y otros de color negro.

El carbono arde y produce *anhídrido carbónico*, gas que hemos estudiado en el primer curso, haciendo notar que no sirve para la combustión, ni para la respiración y que es más pesado que el aire. El anhídrido carbónico con el agua forma *ácido carbónico*, del cual se originan las sales denominadas *carbonatos*, siendo de ellos el más importante, el carbonato cálcico o piedra caliza. Esta producción de carbonato cálcico, permite reconocer el anhídrido carbónico, pues en contacto de agua de cal filtrada (1) y por tanto clara, forma con dicha cal, el carbonato cálcico, que por ser insoluble enturbia el agua; así podemos reconocer que en el aire de nuestra respiración hay anhídrido carbónico, puesto que soplando en un vaso que contenga agua de cal, ésta se enturbia.

---

(1) Preparada poniendo un poco de cal viva o apagada en agua.

## La química

Acabamos de hacer un breve estudio de diversas sustancias y de los cambios que pueden experimentar, combinándose unas con otras para formar sustancias distintas; este estudio recibe el nombre de *química*. La importancia de la química en la vida moderna es inmensa a ella debemos los colorantes que sirven para teñir nuestros vestidos; la mayoría de los medicamentos, los perfeccionamientos de la fotografía y la obtención de fotograbados en negro y color, como los que ilustran este libro. Gracias a la química que ha proporcionado los abonos, hoy nuestros campos rinden hasta cuatro veces más cosecha que antes y no es soñar, pensar que en el porvenir, la química logre fabricar alimentos, especialmente azúcar, lo que vendría a resolver uno de los problemas que preocupan para una humanidad futura en que la producción agrícola no fuera suficiente para alimentarla.



# LOS MINERALES ÚTILES Y SUS YACIMIENTOS

*En el curso primero hemos hablado de las propiedades de los principales minerales y hemos descrito algunas rocas como el granito, las pizarras, las margas, etc. También hemos hablado de la sedimentación indicando que las rocas desgastadas principalmente por la acción del agua, son transportadas por los ríos hasta el mar o lagunas donde se sedimentan o son depositadas en las márgenes de los ríos durante las crecidas constituyendo los terrenos de aluvión.*

## YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS

Supongamos una laguna de gran extensión a la cual van a parar diversos riachuelos cuyas aguas llevan disueltas cierta cantidad de caliza, de yeso y de sal común; el agua de la laguna contendrá todas estas sustancias. Ahora bien, si se presentan una serie de años muy lluviosos las aguas vendrán cargadas de arcilla, la cual se depositará en el fondo de la laguna, por otra parte con el calor del sol, el agua se evaporará y se producirá un depósito primero de caliza, y más tarde una capa de yeso y si tan grande es la sequedad, acabará por depositarse la sal común, todo ello formando capas separadas por arcillas aportadas por cortos y fuertes chubascos.

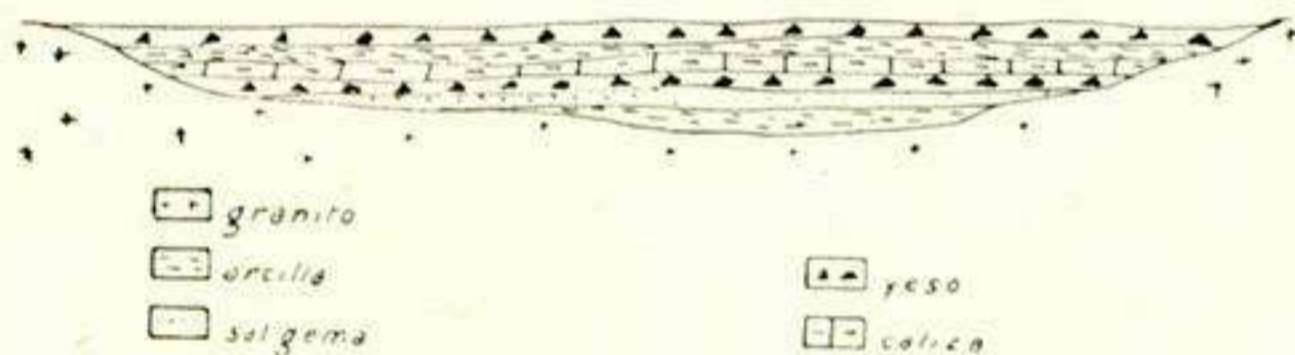


Fig. 40. — Corte geológico de una antigua laguna hoy desecada, representa las capas de terreno que se verían si se cortara el terreno con una inmensa trinchera; cada signo corresponde a una clase de roca depositada en dicha laguna.

cilla, de caliza, de sal común, de yeso, etc., (figura 40) que constituirán otros tantos yacimientos de estos minerales, (figura 41) yacimientos que se denominarán *sedimentarios* por haberse formado por sedimentación.



Otras veces la sedimentación tiene lugar en el fondo del mar, ya en sitios cercanos a la costa, ya mar adentro, originándose de este modo los sedimentos marinos, en los cuales, a causa de que el mar no puede desecarse como se deseca una laguna, es rarísimo hallar yeso o sal común.

Tanto en lagunas, como en las formaciones de orilla del mar (facies litoral), en ciertas circunstancias se acumulan materias vegetales, como troncos de árboles, hierbas, algas, etc., las cuales quedando recubiertas de otros sedimentos se han convertido en carbones minerales como la hulla y otros carbones de piedra. Más tarde, estos sedimentos han sido levantados y puestos fuera de las aguas por las fuerzas geológicas y hoy día los encontramos formando también yacimientos sedimentarios. (Figura 42). Algunas veces, los minerales de hierro han sido depositados en el seno de aguas y entonces forman también yacimientos de este tipo.

Los yacimientos sedimentarios de minerales, forman capas continuas colocadas entre otras rocas, como por ejemplo, una capa de carbón entre dos de margas arcillosas o una capa de yeso entre dos arcillas y en ciertos casos se hallan como pequeños granos diseminados en el terreno, así ocurre con el oro y platino, que frecuentemente se hallan en los terrenos de aluvión o en las arenas de los ríos, en forma de granos sueltos mezclados con la tierra y arena los cuales solo excepcionalmente tienen el tamaño de una lenteja o una judía, denominándose entonces *pepitas*; estos yacimientos se denominan *placeres*.



Fig. 41. — Fotografía mostrando capas de yeso entre arcillas en una formación lagunar de Mallorca, hoy levantada fuera de las aguas.

### YACIMIENTOS FILONIANOS

Los minerales metálicos, solo por excepción se hallan formando yacimientos sedimentarios y la mayoría de ellos, se encuentran relleno de grietas de las rocas, lo que se denomina *filón metalífero*. En los filones se debe distinguir el *muro*, formado por la roca agrietada, la *mena* que es el mineral metálico depositado en el filón y la *ganga* constituida por otros minerales no metálicos, como caliza, dolomía, sílice, etc., que acompañan a la mena, en el relleno del filón. (Figura 43).

Se llama afloramiento de un filón a la intersección del mismo con la superficie del terreno; en los afloramientos de los filones el mineral suele hallarse alterado por acción de los agentes atmosféricos. Finalmente, indicaremos que los filones pueden hallarse verticales, inclinados u horizontales y en ciertos casos va entre dos capas sedimentarias simulando un mineral estratificado.

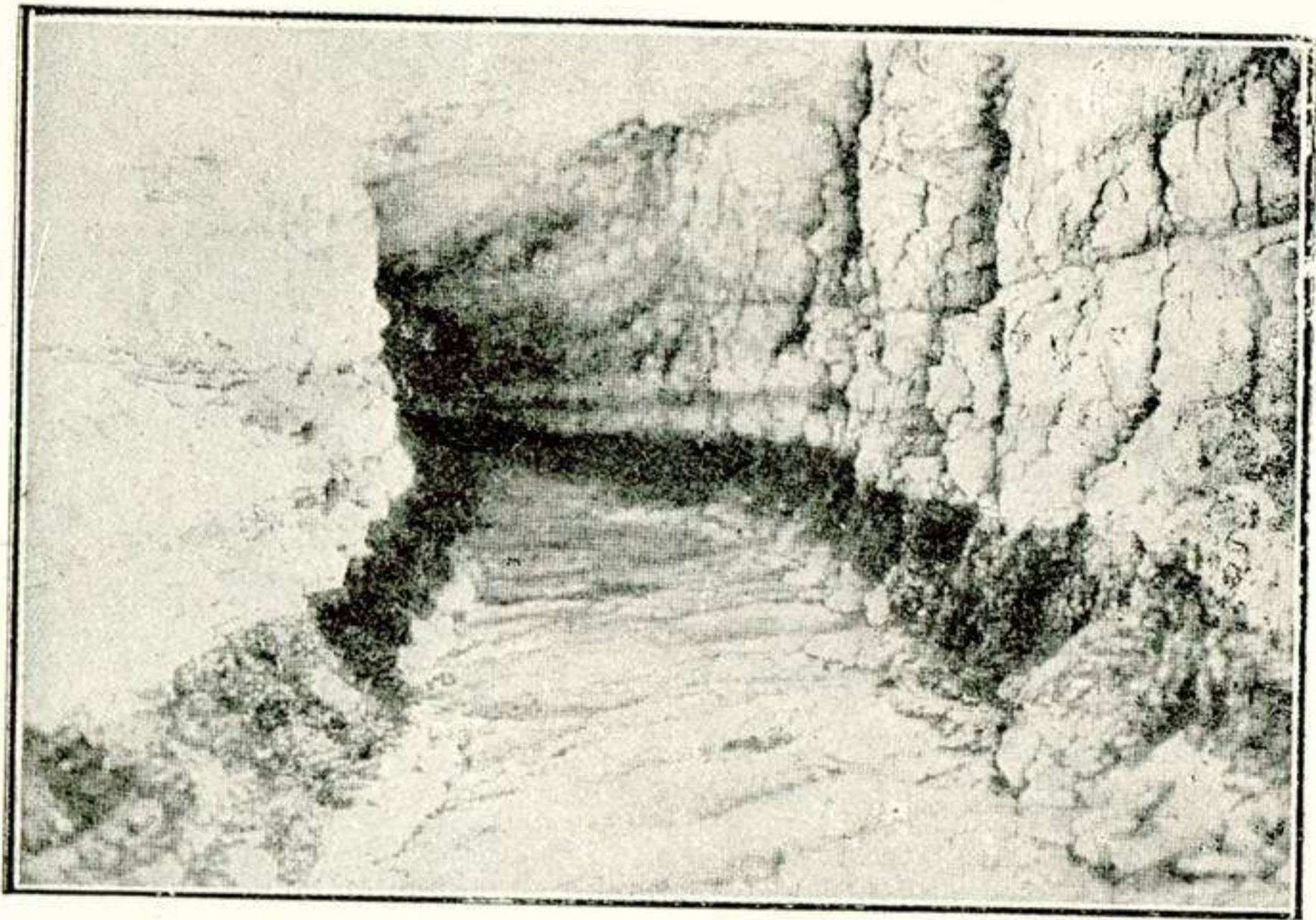


Fig. 42. — Capa de carbón de piedra (lignito), en una galería de mina.

Fot. Instituto Geológico de España.

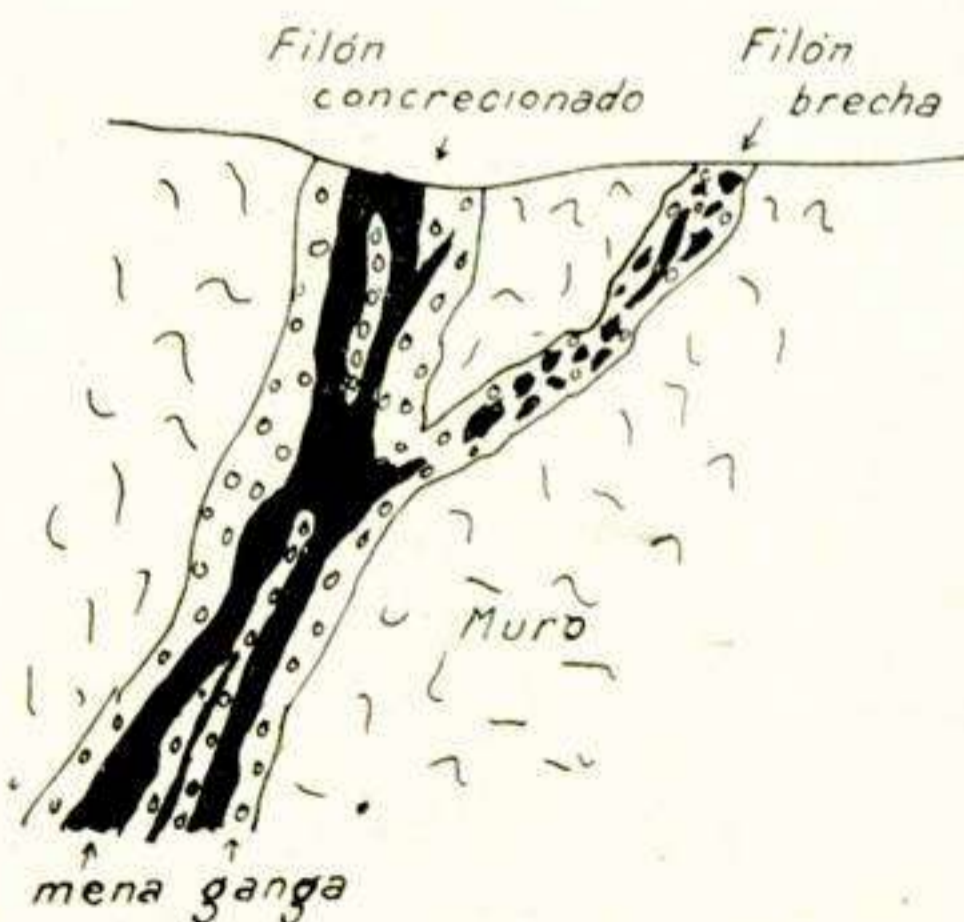


Fig. 43. — Corte de un filón metalífero.

Los filones se han originado de diferentes maneras, pero una de ellas, quizás la más común, consiste en que las aguas que se infiltran en el terreno, al pasar a zonas profundas, se calientan y tienen aumento de presión, por lo que van disolviendo las pequeñas cantidades de minerales metálicos que se hallan esparcidos por las rocas que atraviesan. Estas aguas, al alcanzar cierta profundidad si encuentran alguna grieta, ascienden por la misma a manera de dos vasos comunicantes y al aproximarse a la superficie y de

consiguiente enfriarse, abandonan los minerales que llevan disueltos, los cuales quedan depositados en las paredes de la grieta formando el filón. A este mecanismo se le llama *proceso hidrotermal*. (Figura 44).

## EXPLOTACIÓN DE LOS MINERALES

Los minerales pueden ser útiles directamente, como por ejemplo, las arcillas para cerámica, la caliza como piedra de construcción, la hulla como combustible, etc.; otros se utilizan para extraer los metales, así la *galena* sirve

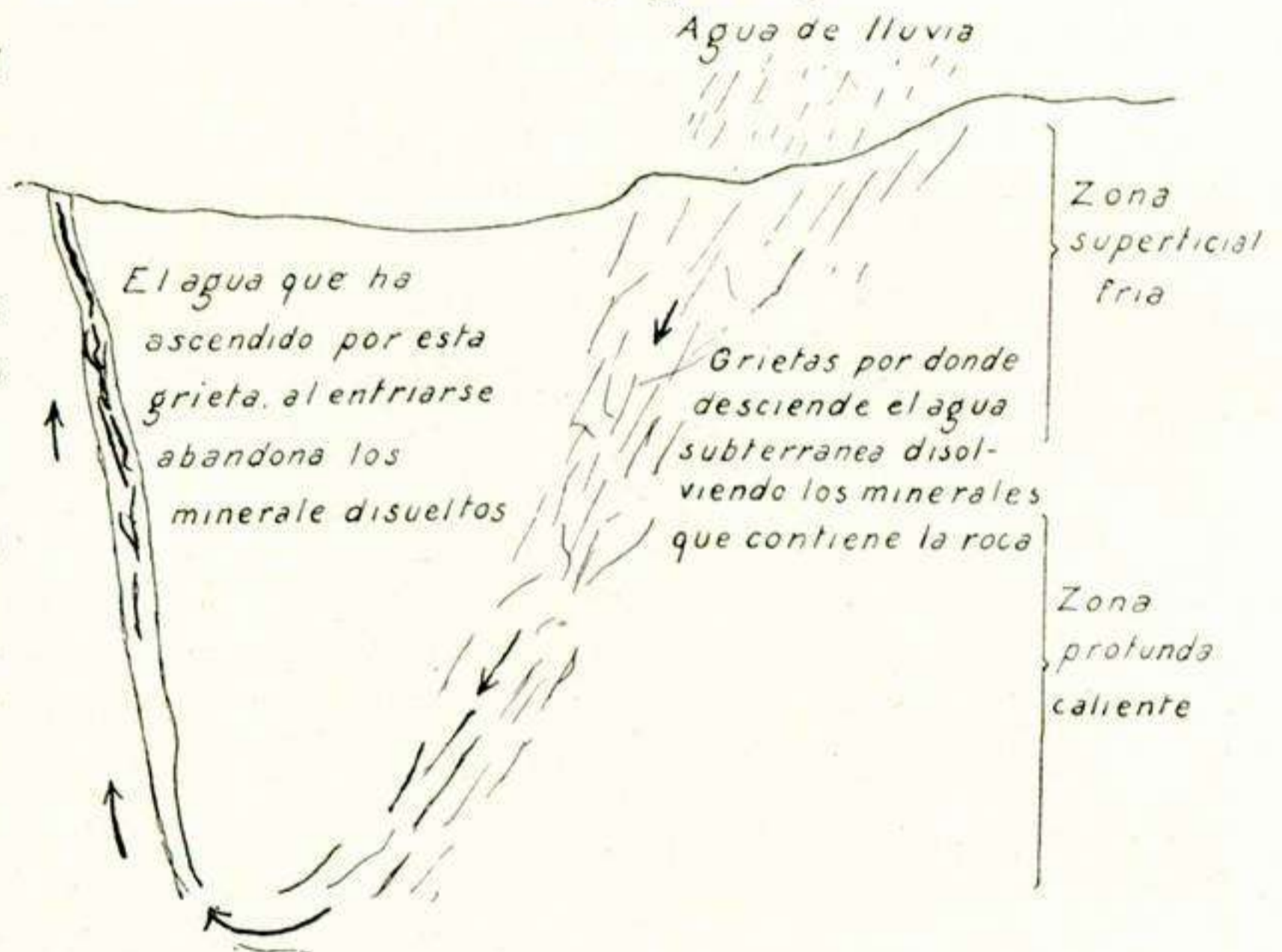


Fig. 44. — Esquema de la formación de un filón mineral.



Fig. 45.—Cantera de granito, el obrero del primer término utiliza cuñas para cortar grandes bloques de piedras, mientras que los de segundo término emplean perforadoras. — Fot. Higgins Mose.

para extraer el plomo y la *hematites* para extraer el hierro, finalmente algunos se utilizan para fabricar sustancias diversas, como la *pirita de hierro* para obtener el ácido sulfúrico o la *fosforita* para obtener el abono denominado superfosfato.

La extracción de minerales de sus yacimientos se denomina explotación de dichos minerales; si se trata de minerales petreos, como arcillas, yesos, calizas, sílice usada como piedra de construcción, etc., la explotación suele recibir el nombre de

*cantera*, mientras que si se trata de extraer carbones o minerales metálicos, reciben el nombre de *minas*; así diremos una cantera de mármol o una mina de hulla.

### Explotaciones a cielo abierto

Las explotaciones a cielo abierto o sea al descubierto, son las más económicas y se utilizan para extraer piedras de construcción, (figura 45) arcilla, arenas, etc.

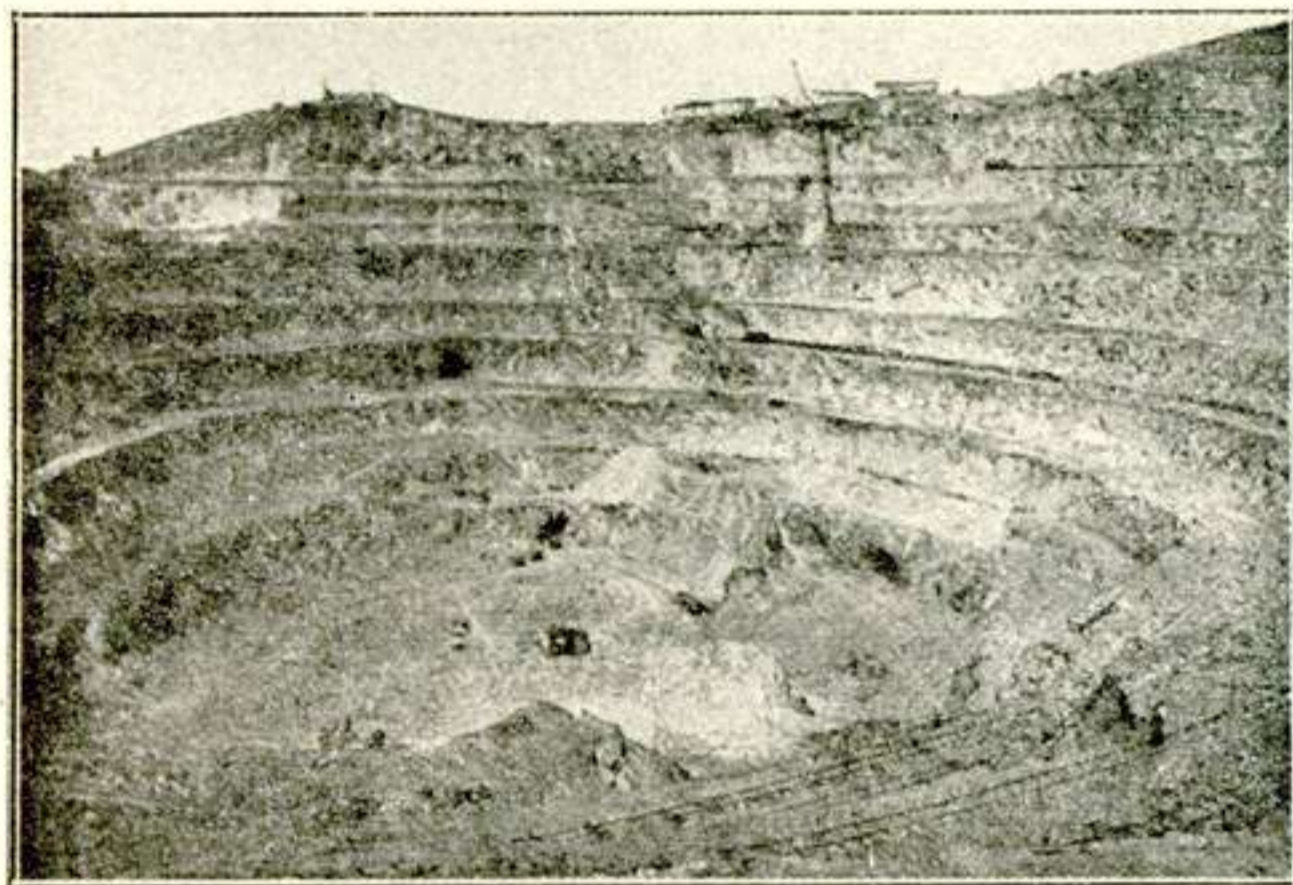


Fig. 46. — Explotación de piritas cupríferas en Río Tinto (Huelva). — Fot. J. Hereza.

Para la extracción de piedras los canteros utilizan los barrenos, que consisten en practicar agujeros de cerca de un metro de largo, ya a mano ya con máquinas perforadoras, los cuales se cargan de dinamita que al hacerla explotar rompe la piedra en pedazos; también se emplean sierras especiales capaces de cortar grandes bloques de rocas muy duras. Para las tierras, arenas, arcillas, etc., se utilizan bien palas y azadas o bien, en las

explotaciones importantes, máquinas excavadoras.

También se explotan a cielo abierto la mayor parte de las minas de hierro (hematites y limonita), así como algunas de hulla; en España se explotan en esta forma las grandes masas de pirita de la provincia de Huelva, y las gigantescas excavaciones resultantes se denominan *cortas* (figura 46) en ellas hay también galerías, de manera que la explotación actual es en realidad mixta.

### Explotaciones subterráneas

La explotación por galerías sólo es factible cuando se trata de minerales de algún valor que compensen los mayores

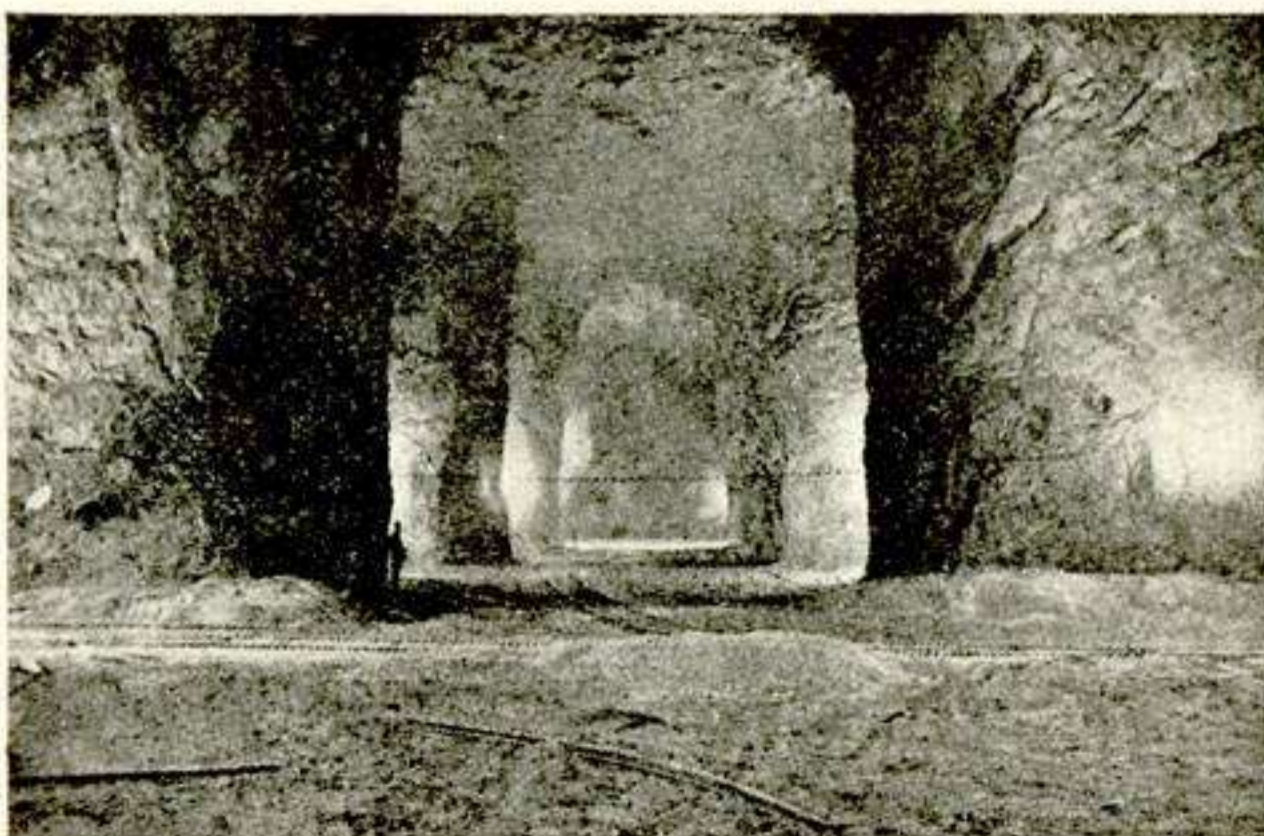


Fig. 47. — Cantera subterránea en los Estados Unidos. Fot. Martín.

gastos que supone este método respecto al de explotaciones a cielo abierto.

Las galerías pueden salir directamente a la superficie del terreno cuando la mina se halla en la ladera de una montaña, (figura 47) pero ello es excepcional y la regla general es que se tengan que practicar pozos; los pozos pueden ser de extracción (pozo maestro), en los cuales hay montados ascensores para la subida del mineral, y pozos de aireación. A un lado y a otro de los pozos maestros se extienden galerías formando pisos a diversas profundidades. (Figura 48).

La labor minera tropieza a veces con grandes dificultades; frecuentemente se hallan grandes caudales de agua que hay que sacar constantemente por medio de bombas, una avería de las cuales puede provocar la inundación de la mina. En las minas de hulla, hay además el peligro de explosiones de un



Fig. 48.— Trabajo en la galería de una mina mediante perforadoras mecánicas. — Fot. R. Lucas.

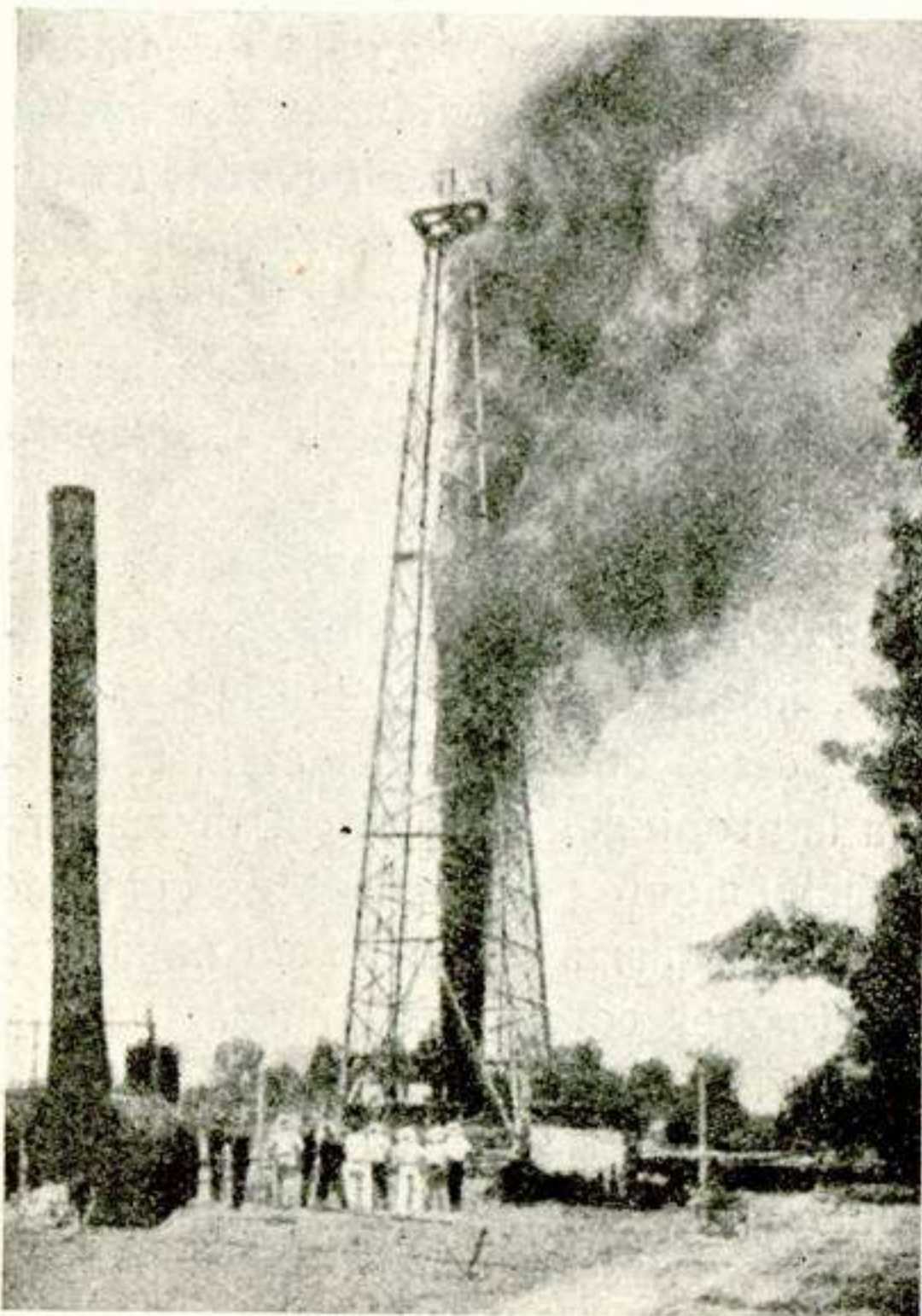


Fig. 49.— Pozo de petróleo observándose el chorro del líquido que sale a manera de surtidor.

gas, denominado *grisú*, que sale de grietas de rocas y que explota al contacto con una llama, o incluso con una chispa dada por un azadón, pudiendo causar horrorosas catástrofes que cuestan la vida a centenares de obreros; un gran físico inglés Davy inventó unas lámparas que se pueden mantener encendidas aunque haya grisú, si bien hoy día, aleja aún más el peligro el empleo de la luz eléctrica.

### Sondeos

Algunos minerales líquidos como el petróleo o el agua, pueden ser ex-

traídos practicando un agujero o taladro, que teniendo uno o varios decímetros de diámetro, penetra en el suelo hasta profundidades de centenares de metros, empleándose para lograrlo aparatos llamados *barrenas* o *sondas*. Cuando el taladro alcanza al petróleo o al agua, éstos suben naturalmente hasta la superficie si llevan presión (figura 49) y si nó se les hace ascender mediante bombas. La extracción de petróleo o como se llama también, alumbramiento del petróleo (1), se verifica pues por *pozos petrolíferos* construídos por sondeos.

## LOS METALES Y SUS YACIMIENTOS

### El hierro

El hierro es un metal de color gris, que tiene 7'5 de densidad, o sea que un decímetro cúbico, pesa siete kilos y medio apróximadamente. A temperatura muy elevada funde y pasa al estado líquido pudiéndose moldear piezas. El hierro expuesto al aire se combina lentamente con el oxígeno y forma el

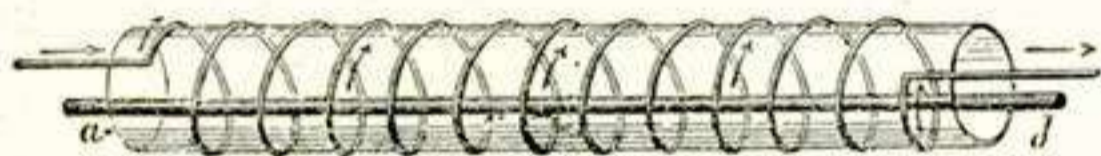


Fig. 50. — La barra de hierro *a-d* se convierte en un imán únicamente mientras pasa corriente eléctrica por el hilo metálico arrollado a la misma.

llamado orín, de color rojizo, por esta causa todas las piezas de hierro se deben pintar y la capa de pintura las preserva de oxidarse. Este metal es magnético, es decir que es atraído por el imán y además se imanta en cuanto sufre la acción de una corriente eléctrica, pero en cuanto la corriente se interrumpe la imantación cesa instantáneamente. (Figura 50). El hierro es el metal más útil de todos; de hierro son los barcos, casi toda la maquinaria, las locomotoras, etc.

ACERO.—Cuando el hierro tiene mezclado una cierta cantidad de carbón (alrededor del 1 %), se transforma en *acero* mucho más duro que el hierro, por lo que se emplea para cuchillos, instrumentos de labor, piezas de maquinaria, etc.; hoy día se fabrican unos aceros que son inoxidables al aire. El acero, al contrario del hierro conserva la propiedad magnética, de manera que podemos distinguir el uno del otro, simplemente poniéndolos en contacto con un imán o mejor frotándolo siempre en una misma dirección con una barra imantada, si despues el objeto que examinamos conserva el magnetismo y atrae a un clavo, por ejemplo, es que dicho objeto es de acero y si no lo atrae, es que es de hierro.

MENAS DEL HIERRO.—Se denominan menas de un metal, los minerales que se utilizan para extraer dicho metal. Las menas del hierro son principalmente la *hematites* (óxido de hierro) y la *limonita* (hidróxido de hierro).

(1) Alumbrar, significa sacar a la luz una cosa antes oculta.

**YACIMIENTOS PRINCIPALES.**—Los dos minerales que acabamos de citar son abundantísimos en todo el mundo y por esta razón sólo se explotan los yacimientos que reúnan las tres condiciones de ser muy abundantes, tener el mineral de muy buena calidad y tener fácil comunicación con los puertos de mar, pues de otra manera el mineral extraído saldría muy caro y al tenerse que vender a precio elevado, nadie lo compraría. (Figura 51).

Casi todas las naciones del mundo tienen yacimientos de mineral de hierro, pero España es de las más favorecidas, teniendo las riquísimas minas de Bilbao y las de Ojos Negros en Teruel, cuyos minerales se exportan principalmente a Inglaterra.

**METALÚRGIA DEL HIERRO.**—Los minerales de

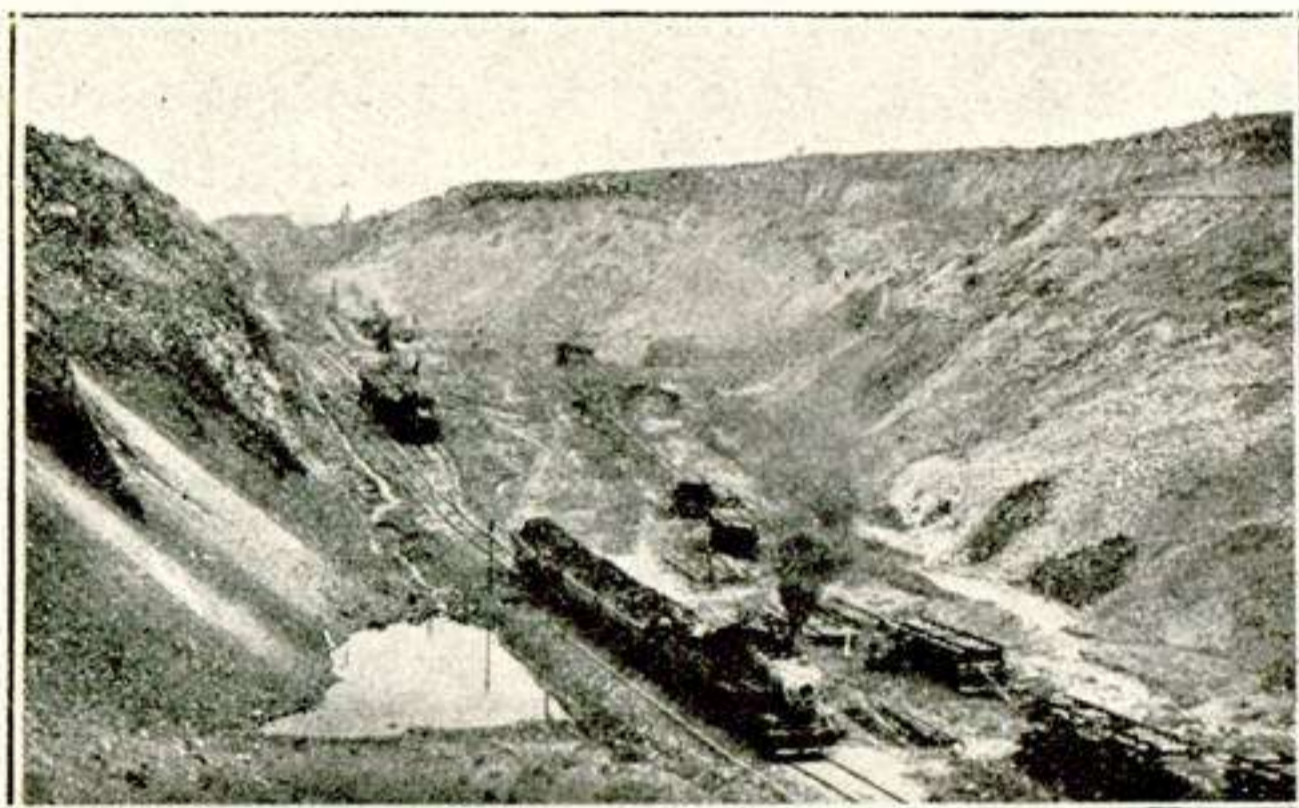


Fig. 51. — Mina de hierro a cielo abierto, obsérvese el ferrocarril minero para el transporte del mineral.

Fot. M. Owen.

hierro, tanto la hematites, como la limonita u otros menos frecuentes, no tienen las propiedades del hierro como cuerpo simple ya que son compuestos del

mismo, y para obtener de ellos el hierro metálico, deben ser transformados, proceso que recibe el nombre de *metalúrgia del hierro*.

Para obtener el hierro a expensas de estos minerales, se utilizan los Altos Hornos (figura 52) en forma de torres de gran altura y en las cuales se ponen capas alternantes de carbón de cok y de hematites o limonita; el carbón ardiendo roba el oxígeno al mineral (recordemos que ambos son oxidos de hierro) y queda hierro como cuerpo simple que con el ca-

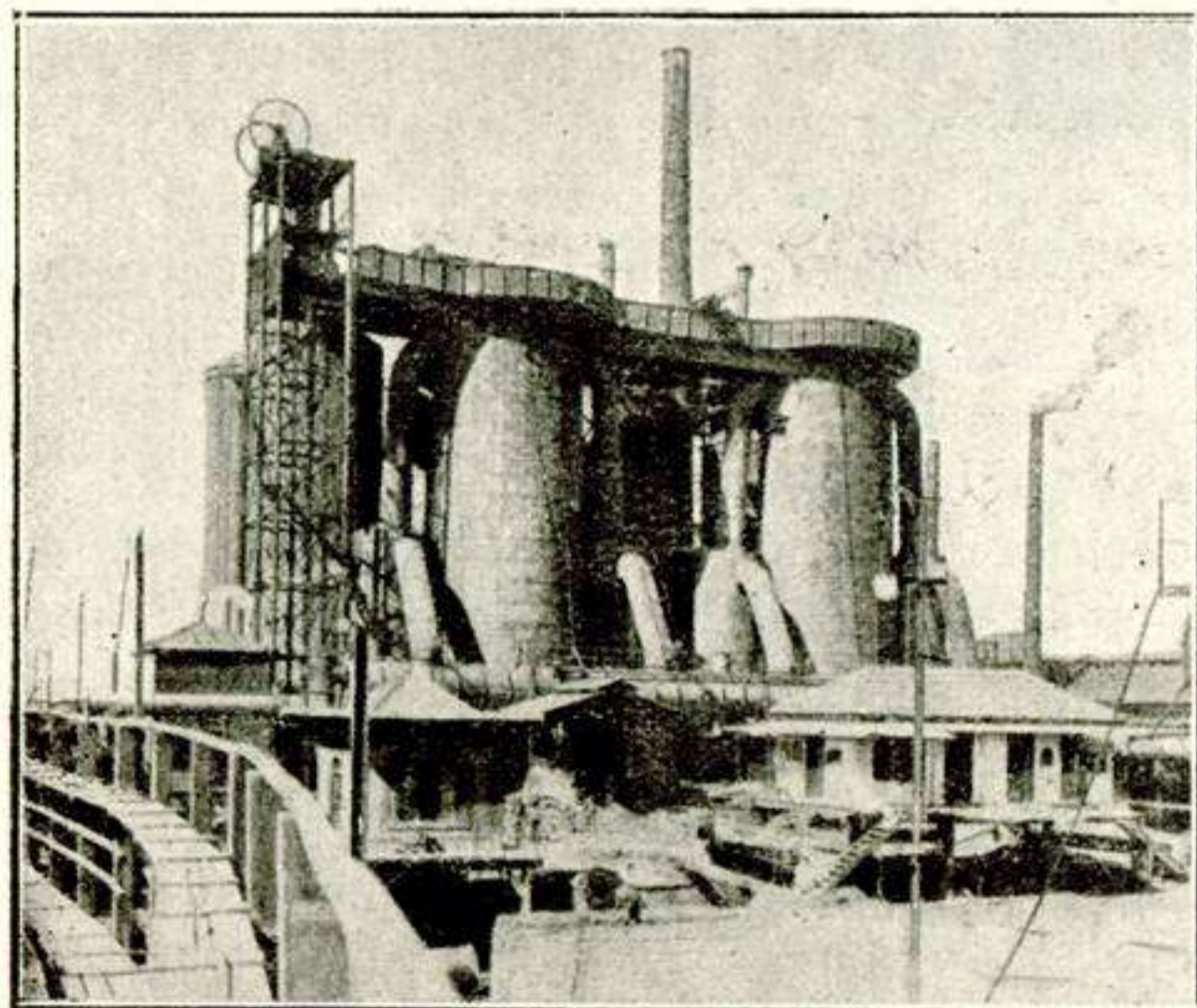


Fig. 52. — Vista exterior de un Alto Horno en Bilbao, donde se transforma el mineral de hierro en hierro metálico.

lor funde y se recoge en moldes apropiados para someterlo a purificación o fabricar acero mediante unos grandes hornos especiales llamados convertidores. (Figura 53).

**COMPUESTOS DEL HIERRO.**—Existen muchos compuestos de hierro, pero son relativamente poco importantes por lo que solamente mencionaremos el *sulfato de hierro*, o caparrosa verde, soluble en el agua y que puede obtenerse poniendo hierro en contacto con ácido sulfúrico.

### El plomo

El plomo es un metal tan blando que puede cortarse con un cuchillo; al aire se va oscureciendo a causa de recubrirse de óxido, pero recién cortado es de un gris claro muy brillante. Es un metal que funde muy fácilmente por lo que se presta a hacer objetos moldeados como soldaditos de plomo, por ejemplo;



Fig. 53. — Convertidor vertiendo el acero fundido; el obrero mira a través de un vidrio coloreado a fin de no dañarse la vista. — Fot. Wolff.

es muy pesado teniendo 11'5 de densidad, lo que justifica el dicho vulgar *pesa como plomo*. Tiene muchas aplicaciones, siendo quizás la más importante las cañerías para agua o para gas del alumbrado.

Su mena casi única es la *galena* (sulfuro de plomo), encontrándose en yacimientos filonianos. España es un país riquísimo en plomo siendo famosas en el mundo sus minas de Linares y las de las proximidades de Cartagena, aparte de otras muchas que hay por el resto de la península. En las de Linares

los pisos inferiores se hallan a más de quinientos metros de profundidad.

La metalúrgia del plomo, es decir la obtención del plomo partiendo de la galena se verifica tostando este mineral en hornos apropiados y luego se pone este mineral tostado en Altos Hornos juntamente con capas de carbón, de una manera algo semejante a lo que se hace con el hierro. Al tostarse el plomo de la galena se combina con el oxígeno del aire formándose óxido de plomo, el cual, luego en el Alto Horno, pierde el oxígeno que le es robado por el carbón encendido y queda el plomo libre que fundido sale por la parte inferior, no quedando sino la purificación del mismo.

El plomo tiene numerosos compuestos, la mayor parte de ellos venenosos; tienen especial importancia uno de sus óxidos, llamado *minio*, que se uti-



liza como pintura encarnada, y el carbonato, conocido con el nombre de *albayalde*, empleado como pintura blanca, siendo frecuente que los pintores que manejan estas sustancias acaben por ponerse enfermos intoxicados lentamente por las pequeñas cantidades de plomo que penetran en su cuerpo al respirar su polvo o llevarlo a la boca con los dedos

### El cobre

El cobre es un metal de color rojo, muy brillante cuando se ha cortado recientemente; es más pesado que el hierro y menos que el plomo teniendo 9 de densidad. Funde a temperatura alta, pero no precisa tanto calor como el hierro; conduce muy bien el calor y la electricidad y por tal motivo se emplea para hilos de conducciones eléctricas.

Al aire húmedo, el cobre se recubre de una capa verde que es carbonato de cobre originado por combinación del cobre con el ácido carbónico del aire húmedo; este carbonato de cobre, llamado vulgarmente cardenillo es muy venenoso y a veces ha habido envenenamientos al comer alimentos cocidos en cacerolas de cobre mal limpiadas y que contenían cardenillo.

**MENAS Y YACIMIEN-  
TOS.**—Como el cobre es un metal caro, son muchos los minerales de cobre que se explotan para extraer el metal; se utiliza la *calcopirita* (sulfuro de cobre y de hierro), la *malaquita* y la *azurita* (carbonatos de cobre de color verde y azul respectivamente) y el *cobre nativo*, es decir cobre que se halla en la naturaleza como cuerpo simple; (figura 54) no obstante, la mayor parte del cobre procede de la *pirita de hierro cuprífera*, que lo contiene en poca cantidad, pero como es un mineral abundantísimo puede explotarse a cielo abierto en condiciones muy económicas. Todos estos minerales de cobre son filonianos.

España es en cobre, como en plomo, uno de los países más ricos del mundo, los yacimientos de piritas cupríferas de la provincia de Huelva son inagotables y el mineral forma masas de varios kilómetros de longitud por cente-

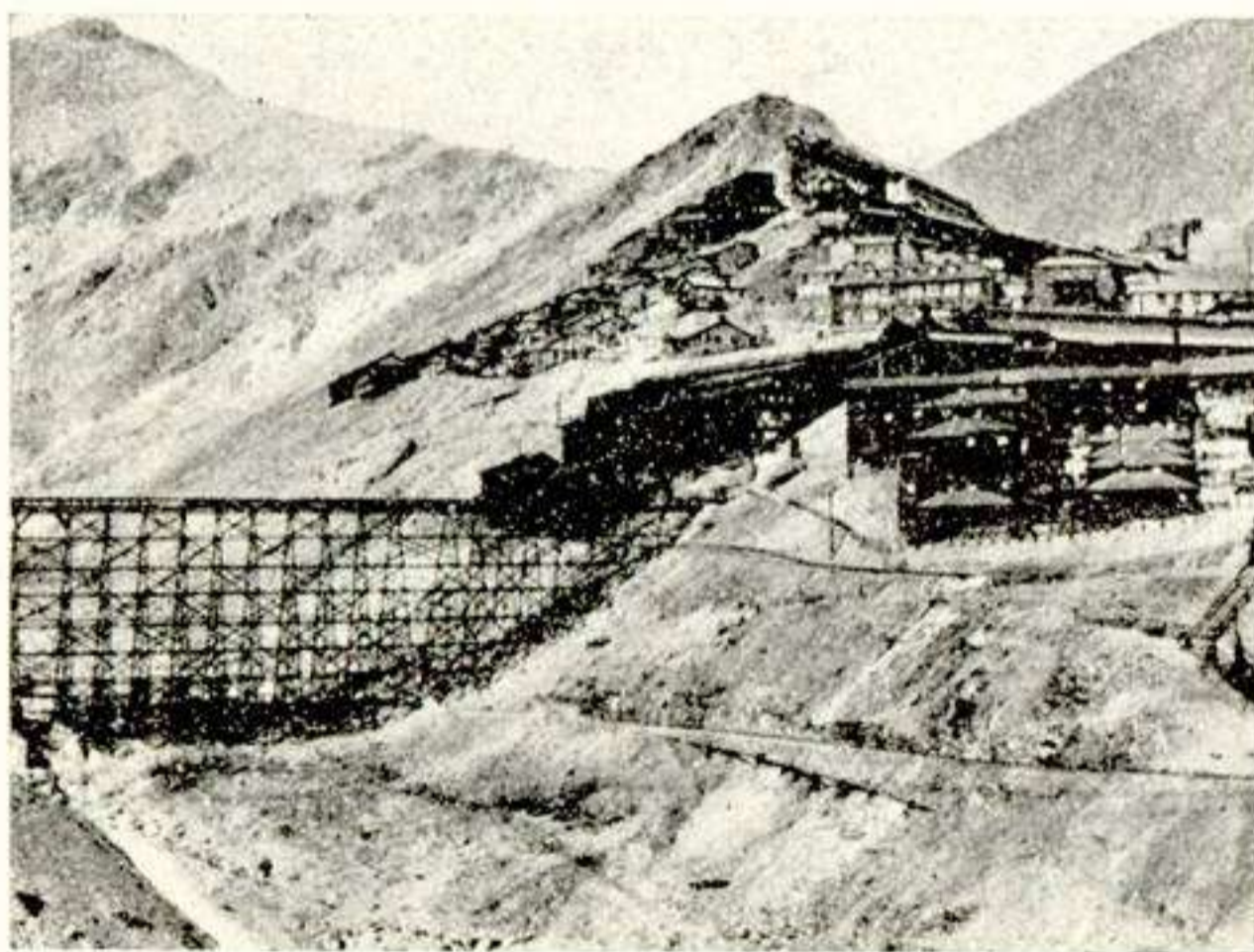


Fig. 54. — Mina de cobre en los Andes chilenos, obsérvese los edificios anexos y el viaducto del ferrocarril minero.

Fot. Schalek.

nares de metros de anchura y de profundidad si bien de cada tonelada (1.000 Kgr.) de mineral, sólo pueden obtenerse unos 30 kilogramos de cobre.

**METALÚRGIA.**—La metalúrgia del cobre varía según los minerales que se traten de aprovechar para obtener el cobre metálico, (figura 55) puede tostarse el mineral con sal común y luego se lava con agua que arrastra el cloruro de cobre que se ha formado; después, introduciendo en el líquido planchas de hierro éstas se recubren de cobre metálico. Esto último puede repetirse fácilmente en casa, simplemente disolviendo un poco de sulfato de

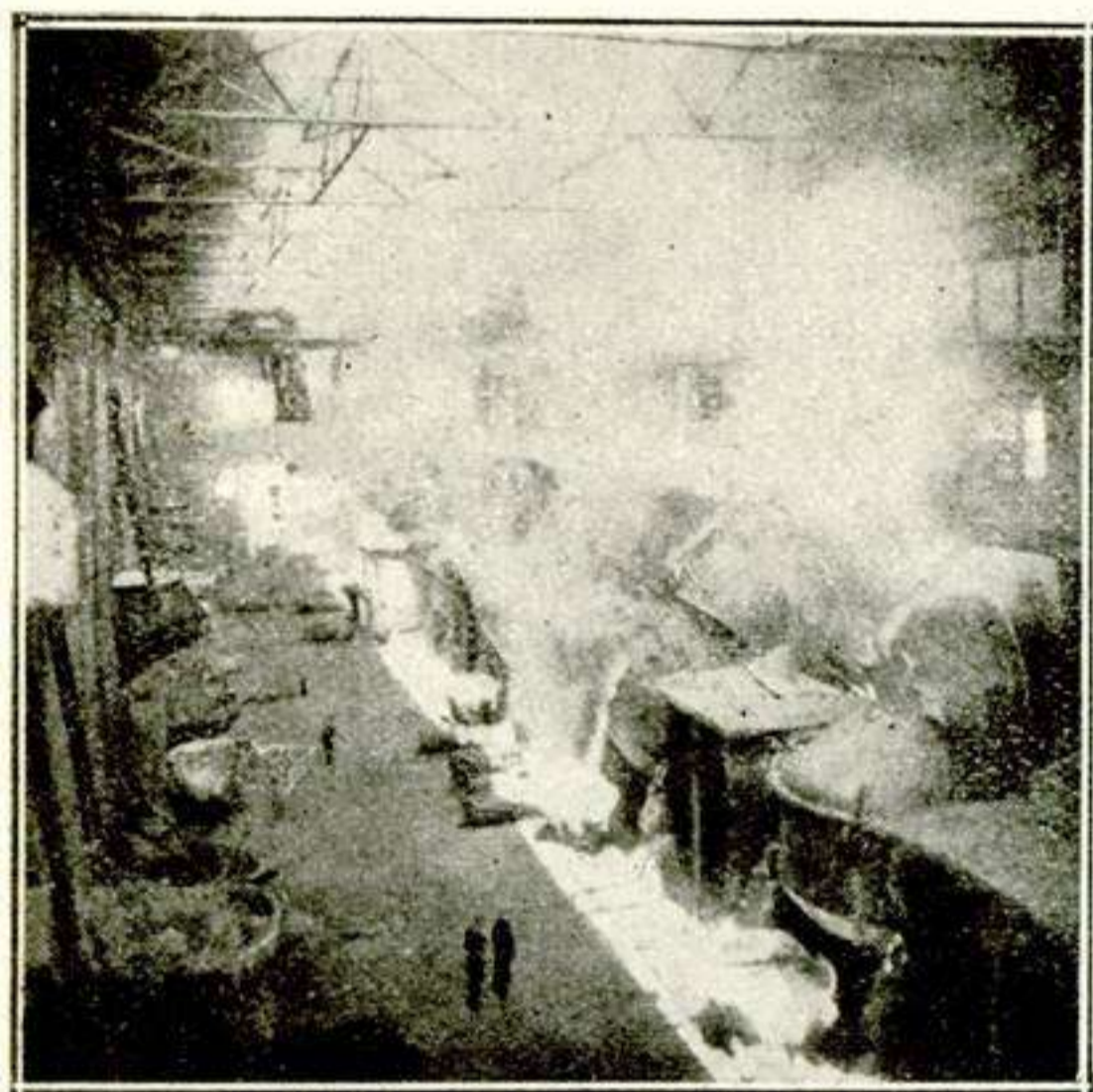


Fig. 55. — Interior de una refinería de cobre.  
Fot. Visual Education Service.

cobre en agua e introduciendo en la disolución, que tendrá color azul, una punta de París o una aguja de acero bien limpias y se podrá observar que al cabo de pocos minutos han tomado color rojo por haberse recubierto de una delgada capa de cobre.

**COMPUESTOS DE COBRE.**—El más importante de ellos es el *sulfato de cobre*, llamado también caparrosa azul a causa del bellissimo color azul que tiene; el sulfato de cobre se disuelve en el agua y emplea principalmente para combatir una enfermedad de las viñas, teniéndose que manejar con cuidado pues al igual que los demás compuestos de cobre, es una sustancia venenosa.

### El mercurio

El mercurio es el único metal líquido que se conoce, tiene un color gris, casi blanco y con brillo metálico tan intenso que parece plata líquida; con los grandes fríos (40 grados bajo cero) el mercurio se hiela y pasa a ser sólido. Este metal es más pesado que el plomo, teniendo 14 de densidad, es decir, un litro de mercurio pesa 14 kilogramos o sea 14 veces el peso de un litro de agua. El mercurio se utiliza para fabricar termómetros, espejos, como medicamento y para extraer el oro de ciertos minerales.

El mercurio se obtiene del *cinabrio* (sulfuro de mercurio) de bellissimo color rojo, mediante tostación del mismo con lo cual el azufre se combina con el oxígeno del aire para formar anhídrido sulfuroso (véase página 33) y el mercurio que queda libre, pasa por el calor al estado de vapor y por unos tubos a unas cámaras donde al enfriarse se condensa pasando al estado líquido.

España posee uno de los mejores yacimientos del mundo, las famosas minas de Almadén, en la provincia de Ciudad Real en las cuales se trabaja a más de 350 metros de profundidad. Es también un mineral filoniano.

Los compuestos de mercurio son muy venenosos, y en pequeñas cantidades se emplean como medicamento. De ellos el más conocido es el *cloruro mercúrico* o *sublimado corrosivo* utilizado para matar microbios lo que se denomina desinfectar, el sublimado es pues un desinfectante.

### Aluminio

El aluminio es un metal blanco, muy ligero teniendo sólo 2'5 de densidad, es decir que precisan tres decímetros cúbicos de aluminio para hacer el peso de un decímetro cúbico de hierro cuya densidad es 7'5. El aluminio no se altera al aire y estas dos propiedades lo hacen el metal más útil después del hierro, al que sustituye con ventaja en muchísimas aplicaciones, así aparte de las baterías de cocina, el aluminio se utiliza para motores de aviación y hasta de autos, para ciertas partes de los buques modernos, etc.

Los compuestos de aluminio son abundantísimos en la naturaleza, nos limitaremos a recordar que la *arcilla* es un silicato de aluminio y que es uno de los minerales más abundantes pero desgraciadamente el obtener el aluminio de la arcilla, cuesta mucho dinero por las complicadas operaciones que hay que realizar y se utiliza otro mineral denominado *baurita* (hidróxido de aluminio) muy parecido a la arcilla, el cual no es muy frecuente y como el procedimiento de extracción no es sencillo, (figura 56) resulta que el aluminio no puede venderse tan barato como sería de desear para que pudiera sustituir al hierro en la mayor parte de sus aplicaciones. Si el día de mañana se descubriera un procedimiento fácil para extraerlo de la arcilla, el aluminio se abarataría extraordinariamente.

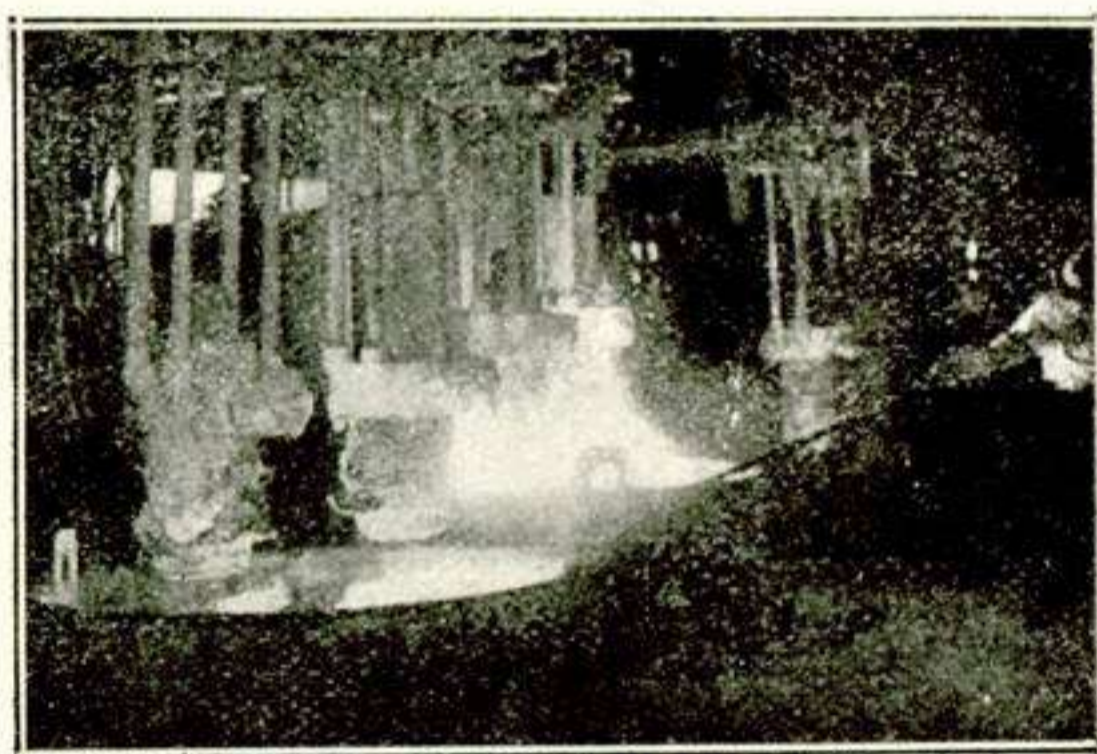


Fig. 56. — Horno eléctrico para obtener el aluminio. — Fot. F. Simpich.

### Plata

La plata es un metal de color blanco ligeramente grisáceo y muy brillante cuando está bien limpia, es bastante pesada teniendo 10'5 de densidad y no se altera al aire. La belleza de este metal y el hecho de no oxidarse es

causa de que sea usado para fabricar monedas y objetos de lujo, si bien es mayor la cantidad de plata que se consume para fotografía.

Son numerosos los minerales de plata, pero todos ellos se hallan en cantidades muy pequeñas, de aquí que la mayor parte de plata que se produce en el mundo provenga de ciertas *galenas* (sulfuro de plomo) que contienen alguna cantidad de plata y se denominan galenas argentíferas, de las cuales se aprovechan los dos metales. Las galenas españolas son en general argentíferas, por cuya causa España es uno de los países productores de plata.

Los compuestos de plata se utilizan principalmente para la fotografía, fundándose en la propiedad que tienen algunos de ellos, como el *cloruro*, *bromuro* e *yoduro de plata*, de volverse negros a la acción de la luz. La fotografía y las cintas cinematográficas consumen cada año más de un millar de toneladas de plata, ¡el cargamento que puede llevar un vapor de regular tamaño!

## Oro

El oro ha sido hasta hace pocos años el metal más apreciado de todos, de color amarillo hermosísimo, inalterable absolutamente al aire o a la humedad hasta tal punto de que sortijas enterradas hace miles de años, han sido encontradas sin la menor alteración. El oro



Fig. 57. — Lavado de arenas para separar el oro que puedan contener.

Fot. Amós Burg.

es un metal mucho más pesado que el plomo y que el mercurio, pues tiene 19'5 de densidad y puede estirarse en hilos finísimos o ser reducido a láminas cien veces más delgadas que una hoja de papel corriente, las cuales se denominan panes de oro y se emplean para dorar, recubriendo con ellas diversos objetos. El oro se utiliza como moneda en algunos países y además con él se fabrican gran número de joyas.

El oro se encuentra en ciertas arenas y aluviones, formando pequeños granos del tamaño de los de arena y excepcionalmente mayores, llamándose entonces *pepitas*. Para separar el metal de la arena, se lava ésta con agua corriente y el oro a causa de ser muy pesado queda depositado. (Figura 57). En España las arenas de los ríos Sil en Galicia y Darro en Granada contienen hasta medio gramo de oro por metro cúbico de arena, cantidad muy escasa

(1) por lo que no vale la pena de explotar estos yacimientos; en cambio este pasado año (1934) se han explotado con relativo éxito, unas de oro en la provincia de Almería.

Los compuestos de oro son todos ellos muy venenosos y algunos se utilizan en medicina cada vez con éxito mayor.

### Platino

El platino lleva este nombre por su parecido con la plata, pero por una parte es más pesado aún que el oro, teniendo 21'5 de densidad es decir casi el doble que el plomo y por otra parte es, al igual que el oro, absolutamente inalterable al aire e incluso por los ácidos excepto por la llamada agua regia. Estas condiciones, unidas a que es el metal que precisa de mayor temperatura para fundirse, lo hace de una utilidad inmensa empleándose para objetos de laboratorio, instrumentos médicos, aparatos diversos, etc.

Este metal tan útil es en cambio mucho más raro que el oro y solamente en ciertos aluviones se encuentran granitos diseminados o bien lo contienen algunas rocas volcánicas antiguas. Como consecuencia de ser muy útil y muy escaso, su precio es elevadísimo y en ciertas épocas llega a valer cinco y seis veces más que igual peso de oro. En España, tenemos platino en algunas rocas volcánicas de la provincia de Málaga, pero al igual de lo que ocurre con el oro, la cantidad que existe no compensa el gasto de extraerlo.

Las sales de platino son muy venenosas y algunas de ellas se emplean para trabajos delicados de fotografía.



Fig. 58. — Casa construída con madera.  
Fot. Nacional Geographic Magazine.

---

(1) El precio del oro es actualmente de unas siete pesetas y media el gramo, de consiguiendo si para obtener dos gramos hay que lavar dos metros cúbicos de arena y éste lavado cuesta diez pesetas, no tiene cuenta el obtener el oro que contienen, puesto que cuesta más de sacarlo que lo que vale.

## LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Algunos países como el Canadá, Rusia, etc., construyen las viviendas con maderas (figura 58) pero en la generalidad de las comarcas se construyen con materias minerales, ya ladrillos (figura 59) y piedras (figura 60; pero

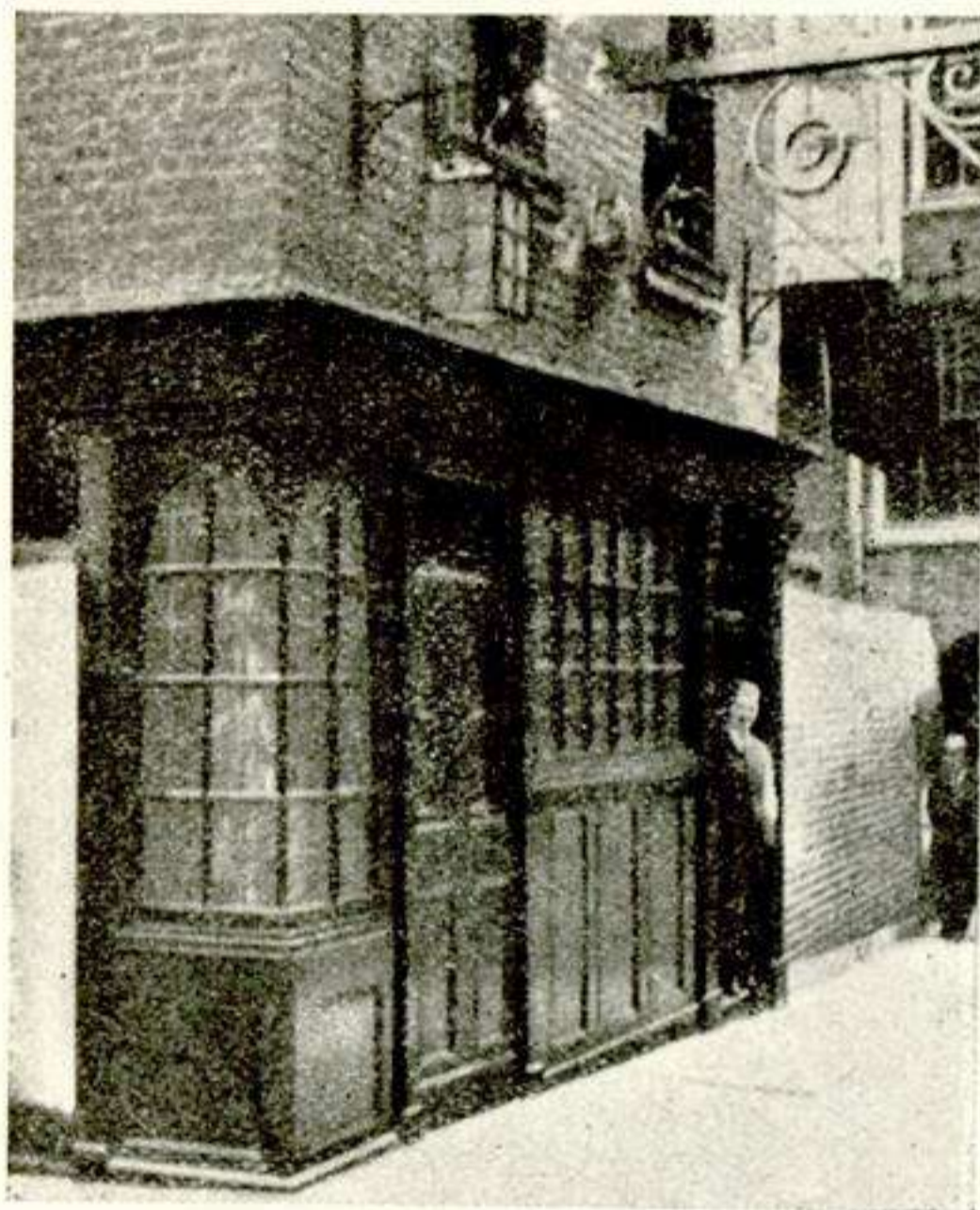


Fig. 59.—Edificio de ladrillo en los viejos barrios de Londres.

Fot. Donaldson.

tanto en un caso como en otro para que el edificio se sostenga, precisa que se ponga algo que una entre sí las piedras y los ladrillos utilizándose para ello la cal y sobre todo el cemento. Todos estos materiales, se denominan de construcción.

### Piedras de construcción

La piedra como material de construcción sólo se usa en los lugares en que abunda o para los edificios lujosos de las capitales; en gran parte de España se usa el granito, que es la roca con la cual ha sido construído el magnífico monasterio del Escorial; en otras comarcas españolas se emplean areniscas silíceas o areniscas las cuales se cortan en bloques denominados sillares; para los edificios de lujo se emplean mármoles, ya blancos ya de colores diversos; a causa de que son susceptibles de ser pulidos y adquirir un hermoso brillo.

Para los edificios de cierta importancia, la piedra se usa cortada en bloques rectangulares, pero para las casas pobres o para paredes y bancales en el campo, las piedras se emplean en trozos sin tallar, tal y como salen de la cantera o como se encuentran sueltas en el campo.

### Ladrillos y tejas, cerámica

La *arcilla* (silicato de aluminio) es un mineral, que como dijimos en el curso anterior, tiene la propiedad de formar pasta con el agua, lo que permite darle la forma que se desee. Si esta pasta se somete a la acción del calor, cociéndola en un horno apropiado, se endurece y los objetos conservan indefinidamente la forma que se les ha dado.

Para hacer ladrillos, la arcilla, que puede ser de mala calidad, es amasada con agua y la pasta se pone en moldes de madera que les dan la forma rectangular que ofrecen los ladrillos, luego de secados al sol se ponen en el horno donde se cuecen (figura 61) y quedan a punto de emplearlos. En las mismas fábricas que los ladrillos, suelen construirse las tejas, por lo que reciben el nombre de tejares; para las tejas precisa arcilla algo más fina y la forma de las mismas varían según los países.

Con la arcilla se fabrican también objetos menos groseros como ollas, cántaros, platos, etc., y entonces las fábricas se denominan alfarerías. Las piezas finas se



Fig. 60. — Casa de piedra.  
Fot. National Geographic Magazine.



Fig. 61. — Horno para fabricación de ladrillos. — Fot. del autor.

fabrican con arcillas muy puras, barnizándolas y cociéndolas a temperatura más elevada que para las piezas de alfarería, resultando así la *loza* de color blanco al interior y muy dura. Con las arcillas purísimas denominadas *caolín* se fabrica la *porcelana* que se distingue de la loza porque es translúcida y resiste al fuego sin romperse, por lo que se dice que es *refractaria*.

El barnizado o vidriado se aplica a piezas de alfarería, de loza o de porcelana y consiste en embadurnar el objeto con una mezcla de polvo de galena (sulfuro de plomo) y de sílice y volver a cocer el objeto con lo cual el plomo y la sílice forman un vidrio que queda adherido a la arcilla. Como la arcilla cocida es permeable, cosa que podemos ver examinando un cántaro lleno de agua y ob-

servando que está siempre mojado por la parte de fuera, para obtener vasijas impermeables es preciso aplicarlas el barniz, lo cual se hace con las ollas y cacharros de cocina, platos, tazas, etc.

### La cal

La piedra caliza (carbonato cálcico), si se calienta suficientemente pierde anhídrido carbónico y queda una sustancia blanca, tan frágil que se deshace

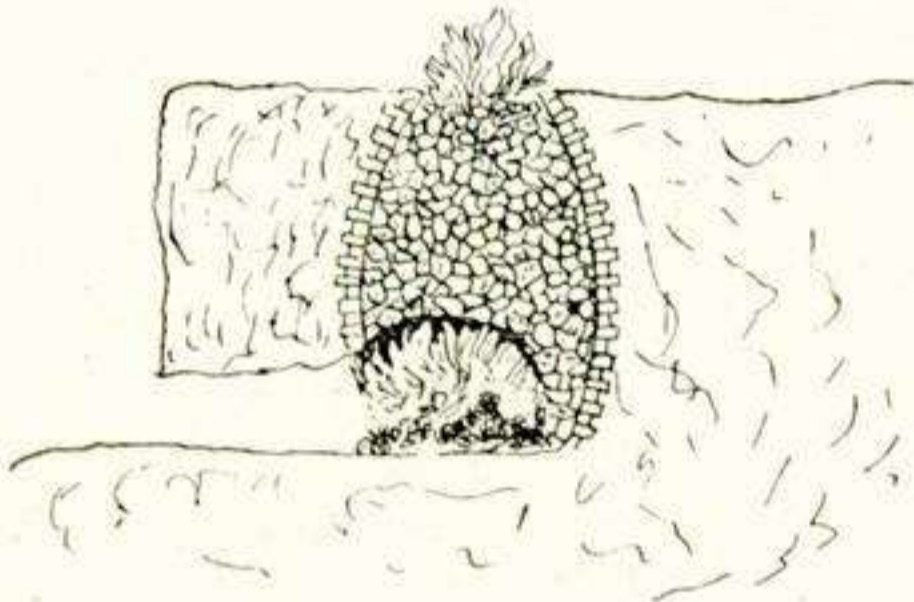


Fig. 62. — Sección de un horno de cal aprovechando un desnivel del terreno.

con las manos y que recibe el nombre de cal; la cal es un óxido de calcio que con el agua forma una pasta de hidrato cálcico (una base) blanquísima. Para darnos cuenta de como se forma la cal, nos bastará poner un pedazo de piedra caliza en el hogar de la cocina de nuestra casa, al cabo de unas horas estará convertido en cal.

La cal tal como sale del horno (óxido cálcico) se denomina cal viva, mientras que después de puesta en agua (hidrato cálcico) recibe el nombre de cal apagada. La cal se emplea para blanquear paredes y bien mezclada con arena y constituye la *argamasa* se emplea para unir entre sí las piedras de los edificios, ya que tiene la propiedad de endurecerse lentamente al aire.

Los hornos de cal se fabrican en pleno campo (figura 62) y en las zonas calizas de la península, así es que son muy escasos en Galicia y Extremadura, abundando en cambio en Andalucía y Baleares. Actualmente la cal se emplea preferentemente para blanquear, pues la argamasa va siendo totalmente sustituida por los cementos.

### Cementos

El cemento, es el resultado de la calcinación de margas algo arenosas, y, por consiguiente, a más de cal, contiene arcilla y sílice, lo que da

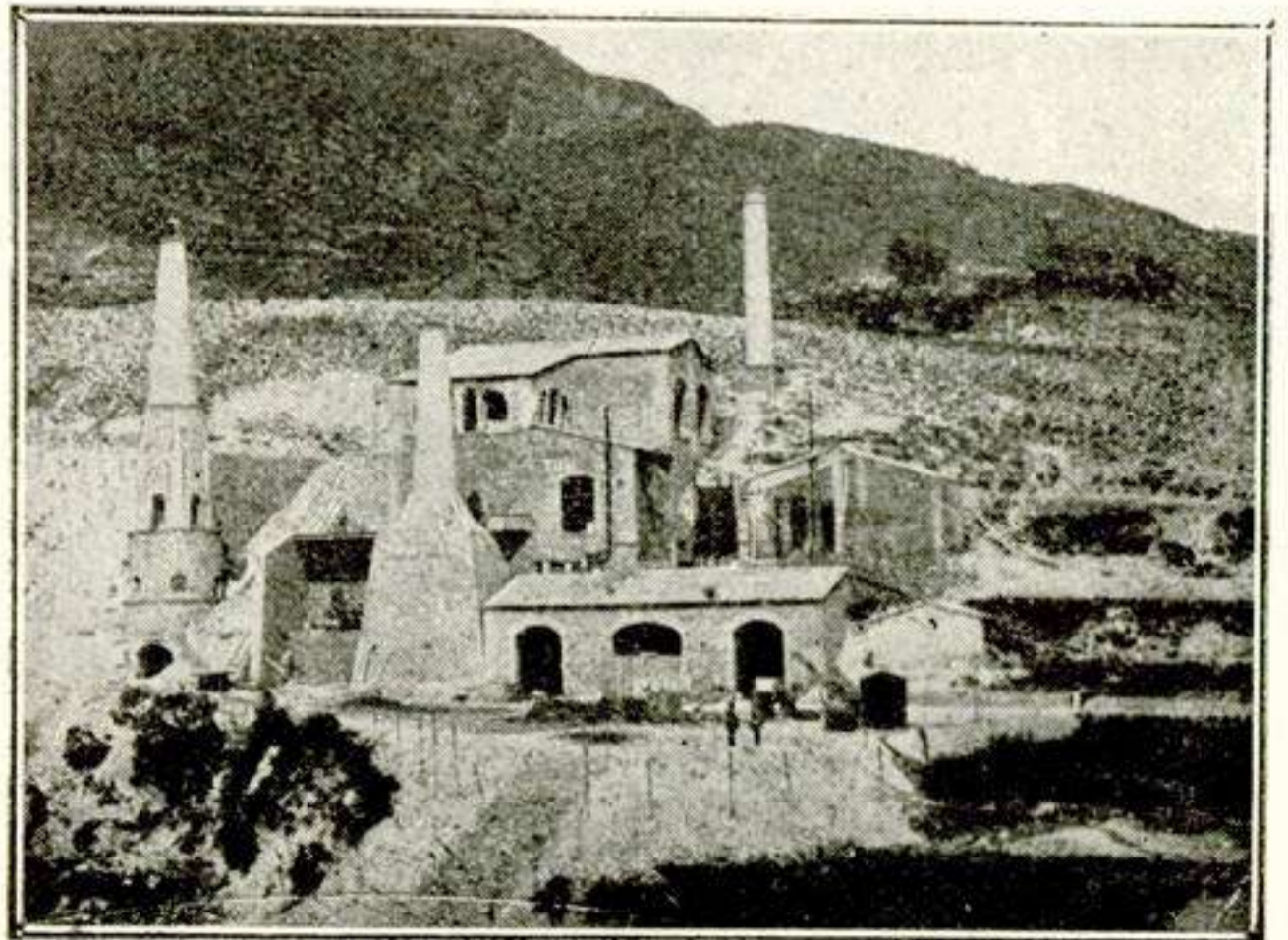


Fig. 63. — Fábrica de cemento natural, obsérvese las chimeneas que corresponden a los hornos en que se cuecen las margas.

Fot. Cladera.



por resultado después de la calcinación, la producción de silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y una cierta cantidad de cal viva que queda mezclada con los productos anteriores. (Figura 63).

El cemento, amasado con agua, se convierte en una masa pétreo más dura que la obtenida con la cal y que, además ofrece la ventaja de ser resistente a la acción de la humedad e incluso del agua, hasta el punto de poderse endurecer dentro de la misma.

Para fabricar el cemento se somete la piedra de cemento a la cocción en un horno apropiado, con temperaturas más altas que para fabricar la cal y así resultan productos denominados *cal hidráulica*, o *cemento natural*. Más usado es el cemento artificial, denominado *cemento portland* que no precisa de piedras de cemento, sino que se pone arcilla, sílice, caliza y algo de hierro en gigantescos hornos de acero, que llegan a medir 100 metros de longitud, y se obtiene así el cemento portland de mejor calidad que el natural.

El cemento forma pasta con el agua, pero ésta se endurece pronto, lo que se llama *fraguar* quedando después de la dureza de una piedra. Las fábricas de cemento se hallan repartidas por toda España excepto en la zona de poniente (Galicia y Extremadura) donde faltan en general la caliza que debe entrar en la composición del mismo.

## Yeso

El yeso natural o yeso crudo, (sulfato cálcico hidratado) contiene cierta cantidad de agua, cosa que podemos comprobar calentando un trocito en un tubo de ensayo y veremos que en la parte superior del tubo se depositan gotitas de agua procedente del yeso, mientras que este pierde su transparencia haciéndose blanco y opaco. Esto mismo se hace en hornos cuando se quiere preparar el yeso cocido y resulta un polvo que, amasado con agua frágua endureciéndose y quedando una piedra blanca.

El yeso cocido se emplea para revestir las paredes del interior de habitaciones, así como para moldear estatuas u objetos diversos; al yeso muy fino que se dedica a estas últimas aplicaciones se le conoce con el nombre de *escayola* y con él llega a imitarse incluso el mármol. En todo el centro y levante de España, hay muchísimo yeso y sólo se explotan yeserías en las zonas en que éste mineral se presenta mostrando excelente calidad.

## SALES MINERALES SOLUBLES

Bajo este nombre se conocen los minerales solubles en el agua; son numerosas pero de ellas interesa especialmente la sal común, y las sales potásicas por constituir unas y otras riquezas minerales españolas.

## Sal común

La sal común (cloruro sódico) tiene gran número de aplicaciones utilizándose en mesa y en cocina como condimento de los alimentos, pero es para la industria de conservas saladas (bacalao, por ejemplo) y como materia primera para fabricar diversas sustancias químicas, que se consumen enormes cantidades de sal.

**SAL MARINA.**—El agua del mar contiene disuelta una notable cantidad

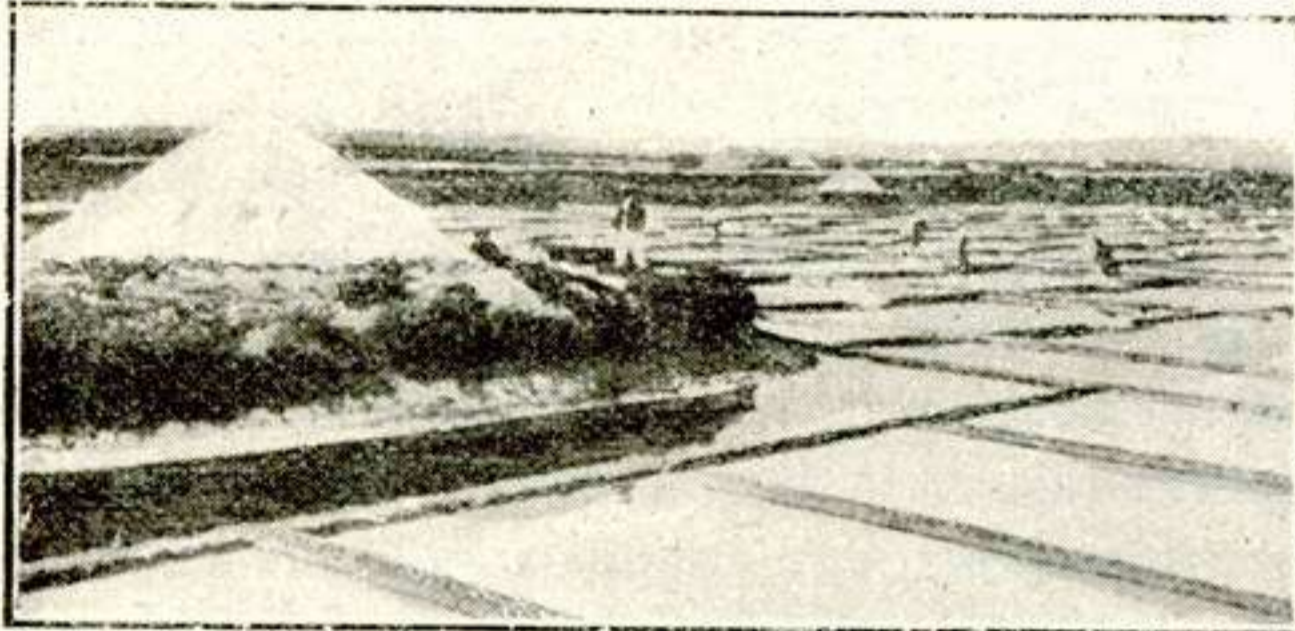


Fig. 64. — Salinas marinas, obsérvense los estanques en los cuales se evapora el agua del mar y uno de los montones de sal ya recogida del fondo de dichos estanques.

Fot. del autor.

de sal común que en el Mediterráneo alcanza casi a un 3 ‰, es decir a treinta gramos de sal por litro de agua; esta sal se aprovecha haciendo penetrar el agua marina en unos estanques de poco fondo en donde el calor del sol la va evaporando y queda depositada la sal en el fondo de los mismos. Estos estanques (figura 64) se denominan *salinas marinas* y para tener

concepto de las mismas, basta poner agua de mar o a falta de ella agua salada obtenida disolviendo sal en agua y dejarla evaporar en un plato; en el fondo del mismo quedará la sal depositada.

En nuestra patria hay salinas marinas muy importantes, como las de Torrevieja en Alicante; las de Ibiza en Baleares y las de Cádiz. La cantidad de sal que producen es de 700.000 toneladas, es decir la carga de 700 vapores de regular tamaño.

**SAL GEMA.**—La sal gema, es exactamente la misma sustancia que la sal marina, solamente que se extrae de yacimientos sedimentarios que se hallan en distintos puntos

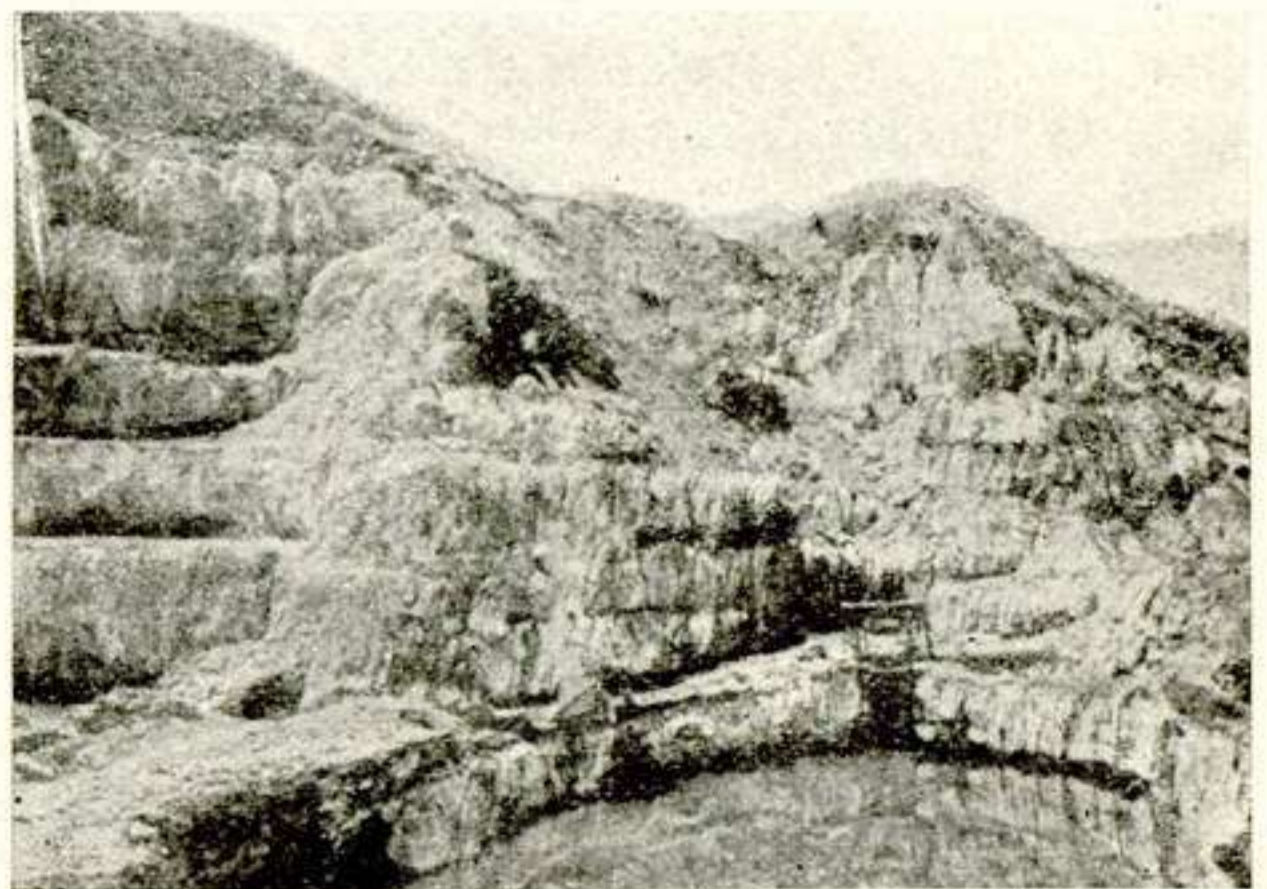


Fig. 65. — Cantera de sal gema en Cardona.

Fot. Luis M. Vidal.

de España; la extracción se hace a cielo abierto o por galerías y también se aprovechan las aguas de los manantiales salados haciéndola evaporar. La sal gema, generalmente forma capas entre arcillas o entre yesos, pero en Cardona (provincia de Barcelona) la sal gema, constituye una montaña de bastante altura, de la cual se saca la sal en canteras como quien saca piedra de una montaña corriente. (Figura 65).

### **Sales potásicas**

Las sales potásicas tienen aspecto muy parecido a la sal común, si bien frecuentemente aparecen de color rojo; son distintos minerales (cloruro potásico y sulfato potásico) que constituyen yacimientos sedimentarios acompañando generalmente a la sal gema y al yeso; así se encuentran por ejemplo las potasas de Cataluña, uno de los más ricos yacimientos del mundo y que se explotan por galerías que alcanzan a los 500 metros de profundidad. Las sales potásicas tienen gran importancia como abono y para dicho objeto se consumen en España muchos miles de toneladas.



# EL AIRE Y EL AGUA, SU INFLUENCIA SOBRE LA TIERRA

## LA ATMÓSFERA

La atmósfera es la masa de aire que envuelve toda la tierra incluso sus montañas más altas, de consiguiente todos nosotros así como las plantas e igualmente los minerales y rocas estamos sumergidos en esta capa de aire que alcanza un centenar de kilómetros de altura, equivalentes a la distancia entre Madrid y Segovia. Con todo esta altura es pequeña en comparación con los 6.400 kilómetros que la tierra tiene de radio, de manera que si quisiéramos representar la verdadera altura de la atmósfera en un globo terraqueo de treinta centímetros de diámetro, que es el tamaño corriente de los usados en los Institutos, tendríamos que representarla por una capa de algo más de dos milímetros de grueso, apenas el espesor de una moneda de diez céntimos.

**COMPOSICIÓN DEL AIRE.**— El aire es una mezcla de diversos gases predominando el *oxígeno* (21 %) y el *nitrógeno* (78 %) además de pequeñas cantidades de anhídrido carbónico y más o menos vapor de agua, aparte de cuerpos sólidos

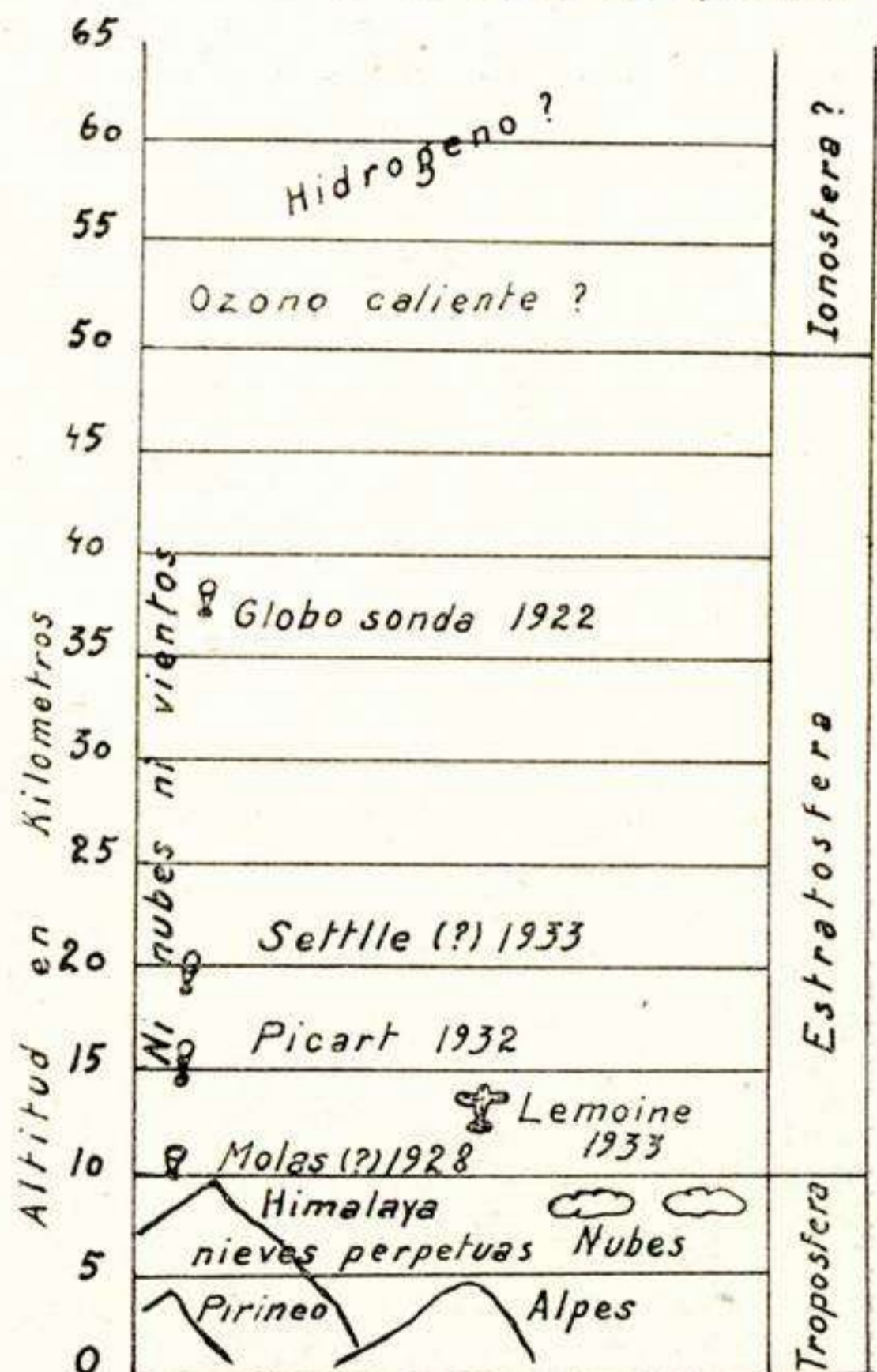


Fig. 66. — Las distintas zonas de que se compone la atmósfera.

en forma de polvo finísimo, como puede observarse sin dificultad cuando un rayo de sol penetra en un cuarto oscuro a través de una rendija.

**ZONAS DE LA ATMÓSFERA.**—La atmósfera no es igual en toda su altitud, (figura 66) en la parte inferior denominada *tropósfera* y que alcanza hasta unos once kilómetros de altura, el aire tiene vapor de agua y de consiguiente se forman nubes así como hay vientos más o menos fuertes, si bien cuanto más alto más seco, es decir menos vapor de agua y más limpio de polvo. A partir de los once kilómetros empieza la *estratósfera* con el aire absolutamente seco y casi sin nada de anhídrido carbónico, allí no hay nubes ni vientos y los hombres que la han alcanzado en globos o areoplanos deben respirar artificialmente. (Figura 67). Más allá de los 50 kilómetros empieza otra zona en la cual se supone que en lugar de aire hay una capa de hidrógeno.

**PRESIÓN ATMOSFÉRICA.** — En el primer curso, hablamos de que el aire tiene peso y que este peso actúa sobre todos los cuerpos de la tierra y es la causa, entre otros fenómenos de que el agua suba por la rama corta del sifón. *La presión debida al peso del aire se denomina presión atmosférica.*

**MEDIDA DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA, BARÓMETROS.**—Tomemos un tubo de vidrio cerrado por un extremo y que tenga un metro de longitud, llenémoslo de mercurio y tapando con el dedo el extremo abierto del mismo, para evitar que el mercurio salga, lo volvemos arriba abajo e introducimos la parte abierta en una cubeta que contenga también mercurio, quitando entonces el dedo; realizado así el experimento, observaremos que el mercurio queda llenando la mayor parte del tubo, pero no todo y midiendo la altura de esta columna de mercurio que queda en el tubo veremos que es aproximadamente de 76 centímetros, o sean 760 milímetros. Este es el famoso experimento de Toricelli (1) que nos indica que el peso de la atmósfera en la orilla del mar es igual a algo más de un kilogramo por centímetro cuadrado de superficie, es decir, viene a ser como si sobre cada centímetro cuadrado de un cuerpo



Fig. 67. — Fotografía de la estratósfera con un globo estratosférico; la fotografía está tomada desde un aeroplano a 10.000 metros de altura y puede observarse que por causa de la escasez de aire, falta de vapor, de agua y de polvo, el cielo aparece oscuro y en cambio se muestra luminosa la parte inferior del aire. — Fot. Nacional Geographic Magazine.

(1) Toricelli, discípulo de Galileo y como él, italiano, nació en 1608 y murió en 1647, haciendo durante su corta vida de 39 años, importantísimos descubrimientos de geometría y de física, entre ellos el del barómetro.

cualquiera de la superficie de la tierra, hubiera una columna que pesara un poquito más de un kilogramo.

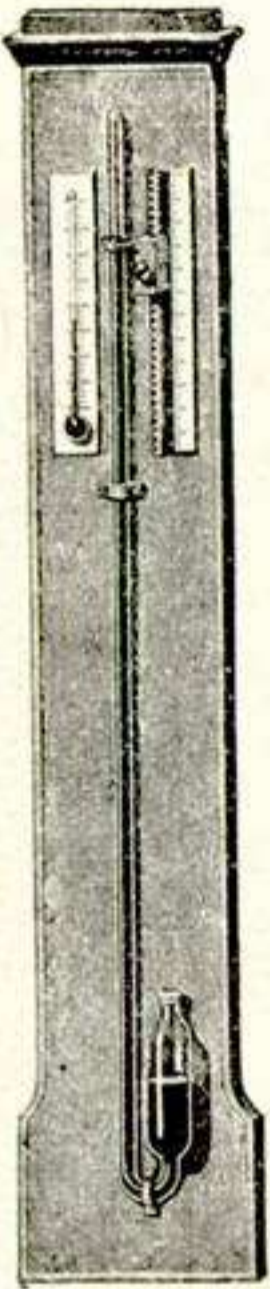


Fig. 68.—Barómetro de mercurio, obsérvese el depósito de dicha sustancia en la parte inferior del aparato y la escala para apreciar las variaciones de altura de la columna dentro del tubo.

El barómetro consiste simplemente en un tubo de Toricelli (figura 68) que lleva una escala al lado que permite apreciar las variaciones de la columna de mercurio; en efecto la presión de la atmósfera en un punto determinado, no es siempre la misma a causa de que el aire puede tener más o menos humedad y como el vapor de agua pesa menos que el aire, si a un momento dado en la atmósfera hay más vapor de agua, habrá menos presión atmosférica y el mercurio del tubo bajará algo, por ejemplo en lugar de 76 centímetros, la columna tendrá solo 75.

Estos barómetros de mercurio, de mucho peso y difíciles de manejar, han sido sustituidos modernamente por los barómetros metálicos denominados *aneroides* (figura 69) de peso y de coste insignificante y que están por lo tanto al alcance de todos, siendo frecuente verlos en los despachos de muchas casas particulares.

DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA CON LA ALTURA.— Tomemos un barómetro y partiendo de la orilla del mar, subamos a una montaña; entonces observaremos que el barómetro que en la orilla del mar marcaba 760 milímetros, a los 115 metros de altura marca solo 750, a los 230 metros, indicará 740 y esta disminución de presión continuará a medida que nos elevamos. De esto induciremos que el aire pesa cada vez menos cuanto más altura sobre el nivel del mar, lo que es muy natural puesto que *cuanto más alto, menos espesor de aire tenemos sobre nuestra cabeza y de consiguiente menos peso soportaremos.*

De aquí que podamos apreciar la altura sobre el nivel del mar mirando el barómetro y haciendo ciertas correcciones si se quiere saber la altura exacta; para medir alturas se construyen unos barómetros que llevan una escala de manera que la aguja indica directamente los metros de altura sobre el nivel del mar, estos barómetros se denominan *altímetros*.



Fig. 69.—Barómetro metálico o aneroides.

## LA TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura del aire la apreciamos mediante termómetros que estén algo separados de los objetos, así por ejemplo, no deben estar adosados a una pared, sino dispuestos de manera que el aire circule por su alrededor. Cuando se indica la temperatura de un lugar, se refiere en general a la temperatura de un sitio aireado y a la sombra, ésta varía naturalmente según las horas, siendo más elevada durante el día y bajando durante la noche para tener la temperatura más baja, poco más o menos, a la hora de salida del Sol.

**VARIACIÓN DE TEMPERATURA CON LA ALTURA.**—Todos tenemos ocasión de observar que en las montañas hace más frío que en las zonas bajas y que tanto más alta es la montaña, más fría es, (figura 70) así vemos las cumbres frecuentemente nevadas cuando solo raramente y por poco tiempo nieva en los llanos y si la montaña tiene suficiente altura, el frío en sus cumbres es tan intenso, que la nieve no se funde en todo el año y la montaña tiene nieves perpétuas.

Esta disminución de temperatura, tiene como consecuencia que a ciertas alturas no pueden cultivarse las mismas plantas que en los llanos, así por ejemplo, en Valencia los naranjales no pueden existir a más de unos 200 metros de altura porque las naranjas se hielan durante el invierno.

### VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA CON LA LATITUD.

—En las zonas próximas al Ecuador (figura 71) los rayos solares caen casi perpendicularmente, por cuya razón la temperatura es elevada, mientras que a medida que nos aproximamos a los polos la oblicuidad es cada vez mayor y de consiguiente la temperatura disminuye hasta llegar a los intensísimos fríos polares. (Figura 72).

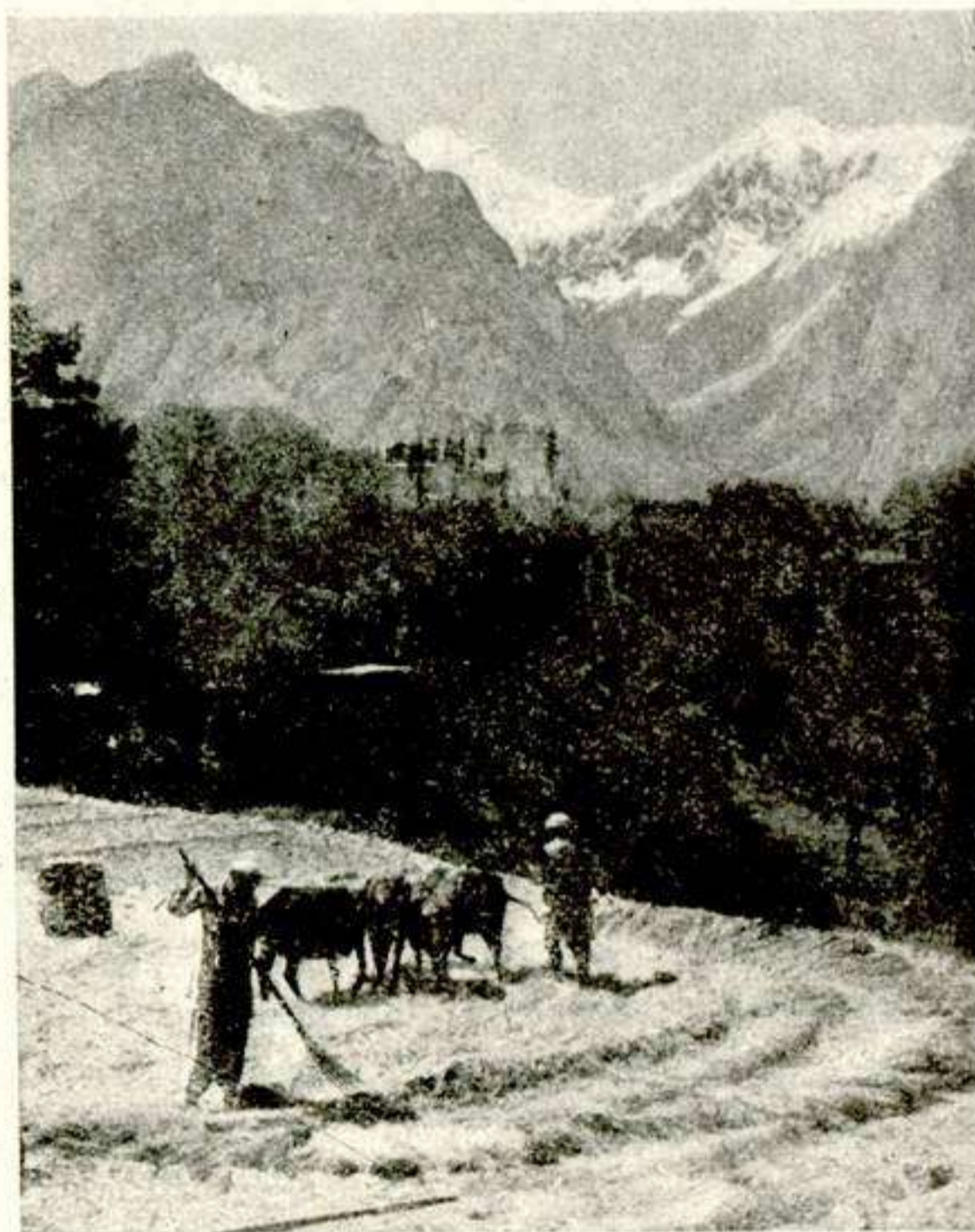


Fig. 70.—Zonas de vejetación en el Himalaya; en el fondo del valle temperatura templada que permite cultivar frutales y en las cimas, la nieve perpétua.  
Fot. Nacional Geographic Magazine.

Por otra parte, en verano los días son tanto más largos cuanto más elevada es la latitud y al contrario en invierno más breves, hasta que en el polo mismo hay durante el año un día que dura seis meses y una noche de igual duración. Así durante el invierno, los días son más cortos y anochece antes en París que en Madrid y al contrario, durante el verano el sol se pone más tarde y

amanece más temprano en París que en Madrid. En Norruega en el mes de Junio, la noche apenas dura una hora.

**ACCIÓN DE LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA SOBRE LAS ROCAS.**—En las zonas alejadas del mar y sobre todo si están situadas a bastante altitud y son muy secas, como ocurre por ejemplo en los desiertos, las variaciones de temperatura en un día son enormes; en el desierto de Sahara, por ejemplo, de día y al sol, la temperatura alcanza más de sesenta grados mientras de madrugada puede descender en invierno hasta 10 grados bajo cero. Ahora bien, en el primer curso hicimos notar que los cuerpos se dilatan por el calor, de consiguiente las rocas durante el día se dilatan y la noche se contrae lo que, repetido años enteros da por resultado la fragmentación y la pulverización de la roca tan pronto como



Fig. 71.—En las cercanías del ecuador, la elevada temperatura permite una espléndida vegetación tropical.

Fot. Nacional Geographic Magazine.

el viento ejerce su acción sobre la misma. En menor grado, esta disgregación de rocas por variación de temperatura tiene lugar en todos los países y especialmente en las grandes montañas.

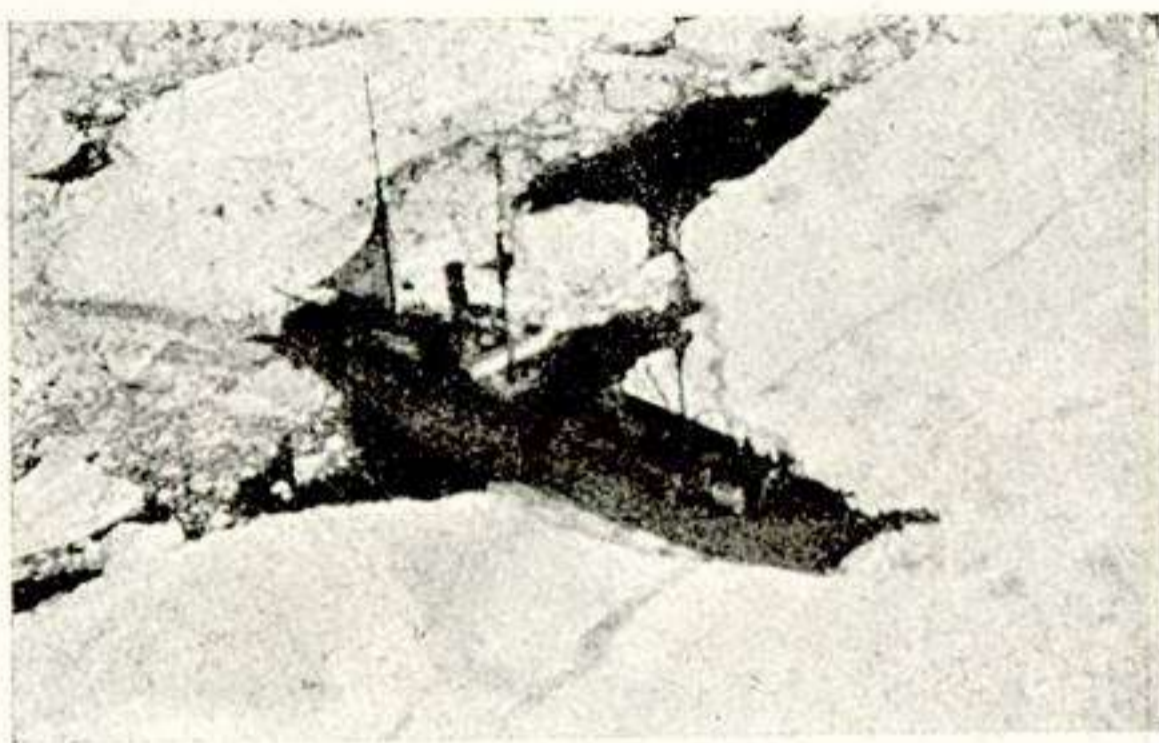
## EL VIENTO Y SU ACCIÓN SOBRE LAS ROCAS

En primer curso, hicimos notar que el aire caliente pesa menos (es decir, es menos denso) que el aire frío y de consiguiente tiende a subir a las zonas elevadas de la atmósfera; añadiremos ahora que la causa de esta menor densidad, es que al calentarse se dilata y de consiguiente una misma cantidad de aire ocupa mayor volumen, con lo que su densidad disminuye.



Ahora bien, cuando el sol calienta el suelo, este calor se transmite al aire próximo al mismo, el cual por lo tanto se eleva, pero al subir deja un cierto vacío y el aire de los alrededores de la zona calentada se precipita a llenarlo y se origina una corriente de aire a la cual denominamos viento. *El viento se produce cuando se calienta desigualmente zonas de terreno.*

**BRISAS.**—Unos vientos son irregulares, sin dirección fija, pero otros tienen lugar a horas o épocas determinadas, así todos los que habitan en las poblaciones próximas a la costa, habrán observado que en verano durante el día sopla un viento procedente del mar, fresco y agradable denominado brisa y en cambio durante la noche sopla el viento de tierra conocido con el nombre de *terral*.



Fot. 72.—En las latitudes elevadas, o sea en las zonas y próximas a los polos, el frío es tan intenso que el mar llega a helarse aprisionando buques.

Fot. del Aerial Survey of England.

La explicación de la brisa es muy sencilla, durante el día la tierra firme refleja el calor del Sol y calienta el aire, mientras que el agua del mar absorbe dicho calor y por lo tanto el aire de encima del mar es frío; el aire calentado de tierra se eleva y el aire frío del mar va a llenar el vacío produciéndose la brisa, mientras que el aire

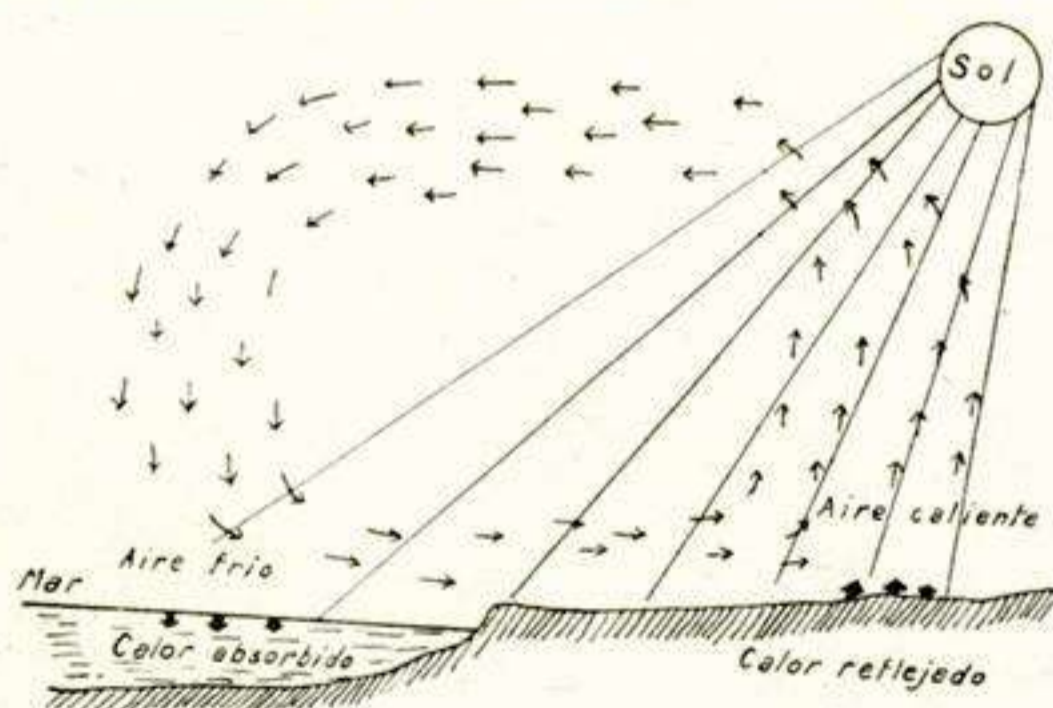


Fig. 73.—Esquema mostrando como se forman las brisas, explicación en el texto.

caliente que se ha elevado, al ser enfriado en las zonas altas, aumenta su densidad y descende sobre el mar, estableciéndose así la circulación de aire que indica la figura 73. Al llegar la noche la tierra que no se ha calentado se enfría rápidamente mientras que el agua del mar conserva el calor recibido durante el día y se produce el fenómeno contrario dando origen al viento *terral*.

**HURACANES.**—Los vientos a veces llegan a tener una fuerza extraordinaria y reciben el nombre de huracanes, los cuales destrozan los árboles, destruyen casas y en el mar originan tempestades capaces de hundir incluso a barcos de regular tamaño produciéndose trombas marinas (figura 74) que por un rápido movimiento de torbellino hacen ascender el agua del mar hasta considerable altura.

Los huracanes, denominados también pero impropia-mente *ciclones* y *tifones* en los mares del Japón y Filipinas, son propios de las comarcas tropicales, siendo frecuentes en las Antillas y Sur de los Estados Unidos, así como

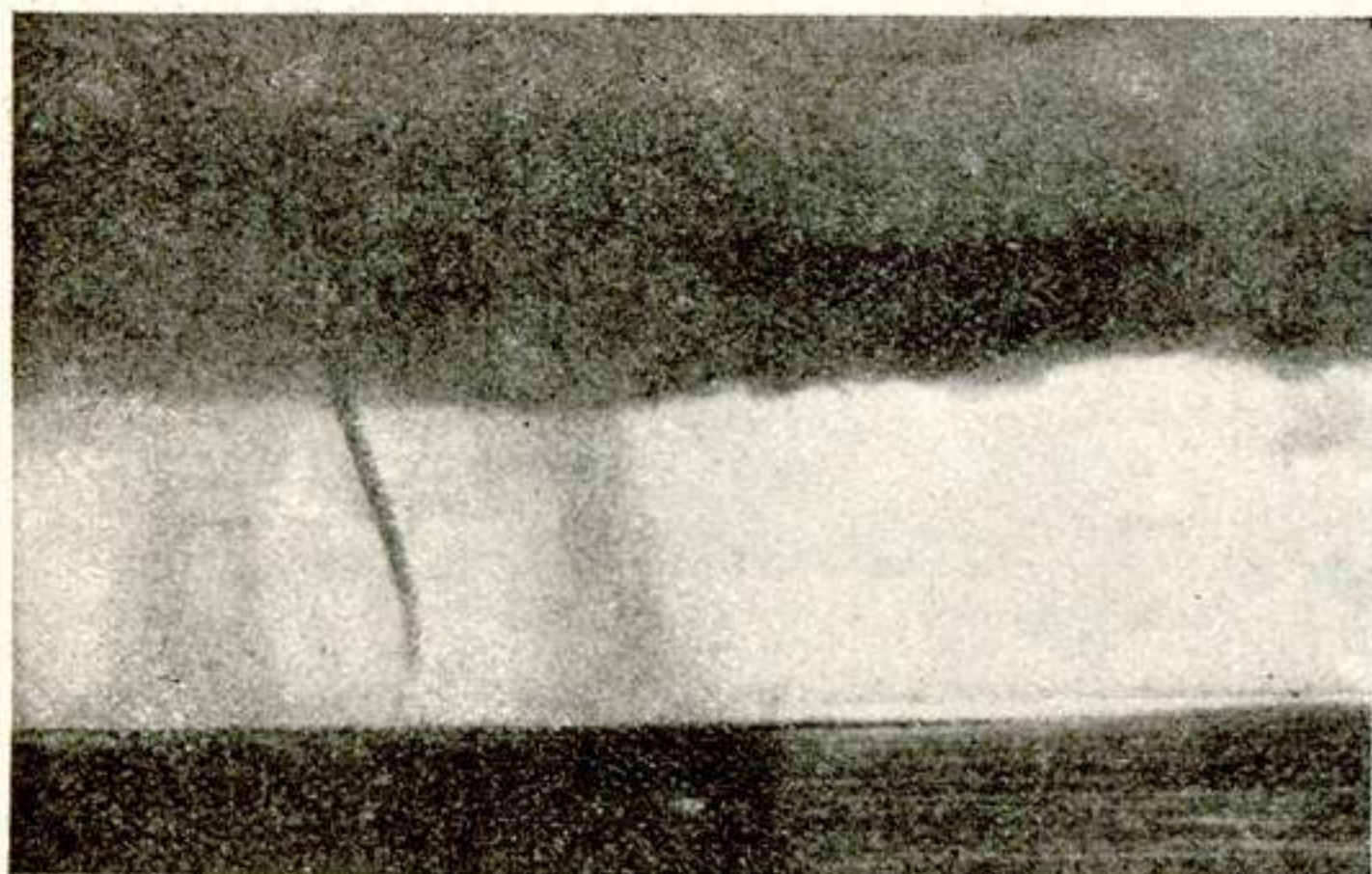


Fig. 74.—Tromba marina durante un huracán en las Antillas.  
Fot. Stevens.

en el Japón y China; en España no se llegan a producir verdaderos huracanes.

**EROSIÓN EOLIANA.**—El viento produce un desgaste continuo en las rocas sobre las cuales actúa, a las que va reduciendo a polvo o arena y origina caprichosas formas de erosión determinando rocas en forma de hongo, (figura 75), puentes naturales, etc., (figura 76) que apa-

recen en los sitios expuestos a vientos frecuentes, como en las cimas de las montañas por ejemplo. La erosión eoliana produce también un desgaste superficial de ciertas rocas blandas como molasas (areniscas calizas) y algunos granitos muy alterables, originándose así un cierto aspecto cavernoso de la piedra sometida a la acción de la intemperie; esta erosión afecta frecuentemente a los edificios.

La acción del viento no suele actuar sola para producir efectos de erosión, sino que a ello se suma la corrosión del agua de lluvia que al caer oblicuamente azota la roca o el edificio y disuelve la caliza o altera el feldespato de los granitos.

**DEPÓSITOS EOLIANOS, DUNAS.**—En la orilla del mar, el viento predominando la dirección de mar hacia tierra, empuja granos de arena hacia el interior y al encontrar un obstáculo se acumulan formando un montículo denominado *duna*. (fi-



Fig. 75.—Roca esculpida por erosión eoliana, que le ha dado la forma de una mesa, en la Cala de San Vicens (isla de Mallorca).—Fot. Bestart.

gura 77) Las dunas van creciendo en extensión y altura, los granos de arena aportados por nuevos vientos van subiendo la pendiente dulce del lado del mar y caen en pendiente más rápida al otro lado, invadiendo progresivamente nuevos terrenos y llegando a sepultar pueblos enteros; ciertas dunas llegan a avanzar hasta 25 metros cada año.

En los desiertos, incluso a millares de kilómetros del mar, también hay dunas, algunas de las cuales son verdaderas montañas de varios centenares de metros de altura. En los desiertos, la acción de los cambios de temperatura y la erosión eoliana han producido la disgregación de las rocas, pero la arena y polvo resultante, falta de agua que transporte estos materiales hacia el mar, quedan a la acción del viento que las acumula en ciertas zonas. (Fig. 78).

Actualmente los avances de las dunas son contenidos sembrando árboles o a falta de ellos arbustos, (figura 79) en las mismas; el pino, especialmente se desarrolla muy bien sobre arena siempre que haya algo de lluvia y hoy tenemos antiguas dunas convertidas en hermosos pinares.



Fig. 76.—Puente natural originado por erosión eoliana en las areniscas de la sierra de Prades (Tarragona).



Fig. 77.—Dunas en la isla de Mallorca.

Fot. L. Garcías.

LOES.—No son solo de arena los depósitos eolianos, sino que a veces aparecen como una tierra fina, generalmente de color amarillento y sin la menor piedra; este terreno se denomina *loes* y aunque más o menos se encuentra en todos los países, es en China donde tiene grandísima importancia ocupando espesores de centenares de metros.

## LA LLUVIA Y LA NIEVE

### FORMACIÓN DE LAS NUBES Y PRODUCCIÓN DE LLUVIAS.—

El sol al calentar el agua del mar, ríos y lagos hace que ésta se evapore en parte, aumentando la humedad del aire, por esto el aire es más húmedo en las regiones próximas al mar, a los lagos o a los grandes ríos; el aire puede

contener tanto más vapor cuando mayor es su temperatura, pero también el vapor de agua es más ligero que el aire y por consiguiente asciende a las regiones altas de la atmósfera donde el aire por ser más frío no puede contener tanto vapor de agua y éste se condensa forman-



Fig. 78.—En los desiertos, las dunas dejan ver frecuentemente las rocas cuyo desgaste ha originado la arena.

do gotitas pequeñísimas que se sostienen en el mismo; la reunión de estas gotitas constituyen nubes. Si la zona relativamente fría está a muy baja altitud, entonces se forman las nieblas. (Figura 80).

Las nubes son muy ligeras y siguen la marcha de los vientos, bien alejándose del punto donde se han producido, bien siguiendo a éstos en su movimiento ascensional; de esta manera la nube alcanza regiones más frías, y las minúsculas gotitas en suspensión se reúnen unas a las otras formando gotas mayores que al aumentar por lo tanto su peso, no pueden sostenerse en el agua y caen formando la lluvia. El mismo efecto se produce cuando llega una corriente de aire frío que logre vencer a la de aire caliente que transportaba la nube.

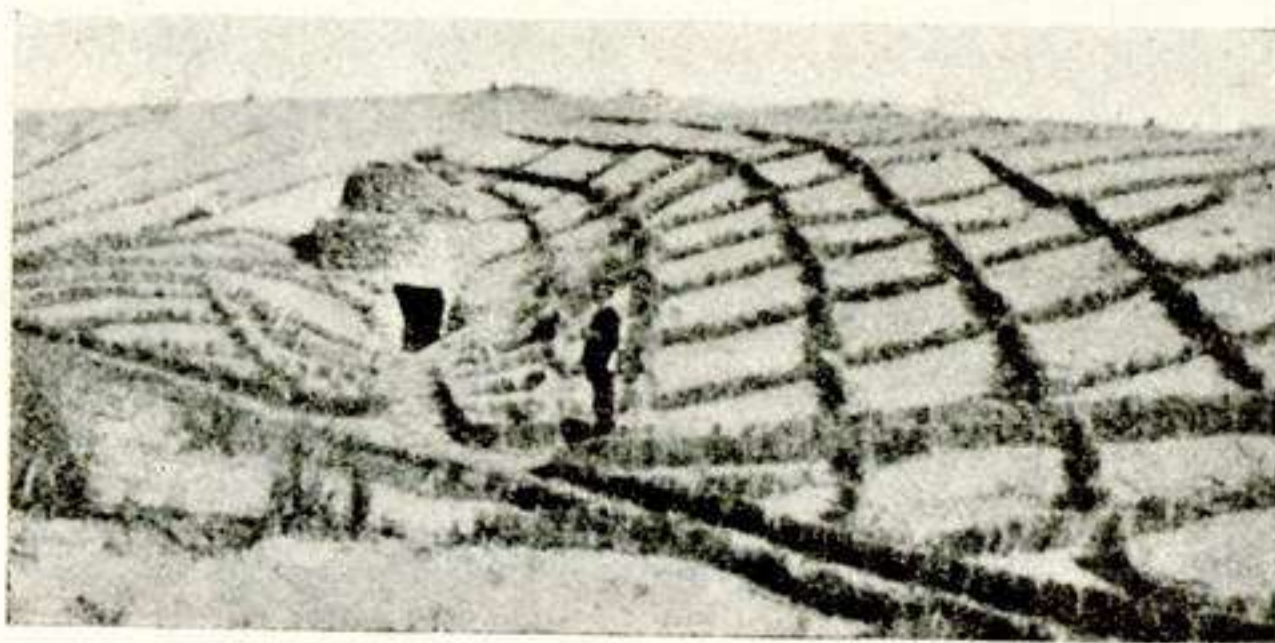


Fig. 79.—Dunas en la costa de la provincia de Gerona, detenidas en su avance gracias a la vejetación.

**NIEVE.**—Cuando hace mucho frío el agua de las nubes se solidifica, cristalizando y cayendo en forma de copos de nieve, (figura 81); éstos son muy ligeros por lo que caen lentamente al suelo. Si el frío no es muy intenso, los copos de nieve se funden antes de alcanzar la tierra y entonces llueve. Cuando en el suelo la temperatura es inferior a  $0^{\circ}$  la nieve se conserva y acumulándose la que va cayendo hace que se forme una capa más o menos gruesa. Las nieves son más frecuentes en las montañas que en las llanuras a causa de que allí reina más frío y por consiguiente, frecuentemente, la lluvia en la llanura es nieve en la alta montaña.

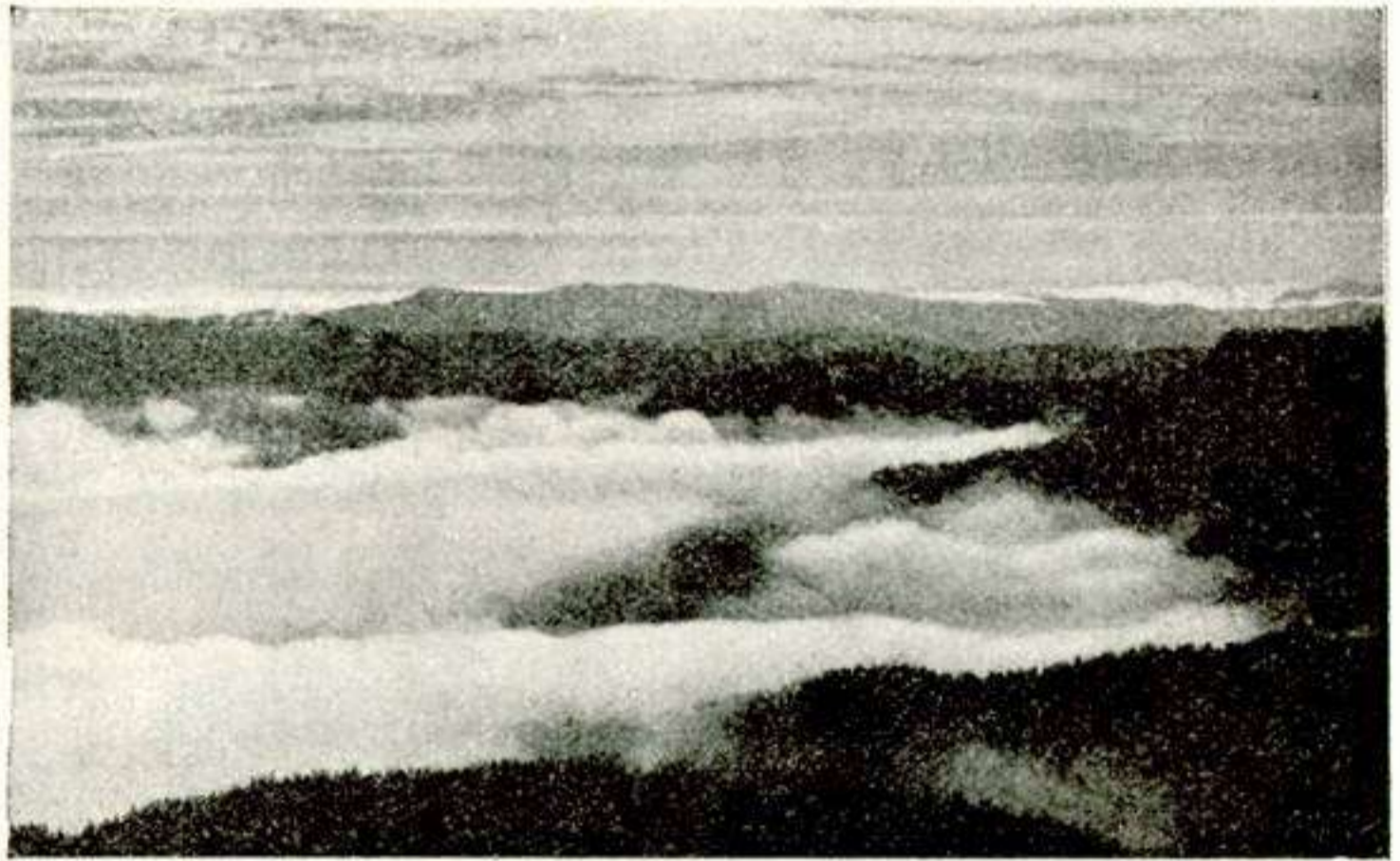


Fig. 80.—Nieblas vistas por encima gracias a una montaña que sobresale de las mismas.

Fot. Nacional Geographic Magazine.

**MEDIDA DE LA CANTIDAD DE AGUA LLOVIDA.**—La cantidad de lluvia se mide por la altura de la capa de agua llovida, así una lluvia de nueve milímetros, significa que el agua llovida forma una capa de nueve milímetros; cuando decimos que la lluvia anual de un país es de mil milímetros, queremos indicar que sumadas todas las lluvias del año, formarían una capa de agua de mil milímetros, o sea de un metro.

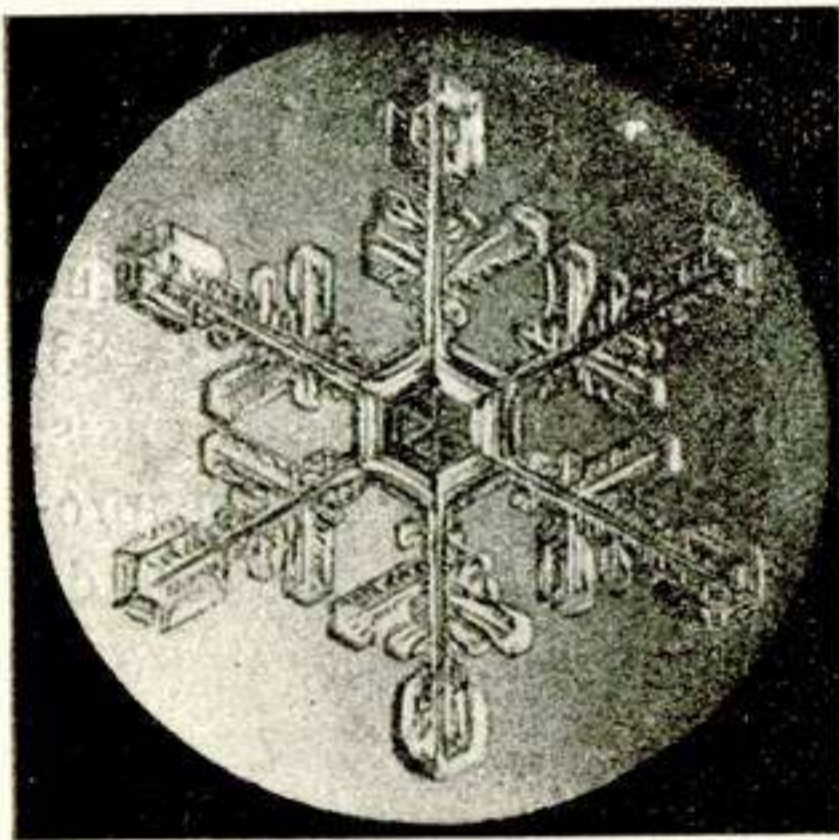


Fig. 81.—Un copo de nieve visto al microscópio, mostrando como se halla formado por una agrupación de cristales.

Como un metro cuadrado tiene un millón de milímetros cuadrados, resulta que una capa de un milímetro equivale a un millón de milímetros cúbicos, o sea un litro; por lo tanto, el número de milímetros de lluvia es igual al número en litros llovidos por metro cuadrado de superficie y así tenemos que en un país con lluvia de 500 milímetros, caen por año 500 litros de agua por cada metro cuadrado de superficie.

Para medir la lluvia se emplean unos recipientes denominados *pluviómetros* en los cua-

les se mide después de cada lluvia, la capa de agua que se ha caído en el mismo, se anota y luego sumando las lluvias diversas, se obtiene la lluvia total del mes o del año.

**PAISES LLUVIOSOS Y PAISES SECOS, DESIERTOS.**—La lluvia cae muy desigualmente sobre la tierra, en Madrid llueve aproximadamente algo más de 400 milímetros por año, en cambio en Aragón hay zonas en que sólo llueve unos 250 m.m., mientras que en el Norte de la península las lluvias alcanzan a 1.500. En los países tropicales las variaciones son mucho mayores y así tenemos en Africa, América y Asia, comarcas donde llega a llover 4.000 m.m., y otras donde pasan años enteros sin caer una gota de agua.



Fig. 82.—Un aspecto del desierto de Gobi en Asia Central, obsérvese que hay montañas, pero sin una hierba a causa de la falta de agua.

Fot. Williams.

Los países en que las lluvias son extremadamente escasas, carecen de vegetación y constituyen los *desiertos*. Los desiertos no son exclusivamente de arena como mucha gente cree, sino que hay diversas rocas, así como zonas llanas y zonas montañosas; (figura 82) en el Sahara hay cordilleras más altas que nuestros Pirineos. Con todo de tanto en tanto, a veces cada varios años, caen grandes chubascos y las aguas infiltradas en las arenas y rocas permeables van a salir formando manantiales, que al regar el terreno permiten la vegetación y se forman los *oasis* (figura 83) poblados principalmente de palmeras. Hoy día se han formado nuevos oasis, mediante alumbramiento de aguas artesianas (1) siendo probable que el aprovechamiento de las mismas, permita con el tiempo aumentar la extensión de terrenos de cultivo a expensas de los que hoy aún es desierto.

(1) Recordamos que en el primer curso hemos dicho que aguas artesianas eran las que tenían presión natural y abriendo un pozo subían a la superficie por sí mismas.

## ESTUDIO DEL CURSO DE UN RÍO

*En el primer curso hemos hablado de que el agua de lluvia por efecto de la erosión desgastaba y por efecto de la corrosión disolvía las rocas y que los torrentes y ríos al tiempo que transportaban estos materiales erosionaban las rocas del trayecto que recorrían, abriendo ya amplios valles o estrechos desfiladeros depositando en cambio en otros lugares las zonas bajas parte de los materiales transportados que quedaban constituyendo terrenos de aluvión.*

**CURSO ALTO DE UN RÍO.**—Las aguas llovidas que no se han infiltrado en el suelo, corren por la superficie del mismo y formando hilitos insignificantes en las zonas más altas, se van reuniendo, de manera semejante a como se reúnen las ramitas de un árbol para formar ramas más gruesas, y se originan los *torrentes*, cuyo caudal es aumentado generalmente por los manantiales que devuelven parte del agua que había pasado a ser subterránea. Los torrentes generalmente solo llevan agua durante las épocas de lluvia, estando secos gran parte del año, pues si



Fig. 83.—En medio del desierto, la existencia de un manantial permite que se forme un oasis con vegetación a base de Palmeras. — Fot. Soler.

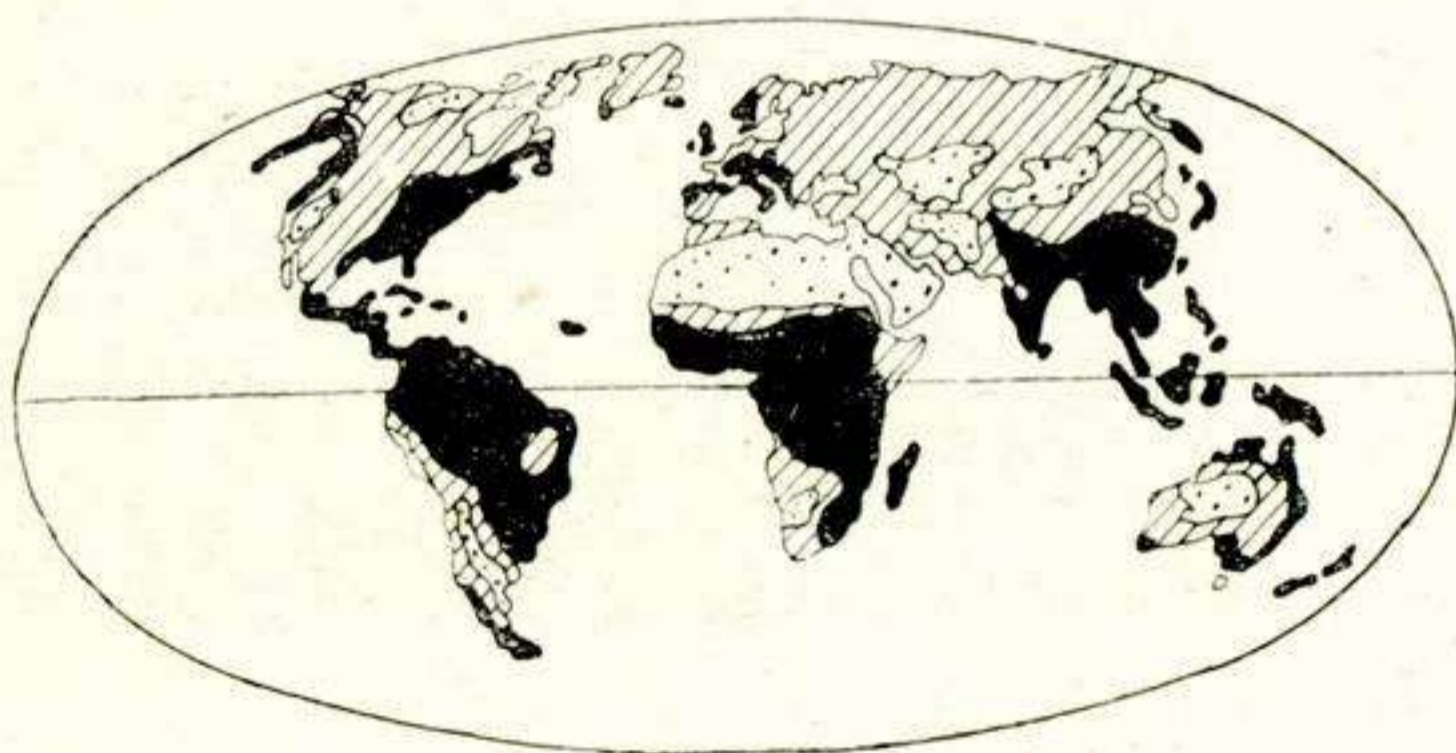


Fig. 84.—Mapa de las zonas muy lluviosas (en negro), de las de lluvia media (en rayadillo) y de las que apenas llueve o desiertos (en punteado). — Figura inspirada en Supan.

llevan agua todo el año se les suele denominar *arroyos*. (Figura 85).

Los torrentes y arroyos de las zonas montañosas suelen llevar mucha pendiente, de manera que las aguas son impetuosas y ejercen una gran acción erosiva, arrastrando la tierra y las rocas hacia

el fondo de los valles, donde parte de estos materiales quedan depositados formando *conos de deyección*. (Figura 86).

Los ríos pueden formarse por la unión de distintos torrentes o bien nacer



Fig. 85.—Arroyo serpenteando entre praderas.

ya bastante caudalosos de un manantial muy importante, así por ejemplo el Ebro nace en el manantial de Fontibre en la provincia de Santander, pero de todas maneras en la parte alta de su cauce siempre tiene pendiente bastante fuerte. (Figura 87). Unos ríos desembocan a otros ríos más importantes y se denominan ríos *afluentes* los cuales vienen a representar las gruesas ramas de un árbol que confluyen en el tronco representado por el gran río; así por ejemplo el río Jalón nace de un manantial insignificante y su caudal lo debe a multitud de torrentes y arroyos que van a parar al mismo, mientras que él a su vez, es uno de tantos afluentes del gran río Ebro.

*cuenca hidrográfica*; así la cuenca del Ebro comprende el espacio limitado al norte por los Pirineos, a poniente por los Montes Cantábricos, al sur por la cordillera Ibérica y a levante por la Cordillera Catalana a la cual el Ebro atraviesa por profundos y estrechos valles. (Figura 88).

**CASCADAS Y CATA-RATAS.** — Cuando los ríos encuentran un desnivel brusco, sus aguas forman un salto que se denomina *cascada* (figura 89) si el río es de caudal relativamente pequeño y *catarata* (figura 90) si se trata de grandes ríos; en España hay diversos ríos que forman cascadas, siendo las más importantes las del río Piedra, en Aragón, pero no

**CUENCA.**—La extensión de terreno cuyas aguas llovidas van a reunirse a un río constituyen la cuenca de dicho río, denominada



Fig. 86.—Los torrentes que descienden de las montañas, al llegar al valle suelen depositar los materiales que arrastran formando un cono de deyección.

Torrente Bourdoux en los Alpes.

Fot. Rava.



existen cataratas como las hay en América, en donde son bien conocidas las del Niágara y las del Iguazú o en Africa las del río Zambezé que se consideran las más bellas del mundo.

El agua de los ríos ejerce una intensa erosión en el borde de las rocas que constituyen las cataratas y cascedas, y como consecuencia de ello, el salto va retrocediendo (figura 91) y haciéndose menos marcado hasta que con el tiempo y a fuerza de centenares de siglos acaban por desaparecer. Las cataratas del Niágara, retroceden a razón de metro y medio por año.

**CURSO MEDIO E INFERIOR DE LOS RÍOS.**—A medida que el río se aleja de su nacimiento, la pendiente se hace menor (figura 92) y la erosión disminuye empezando el depósito de aluviones en los remansos del mismo, el curso se hace sinuoso y el río serpentea formando esos que reciben el nombre de *meandros*. (Figura 93). En esta parte de su curso, los valles son anchos y raras las cascadas y cataratas, no obstante a veces se presentan desfiladeros, especialmente cuando el río tiene que atravesar una cordillera que le cierra el paso.



Fig. 87. — Curso alto del río Neretva en Yugoslavia, obsérvese que el valle que ha abierto por erosión tiene la forma de V y que las aguas corren tumultuosamente a causa de la pendiente del terreno.

Fot. Chater.



Fig. 88. — Mapa de la cuenca hidrográfica del río Ebro.

Cuando los ríos se aproximan a su desembocadura, la pendiente se hace insignificante, así el río Sena, entre París y el mar por cada diez kilómetros desciende un metro y aun para muchos ríos como el Danubio o el Volga esta pendiente es notablemente menor; en cambio en España a causa del caracter

montuoso de nuestra península, la pendiente es siempre relativamente fuerte.

En su curso inferior, los ríos presentan aun meandros, pero la erosión es casi nula y al contrario van depositando los materiales que transportan de las

zonas altas y media en donde el río ha hecho sentir su acción erosiva.

(Figura 94).

DESEMBOCADURA DE LOS RÍOS; DELTAS Y ESTUARIOS.—

Los ríos cuando desembocan, sea en el mar, sea en un lago, pierden toda su fuerza y las aguas depositan en el fondo de los mismos los sedimentos que arrastran.

Frecuentemente, estos sedimentos se acumulan llegando a sobresalir de las aguas y entonces el río se divide en numerosos brazos formando lo que se denomina un *delta*. Los deltas van creciendo y avanzando mar adentro con velocidad relativamente grande, así el del río Po, que desemboca en el mar Adriático, avanza unos 70 metros cada año. En España tenemos



Fig. 89. — Cascada del río Piedra en Aragón, la más bella de las cascadas españolas.

al delta del río Ebro que mide unos 20 kilómetros de largo por unos 30 de anchura. (Figura 95).

Otras veces, los sedimentos son arrastrados mar adentro y el río en su desembocadura aparece notablemente ensanchado mezclándose el agua dulce con la salada. Esta forma de desembocadura toma el nombre de *estuario*, (figura 96) siendo típico en España en el río Guadiana. Algunos estuarios tienen dimensiones considerables, así el estuario del río Plata, frente a Montevideo mide un centenar de kilómetros de anchura por más



Fig. 90. — Las cataratas del Iguazú, con una orilla brasileña y otra perteneciente a la República Argentina.

de 300 de longitud, todo el reino de Valencia cabría holgadamente en el mismo.

Los deltas se suelen formar cuando los ríos desembocan en mares interiores, como en Mediterráneo o el mar de las Antillas, en los cuales no hay grandes corrientes y las mareas son poco sensibles o bien en los lagos; cambio, en los Océanos los ríos suelen formar estuarios, si bien hay notables excepciones a ello.

## LOS GLACIARES

**LAS NIEVES PERPÉTUAS.**—Recordamos que hemos dicho no ha muchas páginas, que la temperatura disminuya con la altitud y con la latitud y de consiguiente, a medida que nos elevamos en una montaña o nos acercamos del ecuador hacia los polos, el frío va aumentando. Así en la misma zona del Ecuador, si una montaña alcanza suficiente altura, como ocurre con muchas cimas de los Andes de América o con el Ruwenzori en Africa, las nieves de su cumbre no llegan a fundirse nunca y decimos que la montaña alcanza el nivel de las *nieves perpétuas*; en cambio en las zonas próximas a los polos ni siquiera al nivel del mar se funde jamás la nieve. (Figura 97).

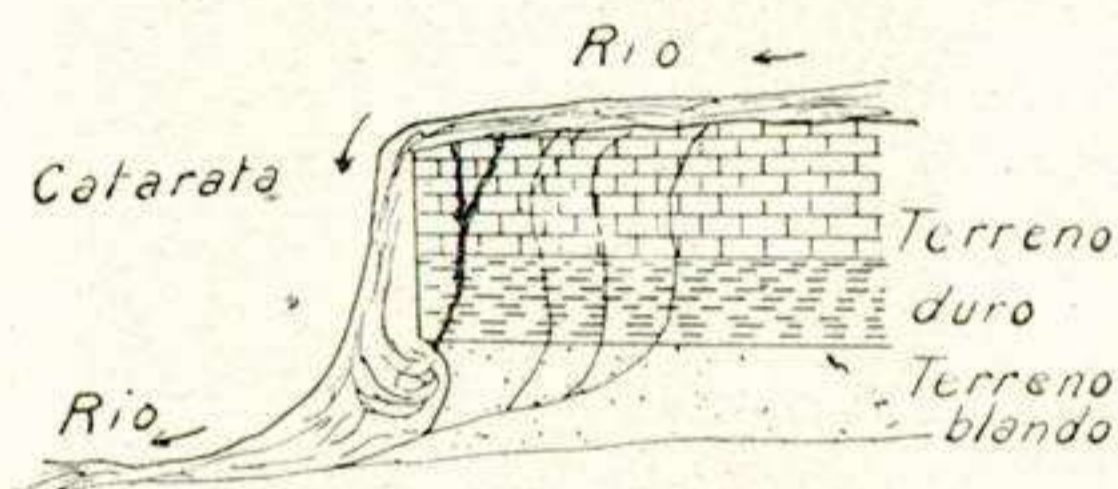


Fig. 91.—Manera como se produce el retroceso de una catarata; las aguas erosionan el terreno blando de debajo y la roca dura de encima, falta de base va cayendo y es arrastrada por las aguas.

Tenemos pues que el nivel de las nieves perpétuas, que en la zona del ecuador se halla a una altitud de unos 5.000 metros, va bajando a medida que



Fig. 92.—Curso medio de un río, éste se desliza por un ancho valle regado con las aguas del mismo.

nos acercamos a los polos, así en España se halla a una altura un poco superior a nuestras cimas de Sierra Nevada y algo inferior a los picos más altos de los Pirineos mientras que en los Alpes por término medio se halla a los 3.000 metros, en Noruega a unos 1.500 y

en Alaska a unos 500 metros solamente, de manera que en aquél país, Madrid (650 m.) se hallaría ya envuelto [eternamente de nieve.



Fig. 93. — Meandros del río Forth en Escocia.  
Fot. aérea del capitán Buckam.

da lugar a que nazca un río. Los glaciares a veces son confluentes y de la misma manera que los ríos, se reúnen varias ramas en un glaciar común.

Sobre los glaciares, caen piedras y tierras procedentes de las laderas de las montañas, las cuales se acumulan a lo largo de sus orillas constituyendo las llamadas *morrenas* y cuando en la marcha del glaciar, las piedras caídas alcanzan la zona en que el glaciar funde, quedan depositadas formando la llamada *morrena frontal*. (Figura 100).

**VENTISQUEROS Y GLACIARES.**—Aún por bajo del nivel de las nieves perpétuas, la nieve puede conservarse en hondonadas algo resguardadas del sol constituyendo los llamados *ventisqueros* en los cuales la masa del hielo está inmóvil, como ocurre en nuestra Sierra Nevada y en el Pirineo.

Cuando las montañas sobrepasan en alguna extensión el nivel de las nieves perpétuas, aparecen los *glaciares*, (figuras 98 y 99) acumulaciones de nieve que no solamente rellenan hondonadas y valles, sino que avanzan lentamente descendiendo a manera de un río sólido con una velocidad tan escasa que raras veces alcanza a medio metro diario. Cuando el extremo del glaciar alcanza a una zona suficientemente baja para fundirse,



Fig. 94. — Curso inferior del río San Lorenzo, éste se desliza mansamente entre terrenos apenas más altos que sus aguas.—Fot. aérea del National Geographic Magazine.

Los glaciares modelan los valles por donde avanzan, los cuales se presentan con su fondo ancho, teniendo el conjunto de la sección del mismo la forma de una U, (figura 101) mientras que los valles de erosión fluvial, tienen la forma de V. (Figura 87). El roce del hielo ocasiona el pulimento de la roca, la cual presenta estriaciones finas puesto que el hielo ha obrado a manera de una lima. Estas rocas pulidas, la presencia de morrenas y la forma de los valles, permite reconocer los glaciares existentes en otros tiempos y que hoy han desaparecido.

LOS ICEBERGS.—En páginas anteriores hemos hecho notar que en las zonas próximas al polo, el nivel de las nieves perpétuas, se halla a muy poca altura sobre

el nivel del mar, se comprende por consiguiente que en Spizberg por ejemplo, donde dicho nivel se halla a 500 metros de altura, los glaciares alcancen el nivel del mar (figura 102) y como el hielo tiene menor densidad que el agua, queda flotando constituyendo un banco o barrera de hielo soldado al continente de donde procede el glaciar que lo ha formado. (Figura 103).

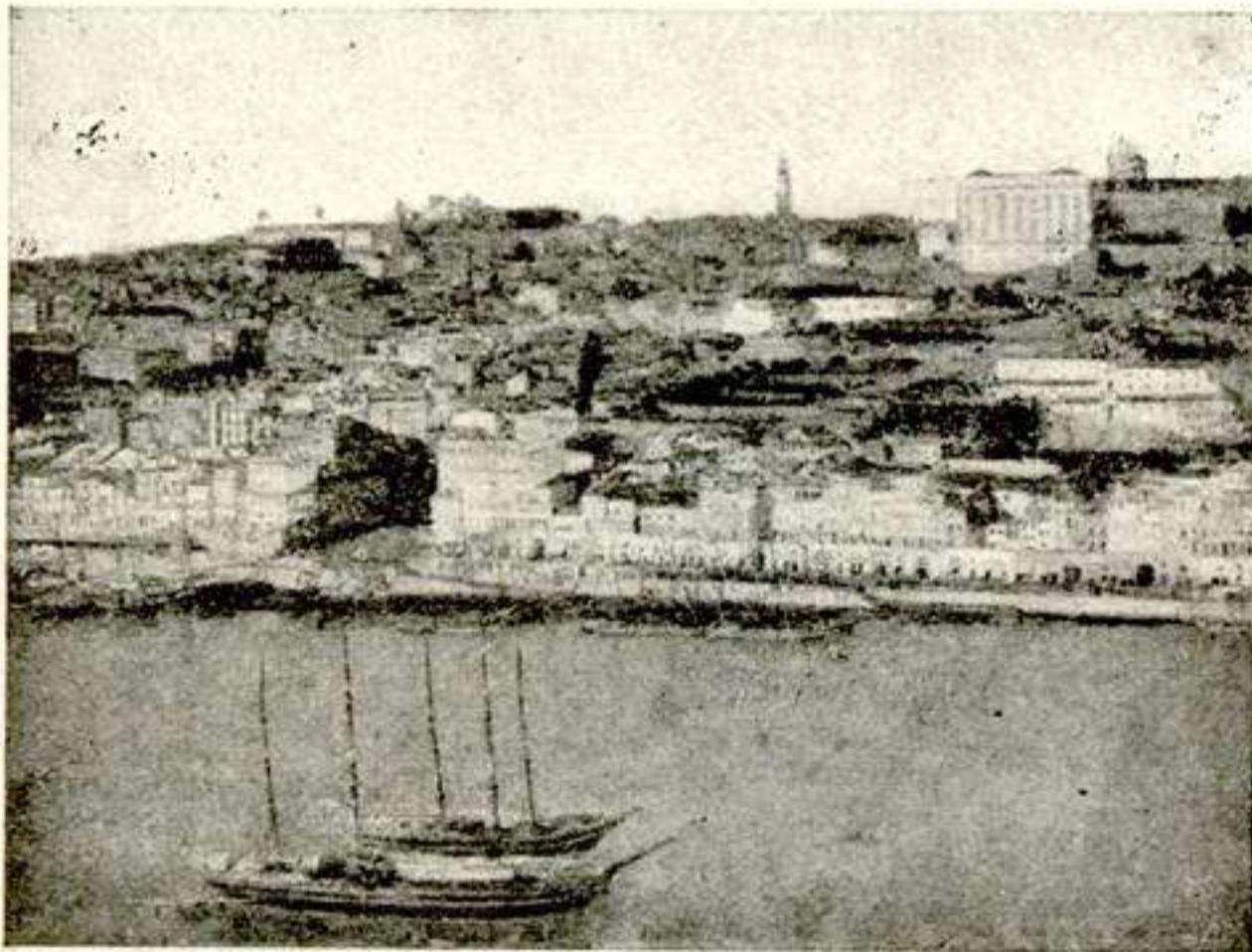


Fig. 96.—El estuario del río Duero frente a Oporto, obsérvese los muelles altos a causa de que allí aún alcanza la marea.



Fig. — 95. El delta del río Ebro, en Tortosa visto desde un avión.

Fot. Gaspar.

Estas barreras de hielo van avanzando mar adentro empujadas por las nuevas masas de hielo que bajan de los glaciares y las zonas externas, se fragmentan, quedando grandes bloques formando verdaderas montañas de hielo, pues esto significa la palabra inglesa, *iceberg*, (figura 104) las cuales quedan a la deriva y avanzan lentamente hacia el sur arrastradas por las corrientes marinas, hasta que hallando mares más cálidos se funden.

Hay icebergs de conside-

rable tamaño, algunos miden hasta ciento cincuenta metros de altura sobre el nivel del mar y debe tenerse en cuenta que esto representa aproximadamente la décima parte del espesor del iceberg ya que estos tienen nueve décimas partes bajo el agua. Así un iceberg que sobresale cien metros, tiene en rea-

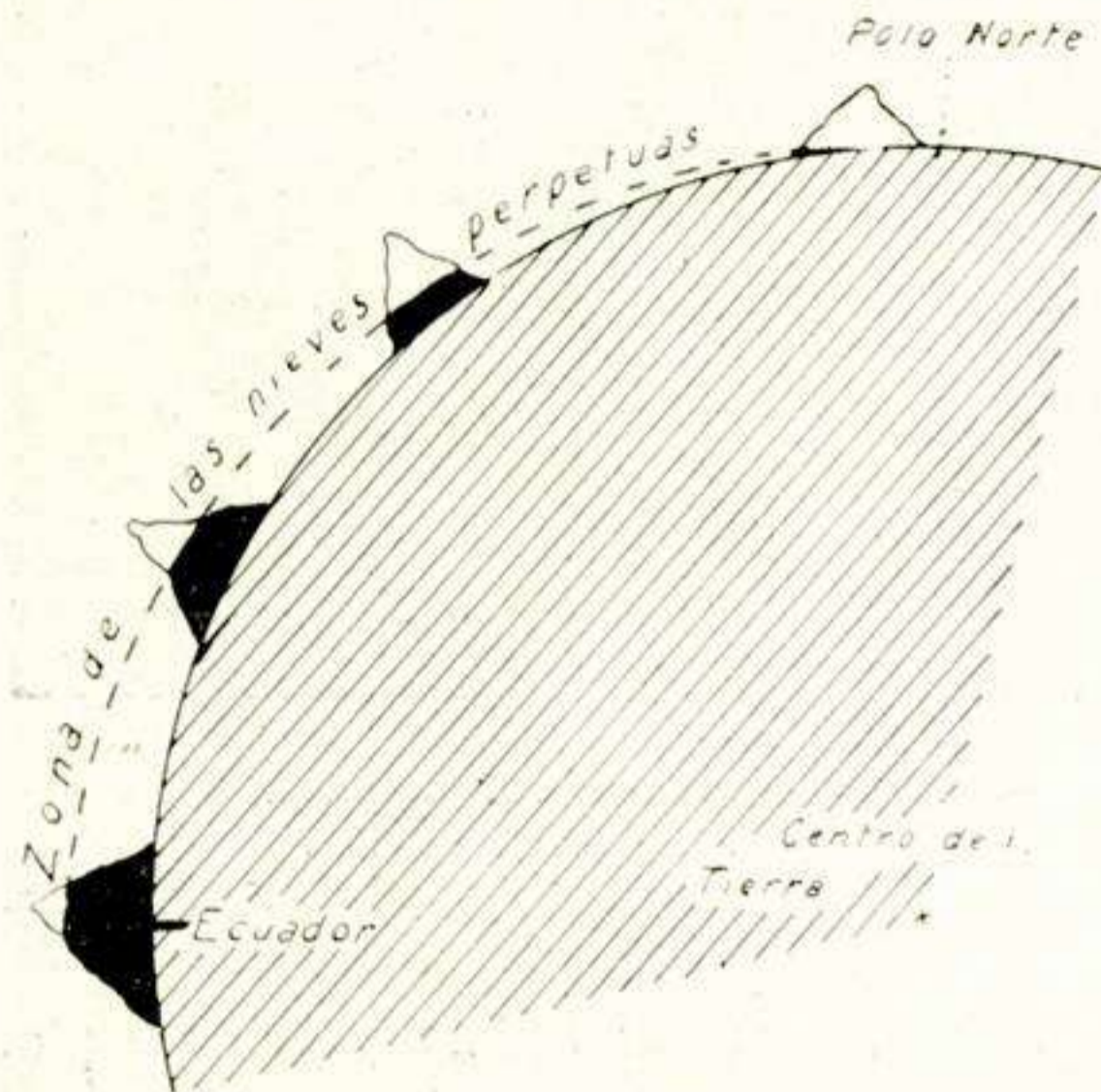


Fig. 97. — Esquema mostrando como el nivel de las nieves perpétuas va disminuyendo de altitud desde el Ecuador (a más de 5.000 metros) hasta los polos donde se hallan al nivel del mar.

mente con los que los ríos han aportado procedentes de la erosión y corrosión del interior de los continentes. También se ha hablado de que el agua del mar contenía sal común en disolución, así como una leve indicación de las mareas; aquí vamos a dar una ojeada de conjunto sobre el mar, ampliando algunos de los puntos ya estudiados.

COMPOSICIÓN DEL AGUA DEL MAR. — El agua del mar contiene numerosas sustancias en disolución siendo las más importantes de ellas la sal común; el total de sustancias disueltas varía según los mares y se conoce con el nombre de *salinidad del mar*, así por ejemplo el Mediterráneo es un

lidad un kilómetro de espesor. Estos icebergs a la deriva constituyen un peligro para la navegación en los mares próximos a los polos y uno de ellos ocasionó el naufragio del gran trasatlántico Titanic, muriendo más de un millar de personas.

## EL MAR

*Del mar hemos hablado ya en repetidas ocasiones, así en el primer curso hemos hecho notar la acción de las olas sobre la costa, destruyéndola y sedimentando luego los materiales junta-*



Fig. 98. — El glaciar de Argentiere en los Alpes.

mar muy salado, teniendo 37 gramos de sales por litro de agua, o sea una salinidad de 37, mientras que los grandes océanos solo tienen 35 y el mar Báltico no alcanza a 20. De éstas sales, cuatro quintas partes o sea un 80 % corresponde a la sal común y el resto son otras sales de potasa, de magnesia y de calcio. Además contiene aire que los peces utilizan para su respiración y pequeñísimas cantidades de muy diversas sustancias.

#### PROFUNDIDAD DE LOS MARES.—

La profundidad de los mares varía enormemente, (figura 105) por lo general, cerca de la costa hay una zona de profundidad escasa, en general menor de 200 metros que se denomina *plataforma continental*; la extensión de esta plataforma, es en promedio unos cuantos kilómetros mar adentro, pero en algunos casos ocupa gran extensión, así por ejemplo, entre Noruega, Inglaterra y las costas de los Países Bajos, se halla el mar del Norte, cuya profundidad



Fig. 99.—Grietas en el hielo del glaciar de Aneto, en los Pirineos.

Fot. Dr. Faura y Sans,



Fig. 100. — Terminación de un glaciar en el Himalaya por alcanzar una zona en que la nieve funde dando lugar a que nazca el río que se ve a la izquierda y al mismo tiempo, las piedras que han caído sobre el glaciar durante su trayecto, quedan depositadas formando la morrena frontal.

Fot. Williams.

máxima no alcanza al límite de la plataforma continental.

Más allá, la profundidad del mar aumenta rápidamente pasando a profundidades de uno o varios kilómetros que son las que dominan en el Mediterráneo o en los Océanos (unos 4.000 metros). En ciertas zonas denominadas *fosas marinas*, la profundidad es muy grande, pasando de 6.000 metros y alcanzando frecuentemente más de 10.000 m. Estos últimos meses se ha reconocido una que alcanza a 13.000 me-

tros de profundidad. Es curioso hacer notar que estas grandes fosas no se hallan en el centro de los Océanos, sino relativamente cerca de las costas

más montañosas de los mismos, así por ejemplo, las profundidades mayores del Pacífico se hallan a lo largo de la cordillera de los Andes en América y a lo largo del Japón e islas de Oceanía.



Fig. 101. — Los glaciares erosionan la roca produciendo valles que muestran formas de U como este de los Estados Unidos, producido por un glaciar que hoy a desaparecido a causa de que, en esta comarca, hoy hace menos frío que en tiempos pasados.

de partida para medir la altura de los continentes.

**OLAS.** — El mar tiene movimientos irregulares debidos a la acción de los vientos, produciéndose las olas porque este arrastra las partículas de agua. Las grandes olas se producen durante las tempestades, (figura 106) alcanzando aveces alturas de siete metros y pudiendo la espuma producida al romper la ola contra la costa, subir a más de 25 metros.

El fondo del mar, no ofrece relieves abruptos como ocurre en la superficie de la tierra, así pues no hay valles ni verdaderas montañas submarinas, sino una superficie relativamente lisa y con pendiente generalmente suave; cosa que se comprende facilmente, pues los relieves bruscos de los continentes son debidos a la erosión que ha abierto valles, barrancos, etc. y en el mar a cierta profundidad no hay erosión alguna.

**EL NIVEL DEL MAR.** — La superficie del mar es una línea horizontal y por lo tanto todos sus puntos distan practicamente lo mismo del centro de la tierra, por esta razón se toma la superficie del mar como punto



Fig. 102. — Glaciar en la isla de Spitzberg, el cual a causa del frío debido a hallarse próximo al polo, llega hasta el mismo mar.



Se comprende pues, el efecto destructor que ejercen sobre la costa y del cual hemos hablado en el primer curso.

**CORRIENTES MARINAS.**—El agua del mar en ciertas zonas de los océanos, avanza con velocidad más o menos de un metro por segundo através de otras aguas a manera de inmensos ríos cuyas orillas fuesen también agua pero inmóvil; así tenemos que en la zona del ecuador, el agua del Atlántico va desde las costas de Africa hacia América y en llegando allí, se curva y viene hacia Europa para volver a bajar a lo largo de las costas portuguesas hacia el ecuador.

Las corrientes que proceden del ecuador, llevan el agua caliente y ésta enorme masa de agua templada la atmósfera de las zonas por donde pasa; en Irlanda reina una temperatura casi primaveral gracias a que sus costas se hallan bañadas por el agua aún tibia procedente del ecuador (corriente del golfo) y en cambio Nueva-York, situada a la latitud de nuestra Galicia está bañada por una corriente procedente de los polos (corriente del Labrador) con aguas heladas y por tal circunstancia los inviernos son extremadamente fríos que contrasta con la benignidad de invierno en las costas gallegas. (Figura 108).

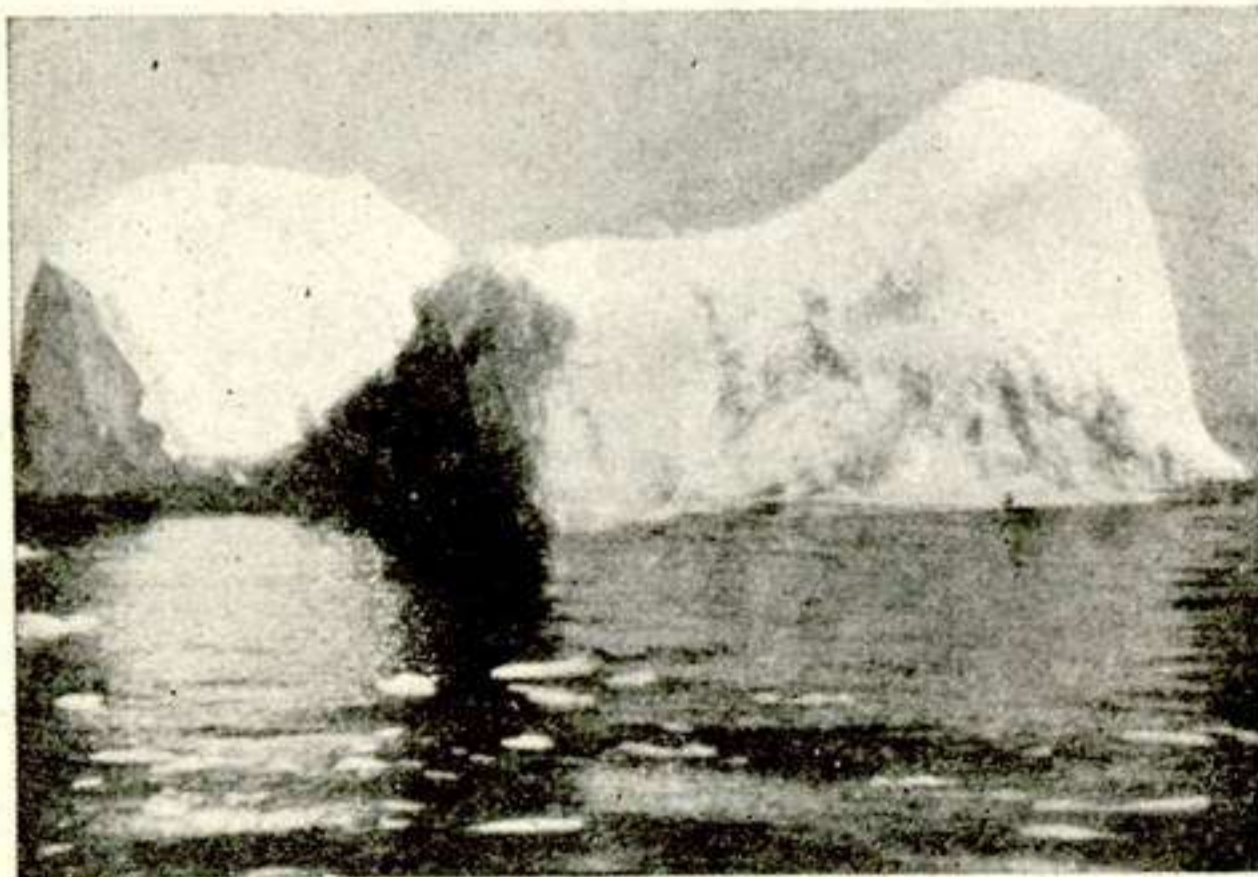


Fig. 104. — Iceberg flotando sobre el mar.

do se hallan bajas se dice que hay *marea baja*, denominándose *flujo* el tiempo que las aguas van subiendo y *reflujo* cuando van bajando.

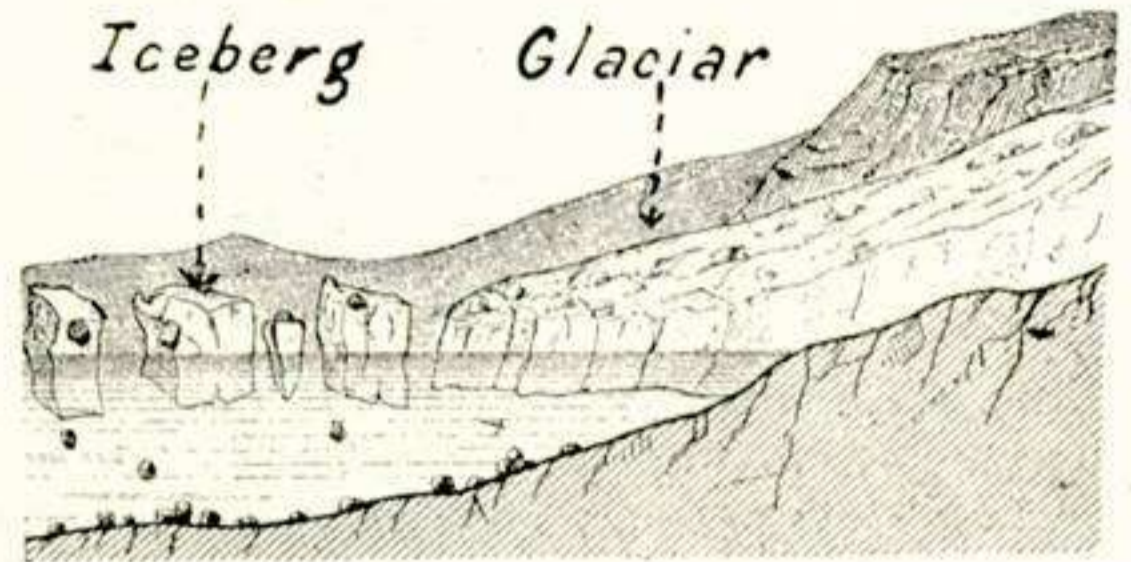


Fig 103.—Esquema mostrando como un glaciar del tipo del de la figura 102 al llegar al mar, queda flotando y rompiéndose el hielo en pedazos, éstos quedan a la deriva arrastrados por corrientes marinas constituyendo los Icebergs.

Los inviernos son extremadamente fríos que contrasta con la benignidad de invierno en las costas gallegas. (Figura 108).

**MAREAS.**—Las personas que han visitado un puerto de mar gallego, cantábrico o gaditano, habrán observado que dos veces al día, el agua sube de nivel y otras dos veces, a las seis horas de haber alcanzado la altura máxima el mar se halla muy bajo. Cuando las aguas se hallan a la máxima altura, hay *marea alta* y cuando

La diferencia de nivel del agua entre la marea alta y la marea baja varía según los lugares, (figuras 109 y 110) así es que en el golfo cantábrico alcanza hasta unos cinco metros, lo que permite que gran parte de la bahía de Santander quede al descubierto durante la marea baja, mientras que en algunos puntos, como en América del Sur, llega a alcanzar 18 metros. Las mareas son



Fig. 105. — Perfil entre África y América, mostrando las diversas profundidades de los mares. Tanto éstas como las alturas están exageradísimas.

insignificantes en los mares que tienen estrecha comunicación con el océano, como ocurre con el mar Báltico o con el Mediterráneo, en donde raras veces alcanza más de 20 centímetros,

de manera que se halla enmascarada por las variaciones de nivel debidas al viento (aguas altas o aguas bajas) que pueden alcanzar hasta un metro de desnivel; hay pues que corregir la falsa versión de que no hay mareas en el Mediterráneo, lo que ocurre es que son muy poco intensas.

Las mareas son debidas a la atracción que ejerce la Luna sobre las aguas del mar, en virtud de la gravitación universal; esta atracción se ejerce con máxima intensidad cuando la luna pasa por el meridiano de cada uno de los puntos de la tierra, notándose en el lado que mira a la luna y en el lado opuesto y como la tierra tarda 24 horas en dar la vuelta, de aquí que cada 12 horas aproximadamente (1) se repita la marea alta y la marea baja. Lo que

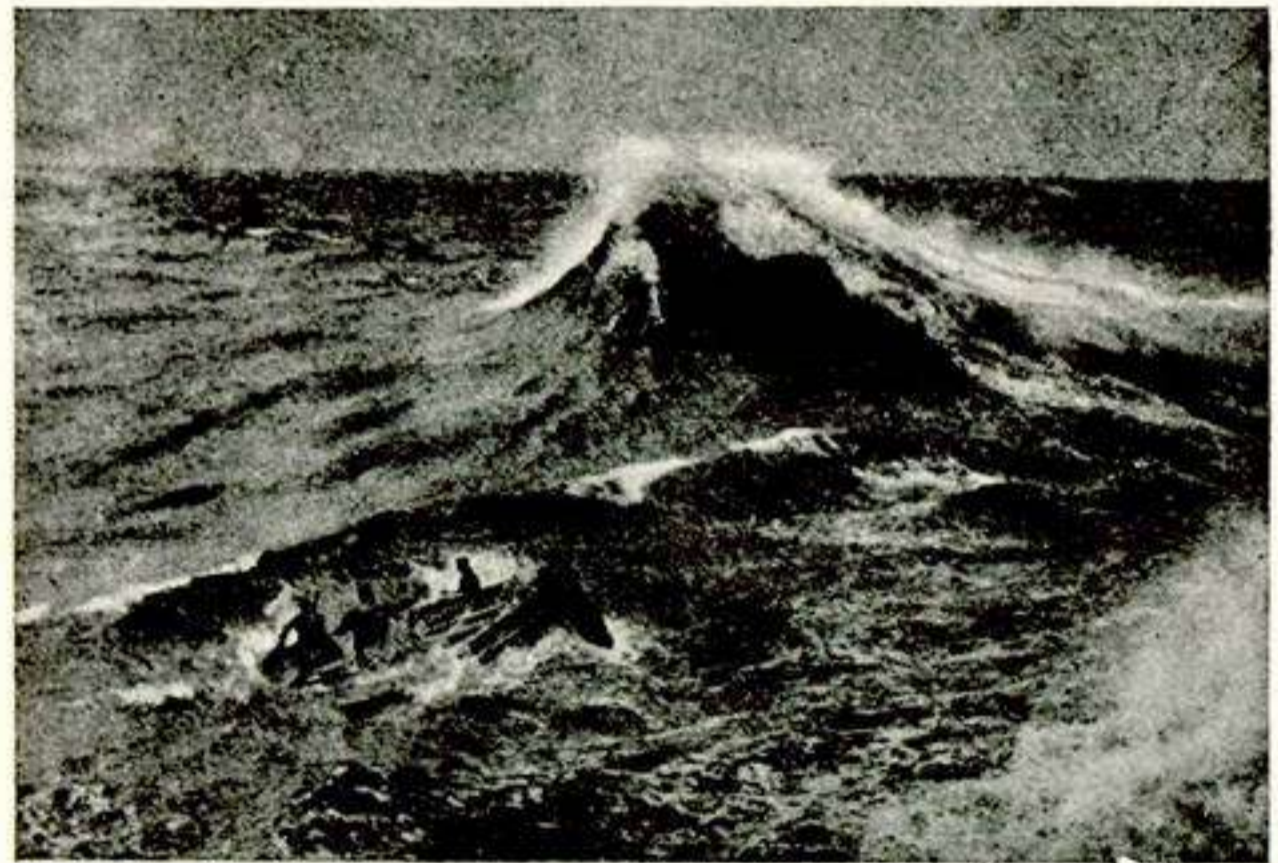


Fig. 106. — Olas producidas durante un temporal en el mar cantábrico.

no se comprende a primera vista, es porque se levantan también las aguas de la parte opuesta a la luna; la causa de ello es sencillamente que la Luna desvia, atreyéndolo, el centro de gravedad de la tierra por lo cual, la gravedad

(1) En realidad cada 12 horas 25 minutos a causa de que el movimiento de la Luna alrededor de la tierra, retrasa cada día unos 50 minutos al de rotación de la tierra.

queda ligeramente disminuída en la parte opuesta a la luna y de consiguiente las aguas allí pierden algo de densidad y se levantan. (Figura 111).

El Sol también produce mareas cuyos efectos se suman o se restan a los de las mareas lunares, de aquí que en una misma localidad haya días en que las mareas son muy marcadas y otros días en que son poco perceptibles.

**TEMPERATURA DE LOS MARES.**—El agua de mar tiene una temperatura que en su superficie está en relación con la del país, así es muy caliente en las zonas tropicales alcanzando hasta 35 grados, mientras que en las zonas polares se convierte en hielo, en cambio a grandes profundidades está constantemente muy fría, siendo su temperatura próxima a cero grados.

## LA CIRCULACIÓN DE AGUA EN NUESTRO PLANETA

Resumiendo y sintetizando lo que hemos dicho respecto a la acción del agua (figura 112) indicaremos a manera de cuadro esquemático, lo siguiente:

1.º — El calor solar evapora constantemente el agua del mar, de los lagos y de los ríos.

2.º — Esta agua se condensa formando las nubes y vuelve a la tierra en forma de lluvia o de nieve.

3.º — De la lluvia o la nieve caída, una parte se filtra en el suelo formando aguas subterráneas que

van a parar al mar por bajo de tierra o salen en forma de manantiales. Esta agua ejerce una erosión y corrosión subterránea que da lugar a la formación de cavernas y grutas.

4.º — Otra parte del agua llovida, juntamente con la de los manantiales, forma torrentes y ríos, siendo devuelta al mar excepto la parte evaporada que vuelve directamente a la atmósfera.

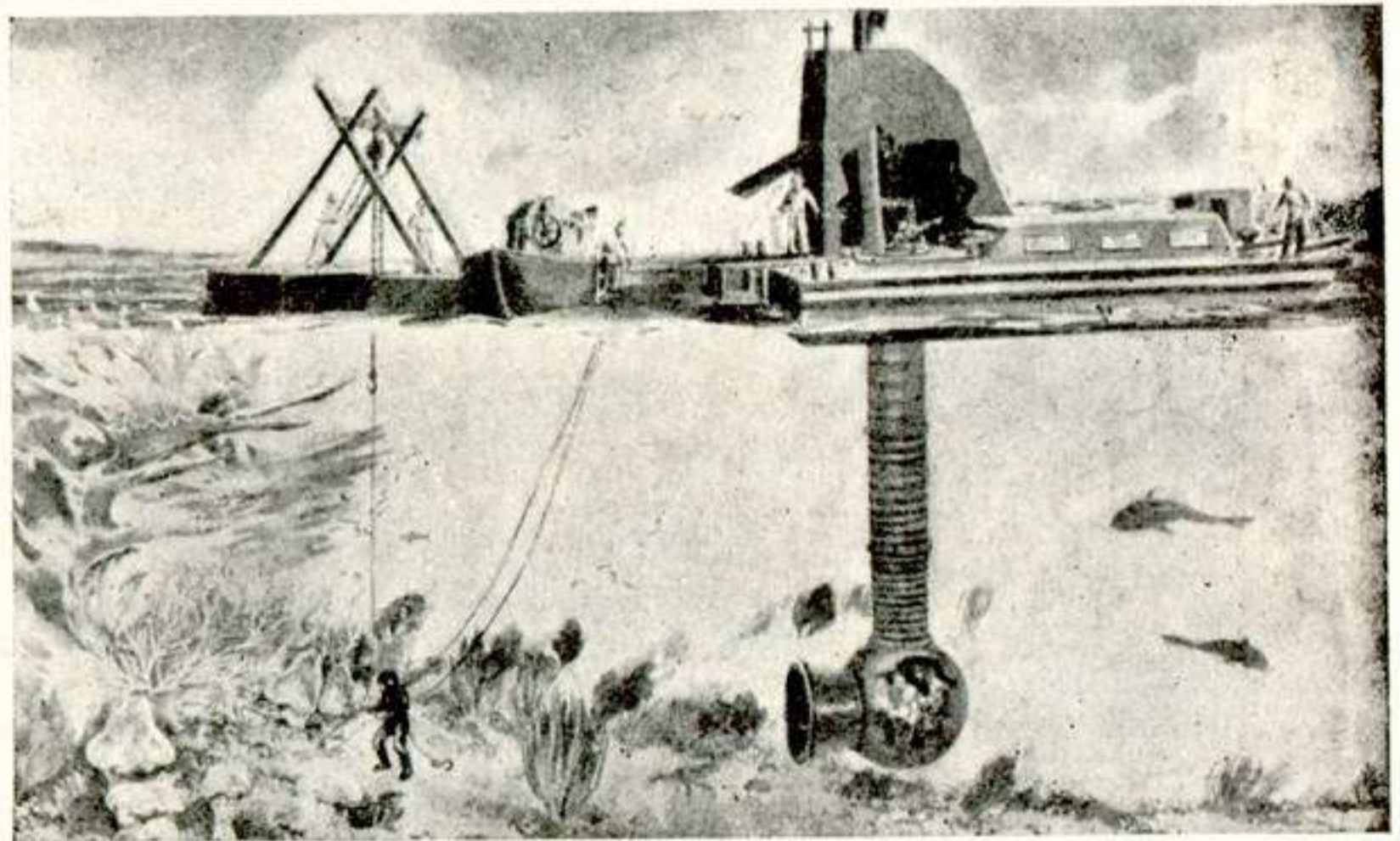


Fig. 107. — Aparato para estudiar y fotografiar el fondo del mar.

Dibujo del National Geographic Magazine.

5.º—Esta agua de los torrentes y ríos, ejerce una acción de erosión y corrosión abriendo valles, barrancos etc. Como consecuencia de la acción continuada de la erosión durante miles y miles de siglos, las montañas se hacen cada vez más bajas y acaba por haber terrenos casi llanos en donde antes había cordilleras, originándose así las *penillanuras*.

6.º—Los materiales arrastrados por las aguas, así como los que los golpes de mar han arrancado a las costas, se depositan en el fondo de éste o de los lagos para formar nuevos sedimentos, que un día saldrán del fondo de las aguas para constituir nuevas montañas.

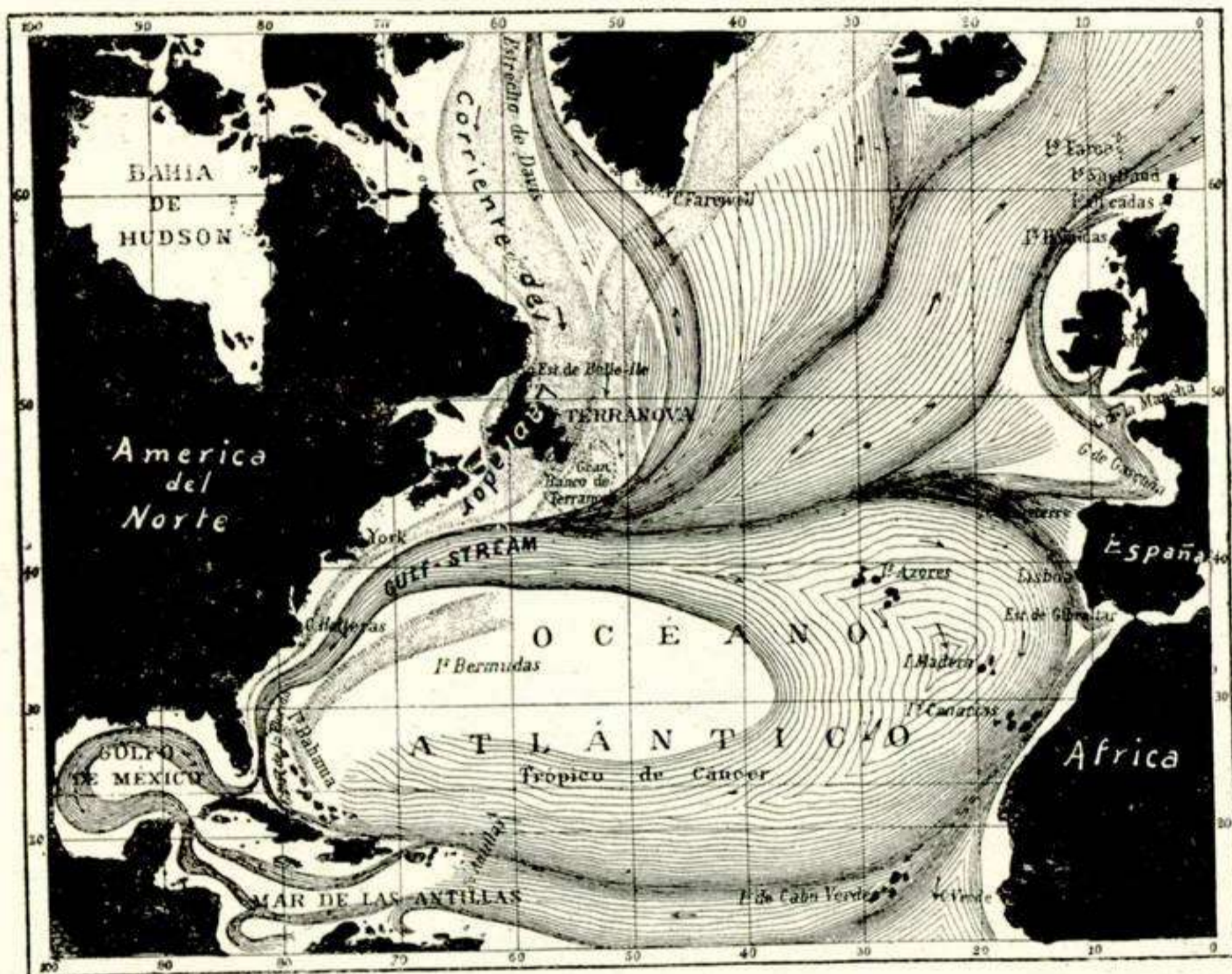


Fig. 108. — Mapa de las corrientes marinas del norte del Océano Atlántico; la corriente del Golfo, caliente, se halla indicada en trazos y la del Labrador, fría, en puntos.

Tenemos pues una circulación de agua, la cual del mar va a la atmósfera, de ella a la tierra y de la tierra vuelve al mar; el potentísimo motor que eleva esta agua es el calor del Sol.

Por otra parte tenemos un ciclo de destrucción y formación de terrenos; la erosión destruye las rocas y las transporta al mar o a lagos y estos materiales al sedimentarse forman nuevas rocas que un día surgirán de las aguas para formar nuevas montañas, que a su vez serán destruidas por nuevas erosiones.

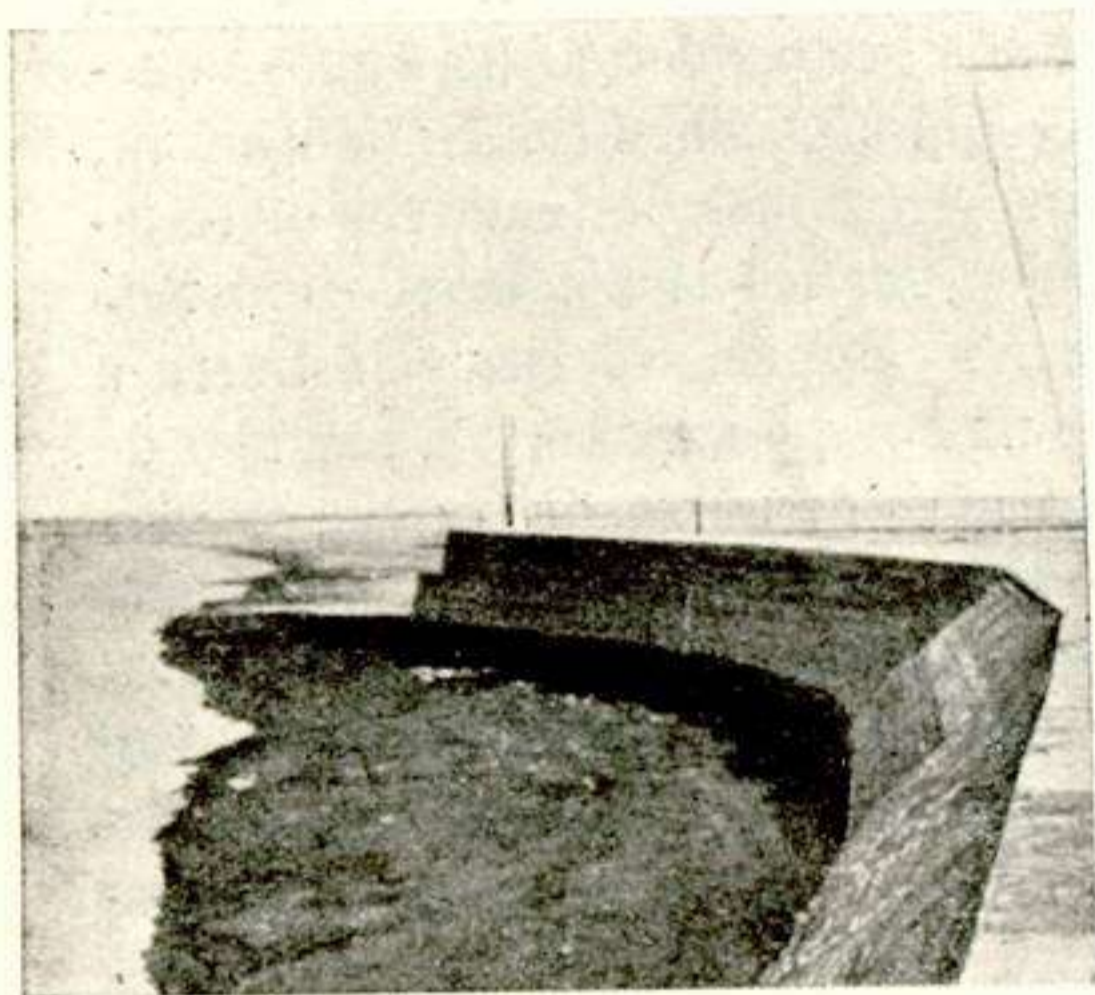


Fig. 109. — Aspecto de un pequeño puerto de mar durante la marea baja.

Fot. Berget.



Fig. 110. — El mismo puerto de la figura 109, durante la marea alta.

Fot. Berget.

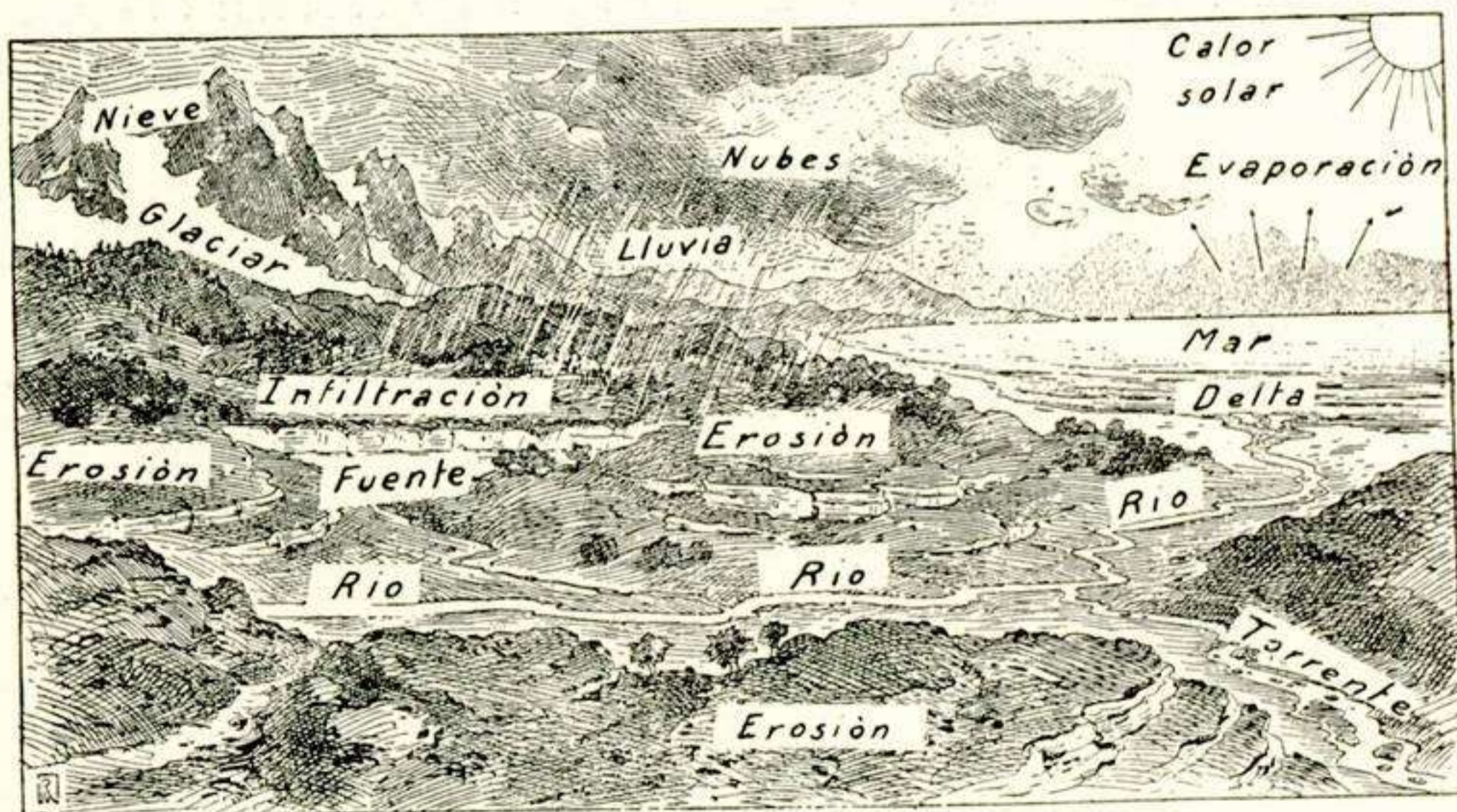
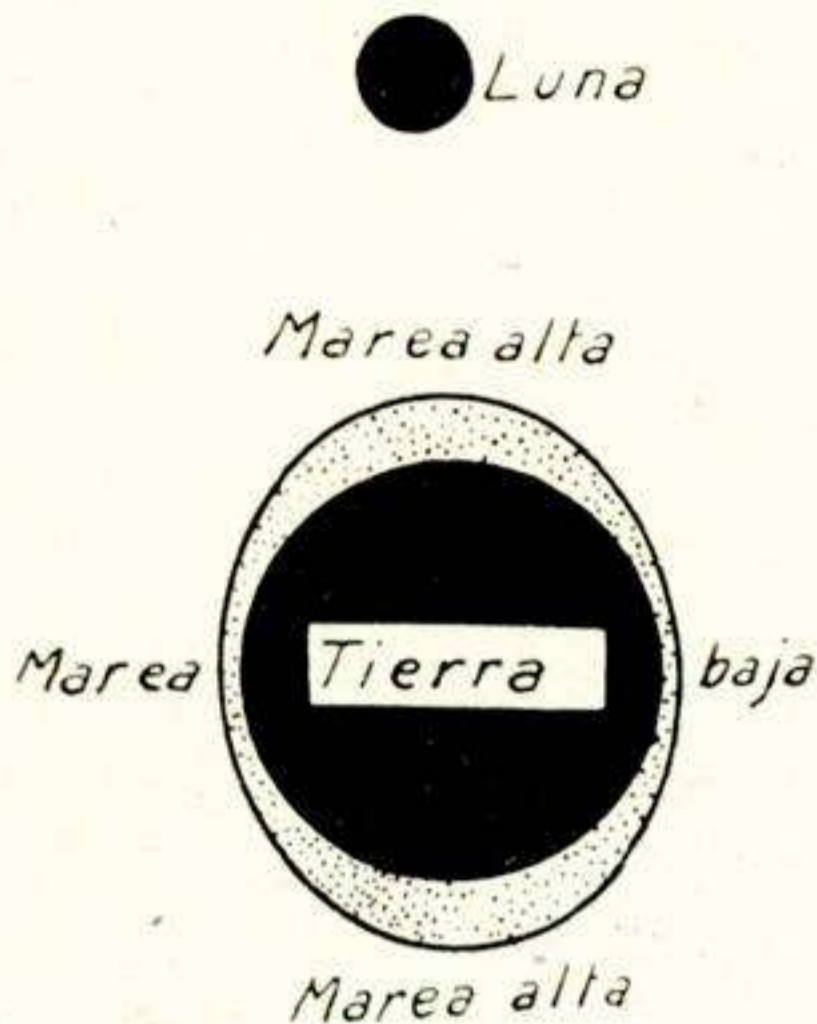


Fig. 111. — Esquema general de la circulación del agua en la tierra. El agua del mar, evaporada por el calor solar, es devuelta al océano por la lluvia y los ríos. Adaptación de un dibujo de Faideau y Robín.

Este ciclo de destrucción de rocas y formación de nuevos terrenos, es consecuencia de la circulación del agua sobre la tierra; si fuera posible que a



un momento dado el agua del mar dejara de evaporarse, desaparecerían las lluvias y con ello la erosión producida por las aguas, quedando las montañas sin disminuir de altura, mientras que en el mar, faltando los materiales aportados por los ríos tampoco existiría sedimentación alguna, restando la tierra a manera de un cuerpo muerto, sin cambiar de aspecto a través de miles de siglos; es precisamente lo que ocurre con la Luna donde falta el agua y el aire.

De este modo, en nuestro planeta, hay un continuo tejer y destejer que parece haber sido adivinado por el ilustre poeta francés Ronsard cuando escribía hace casi 400 años:

Fig. 112.—Esquema de la formación de las mareas. La altura de las aguas ha sido exagerada millones de veces, así como la Luna ha sido dibujada muy próxima con objeto de no dar un grabado demasiado alargado; en cambio la proporción de tamaño de la luna y la tierra es la verdadera.

Explicación en el texto.

De Tempé la vallée un jour sera montagne  
Et la cyme d'Athos una large campagne  
Neptune quelquefois de blé sera couvert  
La matière demeure et la forme se perd (1)

(1)

El valle de Tempé un día será montaña  
Y la cima de Athos una amplia campiña  
Neptuno (el mar) alguna vez de trigo estará cubierto  
La materia queda y la forma se pierde.



# VOLCANES Y TERREMOTOS

## LOS VOLCANES

Los volcanes, que desde muy antiguo han venido llamando poderosamente la atención del hombre, son montañas que, bien en ciertas épocas, bien de una manera continua, arrojan por su cima gases a veces ardiendo, grandes nubes de humos y una sustancia en fusión que luego se solidifica constituyendo la *lava*.

Los volcanes se han producido porque através de una grieta del terreno, ascienden lavas fundidas y gases; las primeras al salir a la superficie y enfriarse, se solidifican y quedan sobre el terreno constituyendo una montaña, la cual va creciendo de altura cada vez que sale nueva cantidad de lava, hasta alcanzar altitudes muy elevadas como la del Teide en Canarias (3.710 m.) o la de los volcanes de los Andes en América central y del Sur que alcanzan y sobrepasan algunos los 7.000 metros de altitud. Esto no quiere decir que no haya volcanes de poca altura y hasta algunos prácticamente sin relieve alguno.

**PARTES DE UN VOLCAN.—**  
Los volcanes (figura 113) presentan, generalmente en su parte superior una depresión circular o hoyo denominada *cráter*, por donde salen los

productos propios del volcán. Hay volcanes que presentan varios cráteres en sus laderas, en tal caso generalmente pequeños, así el Etna, en Sicilia muestra más de setecientos. El tamaño del cráter varía desde cráteres de unos pocos metros de diámetro, hasta algunos de cinco y seis kilómetros. Los materiales que salen por el cráter proceden de las zonas profundas de la tierra y asciende merced a un conducto o *chimenea* que originalmente era una

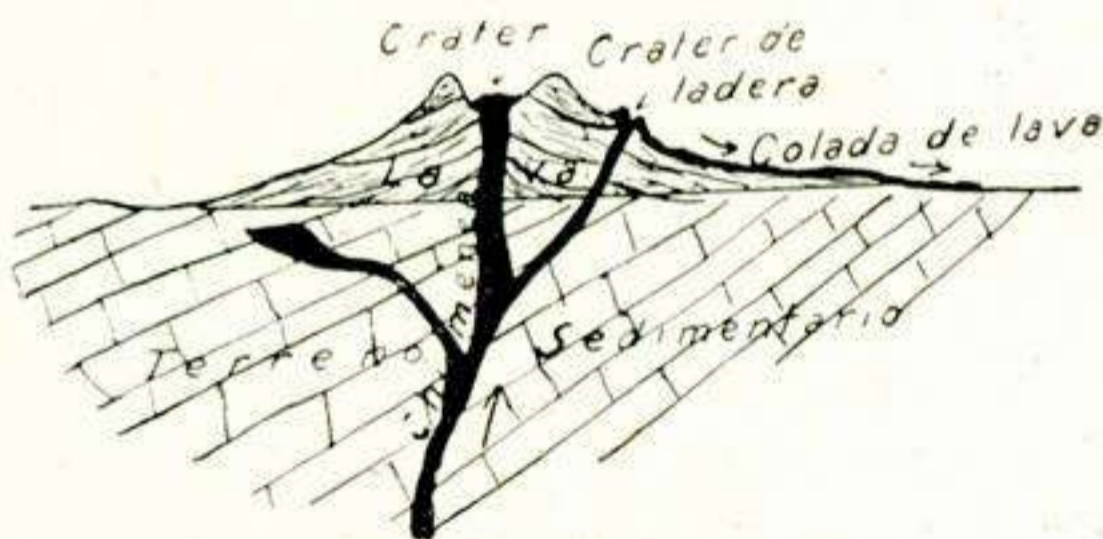


Fig. 113.—Corte geológico de un volcán, observando las partes del mismo y como la lava ha atravesado los terrenos sedimentarios para salir al exterior.

grieta de las rocas; las chimeneas pueden ser ramificadas y entonces es cuando dan lugar a varios cráteres en un mismo volcán.

**VOLCANES APAGADOS Y VOLCANES EN ACTIVIDAD.**— Muchos

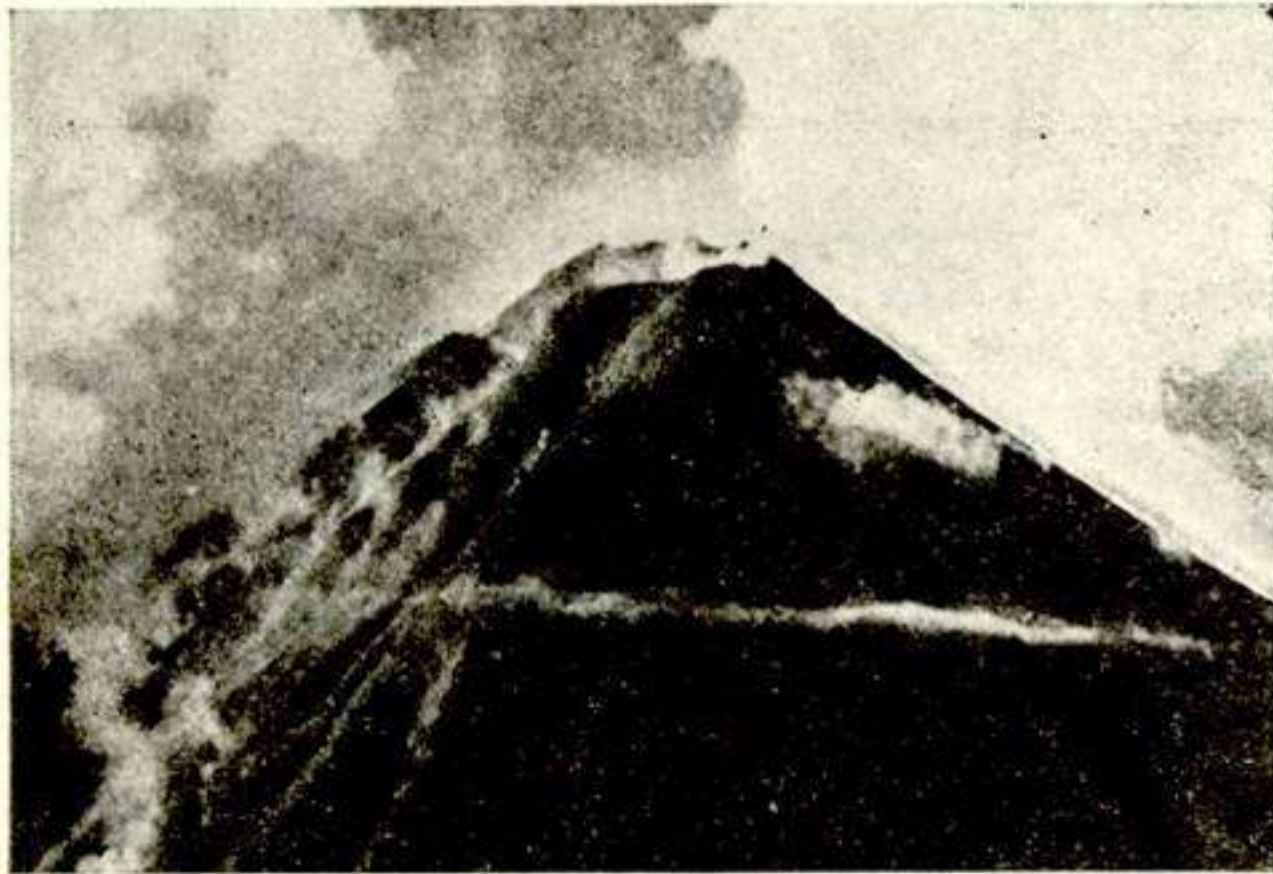


Fig. 114.—El volcán Mayón de Filipinas; en reposo fotografía tomada desde un avión que permite ver el interior del cráter.

Fot. W. Goddard.

volcanes aparecen como montañas ordinarias (figuras 114 y 115) sin que salga nada absolutamente de humo, ni mucho menos de lava, incluso sus cráteres están convertidos en campos cultivados si el volcán no tiene gran altura o está cubierto de nieves eternas si su altitud es suficiente para ello. (Fig. 116).

Los volcanes apagados están sujetos a la acción erosiva y de esta manera van siendo lentamente desmantelados hasta desaparecer totalmente como montañas y

quedar solamente como testimonio de ellos la existencia de rocas volcánicas.

En España hay volcanes apagados en la comarca de Olot, de la provincia de Gerona y en la provincia de Ciudad Real, conservándose sus conos volcánicos y sus cráteres, pero sin la menor señal de haber estado en actividad durante miles de años.

Los volcanes en actividad, son los que arrojan materias por su cráter, sea simplemente humo, sean lavas o gases ardiendo. Los volcanes apagados pueden ponerse en actividad a un momento dado; el Vesubio en Italia, (figura 117) cuando la erupción que destruyó la ciudad de Pompeya, hacía más de mil años que estaba completamente apagado y el mismo Teide en las islas Canarias pasa períodos de un centenar

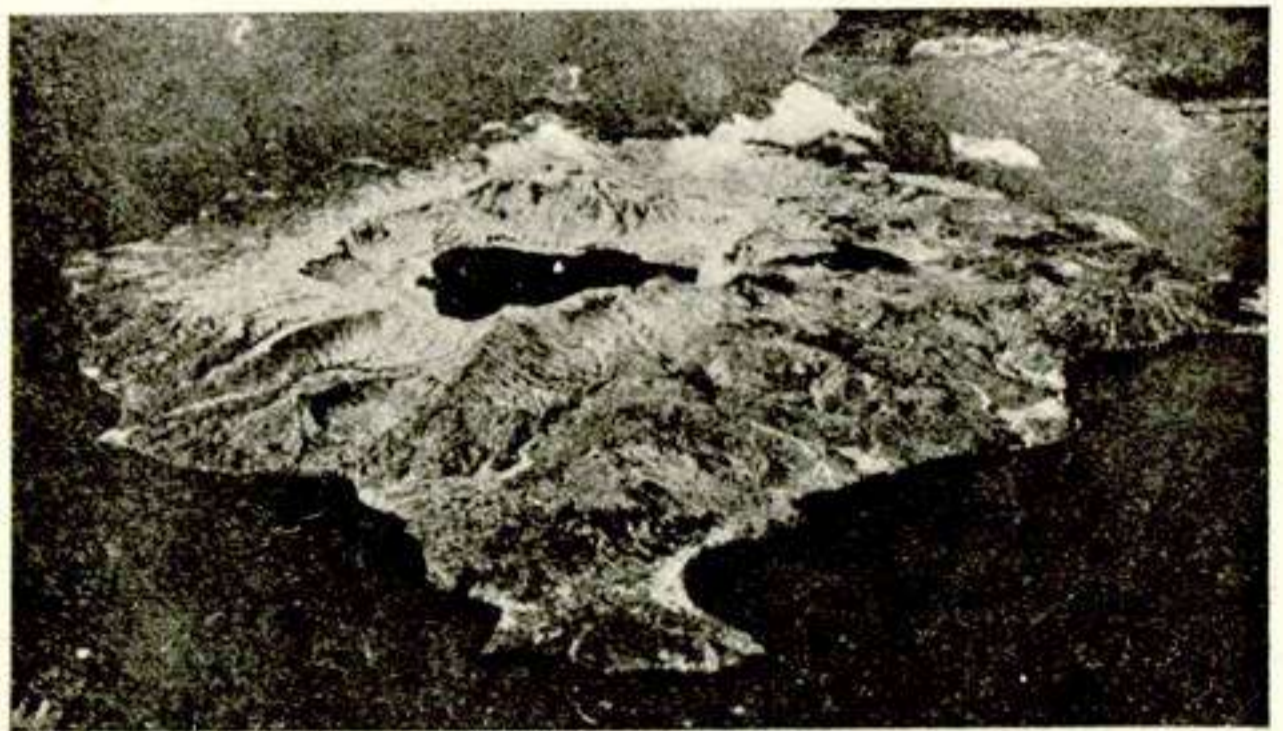


Fig.115. —El volcán de Taal, en Filipinas, que apenas forma montaña y que en 1911 tuvo una erupción que mató a 1.400 personas. Hoy su cráter forma un tranquilo lago, pero el volcán puede despertar en cualquier momento.

Fot. aérea de W. Goddard.



de años sin erupción alguna entre distintos períodos de actividad.

**ERUPCIONES VOLCÁNICAS.**—Pocos espectáculos existen tan grandiosos como los de una erupción volcánica y al mismo tiempo tan peligrosos para los que habitan en sus proximidades. Poco tiempo después de Jesucristo, una erupción del volcán Vesubio cubría de cenizas las ciudades romanas de Pompeya y Herculano, y no es raro que verdaderos ríos formados por lava fundida avancen por las laderas de un volcán destruyendo sus cultivos y los pueblos que hallan a su paso. No hace muchos años, la erupción de un volcán en la isla de La Martinica dió lugar a una nube de gases ardien-



Fig. 116.—Interior del crater del volcán Kibo en África, recubierto de nieve a causa de su altitud próxima a 6.000 metros; en el centro del cráter se aprecia la embocadura de la chimenea.

Fot. aérea de W. Mittelholzer.



Fig. 117.—El volcán Vesubio en Italia durante la erupción de 1906.

Fot. Haug.

tes que mató a más de treinta mil personas.

Las erupciones volcánicas en general empiezan por ruidos subterráneos, a los cuales siguen explosiones que lanzan al aire masas de lava fundida que caen ya sólidas constituyendo bombas volcánicas si son grandes y cenizas cuando son finas, al mismo tiempo que se levantan grandes columnas de humo; más tarde aparece la lava fundida que se derrama por las laderas del volcán formando coladas ardientes que se solidifican al enfriarse quedando las rocas volcánicas estudiadas en el primer curso. Las coladas de lava avanzan lentamente, apenas unos centenares de metros diarios, pero pueden alcanzar distancias hasta de 50 kilómetros. (Figura 118). Poco a poco, la cantidad de lava que sale va disminuyendo hasta que deja de salir, quedando solo emisiones de vapores que constituyen las

llamadas *fumarolas*, las cuales acaban por desaparecer quedando el volcán apagado hasta que se produce una nueva erupción.

Algunas veces las erupciones tienen otro desarrollo, así por ejemplo se da el caso de que alguna explosión es tan fuerte que parte el volcán por la



Fig. 118. — Extremidad de una colada de lava, después de solidificada. Erupción del Vesubio en 1906.

Fot. Nowaczek.

algunos en el interior de Africa, todos los demás se hallan en las cordilleras próximas a los mares, especialmente las que rodean al Océano Pacífico, en cuyo mar hay numerosas islas exclusivamente volcánicas.

## GEYSERS

En ciertos países como Islandia, Estados Unidos o Nueva-Zelanda hay un curioso fenómeno que consiste en que de una especie de pequeño cráter, con su correspondiente chimenea salen de tanto en tanto pero con toda regularidad, gigantescos chorros de agua hirviente que se elevan hasta 70 metros de altura; la salida de agua, de imponente belleza, dura unos minutos y luego vuelve a quedar en reposo durante unas horas o unos días.

mitad, como ocurrió con el Krakatoa en Oceanía muriendo cuarenta mil personas y quedando cubierta por el mar la mayor parte de lo que era isla. En cambio los volcanes de la isla de Hawai igualmente en Oceanía, tienen una erupción tranquila y la lava mana de anchísimos cráteres, que más bien parecen lagos.

REPARTICIÓN DE LOS VOLCANES EN NUESTRO GLOBO.— Los volcanes y sobre todo los volcanes en actividad se hallan agrupados en ciertas zonas que bordean mares y océanos a manera de cinturones de fuego. A excepción de

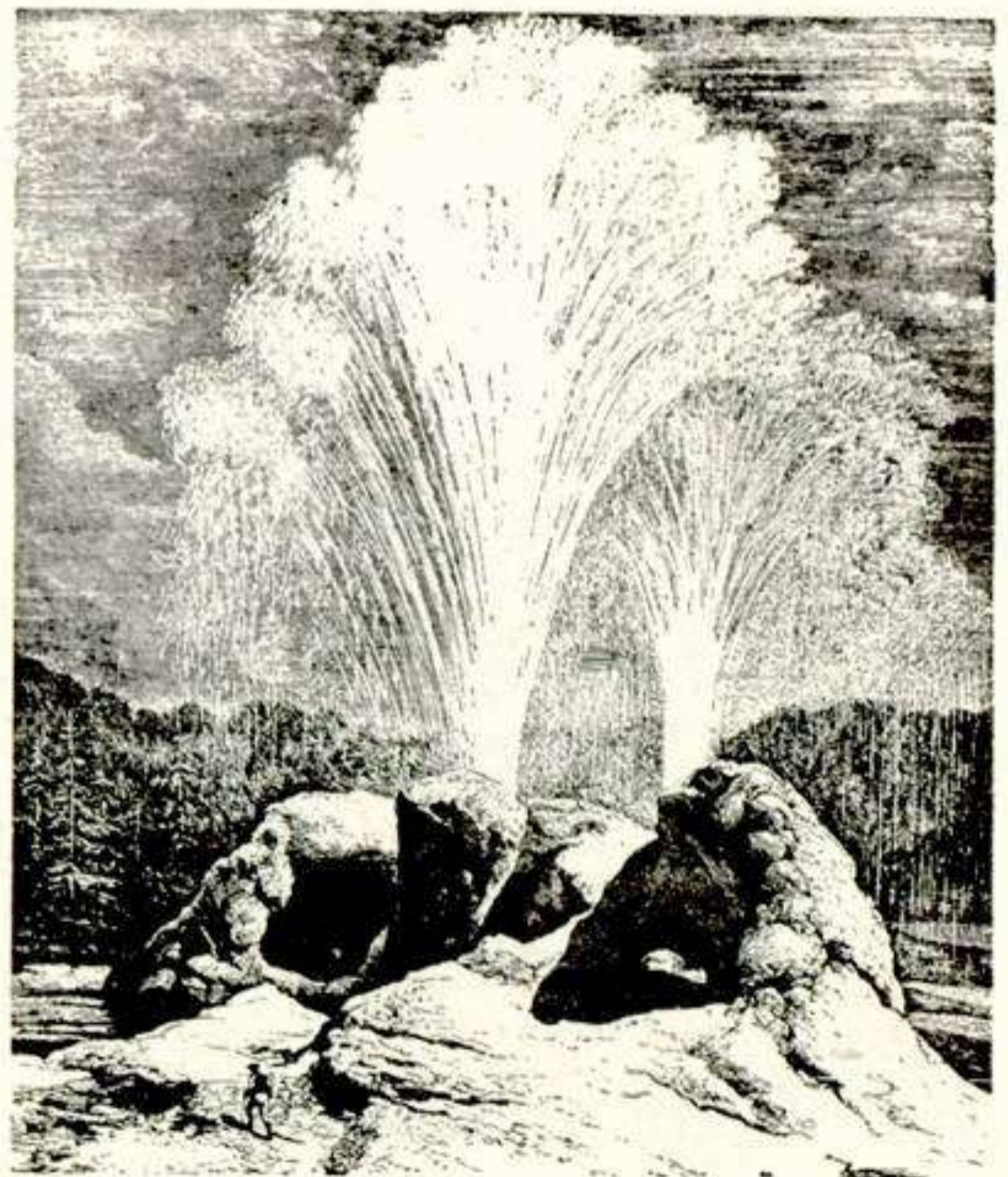


Fig. 119. — Geyser en el valle de Firehole (Estados Unidos).

Reproducción de un grabado antiguo.

Estos surtidores de agua hirviendo se denominan *Geysers* (figura 119) y el agua al enfriarse deja frecuentemente depósitos de sílice o de caliza que llevaba en disolución. Los *Geysers*, están en relación con fenómenos volcánicos.

## TERREMOTOS

**EFFECTOS DE LOS TERREMOTOS.** — Los terremotos o temblores de tierra, son, como su nombre indica, sacudidas bruscas en una comarca determinada, más o menos extensa, las cuales originan efectos terribles; en el suelo pueden abrirse grandes grietas, a veces se hunde una extensión considerable

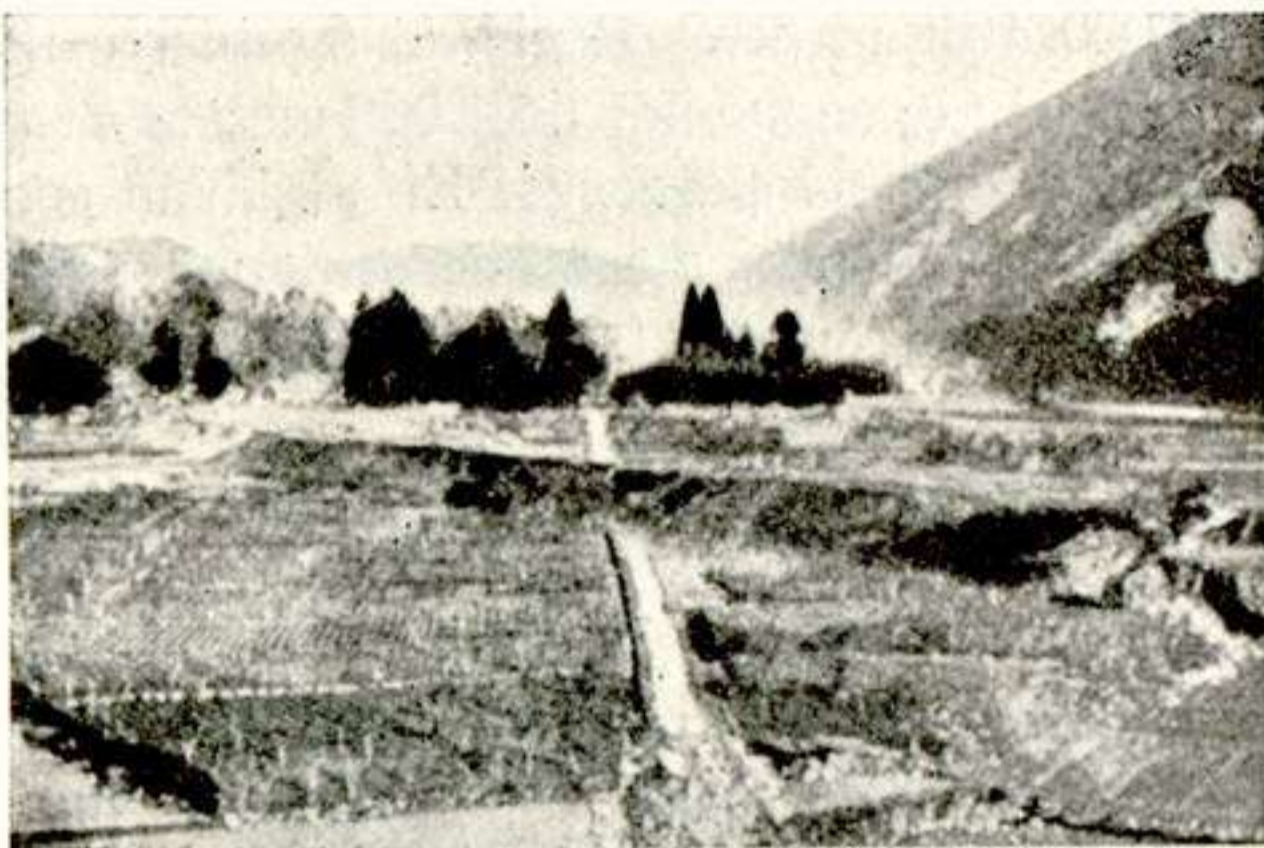


Fig. 120.—A consecuencia de un terremoto, una zona de terreno ha bajado unos 15 metros quedando la carretera cortada.

Fot. K. Ogawa.



Fig. 121.—La ola sísmica, producida por un terremoto, ha levantado en peso este barco y lo ha dejado en tal extraña posición.

del mismo, cortándose carreteras (figura 120) o bien incluso quedando recubierta por el mar una zona que antes era tierra firme; otras veces, al contrario, el terreno se levanta. Los efectos de los terremotos en las ciudades son aún más terribles, gran número de casas se derrumban y entre los escombros surgen incendios provocados principalmente por rupturas de cañerías de gas. A todo este cuadro de desolación, se une frecuentemente en las costas, la formación de una gigantesca ola, llamada *ola sísmica* (figura 121) que con una altura de muchas decenas de metros, avanza sobre la costa, levantando en peso buques relativamente grandes y dejándolos depositados en tierra firme hasta a centenares de metros de la costa.

Tales fenómenos ocasionan numerosísimas víctimas, sobre todo cuando el temblor de tierra coincide con una ciudad importante, así el terremoto de Lisboa en 1755 causó 60.000 víctimas; el de Mesina (Italia) en 1908 ocasionó 200.000. (Figura 122). Recientísimo (mayo 1935) es el de Quetta en el Belu-chistán al pié de montes de 4.000 metros de altitud y que ha causado la muerte a cincuenta mil personas. En el Japón son frecuentísimos los terremotos que causan docenas o centenares de miles de muertes. Hoy día, en las zonas donde hay terremotos frecuentemente, se construyen las casas con armazón de hierro y bajas y ello evita que se derrumben con las sacudidas.



Fig. 122.—Ruínas de la ciudad de Mesina después del terremoto de 1908, que causó doscientas mil víctimas.

Los terremotos ocurren al momento menos pensado y nada en absoluto permite preveer cuando van a ocurrir; aveces hay una sola sacudida pero lo general es que éstas se repitan durante varias horas o varios días.

**INTENSIDAD DE LOS TERREMOTOS.**—El número de terremotos se cuenta por millares todos los años entre las diversas partes del mundo, pero felizmente sólo por excepción son destructores, es decir que tienen suficiente intensidad para causar los daños que hemos indicado, y generalmente son sacudidas que apenas son notadas limitándose a trepidaciones semejantes a las que ocasiona el paso de un camión, por ejemplo; todos los terremotos que se perciben por las personas se de-

nominan *macrosismos*, mientras que otros son tan pequeños que sólo pueden apreciarlos aparatos especiales, denominándose *microsismos*.

**EPICENTRO.**—La zona donde se produce el terremoto se denomina *epicentro* y es donde el mismo tiene mayor intensidad, pero los efectos del mismo se notan cada vez menos cuando más alejado se está del epicentro; así, el terremoto de Lisboa, tuvo el epicentro en dicha ciudad, pero se notó casi en toda Europa, más fuerte en España Occidental, poco perceptible en Cataluña y como microsismo en el resto del mundo.

**ZONAS SÍSMICAS.**—Se denominan zonas sísmicas a las comarcas que

están afectadas por terremotos más o menos frecuentes y de cierta intensidad. El mapa de la figura 123, permite apreciar que coinciden más o menos con las zonas volcánicas; así pues, hay una cintura sísmica en el Océano Pacífico y luego frecuentes terremotos en el Mediterráneo, no estando libre de ellos nuestra península, especialmente Portugal y Andalucía, en donde en el pasado siglo hubo unos terremotos que si llega su epicentro a coincidir con una ciudad importante hubiera sido una catástrofe espantosa; de todas maneras es la Italia del Sur, la zona mediterránea en que los terremotos son más intensos y más frecuentes.

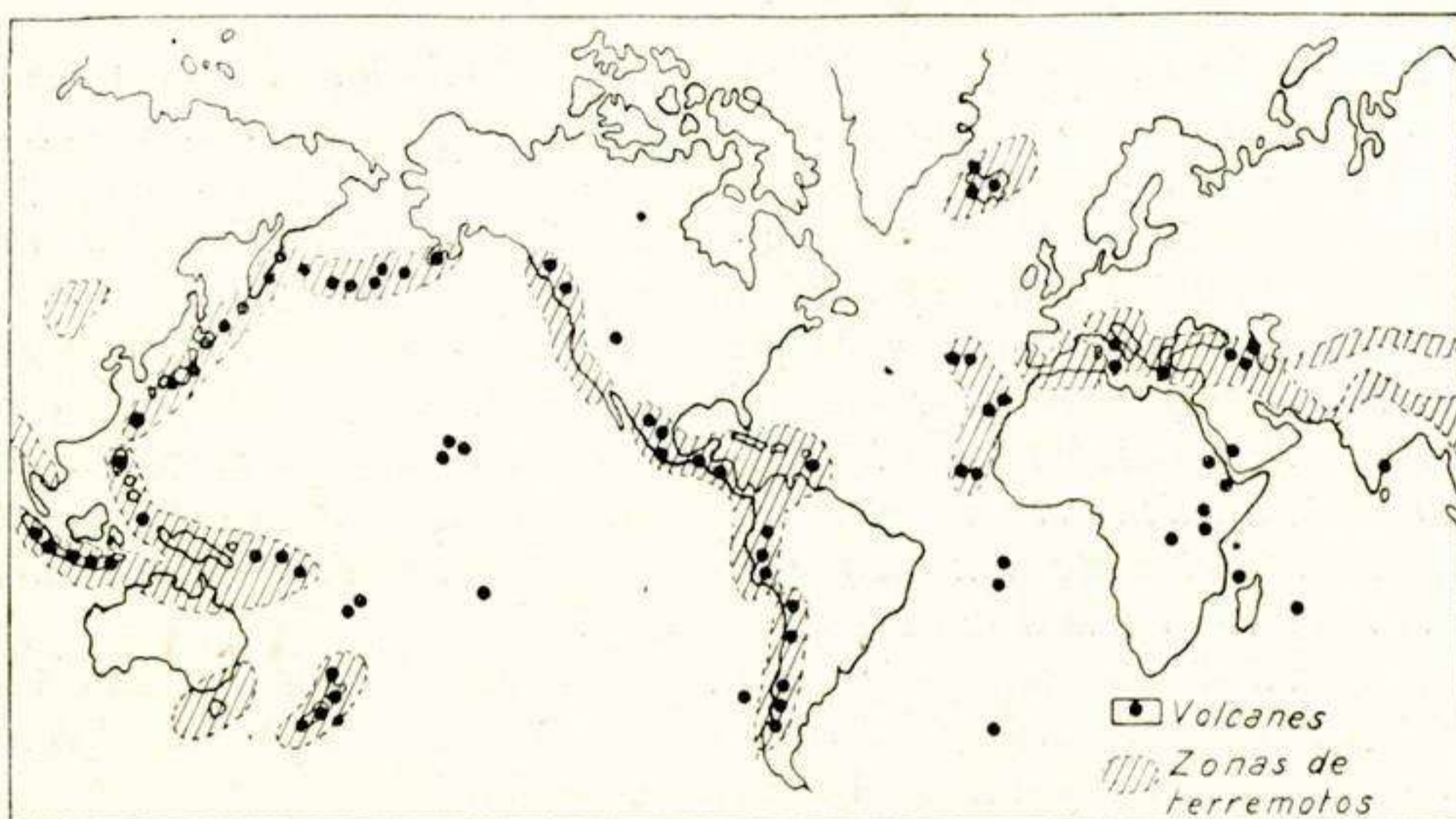


Fig. 123. — Mapa señalando la situación de los volcanes en actividad o que han tenido erupciones en fechas históricas, pudiéndose observar que coinciden con las zonas de frecuentes terremotos.

# LA BOTÁNICA

*En el primer curso hemos iniciado el estudio de las plantas y recordamos que hemos puesto de manifiesto que las plantas tenían raíces, tallo y hojas, así como que se reproducían mediante las flores y los frutos cuyas semillas daban lugar al germinar a que se produjera una nueva planta. También hemos indicado que la planta para poder vivir precisa alimentarse penetrando unos alimentos disueltos en el agua por la raíz, mientras que el carbono lo toman las hojas del gas carbónico que hay en el aire, función para la cual precisa que haya luz. Igualmente hemos hablado de la respiración, mediante la cual toman oxígeno y exhalan gas carbónico, de manera que viene ser una función en cierto modo contraria a la de tomar el carbono del aire.*

El estudio de las plantas lo mismo en lo que se refiere a su organización y modo de vida (*anatomía y fisiología*) que a la descripción de las diversas plantas que se conocen, recibe el nombre de *botánica* (1).

---

(1) La palabra botánica, procede de la griega *botane* que significa planta



## CONDICIONES DE AMBIENTE QUE PRECISAN PARA LA VIDA DE LAS PLANTAS

Las plantas para poder vivir precisan disponer de tierra para sostén de la misma y que esta tierra contenga las sustancias alimenticias indispensables para su vida, así como el agua que hace falta para la misma; por otra parte el vegetal precisa de aire, de luz y de un cierto grado de calor. Ahora bien, la clase de tierra, la mayor o menor humedad de ésta, el calor e incluso la intensidad de luz varían de un lugar a otro de nuestro planeta y si todas las plantas necesitasen iguales condiciones para poder vivir, solo habría vegetales en una zona reducida. Felizmente las distintas clases de plantas tienen necesidades diferentes y unas precisan determinada clase de tierras mientras que otras se desarrollan bien en terrenos distintos, unas quieren mucho calor y otras viven en países fríos, etc., y como las plantas no pueden cambiar de sitio a voluntad como ocurre con los animales, si las condiciones del ambiente (tierra y aire), no le son favorables la planta no se desarrolla.

### EL SUELO

La tierra en que la planta ha echado sus raíces se denomina *suelo*, (figura 124) y está constituido por granos y partículas más o menos finas de arcilla, sílice y caliza, juntamente con restos de vegetales más o menos podridos que constituyen el humus; además hay pequeñas cantidades

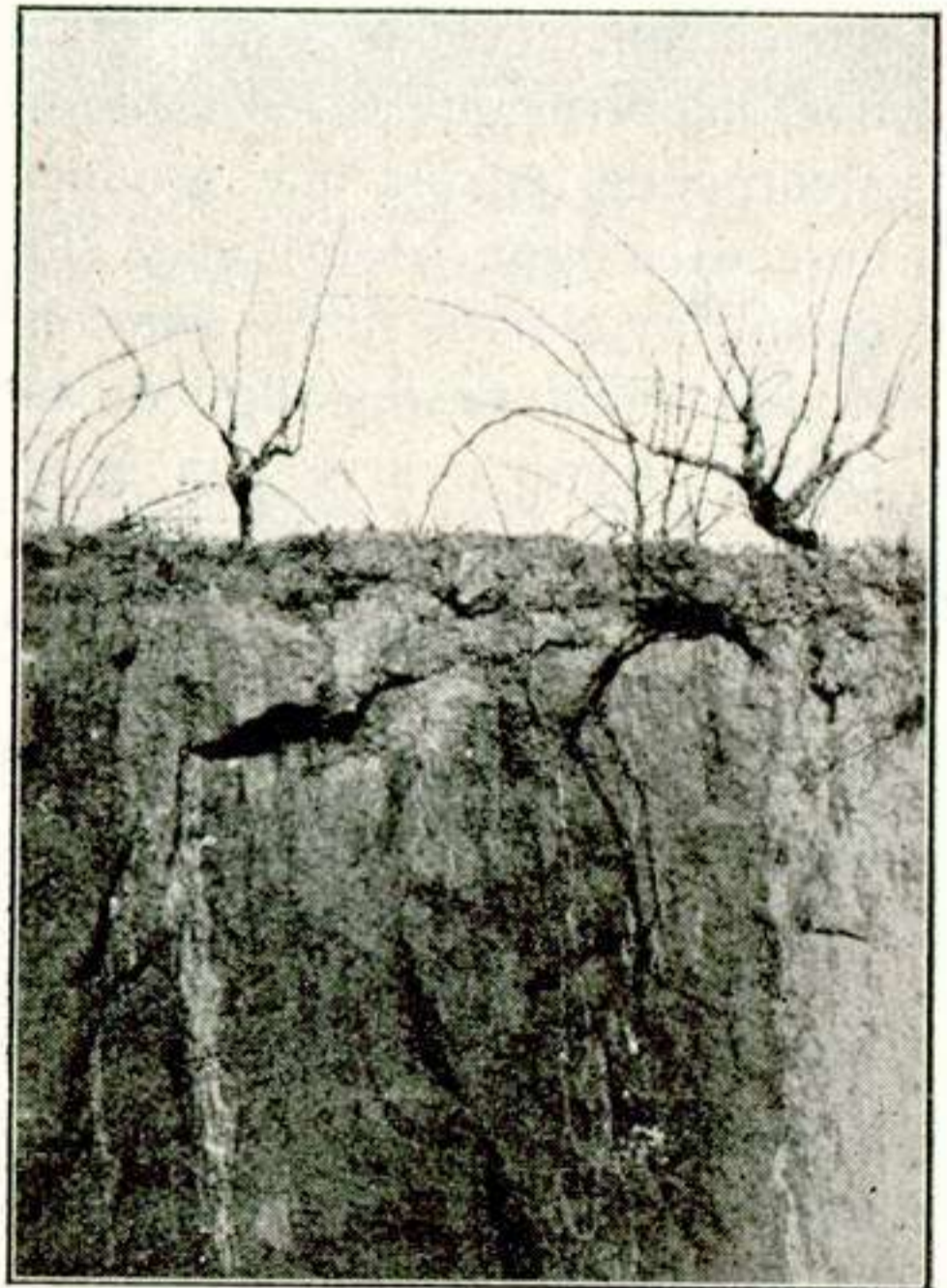


Fig. 124. - Corte de un terreno mostrando el suelo formando la capa superior y el subsuelo debajo, ambos atravesados por las raíces de vides.

Fot. del autor.

de otras sustancias indispensables a la vida de las plantas. El terreno de de-

bajo del suelo se denomina *subsuelo* y en él solo penetran las raíces de los árboles.

En unos suelos predomina la caliza y se denominan *suelos calizos*, mientras que en otros es la arcilla, denominándose *suelos arcillosos* y en algunos es la sílice y entonces constituyen los *suelos silíceos*.

Hay plantas que para vivir precisan de

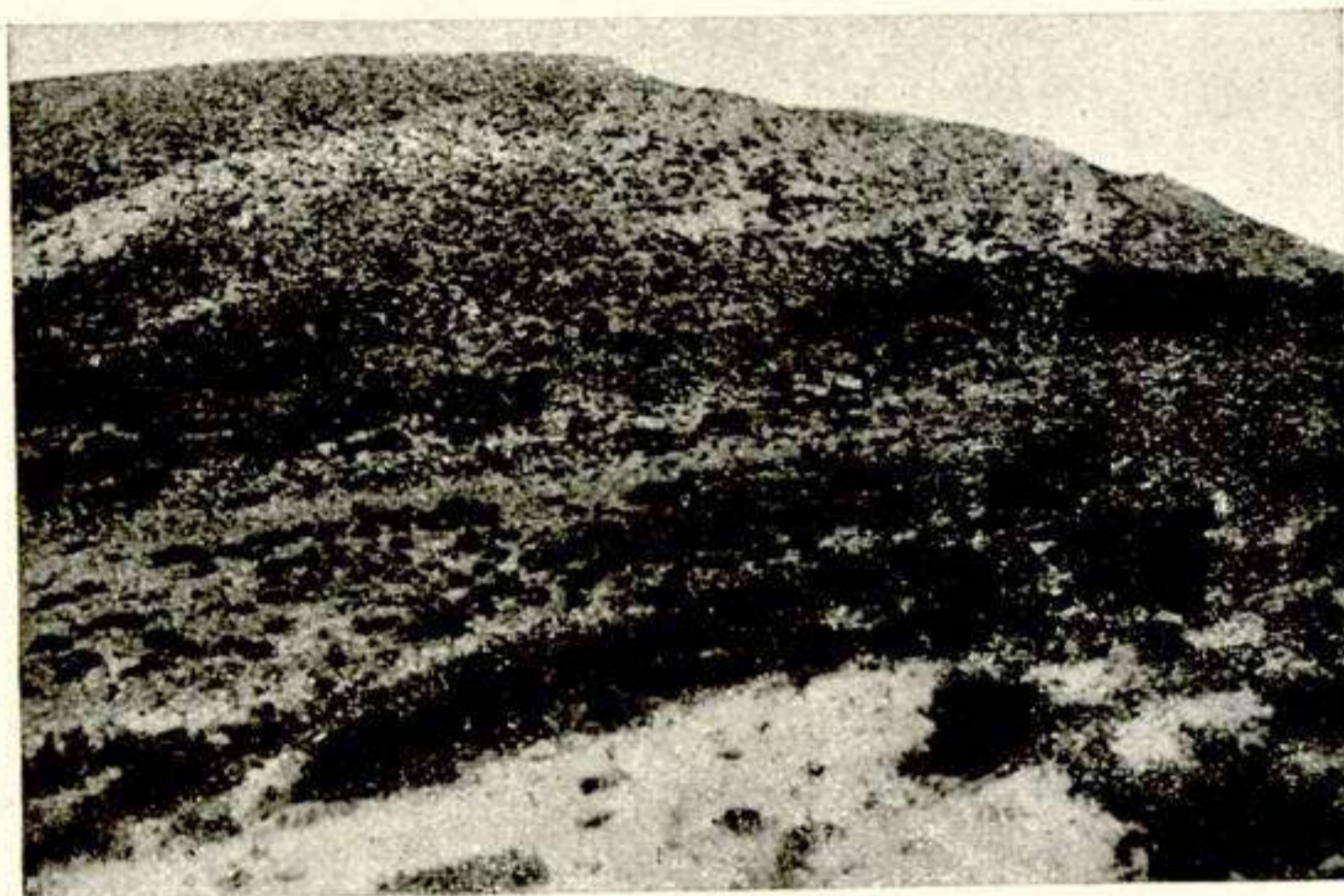


Fig. 125.—Estepa salina en la provincia de Lérida, obsérvese la vegetación halófila reducida a matas de distintas plantas.

Fot. Seró.

suelos calizos como ciertas encinas, mientras que otras como el alcornoque (encina que produce corcho) exigen suelos muy silíceos. Hay ciertos suelos que contienen mucho yeso y algo de sal común, como ocurre con gran parte de los suelos de nuestras *estepas* de Aragón y Castilla (figura 125) y entonces son estériles para la mayor parte de vegetales y solo se desarrollan en los mismos, ciertas plantas denominadas *halófilas* casi todas de escaso tamaño como por ejemplo el esparto y la salsola o planta barrillera de la cual antiguamente se obtenía la sosa.

## EL AGUA

Ciertas plantas precisan de gran cantidad de agua para poder vivir, algunas hasta el extremo

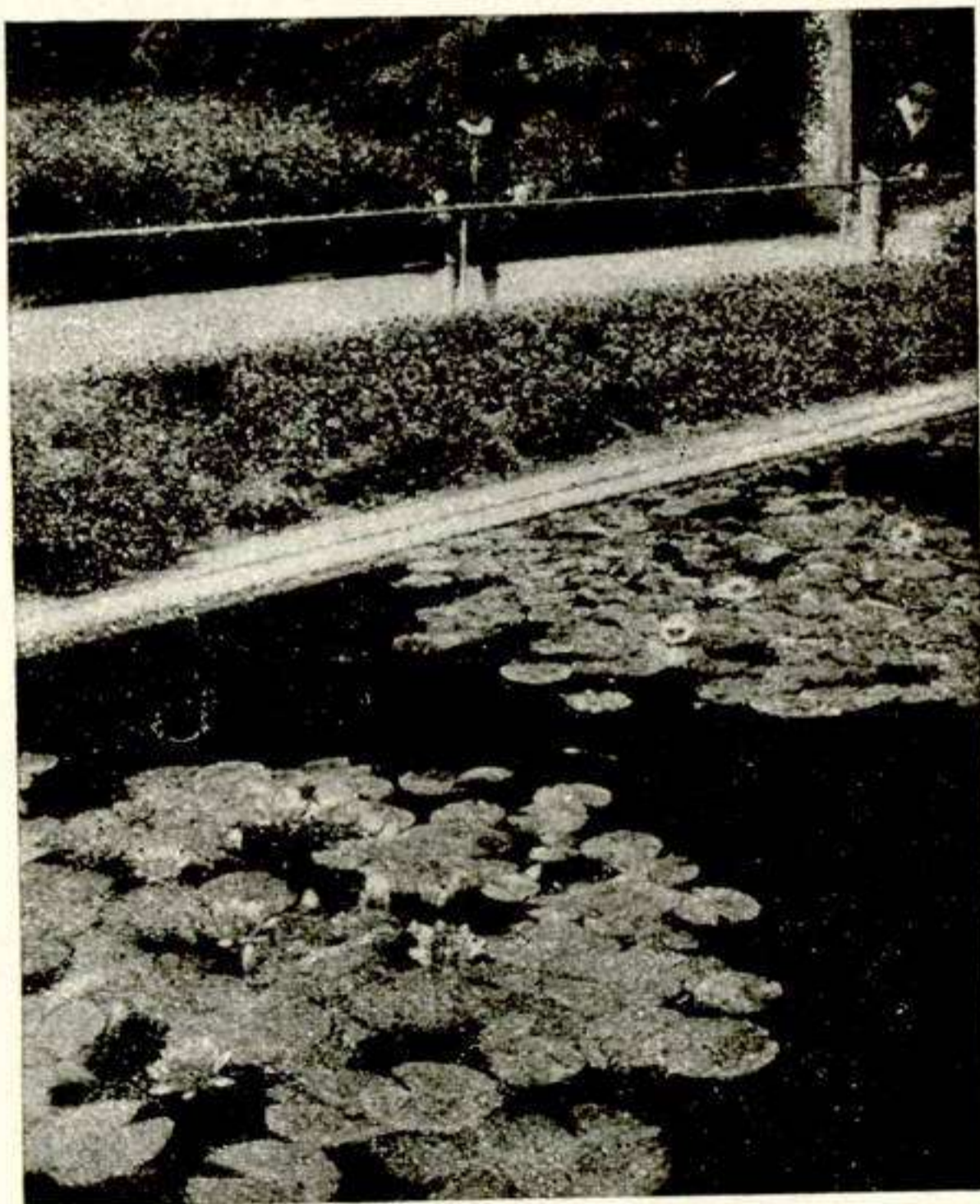


Fig. 126.—La Ninfea, una de las más hermosas plantas acuáticas, con las hojas y las flores florando sobre el agua.

Fot. Martini.



de desarrollarse únicamente dentro del agua (*plantas acuáticas*), (fig. 126) mientras que otras viven en países muy lluviosos, como ocurre por ejemplo con los helechos o el maíz. Las plantas propias de países lluviosos, pueden cultivarse en países secos si se les proporciona agua mediante regadíos, así por ejemplo en la zona de levante de España, donde llueve poco, se cultiva el arroz que es planta que debe cultivarse dentro del agua, gracias a inundar artificialmente los campos en que han sembrado esta planta.

Las plantas que precisan mucha agua para vivir se denominan *higrófilas*. (1) Las plantas higrófilas son en general de hojas numerosas, finas y muy verdes, como sucede, por ejemplo con las plantas de prados. (Fig. 127).

Otras plantas, al contrario les es suficiente disponer de poca cantidad de agua y por consiguiente se desarrollan en las comarcas de lluvias escasas y algunas de ellas hasta en los desiertos. Estas plantas se llaman *xerófilas*. (2)

Las plantas xerófilas se defienden de la falta de agua; bien almacenando el agua en sus tallos gruesos y carnosos, revestidos de una piel gruesa e impermeable que impide que se evapore, como ocurre con las pitas y las plantas *crasas*, tales como las chumberas y los cactus (figura 128) (3) o bien reduciendo sus hojas a un pequeño tamaño y haciéndose duras, hasta a veces transformándose en espinas, al tiempo que sus raíces se alargan en busca de humedad, tenemos ejemplo de ello en el tomillo y la esparraguera (figura 129) y entre los árboles el Drago (figura 130) bien conocido en las islas canarias.



Fig. 127.—Prados en el Pirineo aragonés, donde las lluvias abundantes permiten el desarrollo de la vegetación higrófila.

Fot. Seró.

(1) Esta palabra proviene de las dos griegas *hygros* que significa humedad y *philos* que significa amante; así pues la palabra higrófilo equivale a decir *amante de la humedad*.

(2) La palabra xerófila se deriva de las voces griegas *xeros* que significa seco y *philos*; significando por tanto *amante de la sequedad*.

(3) En ciertas plantas xerófilas el tallo se aplana y toma aspecto de hoja, así sucede con la chumbera, de cuya planta lo que el vulgo llama hojas es realmente el tallo y las hojas verdaderas son las espinas y con la esparraguera cuyas hojas se hallan reducidas a pequeñas escamas.

## EL CALOR

La temperatura que las plantas precisan para poder vivir y desarrollarse, debe estar comprendida entre cero grados y 50° sobre cero, pero pueden resistir durante un cierto tiempo temperaturas más bajas, así por ejemplo el trigo soporta temperaturas de 15 grados bajo cero y en cambio la caña de azúcar muere si la temperatura baja a menos de cero. Los grandes calores pueden también matar a las plantas, así por ejemplo un cerezo, árbol propio de clima templado, muere si se le planta en las proximidades del ecuador, donde reina una temperatura muy elevada.

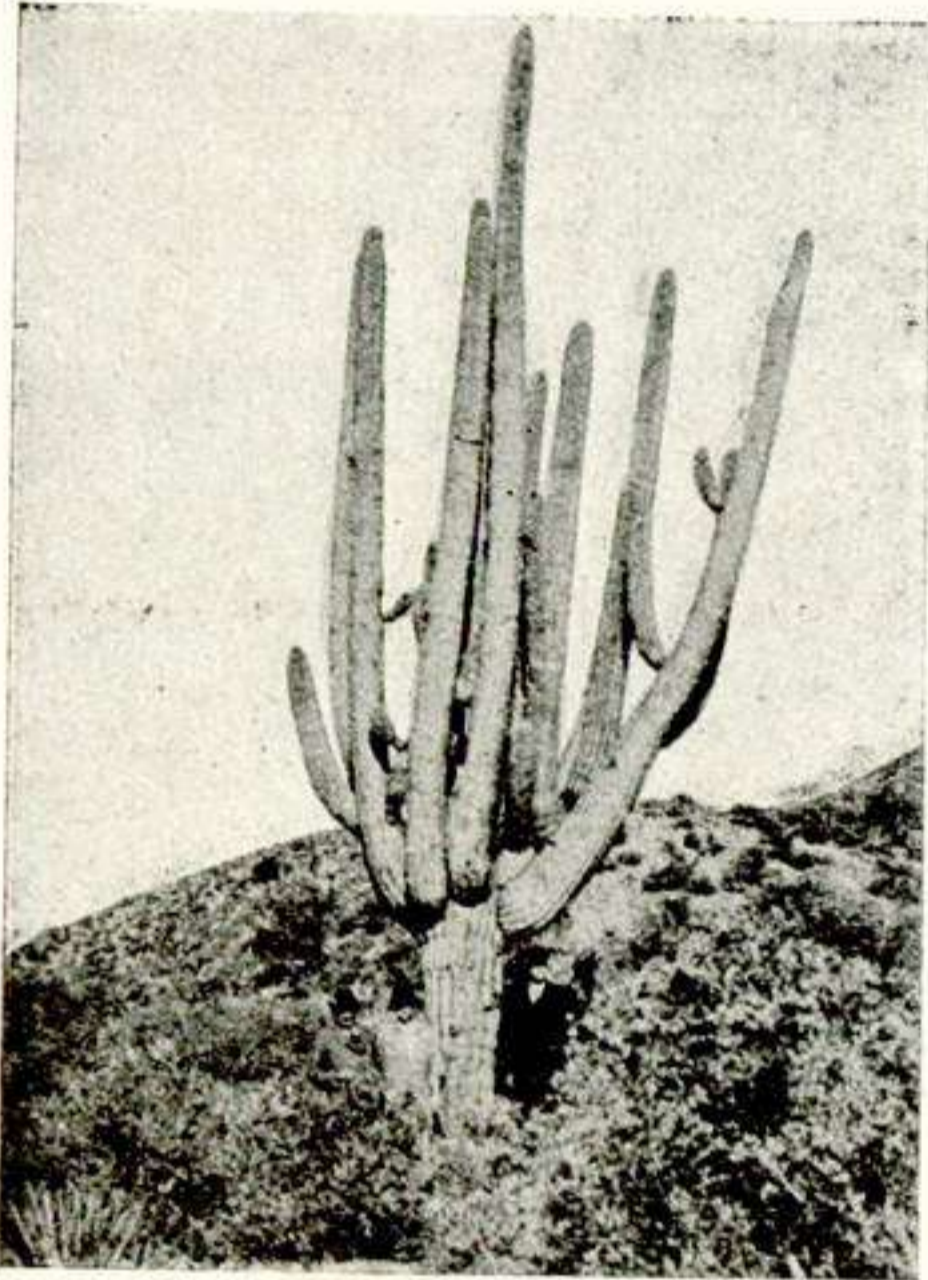


Fig. 128. — En las comarcas semidesiertas de los Estados Unidos se desarrollan plantas crasas xerófilas, entre ellos los cactus que llegan a alcanzar muchos metros de altura.

Fot. Grosvenor.

sisten grandes fríos como una especie de pino denominado abeto. (Figura 133).

Como la temperatura disminuye al elevarnos hacia la cima de las montañas (véase la página 59), resulta que en un mismo país habrá vegetaciones distintas según la altura sobre el nivel del mar, así en el Sur de España, tenemos que en la orilla del mar en la costa de Granada hay plantas tropicales como la caña de azúcar o el plátano de América y a medida que subimos a la Sierra Nevada

Tenemos pues que las temperaturas que las plantas precisan para vivir, varían según la naturaleza del vegetal, así hay plantas propias de países muy cálidos como el cocotero (figura 131) o el árbol que produce el cacao y se denominan *plantas tropicales*, otras son propias de climas templados como las que habitan nuestra península, tales como el olivo, la vid, (figura 132) el almendro, el maíz, et-zétera y otras re-

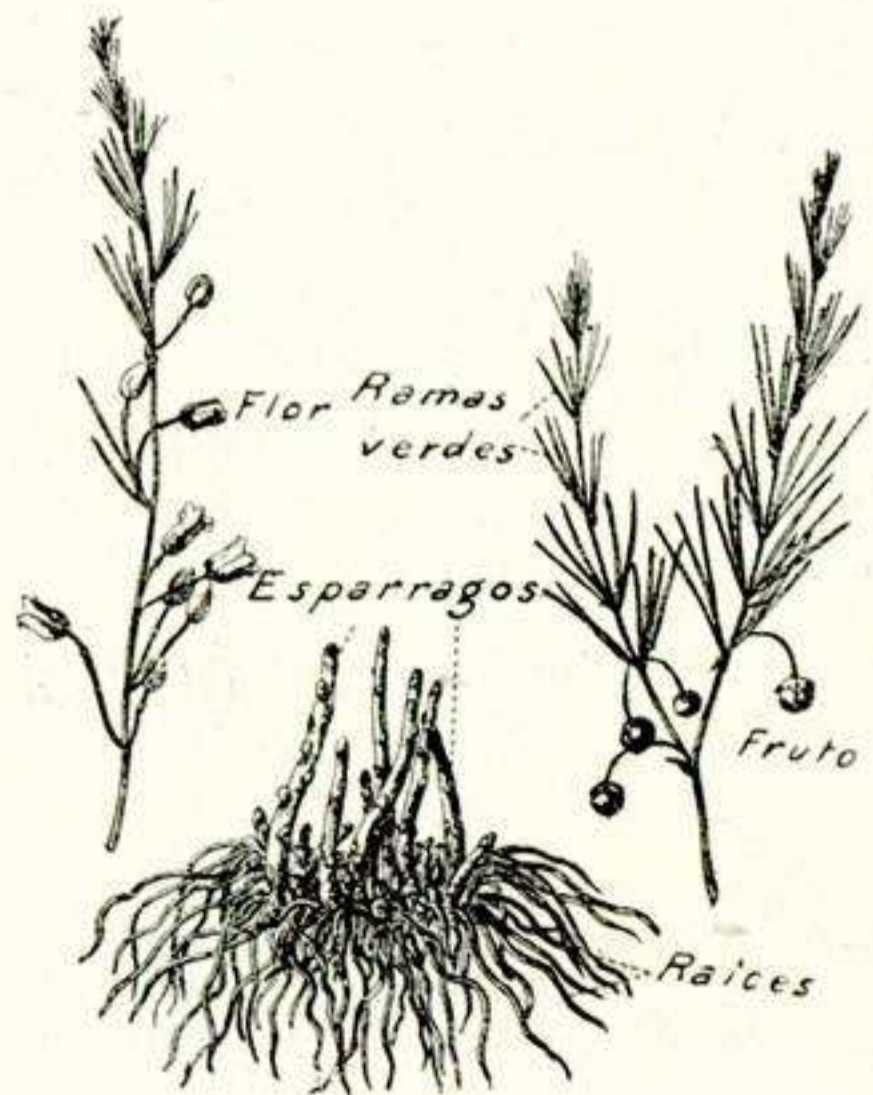


Fig. 129. — La esparraguera cuyas ramas tienen apariencia de hojas.

aparecen las plantas de clima templado (olivos por ejemplo), luego los bosques de encinas y pinos, más arriba los pinsapos, algunas hierbas bajas y cerca de la cima la roca desnuda cubierta de nieve la mayor parte del año. (Figura 134).

## LA LUZ

En el curso anterior indicamos la influencia de la luz en la alimentación de la planta, cuando la luz falta o es escasa, la planta pierde su color verde y se vuelve amarillenta o hasta blanca del todo; además se alargan desmesuradamente (figura 135) si bien quedan poco robustas y acaban por morir. El deseo de luz por la planta es tal, que si se pone una planta en una habitación oscura que entre la luz solo por una rendija se observará que al cabo de unos días la planta alarga su tallo en dirección a la rendija por donde entra la luz.

Esta propiedad de perder el color verde cuando falta la luz, es aprovechada por el agricultor para obtener plantas muy tiernas, así por ejemplo, se atan las hojas de cardo (figura 136), de lechuga o de apio de manera que la luz no

penetre en su interior y de este modo quedan blancas y son más sabrosas; al contrario, para que los árboles produzcan más fruto es frecuente que se corten ramas del mismo a fin de que la luz penetre en su interior y la planta alimentándose mejor, da mayor cantidad de fruto, operación esta que se conoce con el nombre de *poda*.

No todas las plantas precisan igual cantidad de luz, a unas les basta muy poca y habitan sitios sombríos, como ocurre con los helechos que se ven entre los árboles de los bosques o los musgos que tapizan la entrada de las cavernas, mientras que otras como la palmera o el naranjo exigen una luz intensa para fructificar bien.

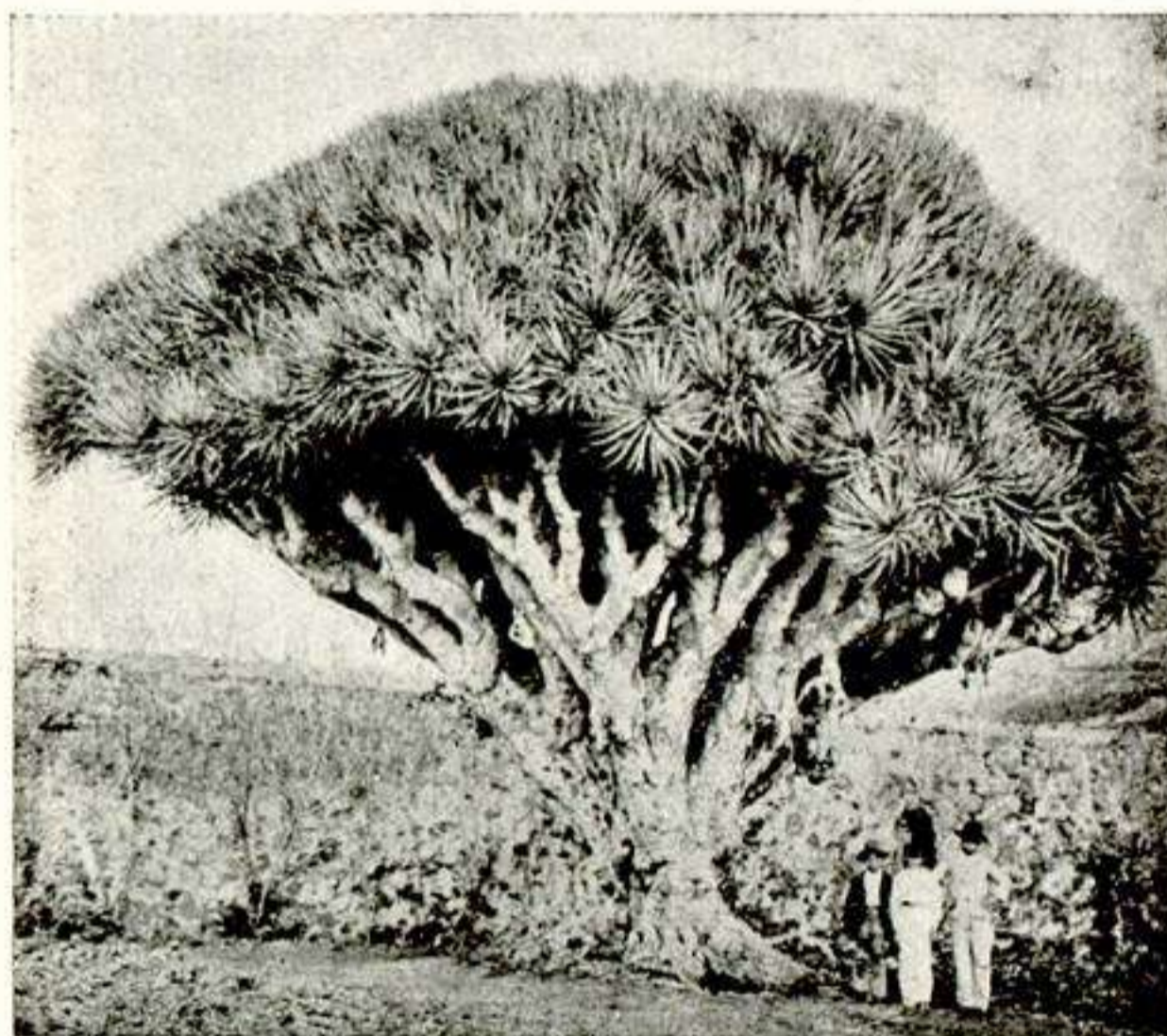


Fig. 130.—El drago, árbol xerófilo que existe en las islas Canarias.

Fot. Perestrello.

## CRIPTOGAMAS O PLANTAS SIN FLORES

En el primer curso hemos hablado de las plantas que tienen flores, por lo cual reciben el nombre de *fanerógamas*; ahora tenemos que hablar de otras plantas que carecen de ellas y que se denominan *criptógamas*. Las criptógamas son muy distintas unas de otras y pasaremos revista a los principales grupos.



Fig. 131. — Bosque de cocoteros en las comarcas tropicales; obsérvese su parecido con nuestra palmera.  
Fot. Nacional Geographic Magazine.

tro de manera que también precisa el microscópio a mucho aumento para poderlas ver.

(1) De *micro* que significa pequeño y *bios* vida; la palabra micróbio indica pues seres vivos pequeños.

### BACTERIAS

Las bacterias, vulgarmente llamadas micróbios (1), son las plantas más pequeñas que se conocen; las llamadas *cocos* (figura 137) con esferitas de tamaño de una milésima de milímetro, es decir que se precisan mil de ellas puestas en fila para cubrir la distancia de un milímetro, se comprende pues que no se puedan ver a simple vista y precisa mirarlas con el microscópio, que aumentando más de mil veces, permite verlos como granitos de arena algo gruesa.

Otras bacterias tienen forma de bastoncito, denominándose *bacillus* (figura 138) y su longitud es de varias milésimas de milímetro

Las bacterias se reproducen dividiéndose cada una en dos o bien formándose varios granitos en su interior o a un extremo del mismo (figura 139) los cuales germinan dando lugar cada uno a otro nuevo microbio, estos granitos destinados a reproducir la bacteria se denominan *esporas*. La multiplicación de los microbios es tan grande, que cuando las circunstancias son favorables a su vida un solo individuo puede dar lugar a millones de ellos en pocas horas, así es que la cantidad de bacterias que hay en todas partes es inmensa.

Las bacterias no pueden vivir a costa de sustancias minerales y del carbono del aire como ocurre con las plantas con flores sinó que al igual que los animales se han de alimentar de sustancias orgánicas,

como consecuencia de ello, unas viven sobre seres vivos, ya plantas, ya más generalmente animales, a los que causan diversas enfermedades y entonces se dice que son bacterias *parásicas*, mientras que otras viven sobre mate-

rias en descomposición como las que hay en el estiércol o en el suelo, llamándose *saprófitas*.

Por lo que acabamos de decir se comprende que existan bacterias muy perjudiciales al hombre ya que pueden causar su muerte como ocurre con el microbio de la tuberculosis o causar la muerte de animales domésticos como por ejemplo el microbio que causa la peste del cerdo, pero en cambio hay microbios muy útiles, unos porque viven en la tierra y proporcionan alimentos a las plantas que cultivamos y otros



Fig. 132.—Olivo, árbol propio de clima templado y por lo tanto que abunda en nuestro país.

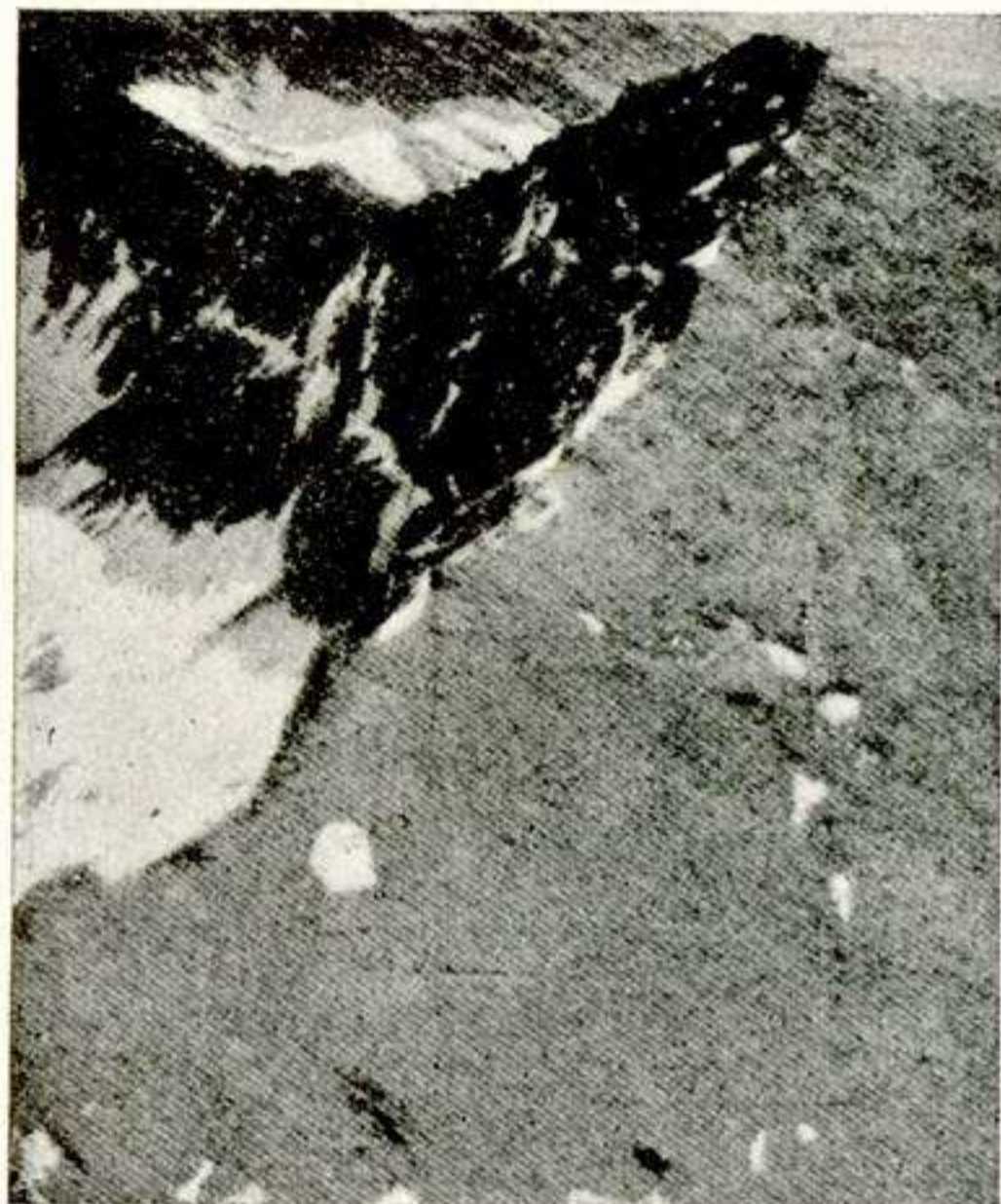
Fot. del autor.



Fig. 133.—Los abetos se desarrollan en las zonas frías, he aquí un bosque de ellos en el Pirineo Catalán a unos 1.900 metros de altitud.

Fot. Seró.

porque viven en nuestro organismo, por ejemplo en el intestino y luchan contra los microbios perjudiciales, tanto es así, que algunas medicinas para combatir enfermedades del vientre son simplemente millones y millones de estos micróbios benéficos.



Fot. 134. — En las grandes alturas el frío no permite ya la vegetación; he aquí las rocas desnudas en la cumbre de Sierra Nevada a 3.481 metros de altitud.

Fot. tomada durante el verano por la Aviación militar española.

trará unas láminas radiantes desde el centro hacia los bordes; estas láminas al madurar dejan caer un polvillo que mirado al microscópio se ve que son numerosas esferillas, denominadas *esporas*.

Si en lugar de limitarnos a recojer la seta, nos tomamos la molestia de examinar cuidadosamente el sitio en que se halla, veremos que se ha producido en sitios donde hay materia descompuesta, hojarrasca o maderas podridas, estiércol, etc., y que ésta presenta unos filamentos blancos entrecruzados de los cuales nace la seta; estos filamentos tienen el nombre de *micelio* y

## HONGOS

ESTUDIO DE LAS SETAS.—Un entretenimiento agradable y a la vez provechoso consiste en ir, después de las primeras lluvias otoñales, a la busca de setas, las cuales las hallaremos en los sitios humbríos y algo húmedos de los bosques apareciendo como una especie de columna que sostiene un sombrerete o sombrerillo, el cual puede ser abombado por encima o al contrario formando una especie de cavidad, mientras que por debajo, siempre nos mos-

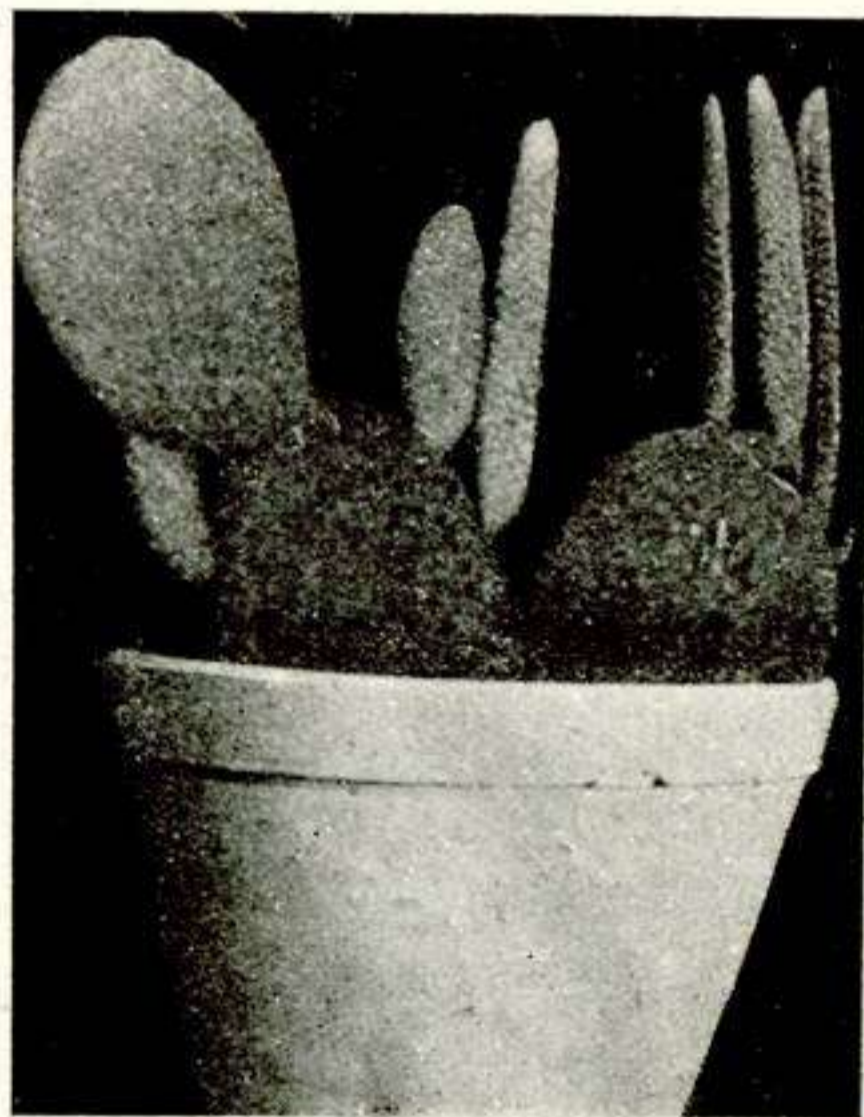


Fig. 135.— Chumbera cuyas hojas se han alargado desmesuradamente a causa de haber crecido en una habitación poco iluminada, obsérvese el contraste con las hojas viejas desarrolladas en plena luz. — Fot. del autor.

representan el cuerpo o talo de la seta, que se continua de un año para otro, mientras que el sombrerete es el aparato reproductor que produce las esporas que al germinar darán lugar a un nuevo micelio, el cual a su debido tiempo producirá nuevos sombreretes o setas.

El color de las setas varía, unas son blancas, otras pardas, algunas son amarillentas y hasta incluso las hay encarnadas, pero en cambio falta el color verde, tanto en el sombrerete como en el micelio y ello es debido a que las setas, al igual que los demás hongos, no toman el carbono del aire por la acción de la luz, como ocurre en las demás plantas, sino que al igual que ciertas bacterias se alimentan de sustancias orgánicas más o menos descompuestas, siendo por tanto saprófitas.

De toda esta diversidad de setas, debemos distinguir las que sirven para comer o *setas comestibles*, (figura 140) de exquisito sabor y las que contienen sustancias venenosas, (figura 141) por cuya razón al comerlas producen una intoxicación que frecuentemente es mortal; no pasa año que no mueran en España unas cuantas personas por haber comido *setas venenosas*. Desgraciadamente las setas comestibles y las venenosas se asemejan mucho y precisa práctica para distinguir las, por esta razón, no deben nunca comerse setas que no hayan sido examinadas por personas entendidas o bien compradas en el mercado.



Fig. 136.—Cardos atados con objeto de que, evitando que la luz penetre en el interior, sean más blancas y más tiernas.

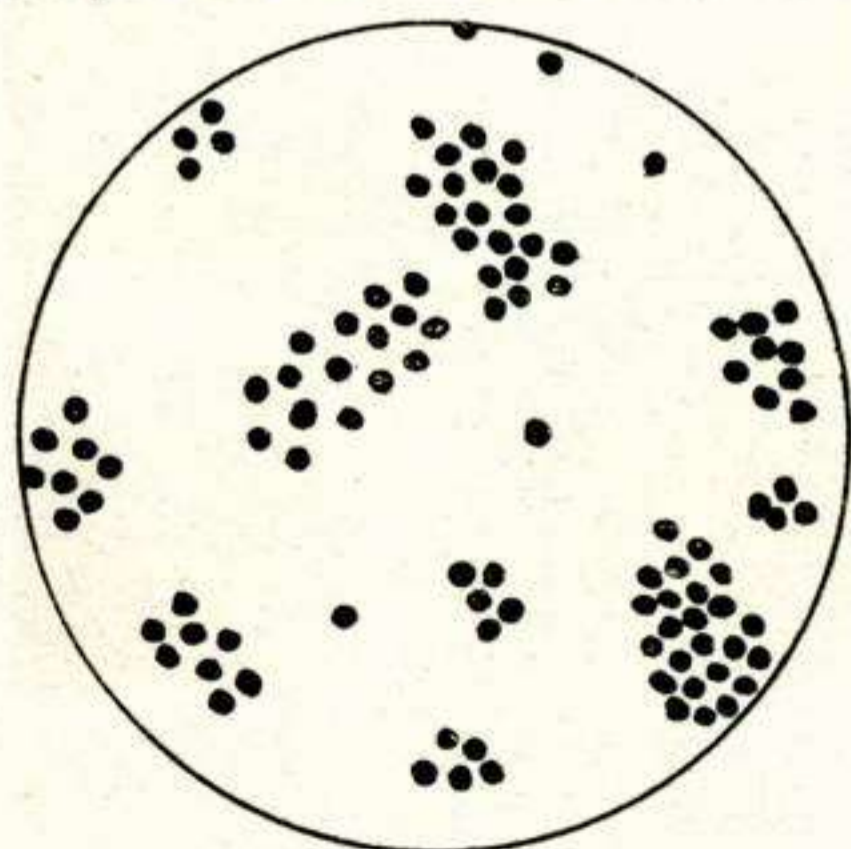


Fig. 137.—El microbio estafilócoco, que produce diversas supuraciones, visto al microscópio aumentado mil veces.

El valor de la seta movido a cultivar ciertas especies como por ejemplo la seta común, sobre estiércol en cuevas o sótanos húmedos y oscuros. (Fig. 142).

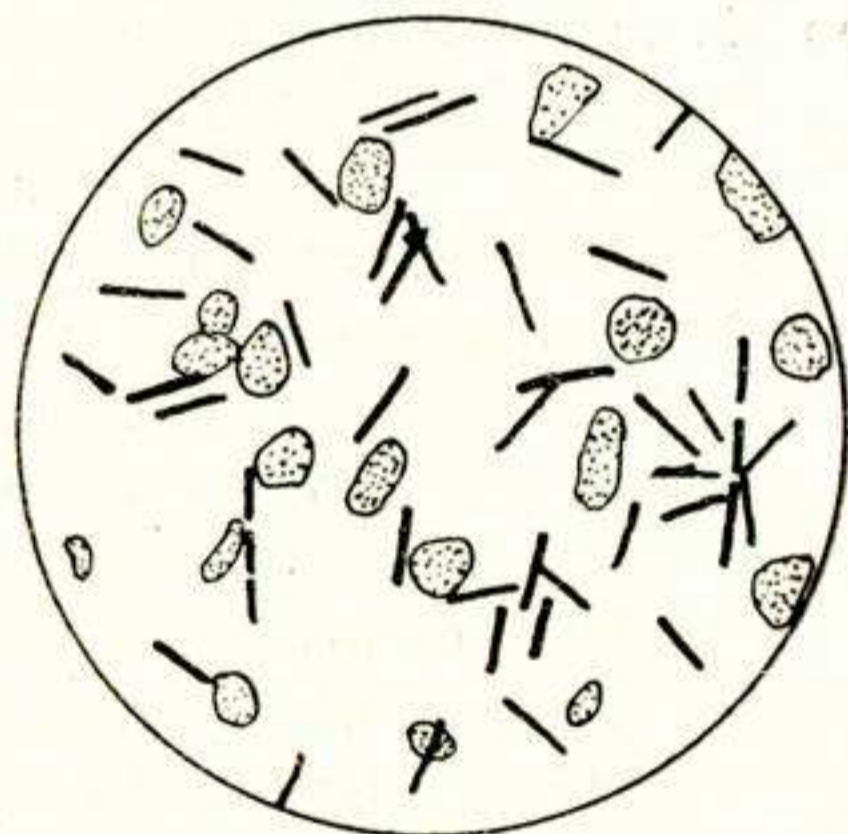


Fig. 138.—El bacilo que produce el carbunco, en la sangre de un animal enfermo, pueden observarse los glóbulos rojos más o menos alterados por el microbio. Aumentado 500 veces.

**HONGOS PARÁSITOS DE PLANTAS.**—La mayoría de los hongos que se conocen, no forman sombrerete y se limitan al micelio en unas prolongaciones del cual se forman las esporas que han de reproducir la planta.

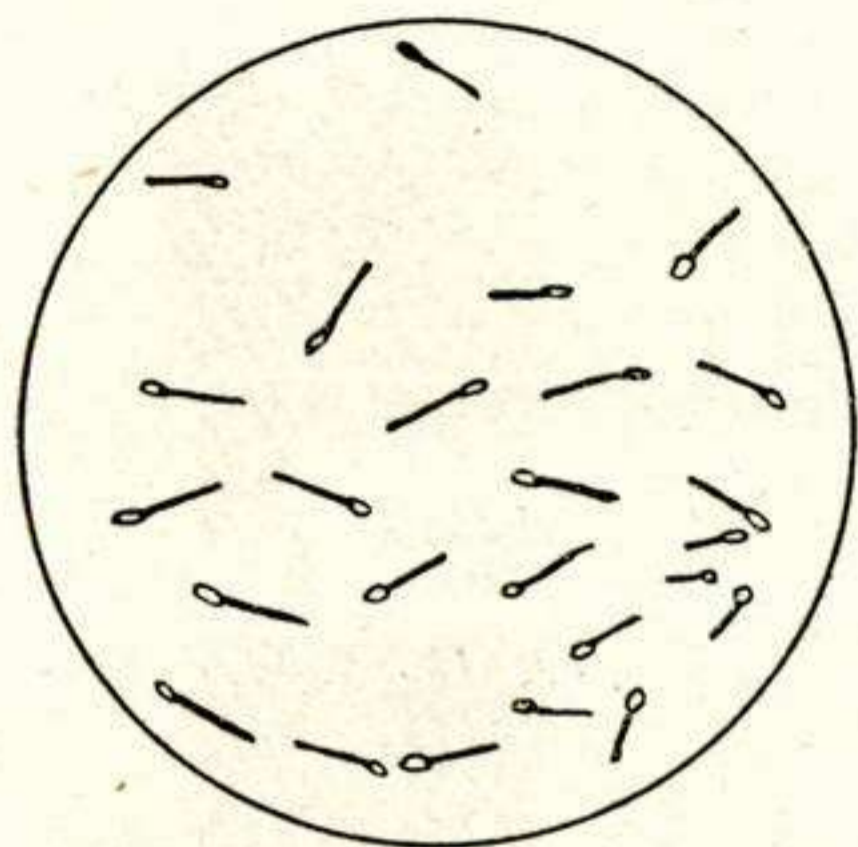


Fig. 139.—El bacilo que produce la terrible enfermedad llamada tétanos, mostrando la espóra al final de su cuerpo.

Aumentado mil veces.

Muchos de ellos viven a expensas de plantas, penetrando el micelio en su interior y alimentándose de los jugos de la misma, por cuya razón la planta se pone enferma, produciendo poco fruto y de mala calidad o incluso en ciertos casos llega a morir. De estos hongos parásitos, el más importante es el Mildiu de la vid (figura 143) que se combate rociando la planta con sulfato de cobre disuelto en agua de cal. Los hongos parásitos causan todos los años centenares de millones de pesetas de pérdidas a nuestros agricultores.

**HONGOS ÚTILES AL HOMBRE.**—En cambio hay hongos que son muy beneficiosos al hombre, así tenemos por ejemplo las llamadas *levaduras*, hongos que se desarrollan

en el zumo de la uva, (figura 144) transformando este zumo en vino o que se desarrollan en la harina amasada con agua, permitiendo que al cocerla se forme el pan; si no fuera por las levaduras, el pan sería una masa dura que no podría comerse. Las levaduras son muy pequeñas y precisan del microscópio para poderse ver.

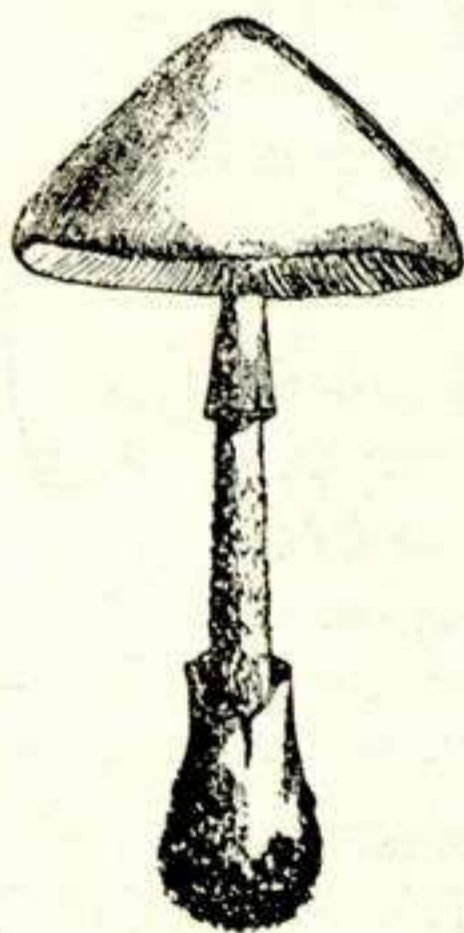


Fig. 141.—Sombrerillo de la seta venenosa llamada *Amanita verna*.

En el caso del zumo de uva, tenemos que una vez exprimidas éstas y puesto su jugo en una cuba, caen en el mismo esporas de estos hongos, que se hallaban en suspensión en el aire, las cuales, hallando humedad y alimento germinan dando lugar al micelio que se extiende



Fig. 140.—Sombrerillo (aparato reproductor) de la seta comestible llamada Níscalo. Mitad de tamaño natural.



por dentro del líquido originando que el azúcar que contenía la uva, se transforme en alcohol y gas carbónico; la fermentación se acaba cuando ya no hay azúcar que sirva de alimento al hongo o cuando la cantidad de alcohol es lo bastante grande para matar al mismo; de esta manera se ha formado el vino gracias a estos hongos.

### ALGAS

Las algas son plantas acuáticas o al menos de sitios extraordinariamente húmedos y aparecen generalmente como cintas ya sencillas ya ramificadas de color verde, pardo o rojo. No tienen raíces, ni tallo, ni hojas y se reproducen bien por esporas como los hongos y bacterias o bien por *huevos*. Estos son el resultado de la unión de una especie de cuerpo redondeado u *cósfera* que viene a representar el óvulo de la flor y del *anterozoide* que equivale al grano de polen; el huevo al desarrollarse da lugar a una nueva alga.

Las algas poseen clorófila y si no aparecen todas de color verde, es porque hay otro color que lo enmascara, por tanto se alimentan directamente de sustancias minerales y son capaces de aprovechar el carbono del gas carbónico del aire al igual que lo efectúa las plantas fanerógamas que han sido estudiadas en el pasado curso.

Las algas de agua dulce suelen ser filamentosas y de color verde o bien son microscópicas y de color pardo; en este último caso examinadas al microscopio aparecen con un esqueleto de sílice que muestra dibujos de belleza sorprendente (figura 145), estas últimas algas se denominan *diatómeas*.

En el mar hay algas de gran tamaño, frecuentemente de varios metros de longitud (figura 146) y algunas alcanzando

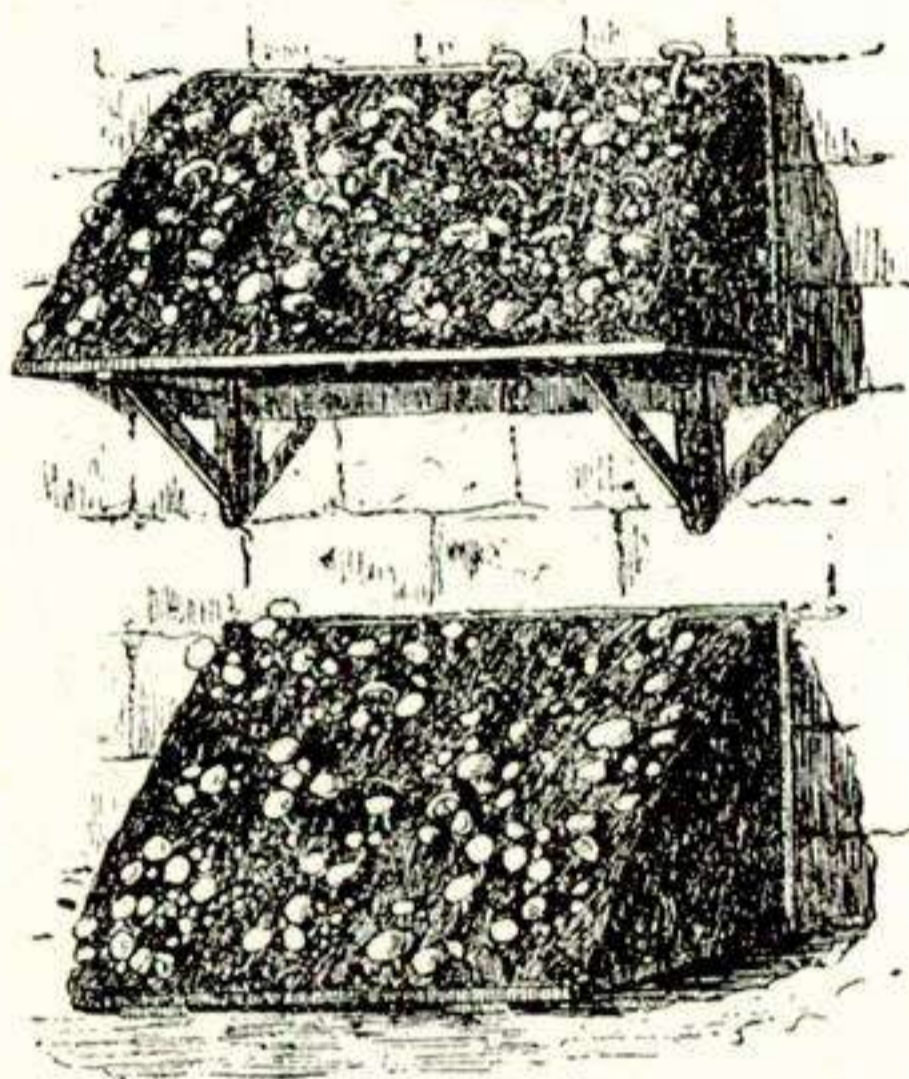


Fig. 142. — Setas cultivadas sobre estiércol.

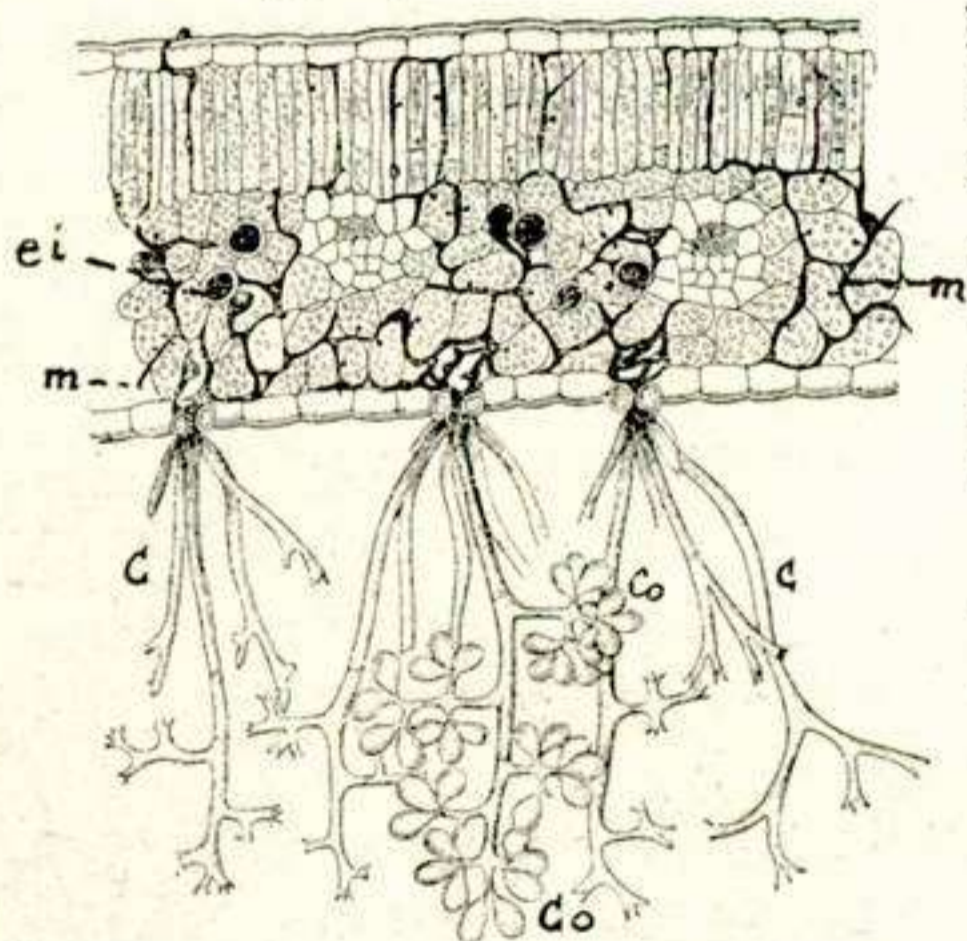


Fig. 143. — El hongo que produce el mildew, en el interior de una hoja enferma de vid; m, son los filamentos del micelio; ei, los huevos del hongo y c, el aparato reproductor que sale al exterior de la hoja. Aumentado unas cien veces.

hasta 500 metros, (figura 147) siendo por tanto las plantas mayores que se conocen. Las algas flotan y frecuentemente se acumulan en ciertas zonas cubriendo las aguas, como ocurre en el llamado mar de los Sargazos, en el Atlántico no lejos de Canarias. Entre las algas marinas, hay las *coralinas*

(figura 148) que se incrustan de piedra caliza, por lo que a primera vista parecen corales.

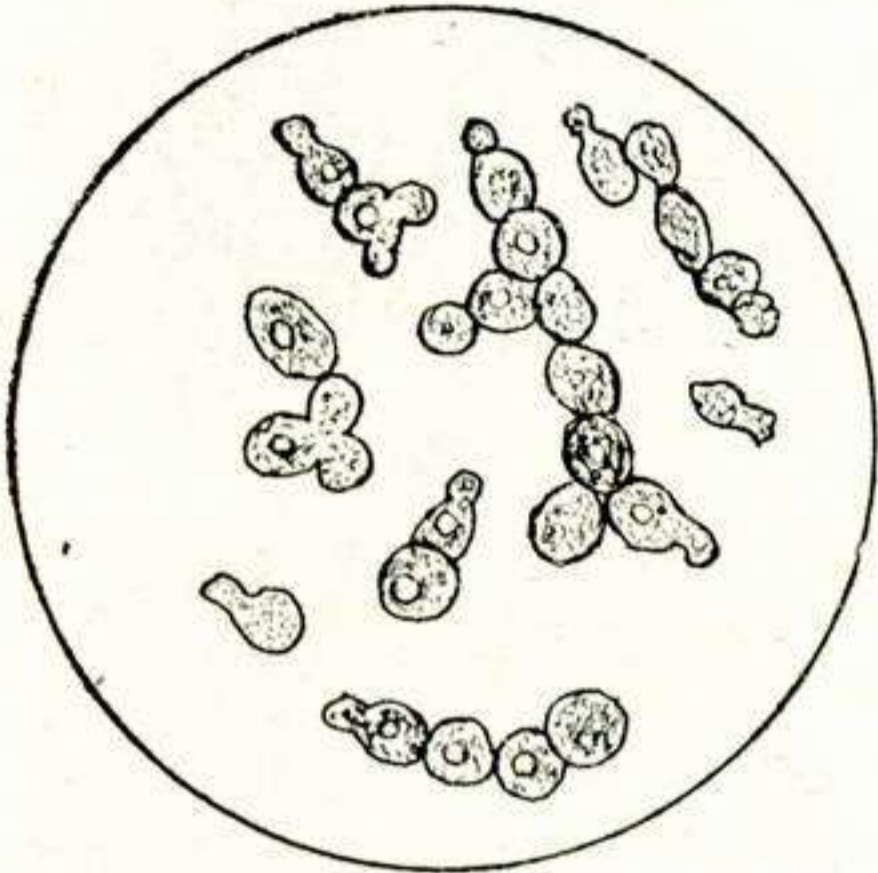


Fig. 144.—Uno de los hongos (levaduras), que producen la fermentación del vino. Aumentado 300 veces.

## LÍQUENES

Los líquenes son vegetales que se les ve tapizando rocas o troncos de árboles, (figura 149) mostrando generalmente un color grisáceo o amarillento y a primera vista parecen tener hojas aunque realmente se trata de un talo (no confundir con tallo) aplanado.

Estas plantas son curiosísimas pues en realidad se trata de dos vegetales muy distintos, una alga y un hongo unidos para auxiliarse mutuamente lo que se llama vivir en *simbiosis*. El alga aprovecha el carbono del aire gracias a tener clorófila y el hongo en cambio proporciona agua al alga, lo que permite que los líquenes vivan en sitios relativamente secos.

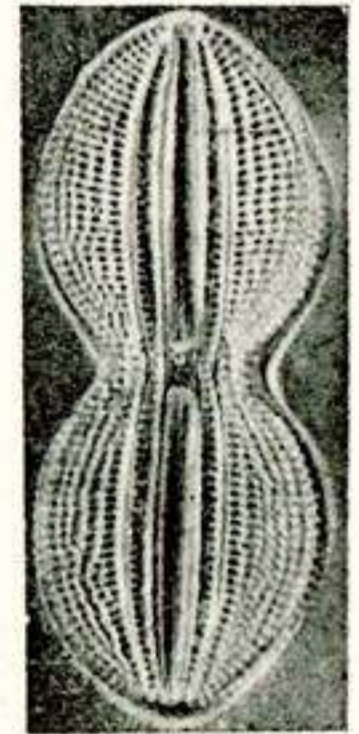


Fig. 145.—Esqueleto silíceo de una alga diatomea vista al microscopio aumentada unas 500 veces.

Fot. microscópica del autor.

## MUSGOS

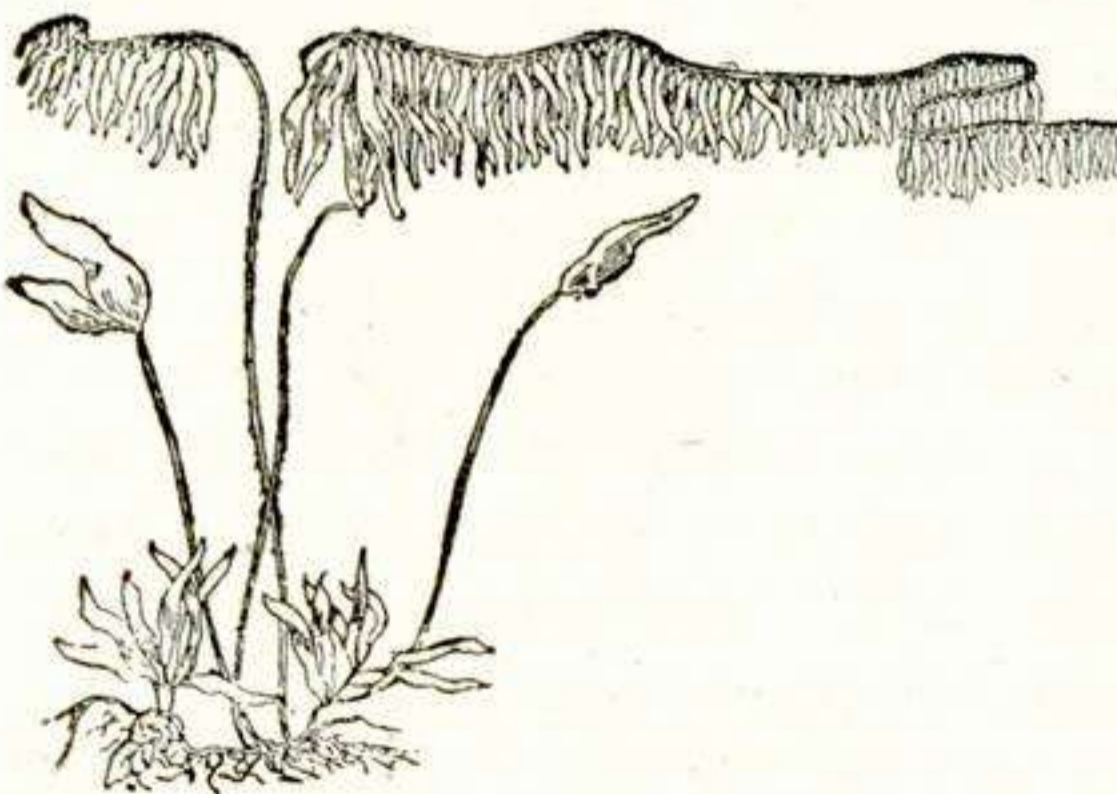


Fig. 147.—Pié de una de las algas que alcanzan hasta 500 metros de longitud.

Los musgos, son vegetales que muestran una cierta semejanza con las plantas fanerógamas, pues poseen un tallo y hojas, si bien en lugar de raíz muestran unos largos pelos que fijan la planta al suelo y reciben el nombre de *rizoides*. (Fig. 150). Los musgos aparecen

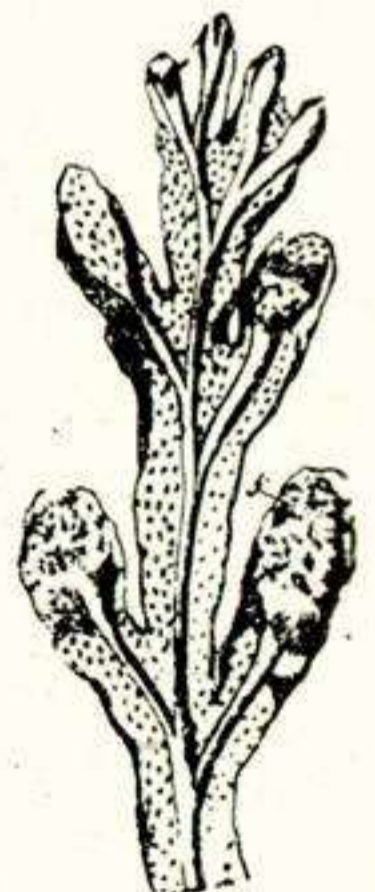


Fig. 146.—Alga denominada fucus.

muy juntos unos a otros y por entrecruzamiento de sus rizoides forman un cesped que recubre a las rocas (figura 151) y a terrenos húmedos; hay otros que viven en el agua y al descomponerse lentamente se transforman en carbón originándose de este modo la *turba*.

Los musgos se multiplican por esporas, las cuales se desarrollan dentro de una especie de cápsula denominada *esporogonio* la cual, al llegar a la madurez se abre soltando las esporas que reproducirán la planta.

## CRIPTÓGAMAS VASCULARES

Estas plantas no solamente presentan tallo y hojas, sino que muestran verdaderas raíces y vasos por donde circula la savia,

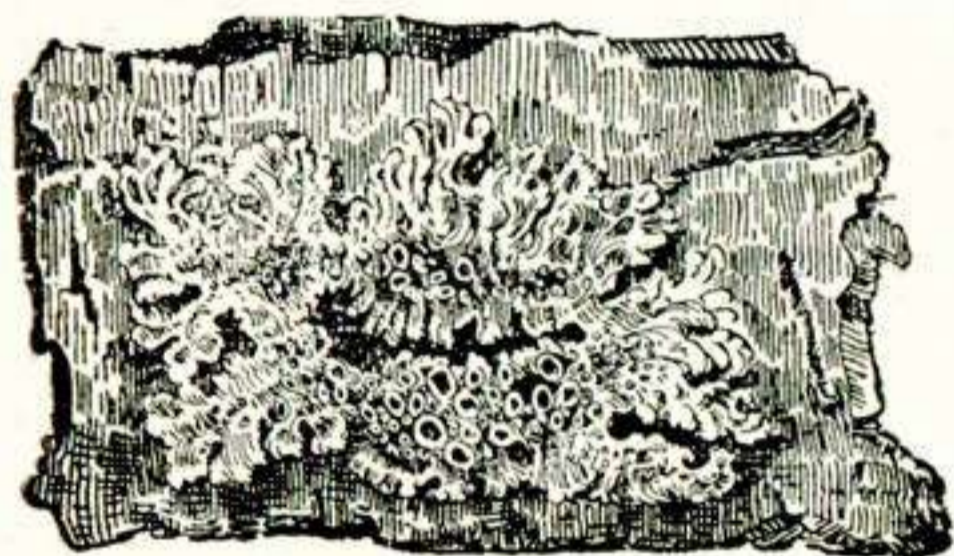


Fig. 149.—Líquien tapizando una roca.

faltando únicamente las flores y de consiguiente los frutos para tener semejanza completa con las fanerógamas.



Fig. 148.—Alga coralina.

HELECHOS. — Los helechos son unas hermosas plantas (figura 152) que abundan en los bosques de

las zonas en que llueve con alguna frecuencia o bien cultivadas en jardines; en nuestro país raras veces sobrepasan la altura de un metro pero en los países muy cálidos hay especies arborescentes que alcanzan muchos metros de altura.

Los helechos de nuestro país, muestran un tallo subterráneo denominado *rizoma* del cual salen al exterior (figura 153) unas grandes hojas compuestas conocidas con el nombre de *frondes* y que constituyen la totalidad de la parte visible de la planta. En cambio los helechos tropicales en forma de árbol, tienen el tallo aéreo.

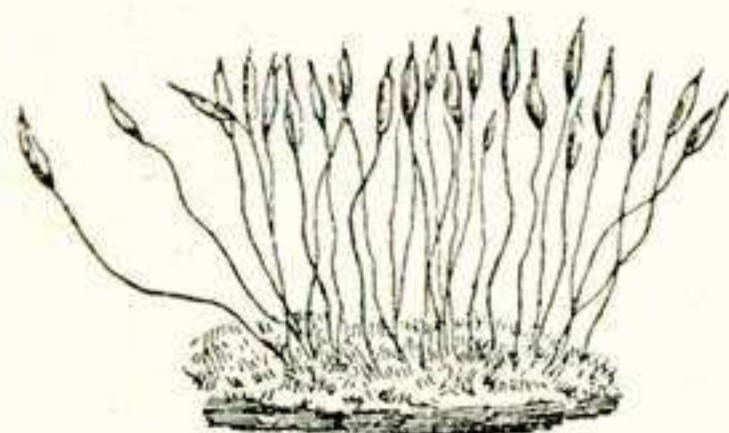


Fig. 151.—Musgo tapizando una roca (ligeramente aumentado).

El modo de vida de los helechos es idéntico al de nuestras fanerógamas, pero diferenciándose en su reproducción, ya que en lugar de flores mues-



Fig. 150.—Musgo llamado Fumaria, mostrando las partes de que se compone. Aumentado unas cuatro veces.

tran en él en vez de las hojas, unas manchas de color pardo denominadas *soros*, las cuales contienen multitud de una especie de saquitos llamados *esporangios*, que a su vez encierran las *esporas*, granitos microscópicos destinados a multiplicar la planta.

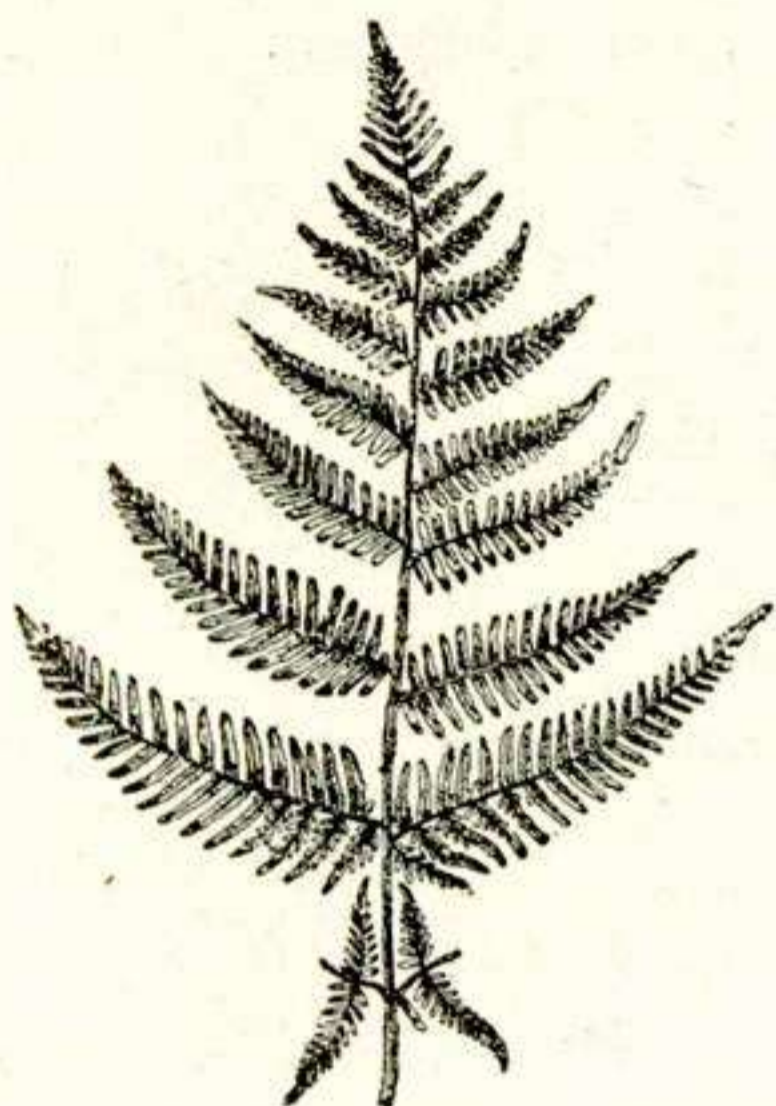


Fig. 152.—Helecho común, Criptógama vascular común en los bosques de las zonas algo lluviosas.

*la de caballo* (figura 154) cuyas hojas se agrupan formando collares a lo largo del tallo; esta planta al igual que los helechos, viven en los bosques húmedos y en suelos preferentemente silíceos. Nuestros equisetos miden un metro de altura, pero en los países tropicales alcanzan hasta 9 metros.

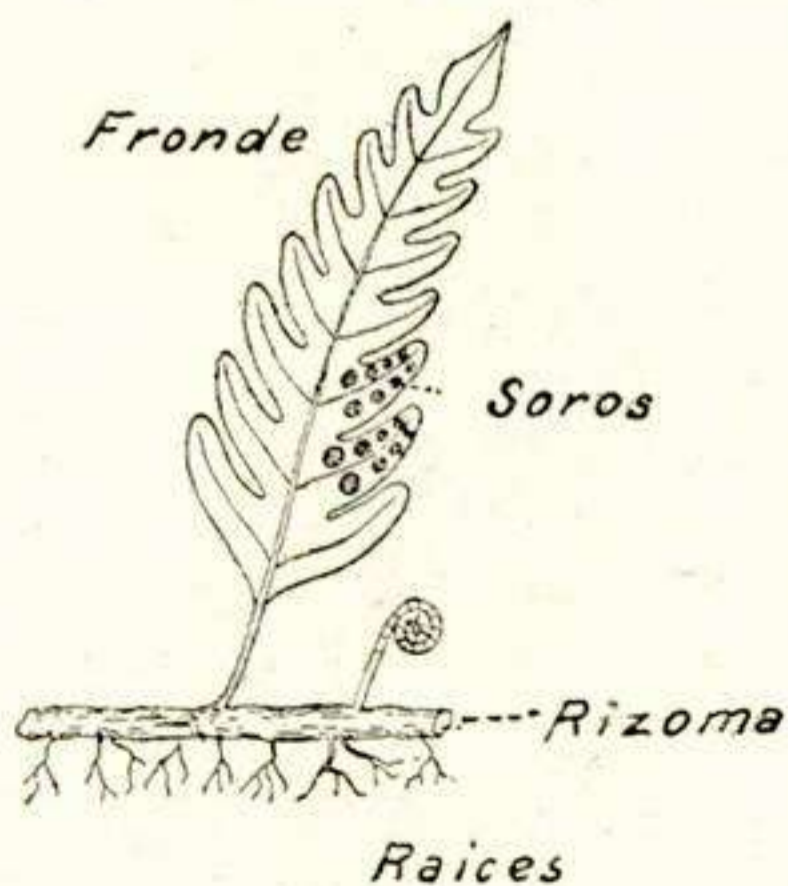


Fig. 153.—Las partes de que se compone un helecho.

Las esporas cayendo al suelo y hallando humedad suficiente germinan, pero sin dar directamente un nuevo helecho, sino que producen una masa a manera de hoja pequeña, denominada *prótalo*, la cual origina al igual que ciertas algas, elementos masculinos equivalentes al polen de la flor y femeninos equivalentes a los óvulos de la misma, la unión de unos y otros da lugar a un *huevo*, del cual sale el nuevo helecho.

**OTRAS CRIPTÓGAMAS VASCULARES.**—Además de los helechos, hay otras criptógamas vasculares bastante parecidas, como el *culantrillo de pozo* (figura 153 bis) que se desarrolla sobre las rocas de los sitios húmedos o bien muy distintas como el *Equiseto* o *cola de caballo*



Fig. 153 (bis).—Culantrillo de pozo, criptógama que se desarrolla en las inmediaciones de las fuentes y manantiales.

Las criptógamas vasculares no son ni útiles ni perjudiciales al hombre, aparte naturalmente, de la impresión de belleza que producen los bosques en los cuales se desarrollan abundantemente estas plantas. Únicamente,

tiempos atrás, fué muy usado en farmacia, el polvo de *licopodio*, constituido por las esporas de esta planta.

## CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS

Los hombres de ciencia que se han dedicado al estudio de las plantas, o sean los *botánicos*, han clasificado éstas en dos grandes grupos *fanerógamas* y *criptógamas* y cada uno de ellos en otros, según puede verse en el siguiente cuadro:

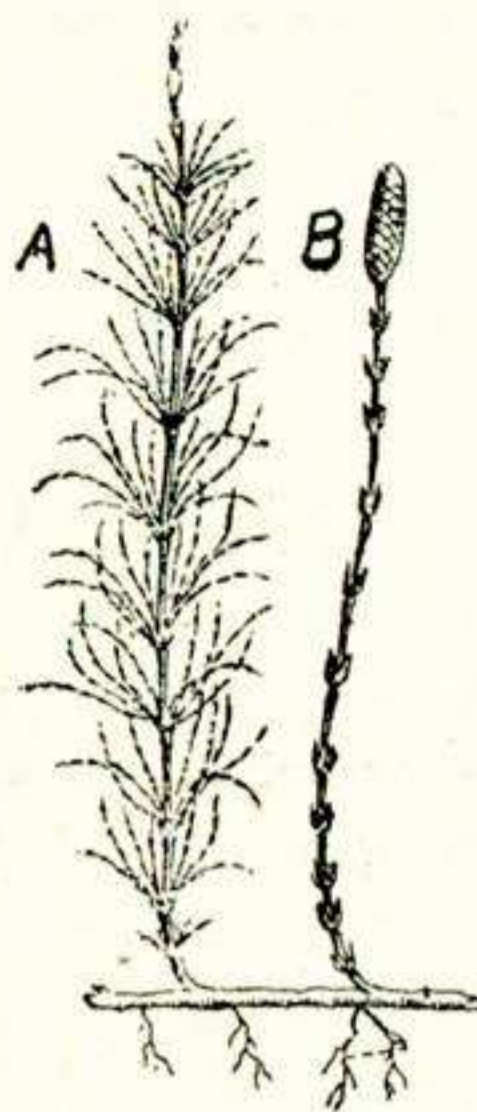


Fig. 154. — El equiseto o cola de caballo, criptógama vascular propia de terrenos húmedos y silíceos. A, tallo estéril y B, tallo reproductor con los esporangios formando una espiga.

		ejemplos
<b>criptógamas</b> sin flores	<i>bacterias</i> de tamaño microscópico y sin clorófila	Bacilo de la tuberculosis
	<i>hongos</i> sin raíces, ni tallo, ni hojas sin clorófila	las setas
	<i>algas</i> sin raíces, ni tallo, ni hojas pero con clorófila	las algas marinas
	<i>musgos</i> sin raíces, pero con tallo y con hojas	musgos de bosque
	<i>criptógamas vasculares</i> con raíces, tallo y hojas	helechos
<b>fanerógamas</b> con flores y semillas	<i>gimnospermas</i> semillas al descubierto	pino, ciprés
	<i>angiospermas</i> semillas encerradas en ovario	trigo, olivo, etc.

# LA ZOOLOGÍA

El estudio de los animales comprende por una parte el examen de los órganos que lo forman, por ejemplo, observar como tiene el corazón o como tiene el esqueleto, lo que se denomina *anatomía animal*; por otra, el estudio del funcionamiento de estos órganos o sea la *fisiología animal* y por último el estudio de cada uno de ellos clasificándolos en grupos que comprendan animales de forma parecida. El conjunto de estos estudios recibe el nombre de *zoología*. (1).

## ANIMALES VERTEBRADOS Y ANIMALES INVERTEBRADOS

En el primer curso hemos estudiado una serie de animales, tales como peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, incluido el hombre entre estos últimos, todos los cuales, muestran un esqueleto con columna vertebral y cráneo; como la columna vertebral se halla formada en todos ellos por vértebras, estos animales reciben el nombre de vertebrados, así pues el hombre es un vertebrado.

Pero hay muchos otros animales en la naturaleza, por ejemplo, en una sepia o en un caracol, buscaremos inutilmente una columna vertebral, la sepia nos mostrará una especie de hueso interior, pero que en nada se parece a nuestras vértebras; si examinamos una langosta de mar, veremos que está recubierta de piezas duras, pero tampoco tiene en su interior columna vertebral, como tampoco la podremos hallar en un gusano o en una esponja, animales todos ellos que por carecer de ella reciben el nombre de *invertebrados*, nombre que indica que se trata de animales sin vértebras.

---

(1) La palabra zoología procede de las griegas *Zoon* que significa animal y *logos* que significa tratado; así pues al decir zoología equivale a indicar *tratado de los animales*.

Los animales invertebrados son muy numerosos y muy distintos los unos de los otros, por cuya razón en este curso solo se estudiarán un grupo de ellos, los *Artropodos*, dejando los demás para ser estudiados en el tercer curso.

## CRUSTACEOS

### ESTUDIO DE LA LANGOSTA DE MAR

Para estudiar una langosta de mar, podemos adquirirla en las pescaderías, bastando utilizar un animal de pequeño tamaño a fin de que resulte de poco coste. Una vez examinado exteriormente, se procederá a abrirla de la cola a la cabeza por el dorso, con lo cual quedarán a la vista sus órganos.

**MORFOLOGIA.**—El cuerpo de la langosta aparece revestido de un caparazón duro, constituido por caliza, cosa que podemos comprobar porque un trozo del mismo produce efervescencia con los ácidos; este caparazón viene a ser el esqueleto del animal, solamente que es externo del cuerpo en lugar de ser interior como ocurre con el esqueleto de los vertebrados, de aquí que reciba el nombre de *exoesqueleto*.

De la misma manera que nuestros huesos están unidos por articulaciones que permiten movimientos de los mismos, también el caparazón de la langosta está formado por piezas unidas o mejor dicho, articuladas unas a otras por partes membranosas.

En el cuerpo del animal (figuras 155 y 156) podemos distinguir una parte que comprende la cabeza y el tronco, denominado *cefalotorax*, todo el cual se halla recubierto por una sola pieza del caparazón, mientras que por debajo salen del mismo cinco partes de *patas*, en las cuales el exoesqueleto forma una especie de tubos articulados unos con otros, recibiendo cada trozo el nombre de *artejos*; así pues las patas se hallan formadas por artejos. En la parte anterior del ce-



Fig. 155.—Langosta de mar vista por su parte dorsal.

cefalotorax, lleva el animal las *antenas*, muy largas y tiradas ordinariamente hacia atrás. Además muestra los ojos y la boca provista de fuertes mandíbulas.

Detrás del cefalotorax, hay el *abdomen* formado por una serie de *segmentos* duros por encima y membranosos por debajo, lo que permite al

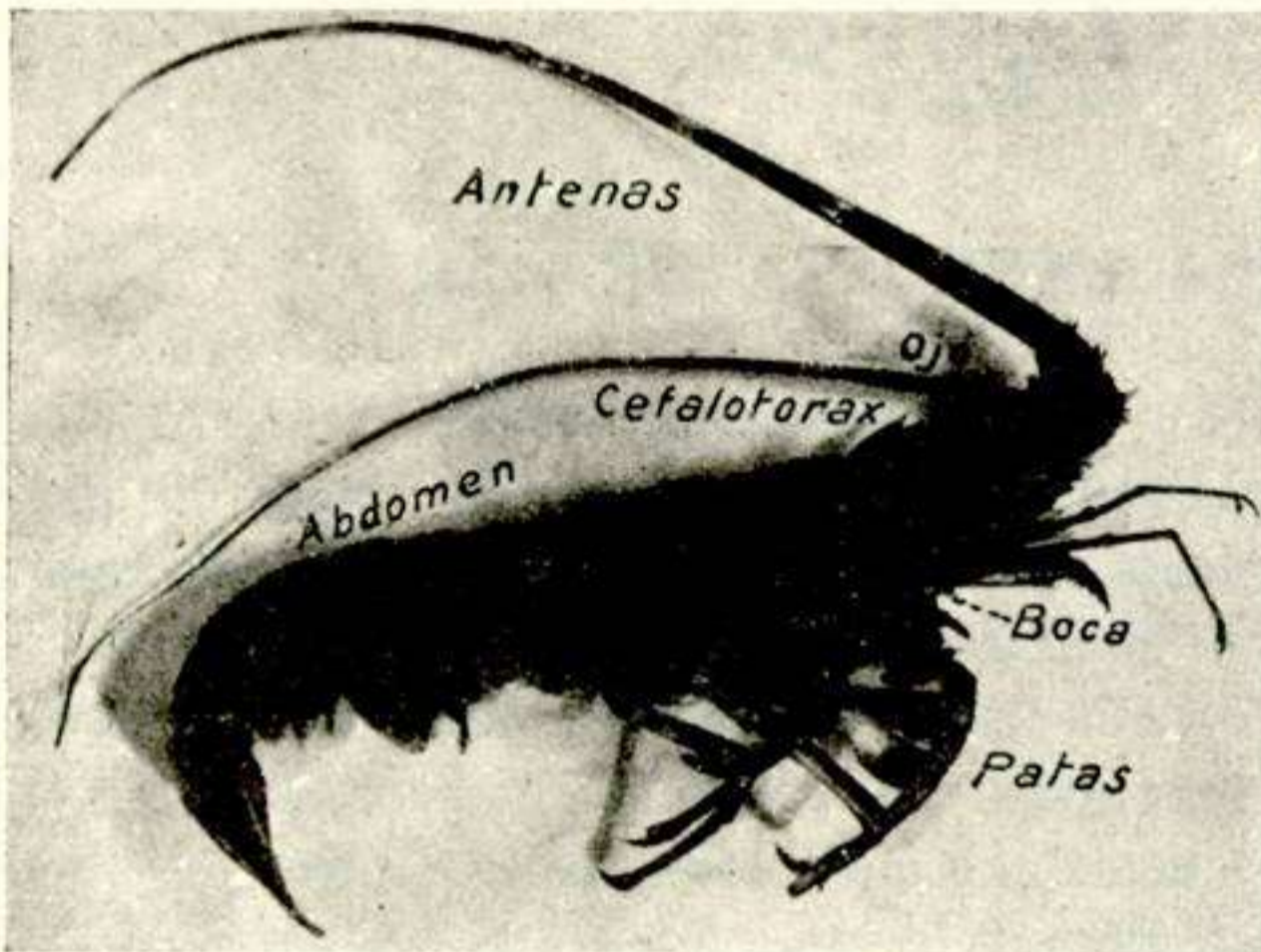


Fig. 156.—Langosta de mar, vista lateralmente.

Fot. del autor.

animal doblar su cola, pues así se llama vulgarmente el abdomen. La cola acaba con cinco piezas planas extendidas a manera de abanico.

Las membranas que unen las diversas piezas del exoesqueleto, están constituidas por una sustancia denominada *quitina* y es esta misma sustancia que impregnándose de caliza forma el caparazón.

**APARATO DIGESTIVO.**—Es muy curioso, (figura 157) de la boca sale el *esofago* y sigue luego el *es-*

*tómago*, pero éste muéstrase provisto de unas piezas duras o dientes que trituran los alimentos y dos masas de piedrecitas calizas que sirven al animal para fabricar de nuevo el caparazón, una vez efectuada la muda. Al estómago sigue el *intestino*, el cual es recto y desemboca en el *ano*. También forma parte del aparato digestivo, una gran glándula denominada *hepato-páncreas* que realiza las funciones del hígado.

**APARATO RESPIRATORIO.**—La langosta respira el oxígeno que lleva disuelto el agua de mar, el cual aprovecha, al igual que los peces, mediante las *branquias* (figura 158) situadas a cada lado del cefalotorax y en número igual al de apéndices o patas; el agua penetra por unas hendiduras del caparazón y sale por la boca del animal.

**APARATO CIRCULATORIO.**—Consta de un *corazón*, desde el cual la sangre se repar-

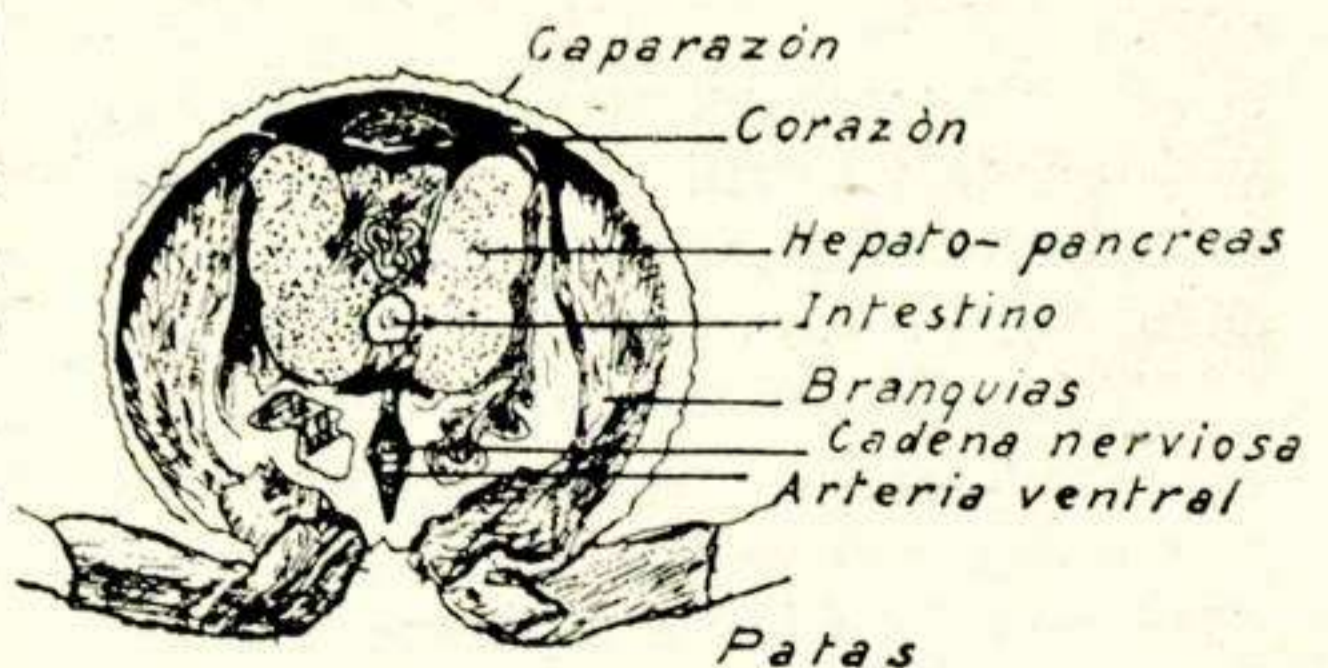


Fig. 157.—Sección transversal de una langosta de mar, mostrando la disposición de sus órganos.

Mitad de tamaño natural.



te por varias *arterias* a todo el cuerpo y de allí va a las branquias donde se oxigena, siendo devuelta al corazón, a través de unas cavidades llamadas *senos venosos*. La sangre de la langosta es blanca.

**APARATO EXCRETOR.**—Está situado en la cabeza y consta de dos *glándulas verdes* formadas por una especie de riñón y una vejiga urinaria.

**SISTEMA NERVIOSO.**—La langosta, al igual que todos los animales invertebrados, carece de cerebro y su sistema nervioso se reduce a una cadena vertebral que lleva de tanto en tanto unos abultamientos denominados *ganglios*, los cuales en la parte de delante forman una especie de collar, que por estar alrededor del esófago recibe el nombre de *collar esofágico*. Como consecuencia de este sistema nervioso sencillo, el animal carece prácticamente de inteligencia y todos sus actos obedecen al instinto, como ocurre por ejemplo a un niño en el momento que acaba de nacer.

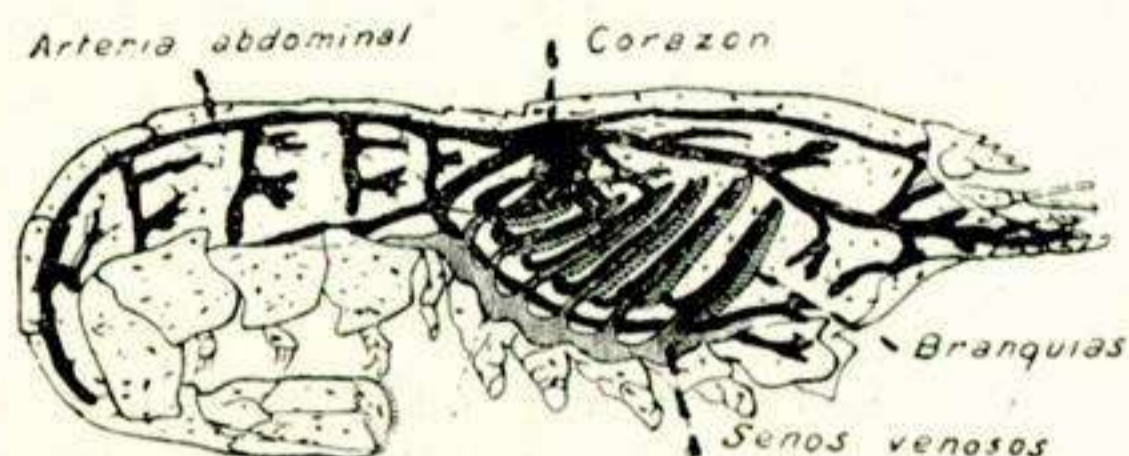


Fig. 158.— Aparato respiratorio y circulatorio del bogavante. — Según Milne-Edwards.

**ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS** —La langosta tiene los mismos sentidos que el hombre, pero poco desarrollados, a excepción de la vista; tiene *sentido del gusto* que radica en la boca, el *olfato* situado en los pelos de las antenas, el *tacto* también en las antenas, al igual que el *oído*, formado por una especie de saco en la base de las mismas. El sentido más curioso es el de la *vista*, pues los ojos se hallan formados por la reunión de centenares de pequeños ojos, por lo que se llaman *ojos compuestos*; éstos se hallan situados en el extremo de un pedúnculo o columna.

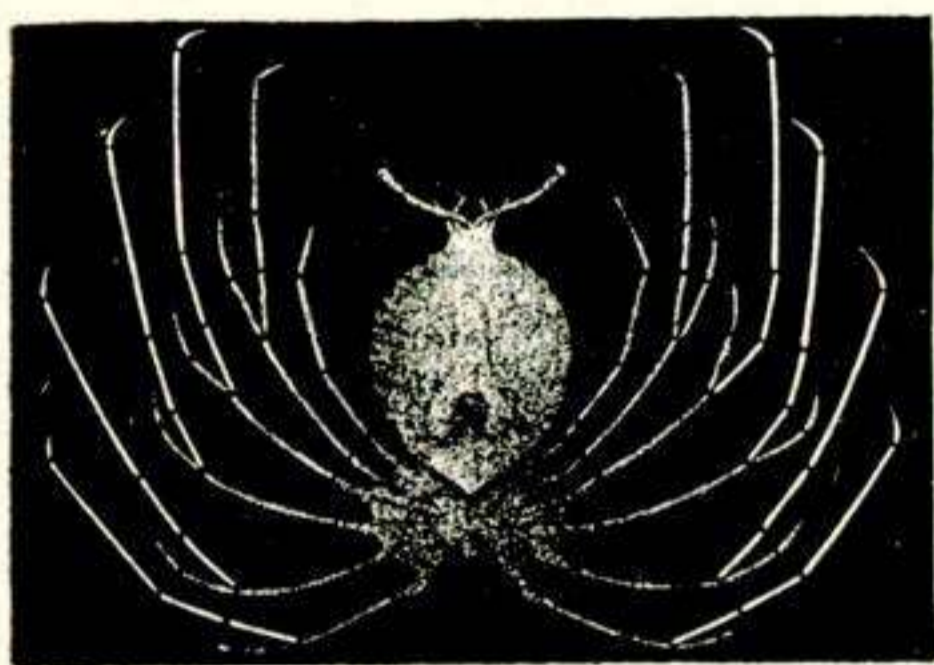


Fig. 159.—La langosta de mar, al salir del huevo, pasa por la fase de larva, la cual recuerda, como puede apreciarse en esta figura, la forma de un cangrejo. Más tarde esta larva se transforma en la langosta adulta.

que el hombre, pero poco desarrollados, a excepción de la vista; tiene *sentido del gusto* que radica en la boca, el *olfato* situado en los pelos de las antenas, el *tacto* también en las antenas, al igual que el *oído*, formado por una especie de saco en la base de las mismas. El sentido más curioso es el de la *vista*, pues los ojos se hallan formados por la reunión de centenares de pequeños ojos, por lo que se llaman *ojos compuestos*; éstos se hallan situados en el extremo de un pedúnculo o columna.

**MÚSCULOS.**—Los músculos constituyen la carne de la langosta que es blanca y forma grandes masas, especialmente en el abdomen y en las patas; es la parte comestible del animal.

**REPRODUCCIÓN.**—La langosta tiene sexos separados y la hembra pone huevos de los cuales nace un animal que en nada se asemeja a la langosta, denominándose *larva*, (fig. 159) la cual al cabo de cierto tiempo se transforma en una langosta pequeña, por lo cual se dice que este animal

tiene *metamorfosis*; la langosta va creciendo y como pronto ya no cabe en su caparazón, el animal sale del mismo dejándolo abandonado y rápidamente forma otro nuevo que vuelve a abandonar cuando le es demasiado pequeño; a cada cambio de caparazón o exoesqueleto, se denomina *muda*. Cuando las langostas han alcanzado su mayor tamaño, llegan a medir hasta unos 40 centímetros de largo.

**MODO DE VIDA.**—La langosta es un animal marino, que nada hacia atrás con gran rapidez por el impulso que da a su cuerpo al cerrar brusca-mente el abdomen, pero que algunas veces anda con sus patas por el fondo del mar. Su alimento consiste en pequeños animales o restos orgánicos.

**UTILIDAD.**—La langosta es un animal muy sabroso y apreciadísimo, por cuya razón se pesca en bastante cantidad y se conservan vivas en *viveros*, los cuales consisten en un depósito a la orilla del mar y que comunica con éste por una reja lo suficientemente estrecha para que las langostas no puedan salir; éstas ponen huevos en los viveros, pero las larvas salen al exterior, donde se desarrollan. Las langostas al igual que los cangrejos, al co-erse cambian su color algo violado por un color rojo intenso.

**CRUSTACEOS.**—La langosta es un animal que pertenece al grupo de los crustaceos (1), pero como vamos a ver, hay crustaceos de forma muy dis-tinta de la langosta y que a primera vista, nadie diría que pudieran pertenecer unos y otros al mis-mo grupo de animales.

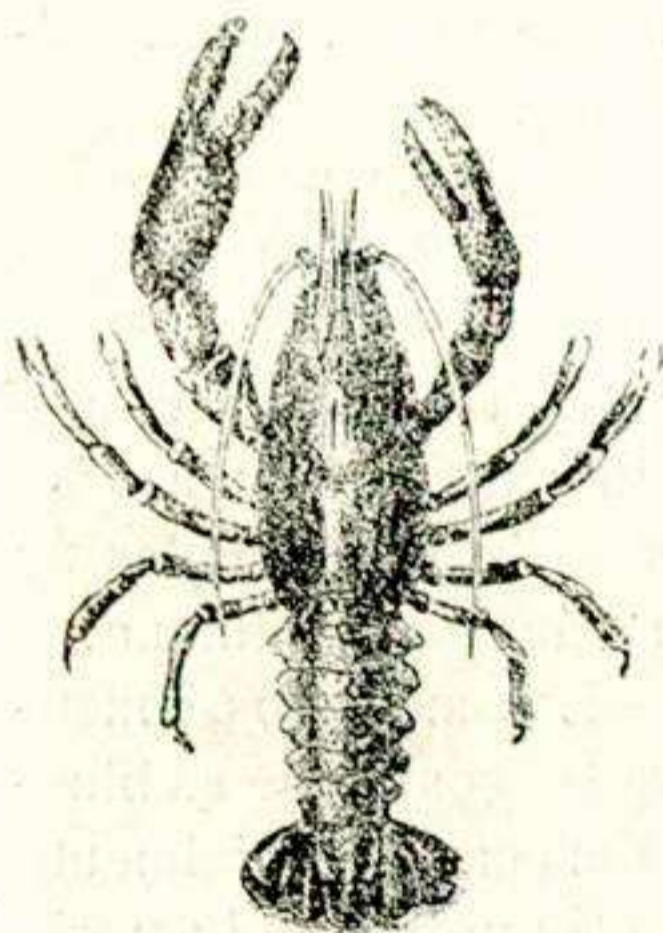


Fig. 160.—Cangrejo de río, a mitad de su tamaño.

## OTROS CRUSTACEOS DEL GRUPO DE LAS LANGOSTAS

Los crustaceos del grupo de las langostas reci-ben en conjunto el nombre de *decápodos*. (2).

**EL BOGAVANTE.**—Este animal es de gran tamaño, incluso mayor que la langosta y su forma es muy parecida pero tiene la particularidad de que el primer par de patas se halla convertido en unas gigantescas pinzas que llegan a medir hasta 12 centímetros lo que da un aspecto en cierto modo

terrorífico al animal. Su carne es excelente aún cuando no sea tan apreciada como la langosta.

(1) La palabra crustaceos es una modificación del nombre que los romanos daban a estos animales, *crustatus*, que significaba que poseen *crusta* palabra latina que equivale a crosta.

(2) Decapodo procede de las palabras griegas *deka* que significa diez y *podos* piés; son animales que tienen diez patas agrupadas en cinco pares.

**CANGREJO DE RÍO.**—Su forma es muy parecida también a la de la langosta, pero su tamaño es pequeño y se halla provisto de pinzas al igual que el bogavante. (figura 160). Es comestible y vive en los ríos y arroyos de Castilla la Vieja y norte de España; al contrario de la langosta y del bogavante, no tiene metamorfosis y nacen ya en la forma definitiva.

**CANGREJOS DE MAR.**—A diferencia de los anteriores, su cuerpo en lugar de ser alargado es ancho y el abdomen corto y replegado debajo del cuerpo. (Figura 161). Están provistos de pinzas y viven en el mar cerca de la costa andando de costado. Su carne es comestible si bien poco apreciada. En América hay unos cangrejos que viven en tierra y van a poner sus huevos al mar, y en Oceanía hay otros de gran tamaño que se suben a los cocoteros para alimentarse de cocos a los que abren con sus potentes pinzas.

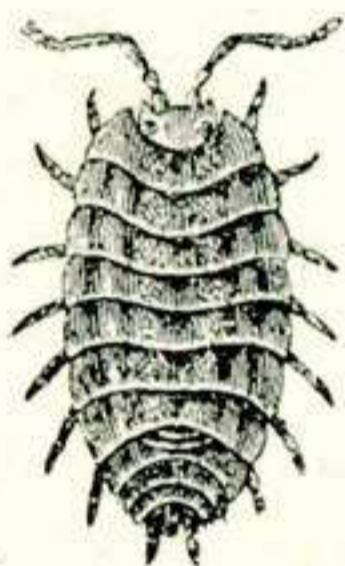


Fig. 162.—Cochinilla de humedad, tamaño natural.

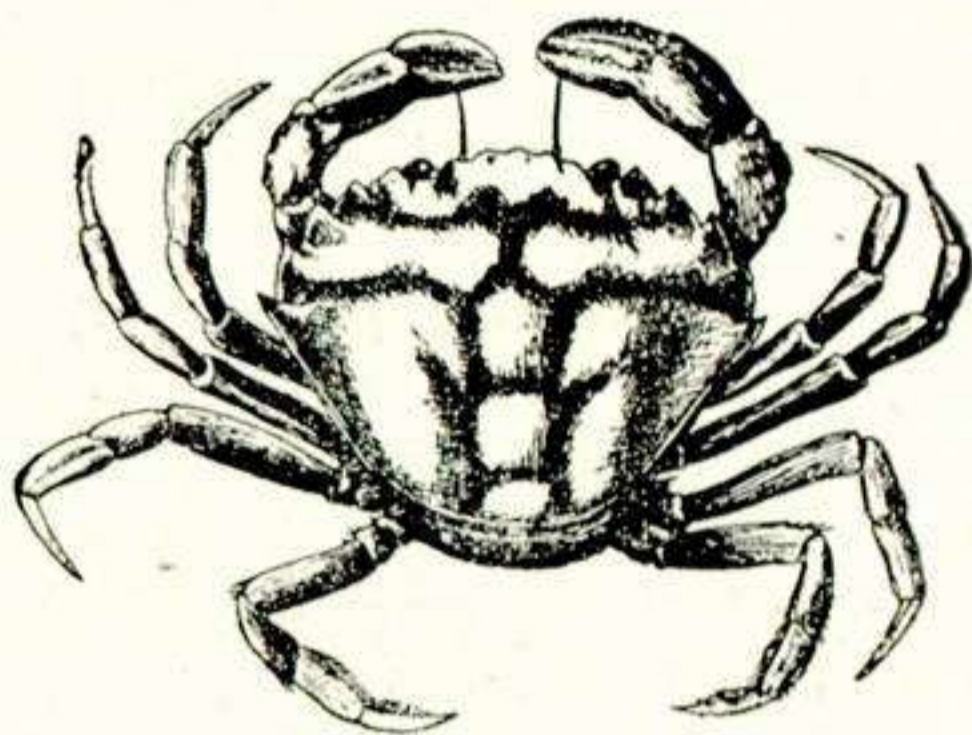


Fig. 161.—Cangrejo de mar común, a mitad de tamaño natural.

## LAS COCHINILLAS DE HUMEDAD Y LOS PERCEBES

Hay muchos crustaceos que son diferentes de los decápodos que acabamos de citar, aquí nos limitaremos a indicar las *cochinillas de humedad*, (figura 162) pequeños animales de dos o tres centímetros de largo, que tienen todo el cuerpo formado por segmentos que ocultan las patas y de los cuales salen dos cortas antenas; estos animales viven en tierra pero buscando sitios húmedos y en cuanto ven algún peligro arrollan su cuerpo formando una bola, al igual que hacen los armadillos entre los mamíferos.

Los *percebes*, (figura 163) muestran una especie de concha que recuerda vagamente la de las almejas, la cual está aderida a una roca o un

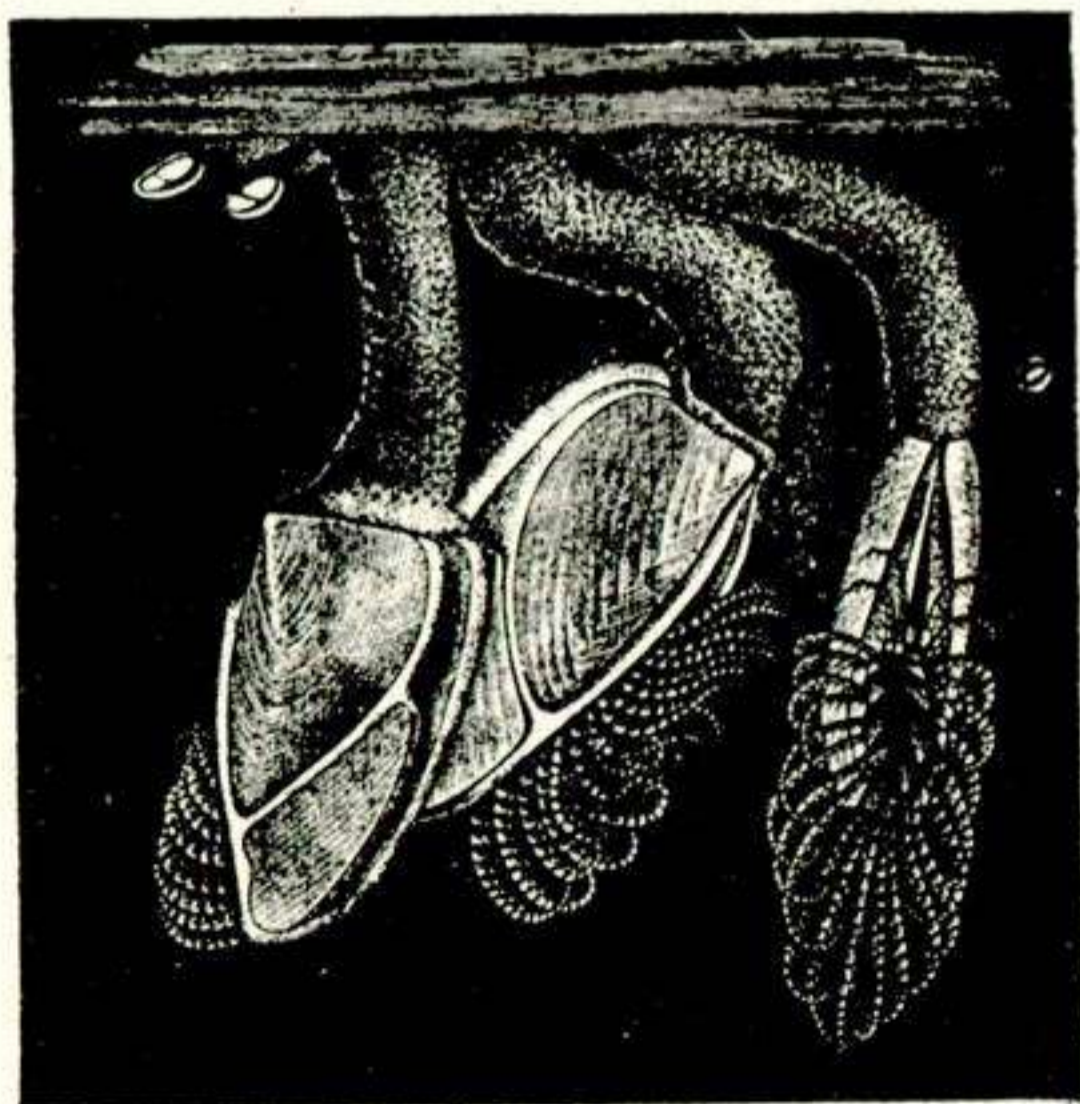


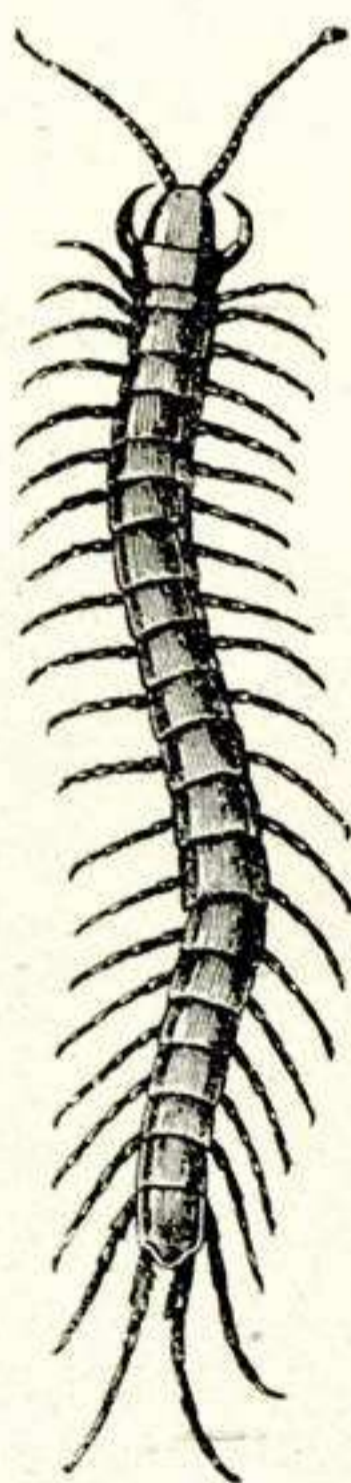
Fig. 163.—Percebes anatifes, suspendidos de un madero que flota en el mar. Tamaño natural.

trozo de madera mediante un pedúnculo, por lo cual el vulgo los considera como moluscos o sea del mismo grupo que las copiñas y caracoles. Son animales marinos, muy apreciados por su sabor excelente siendo costumbre servirlos en cafés y bares.

## MIRIAPODOS

### ESTUDIO DE LA ESCOLOPENDRA

En muchas comarcas de España, sobre todo en sitios secos y algo arenosos, es frecuente ver debajo de piedras unos animales alargados, cuyo cuerpo se halla formado por multitud de segmentos o anillos aplanados, (figura 164) cada uno de los cuales lleva un par de patas, la cabeza está provista de antenas y en la parte posterior de la misma y correspondiendo al primer segmento lleva unas *uñas* que al clavarse en un animal o una persona, inoculan



un veneno mortal para animales pequeños y que al hombre causa fuertísimos dolores hinchándose la parte mordida, sin que haya pero, peligro de muerte. Este animal se denomina *escolopendra* o cienpiés de gran tamaño.

El tamaño de la escolopendra española es de diez a doce centímetros, pero en los países tropicales las hay que llegan a alcanzar hasta más de treinta. Estos animales se alimentan de insectos y arañas a las que atacan con rapidez sujetándolas con su cuerpo y clavándoles las uñas venenosas.

Su organización interior se asemeja a la indicada para la langosta, siendo la diferencia más importante el hecho de que respiran el oxígeno del aire, para lo cual en lugar de branquias, poseen unos pequeños agujeros en cada anillo que comunican con tubos que se reparten por el segmento y que reciben el nombre de *tráqueas*, por lo que se dice que este animal tiene *respiración traqueal*.

### OTROS MIRIAPODOS

Los miriapodos, nombre que significa mil pies, se conocen vulgarmente con el nombre de cien pies, y aparte de la escolopendra ya citada, hay otros de forma parecida que habitan en el campo o dentro de casas, pero siendo su tamaño sola-

Fig. 164. — Escolopendra común, algo reducida de tamaño.

mente de unos pocos centímetros. Mas diferentes son los *cardadores* (figura 165) de cuerpo cilíndrico, cuyos anillos llevan dos pares de patas cada uno y que viven en suelos húmedos arrollándose en espiral cuando temen un peligro; estos animales no son venenosos. En los países tropicales los hay que miden hasta 20 centímetros de longitud.

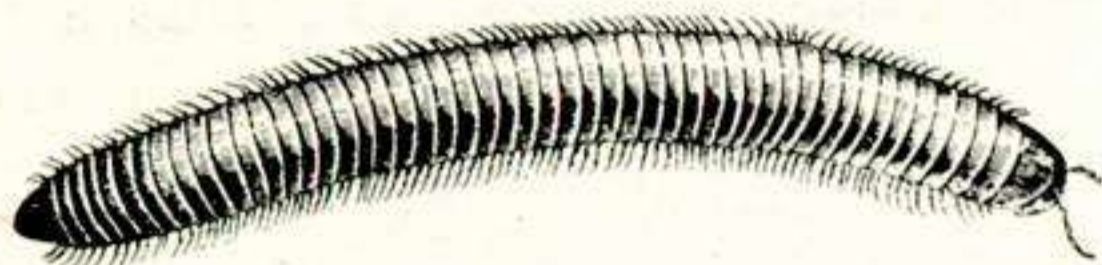


Fig. 165. — Cardador, tamaño ligeramente reducido.

## ARAGNIDOS

### ESTUDIO DEL ESCORPIÓN

El *escorpión* o *alacrán* (figura 166) ofrece a primera vista cierta semejanza con un cangrejo de río por su cuerpo alargado y segmentado y sobre todo por sus pinzas que no obstante su aspecto son inofensivas. Si se mira un escorpión con cuidado se verá que solo tiene cuatro pares de patas, mostrando un cefalotorax y un abdomen, pero este está formado por unos segmentos que forman cuerpo con el cefalotorax y otros segmentos más estrechos que constituyen la cola que el animal puede mover a voluntad y que termina con un gancho o uña que al clavarse inyecta un veneno, por cuyo motivo su picadura es temible pues el dolor y la hinchazón duran a veces dos días, pero no causa nunca la muerte como puede ocurrir con los escorpiones del Brasil. Los alacranes españoles llegan a medir 8 centímetros, más los tropicales alcanzan hasta 20.

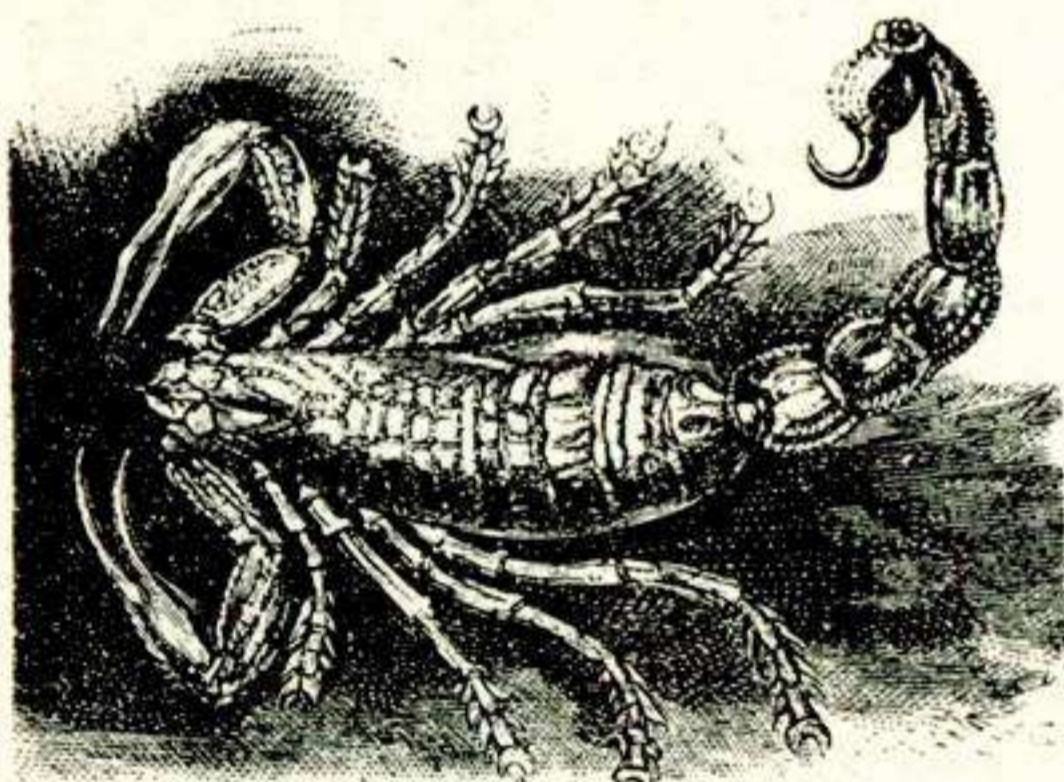


Fig. 166.—Escorpión común a tamaño natural, obsérvese la uña venenosa al final de la cola.

Los escorpiones se alimentan de insectos, arañas y cienpies, no siendo raro que las hembras se coman a los machos; la caza suelen practicarla de noche, pues durante el día permanecen ocultos debajo de piedras; no ponen huevos sino que son *vivíparos* es decir que nacen ya formados los pequeños escorpiones los cuales suelen ser llevados por la madre subidos sobre su espalda.

La organización interior de los escorpiones es algo parecida a la de los crustáceos, pero el corazón tiene aurícula y ventrículo y respiran por *pulmones*, cavidades que muestran unas hojas plegadas a manera de acordeón y que comunican directamente al exterior. Los ojos son simples pero en cambio poseen varios pares de ellos.

## LA TARÁNTULA

La tarántula (figura 167) es una araña de color oscuro, cuerpo grueso y de tamaño que alcanza hasta tres centímetros, la podemos encontrar en el campo o en jardines mal cultivados, viviendo en unos agujeros que abren en el suelo (figura 168), los cuales están rodeados de un montículo o brocal que la misma araña fabrica con tierra envuelta por su seda.

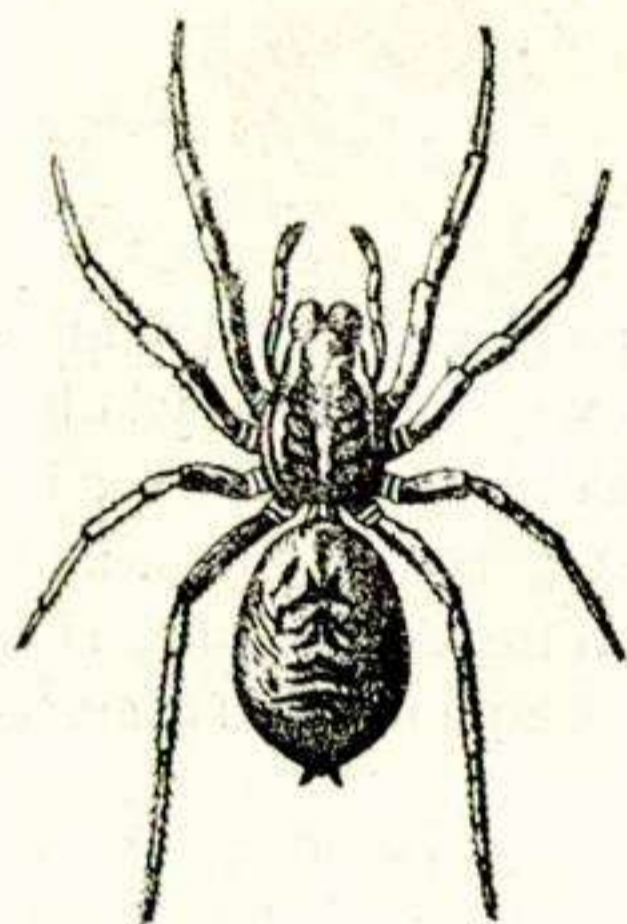


Fig. 167. — Tarántula común, tamaño natural.

Si examinamos una tarántula, observaremos que al igual de los crustáceos y del escorpión, posee un cefalotorax y un abdomen, separados pero, por un estrangulamiento. El cefalotorax lleva la boca que está provista de unos apéndices denominados *queliceros* los cuales están en comunicación con unas glándulas venenosas, de manera que el animal al clavarlos inyecta el veneno, este veneno es mortal para insectos o animales pequeños pero

al hombre sólo le causan algunos dolores en general poco intensos. El vulgo ha exagerado mucho los efectos del veneno de las arañas y en especial de éstas, habiéndose creído que después de su mordedura era preciso bailar largo rato y muy deprisa para que entrando en sudor se eliminara el veneno y se evitara la muerte.

El animal, al igual que los escorpiones carece de antenas y lo mismo que todos los demás arácnidos, lleva cuatro pares de patas, partiendo todas del cefalotorax, de manera que su abdomen, voluminoso no lleva apéndices de ninguna clase. Por el extremo de este último las arañas dejan salir un líquido espeso que al con-



Fig. 168. — Nido subterráneo de tarántula americana. — Fot. Passmore.

tacto del aire se solidifica instantáneamente transformándose en un finísimo pero resistente hilo de seda; el animal en sus movimientos va entrelazando estos hilos hasta formar una tela fuerte alrededor del agujero y metida en el mismo espera pacientemente que un insecto se ponga en ésta, para saltar sobre él con rapidez asombrosa, y clavarle sus queliceros, hecho lo cual arrastra su presa al fondo del agujero donde la devora.

La organización interior de las arañas es parecida a la del escorpión, respirando también por pulmones si bien presentan la particularidad de que el estómago es ramificado. Tienen ocho ojos y se reproducen poniendo huevos, que la tarántula envuelve en una especie de bolsa de su seda (figura 169) a manera de un capullo que la madre lleva frecuentemente consigo.

**OTRAS ARAÑAS.** — En nuestro país son también muy frecuentes las *Epeiras*, hermosas arañas de colores



Fig. 169.—Tarantula americana en el fondo de su nido, junto con la bolsa de seda en que estos animales envuelven sus huevos.

Fot. Passmore.

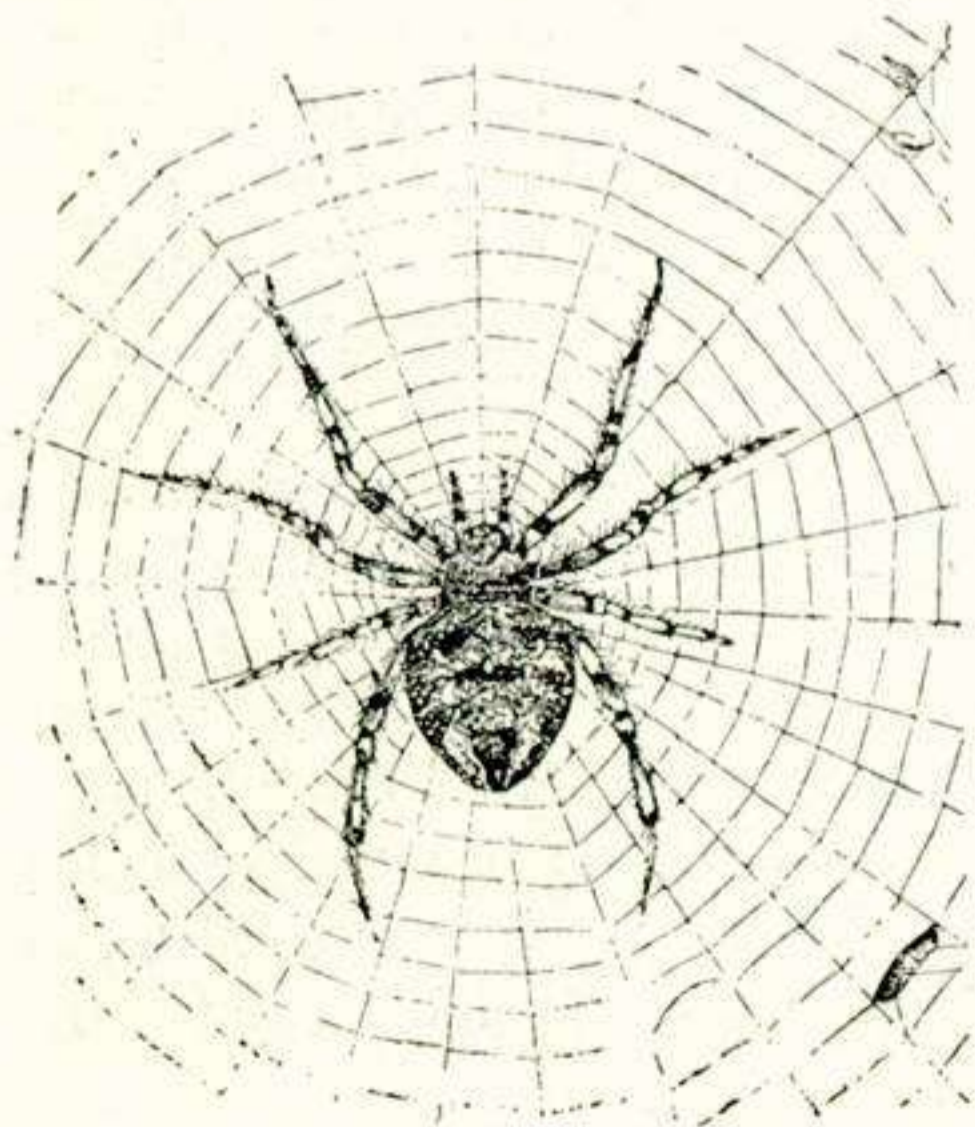


Fig. 170.—Araña de jardín (*Epeira*) en el centro de su tela.

vivos (figura 170) formando dibujos en el abdomen, las cuales extienden su tela de formas geométricas (figura 171) entre arbustos o ramas de árboles y el animal, escondido aguarda que algún insecto tropiece con la mismas, para hecharse sobre él y envolverle con los hilos que va segregando. Su picadura es también dolorosa.

La araña casera o doméstica (figura 172), vive en los rincones de las casas abandonadas o en los desvanes, fabricando una tela burda en forma de

embudo, el animal es de cuerpo muy pequeño y patas largas siendo inofensivo.

En América hay la Migale, la mayor de todas las arañas conocidas, pues llega a medir cerca de diez centímetros de longitud, vive en los árboles y su mordedura causa vivos dolores pero tampoco es mortal para el hombre.

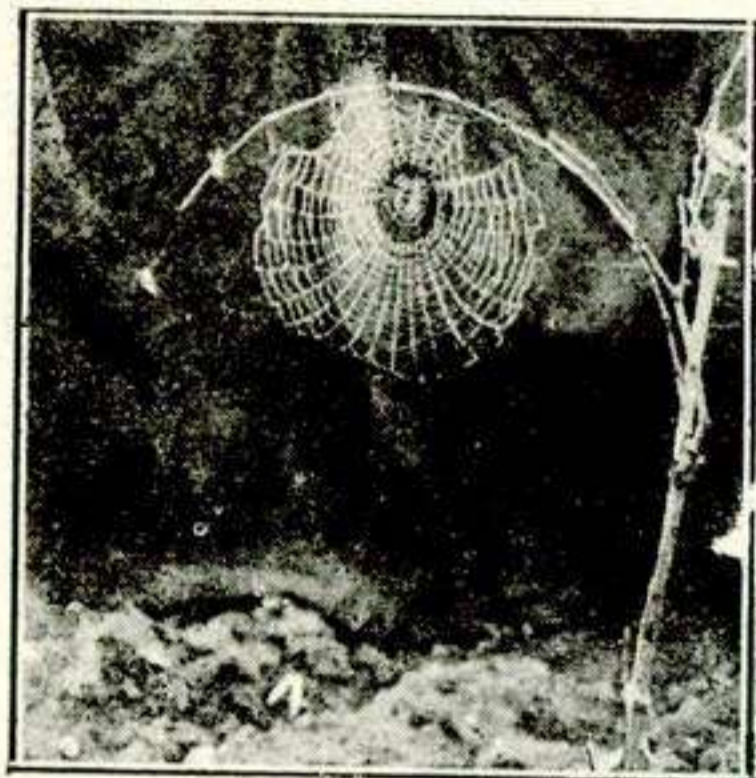


Fig. 171.—Tela de araña de jardín.  
Fot. del autor.

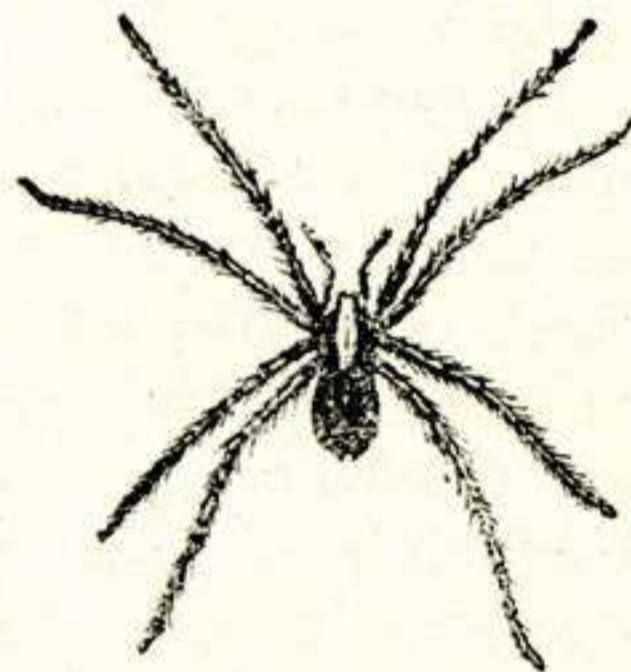


Fig. 172.—Araña doméstica,  
a su tamaño natural.

**EL ARADOR DE LA SARNA.**—El arador de la sarna (figura 173) es un pequeñísimo aragnido que mide escasamente un cuarto de milímetro, de manera que apenas puede verse a simple vista. Vive parásito en la piel del hombre y de otros mamíferos produciendo las enfermedades conocidas con el nombre de *sarna* que dan una fuerte picazón originada por la irritación del animal al dejar sus secreciones en los minúsculos túneles que abre dentro de la piel.

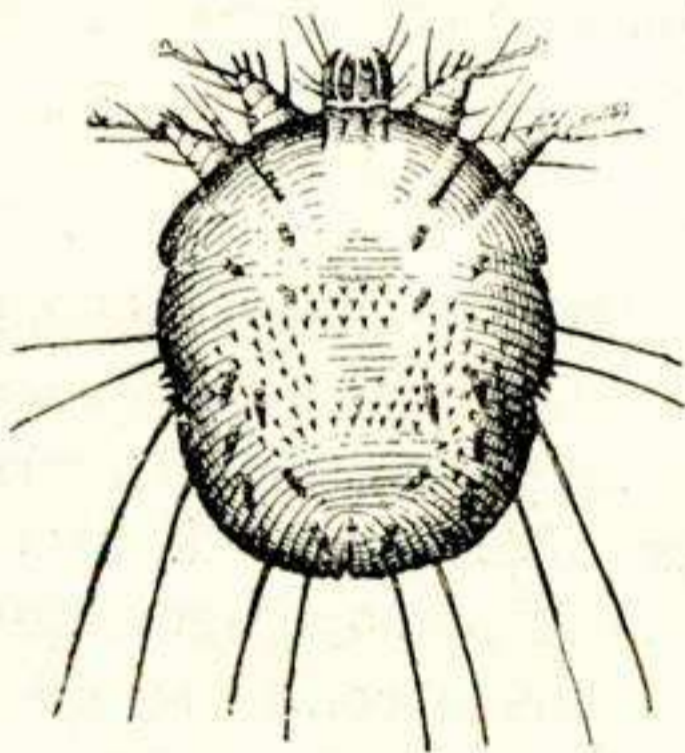


Fig. 173. — El arador de la sarna, que abre galerías en la piel humana produciendo un insoportable escozor.  
Aumentado un centenar de veces.

El parásito pasa de una persona a otra muy fácilmente contagiando la enfermedad, la cual puede ser contagiada también por animales sarnosos, pero en este caso cura más fácilmente. La sarna antes era frecuentísima a causa de la suciedad en que se vivía, pero hoy día, merced a la mayor limpieza que existe, se ha convertido en una enfermedad bastante rara.



## INSECTOS

### ESTUDIO DEL SALTAMONTES



Los saltamontes o langostas (Figura 174), son muy abundantes en nuestros campos y nada más fácil que procurarse alguno para su estudio, siendo preferible los de tamaño algo grande; para matarlo lo mejor es ponerlo dentro de un frasco de boca ancha en el que haya algunos trozos de corcho empapados de gasolina, con lo cual el animal muere asfixiado. Este sistema puede emplearse con todos los insectos.

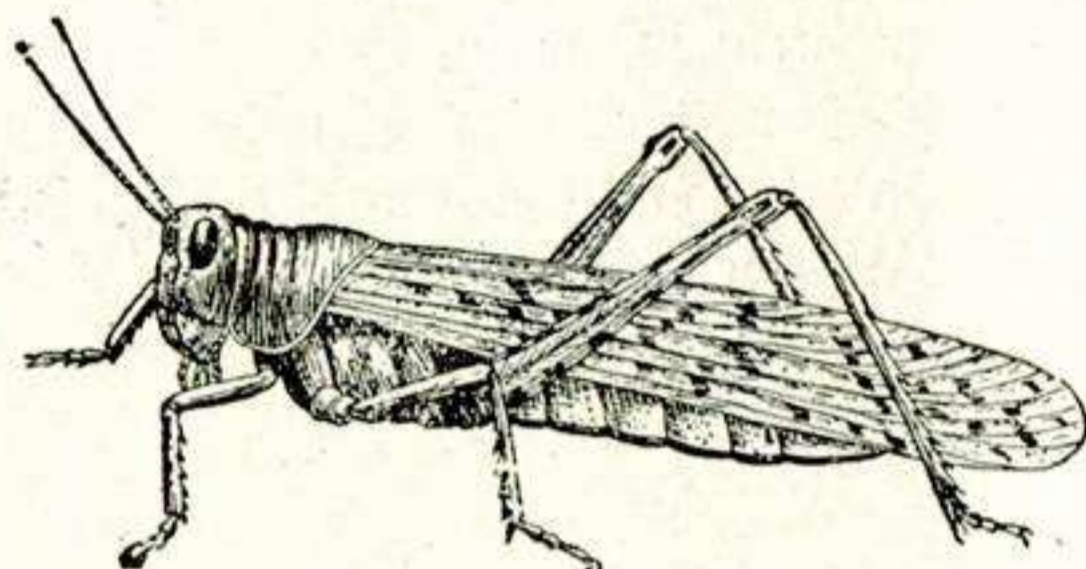


Fig. 174. — Saltamontes común reposando  
Tamaño natural.

**MORFOLOGIA.**—El cuerpo del animal (figura 175) aparece revestido de quitina y está formado por tres partes bien distintas, una cabeza, un torax y un abdomen. La cabeza

forma una pieza globosa que lleva un par de antenas, dos ojos compuestos a la manera de los crustáceos y la boca provista de fuertes mandíbulas con las cuales roe el alimento, por esta razón se dice que tiene *boca masticadora*.

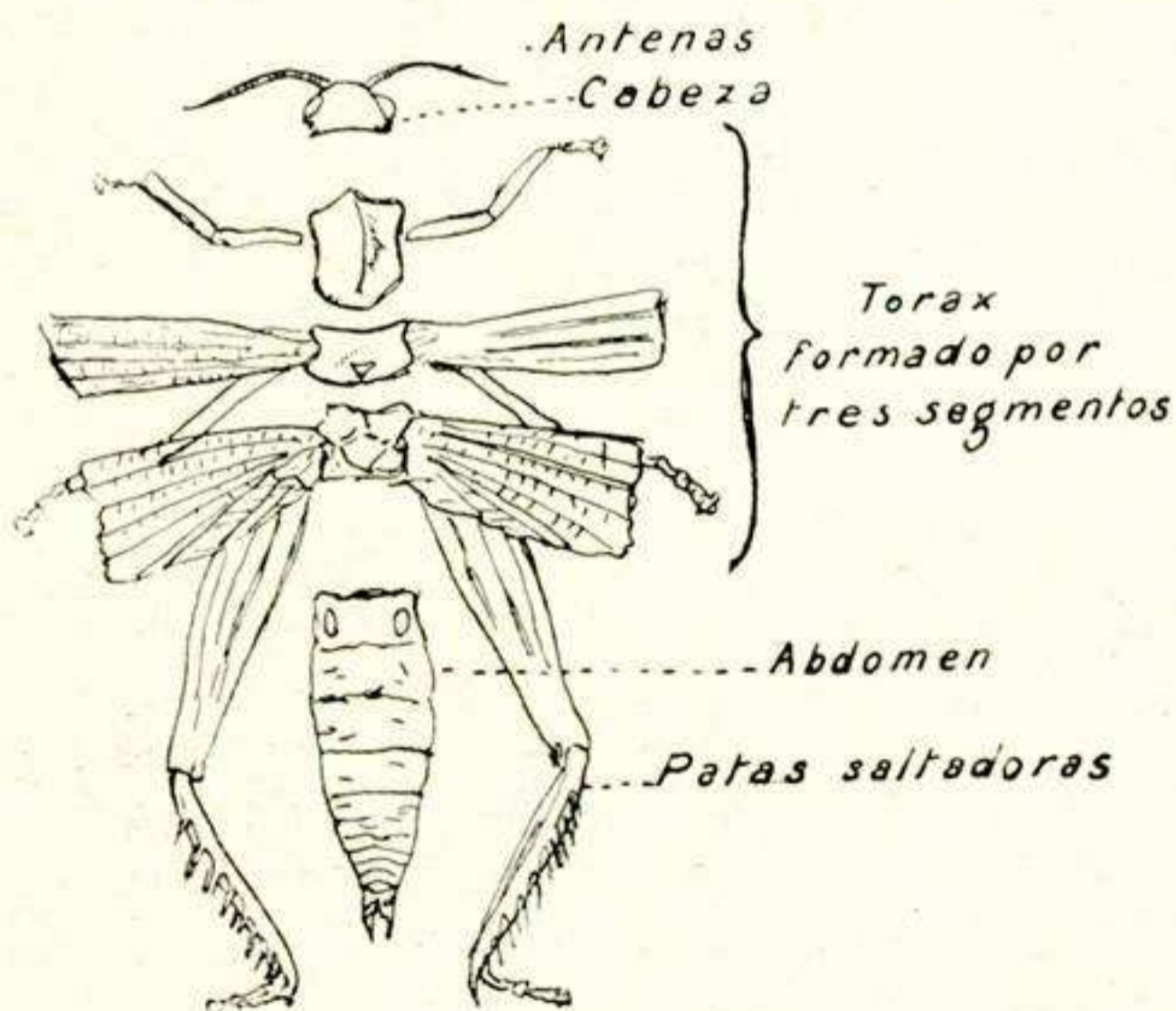


Fig. 175.—Las partes o segmentos de que se compone el cuerpo de la langosta terrestre o saltamontes. Esta disposición la hallamos igualmente en todos los insectos, salvo algunos que carecen de uno o de los dos pares de alas.

El torax está formado por tres anillos, el primero de ellos desarrollado a manera de escudo; cada anillo lleva un par de patas, de modo que el animal, al igual que todos los insectos, posee tres pares de patas articuladas, de las cuales el par posterior es muy fuerte y de gran tamaño, sirviendo al animal para saltar apoyándose en el mismo, de aquí viene el nombre

de saltamontes. El segundo y tercer anillo llevan cada uno un par de alas, de manera que el animal tiene dos pares en total, las cuales extiende para volar, mientras que cuando está en reposo, el segundo par se halla plegado en abanico recubierto por el primero.

El abdomen es casi cilíndrico y está formado por una serie de anillos, terminando en las hembras con unas piezas duras destinadas a perforar el suelo y que reciben el nombre de *oviscapto*.

**ORGANIZACIÓN INTERIOR.**—El aparato digestivo (figura 176) es casi recto, mostrando un corto esófago y un largo estómago que presenta tres cavidades una a continuación de otra; el intestino es algo contorneado y acaba en uno de los últimos anillos del abdomen.

La respiración es análoga a la de los miriápodos, es decir *traqueal*, abriéndose los orificios de las traqueas a uno y otro lado del cuerpo. La circulación en general es parecida a la de la langosta de mar pero el corazón está formado por una serie de cavidades puestas unas a continuación de otras. La sangre es también blanca.

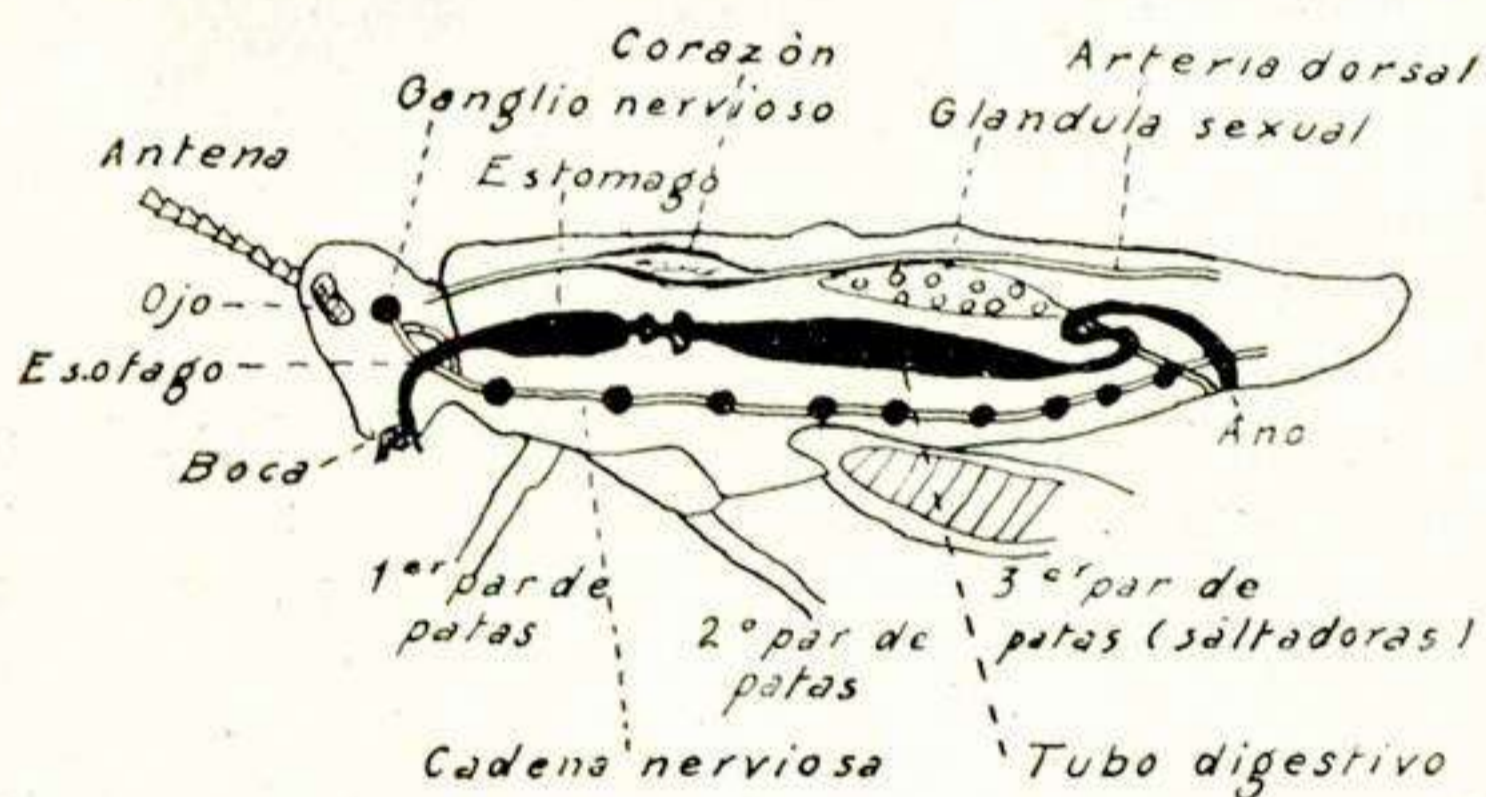


Fig. 176.—Esquema mostrando la disposición de los órganos de un saltamonte, supuesto quitadas las alas. Obsérvese que el sistema nervioso se reduce a una cadena ventral provista de ganglios y la sencillés de su aparato digestivo y circulatorio.

ganglionar ventral. Los órganos de los sentidos están poco desarrollados a excepción de la vista, pues poseen dos grandes ojos compuestos y entre ellos tres ojos pequeños y sencillos; el sentido del oído se halla limitado a unas cavidades situadas en el torax para los saltamontes de antenas cortas o *acrididos* y en las patas para los de antenas largas o *locustidos*, cuyas cavidades están cerradas por una membrana llamada *tímpano*. El tacto reside en las antenas como en la casi totalidad de los insectos.

**REPRODUCCION.**—Los saltamontes se reproducen por huevos que la hembra coloca en el fondo de unos agujeros que abre en los suelos mediante su *oviscapto* (figura 177), de estos huevos nacen pequeñas langostas incapa-

ces de volar (figura 178) y que luego por *mudas* sucesivas van transformándose en la langosta desarrollada.

**MODO DE VIDA DE LA LANGOSTA.**—Los saltamontes de antenas cortas (acrididos) se alimentan de vegetales, por cuya razón se dice que son *fitófagos* (1). Como muchas plantas son útiles, se comprende que al destrozarlas causen daños a la agricultura, especialmente las langostas que forman grandes bandadas, las cuales constituidas por millones de individuos al posarse en el suelo destruyen todos los cultivos y al levantar el velo, allí donde antes era todo verde, no queda sino un campo estéril; recuérdese que según la Biblia, la langosta constituyó una de las plagas de Egipto y en España son frecuentes las nubes de langosta que destrozan nuestros cultivos. En cambio la langosta de antenas largas (locustidos) son útiles por alimentarse de insectos dañinos.

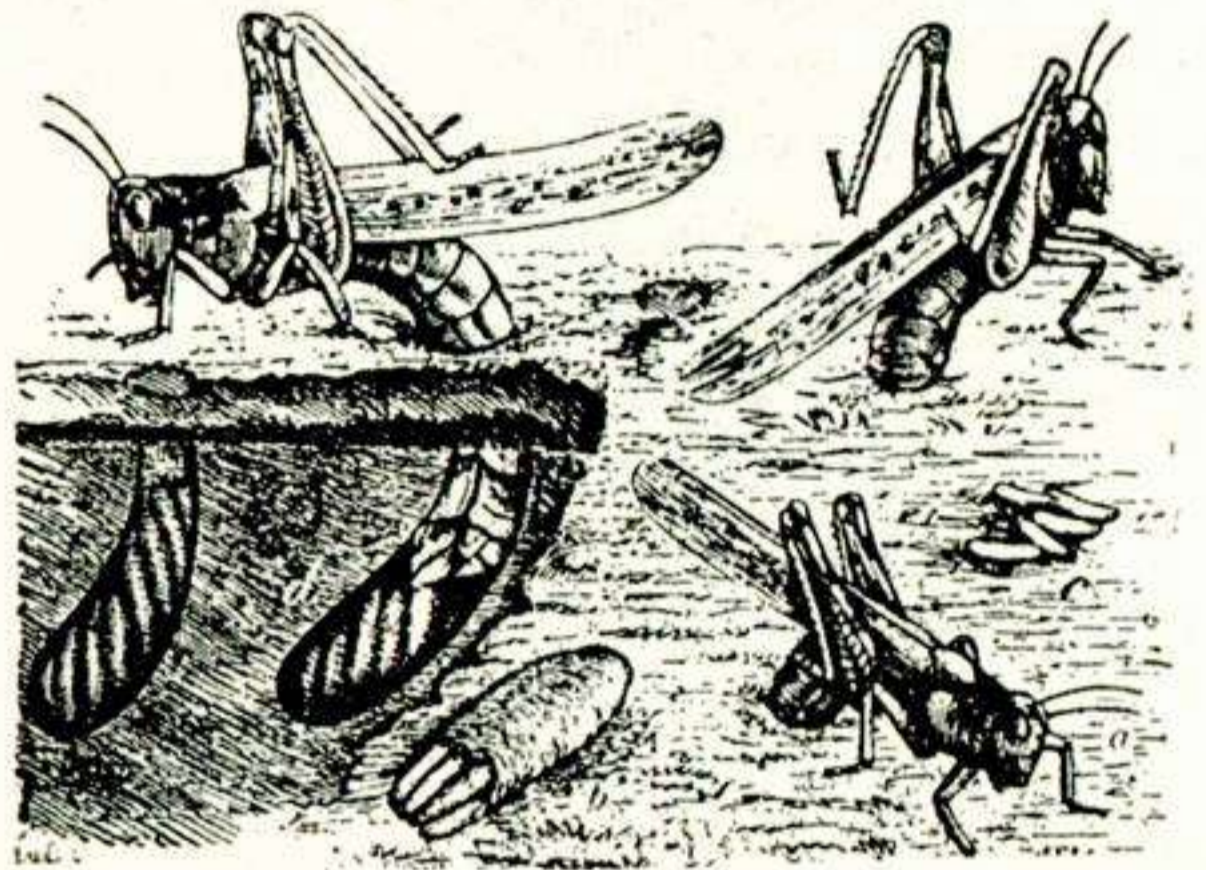


Fig. 177.—Langostas verificando la puesta de huevos para lo cual abren un agujero en tierra con su oviscapto y allí dejan depositados los mismos. Según Bolívar.

**OTROS INSECTOS DEL GRUPO DE LOS SALTAMONTES.**—Algo

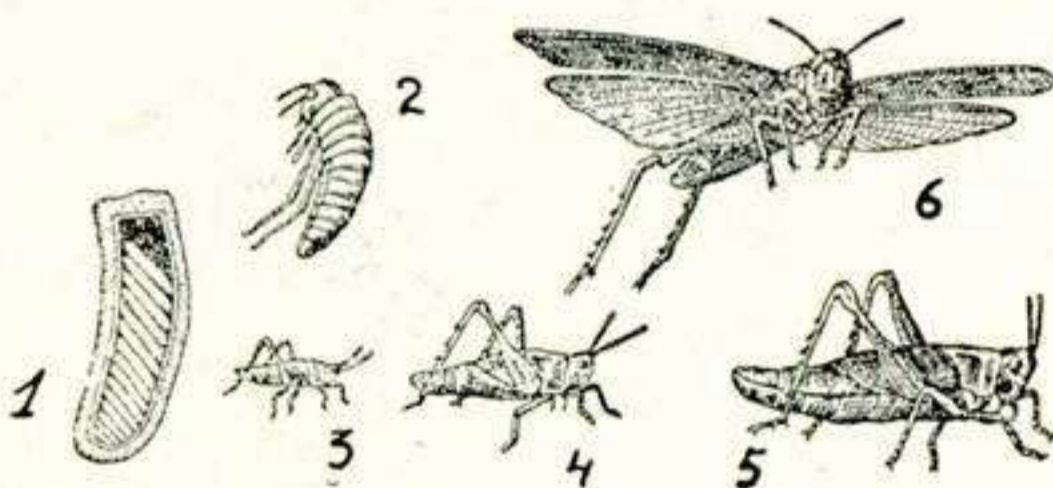


Fig. 178.—Las fases de desarrollo de una langosta, desde los huevos situados dentro de una especie de canuto (1), hasta el adulto volando (6). Mitad de tamaño natural.

parecidos a los saltamontes son los *grillos* (figura 179) de color negro y que producen un sonido característico, denominado canto del grillo, el cual lo obtienen frotando sus alas.

Las cucarachas, (fig. 180) se diferencian más de los saltamontes y se denominan también *correderas*. Las hembras de estos animales carecen de alas y en cambio el macho las posee desarrolladas, si bien no sue-

len volar, sino correr a gran velocidad y de aquí el nombre de *correderas*. Su color es pardo oscuro y habitan en las casas, viéndoselas especialmente en las cocinas donde tienen sitios oscuros para refugiarse durante el día,

(1) Esta palabra que proviene de las griegas *Phyton* que significa planta y *Phagein* que significa comer, luego la palabra *fitófago* significa animal *comedor de plantas*.

saliendo de noche en busca de alimento. No obstante ser un bicho repugnante, en parte por su aspecto y en parte por el olor que despiden, las cucarachas son completamente inofensivas.



Fig. 179.—Grillo.—Tamaño natural.  
Fot. P. H. Fabre.

ORTÓPTEROS. Los insectos del grupo de los saltamontes y de las cucarachas, se denominan *ortópteros* (1).

### LA CIGARRA

La cigarra (figura 181) es un insecto que vive sobre árboles, teniendo un tamaño hasta cinco centímetros de largo y siendo característico del mismo el canto que emite y que el animal logra haciendo vibrar una membrana situada en la unión del torax y el abdomen; el canto es tan potente que puede oírse hasta de más de un kilómetro de distancia, con la particularidad de que solamente canta el macho, pues la hembra es muda. La cigarra ha simbolizado siempre la vagancia, mientras que la hormiga ha simbolizado el trabajo, cosa que ponen de manifiesto ciertas fábulas bien conocidas.

El animal en su conjunto ofrece los caracteres de la langosta, ya que unos y otros son insectos, no obstante se diferencia notablemente por su boca, pues la cigarra en lugar de mandíbulas presenta un *pico* dentro de la cual hay una especie de estiletos que se clavan en las plantas y el animal aspira por el tubo los jugos que la herida ha puesto al descubierto; esta disposición se denomina *boca chupadora*. Las alas son membranosas y transparentes. Del huevo sale una larva alargada que abre una cavidad en el suelo, (figura 182) alimentándose de raíces, pasando luego al estado de ninfa, la cual sale al exterior y allí se transforma en la cigarra adulta.

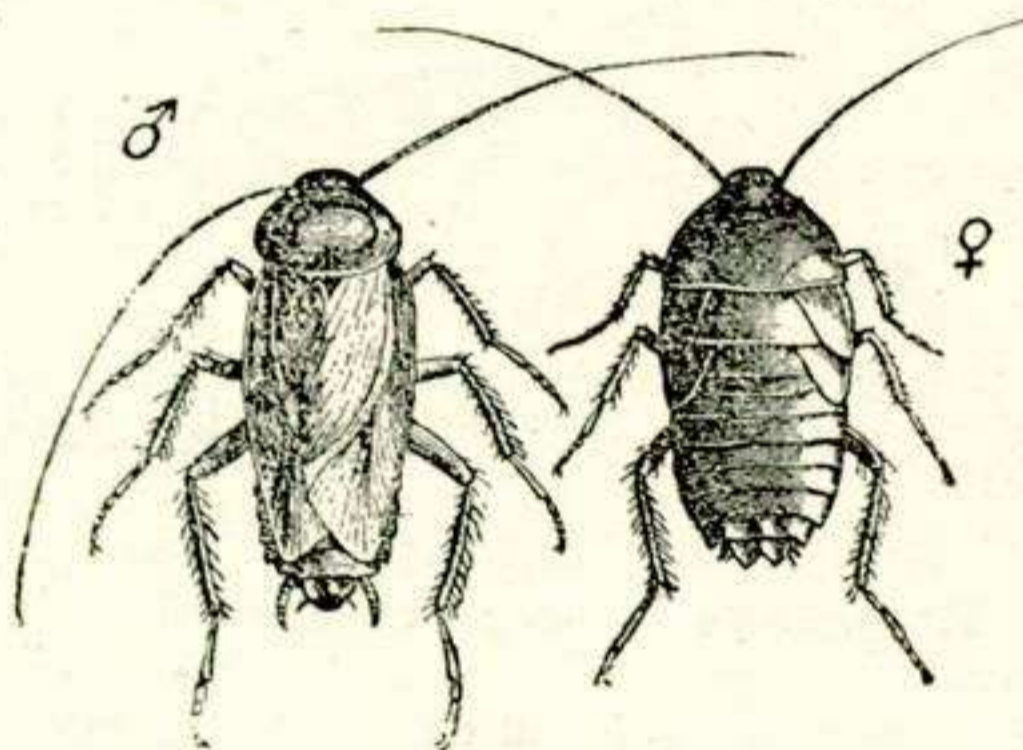


Fig. 180.—Cucaracha, obsérvese el macho a la derecha provisto de alas y la hembra a la izquierda, que carece de ellas.  
Tamaño natural.

(1) La palabra ortoptero proviene de las griegas *orthos* que significa derecho o recto y *pteron* que significa alas, luego equivale a decir insecto de *alas rectas*.

OTROS INSECTOS DEL GRUPO DE LAS CIGARRAS.—Del mismo grupo que las cigarras, aunque de forma muy distinta, son los terribles *chinchés*, (figura 183) animal de tamaño escasamente de medio centímetro de longitud, con un tórax desprovisto de alas, por cuya razón no puede volar, pero en cambio corre velozmente por las paredes y hasta por el techo de las habitaciones. Generalmente huye de la luz y durante el día permanece escondido en las grietas de los muebles o de las paredes para salir por la noche.

El chinche posee un aparato chupador análogo al de la cigarra y de

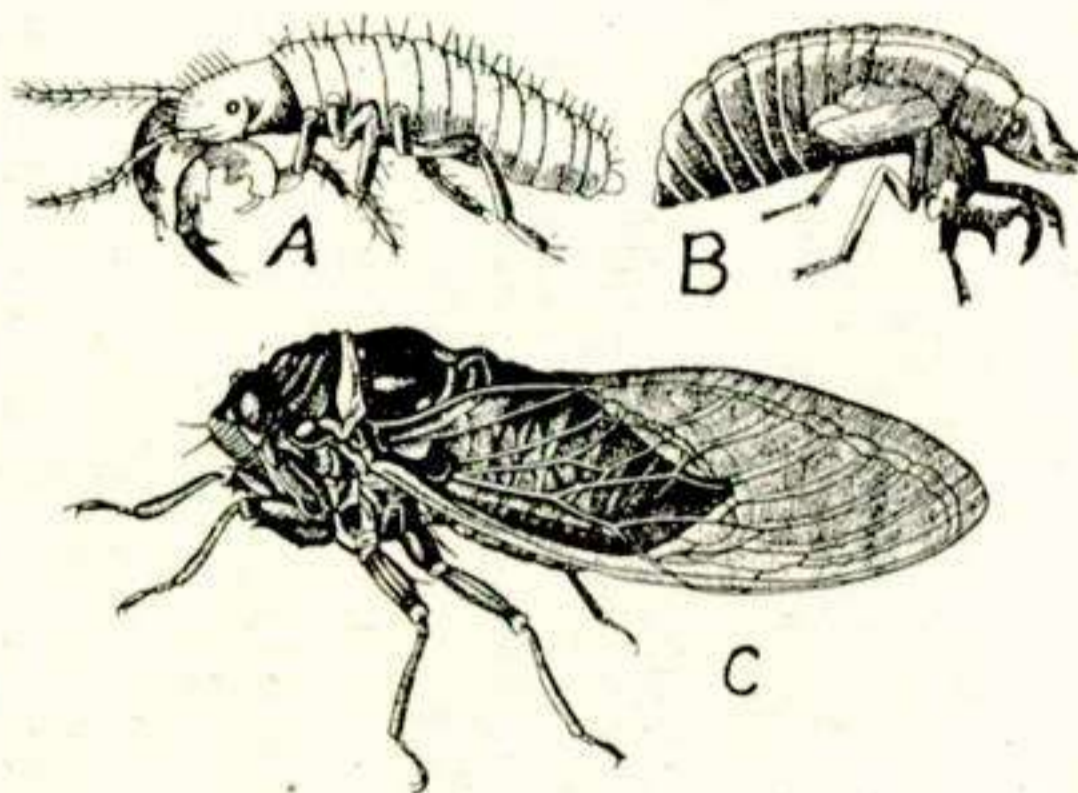


Fig. 181.—Cigarra en sus tres estados de larva (A), ninfa (B) y adulta (C).—Tamaño natural.



Fig. 182.—Ninfa de cigarra, saliendo de su nido subterráneo, donde ha permanecido mientras duraba su estado de larva. Tamaño natural. Fot. P. H. Fabre.

él se aprovecha para chupar la sangre del hombre mientras éste duerme, depositando en la herida un veneno irritante que la hace dolorosa, no obstante hay individuos a los cuales el picotazo de chinche no causa la menor molestia. Cuando los chinches han tomado posesión de una casa son difíciles de extinguir, pero con alguna constancia puede conseguirse eliminar tan molestos huéspedes.

Son también en este grupo los *pulgones*, animales muy pequeños, apenas visibles a simple vista y cuyo pico chupa los jugos de diversas plantas causándoles incluso la muerte, por tal motivo son enormemente perjudiciales especialmente el pulgón llamado *filoxera* (figura 184) que atacando a las raíces de las



Fig. 183.—Chinche común o doméstico, que vive de la sangre que chupa a las personas mientras están durmiendo. Aumentado unas ocho veces.

vides, destruyó la casi totalidad de los viñedos europeos causando daños por valor de miles de millones de pese-

tas. Los pulgones se multiplican prodigiosamente, pues cada uno pone gran número de huevos, de los cuales sólo nacen afortunadamente unos pocos y

aun muchos de los que nacen son devorados por otros insectos, de no ser así, podríamos decir que el suelo se hallaría recubierto por ellos y no quedaría una planta viva.

HEMIPTEROS. — Los insectos de éste grupo reciben el nombre de *hemípteros*. (1)

### LOS PIOJOS

Los piojos antes eran considerados como hemípteros, pero hoy día, los naturalistas forman con ellos un grupo aparte, son de pequeño tamaño alcanzando a lo más unos pocos milímetros de largo. Viven sobre personas y animales, alimentándose de la sangre que chupan introduciendo su largo pico dentro de la piel; sus patas poseen fuertes uñas que sirven para que el animal se agarre a la misma o se sujete a los pelos.



Fig. 185.—Piojo de la cabeza, aumentado unas 25 veces.

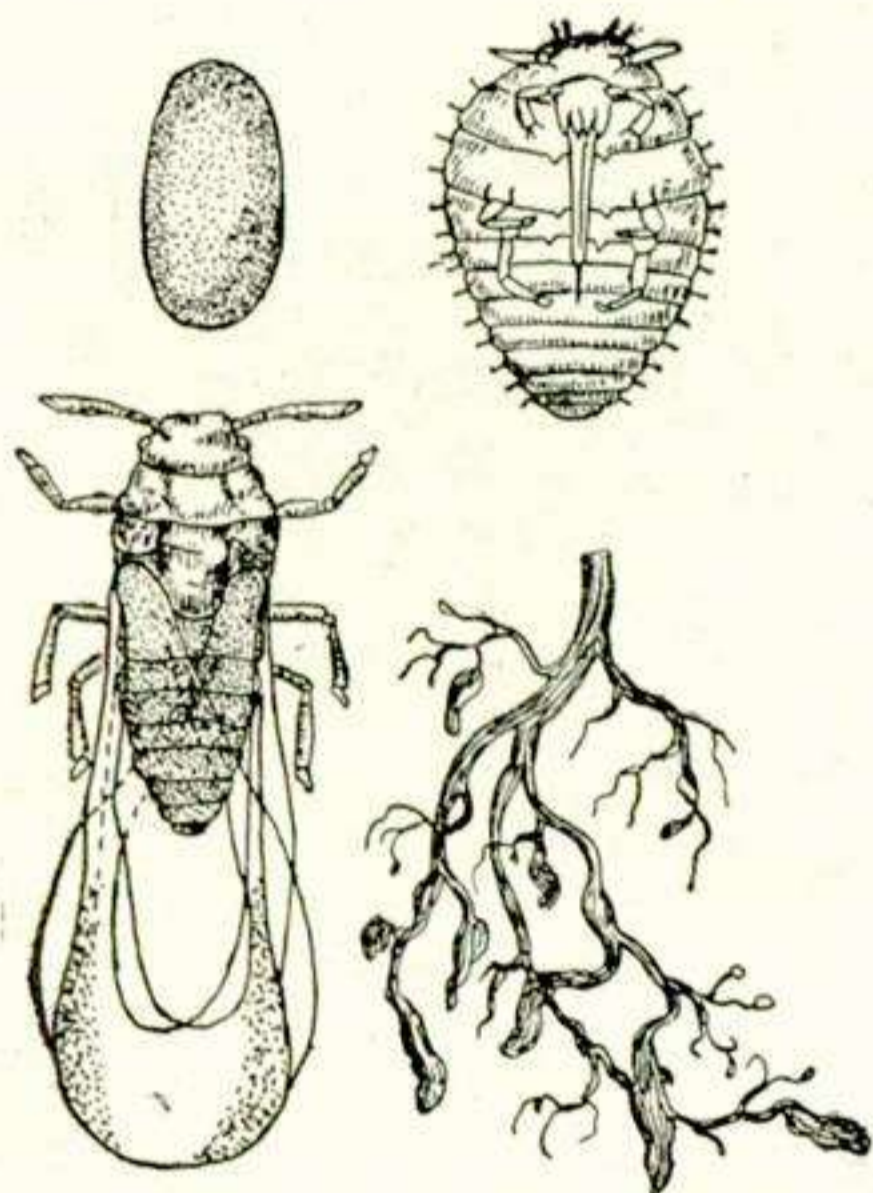


Fig. 184. — La terrible filoxera que a fines del siglo pasado ocasionó la muerte de la casi totalidad de las viñas europeas. En la figura se ven a tamaño natural una porción de raíz atacada mostrando las nudosidades que produce el parásito y aumentados unas 25 veces, un huevo y formas apteras y alada del insecto.

Al hombre le atacan principalmente dos piojos, el *piojo de la cabeza* (figura 185) que vive entre los cabellos, poniendo sus huevos agarrados a los mismos y el *piojo de los vestidos* que vive entre la ropa de cuyos pliegues sale para picar. Los piojos al picar pueden dejar microbios que producen graves enfermedades, felizmente puede decirse que han desaparecido de las familias en que el aseo y limpieza no sean desconocidos.

### EL CABALLITO DEL DIABLO

El caballito del diablo, (figura 186) denominado también *libélula*, es un hermoso insecto, de cuerpo largo y esbeltas alas membranosas perfectamen-

(1) El nombre de Hemípteros proviene de las palabras griegas *Hemi* que significa mitad y *pteron* que significa alas, aludiendo a que algunos de ellos tienen parte de sus alas duras y parte membranosas.

te transparentes; ordinariamente se le ve revoltar sobre las albercas u otros puntos en que haya aguas estancadas, posándose frecuentemente sobre plantas de manera que queda su largo abdomen al aire.

La boca de este animal es masticadora a semejanza con la del saltamontes y se alimenta de insectos a los que devoran en gran cantidad, por cuya razón son animales muy útiles al agricultor, ya que muchos de los insectos que la libélula come, son perjudiciales a las plantas. Es pues un insecto *carnívoro*, puesto que se alimenta de otros animales.

Los caballitos del diablo ponen sus huevos en el agua o sobre plantas acuáticas y de este huevo nace una larva que por carecer de alas se dice que es *áptera*, la cual vive en el agua hasta que llegando a su desarrollo definitivo sale de la misma subiéndose a una planta, allí se le abre su cubierta quitinosa y sale el insecto adulto empezando su vuelo.

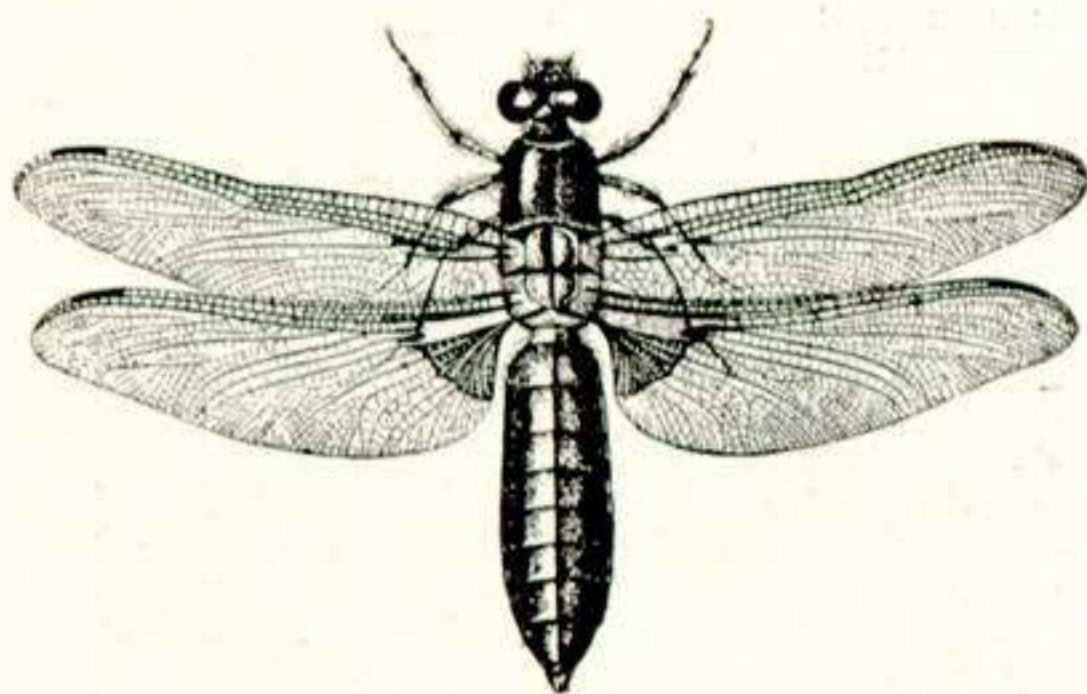


Fig. 186.—Una libélula o caballito del diablo, que frecuentemente se la ve revoltar sobre estanques o albercas. Tamaño algo reducido.

ARQUIPTEROS.—Las libélulas forman un grupo de insectos que reciben el nombre de *arquípteros* (1).

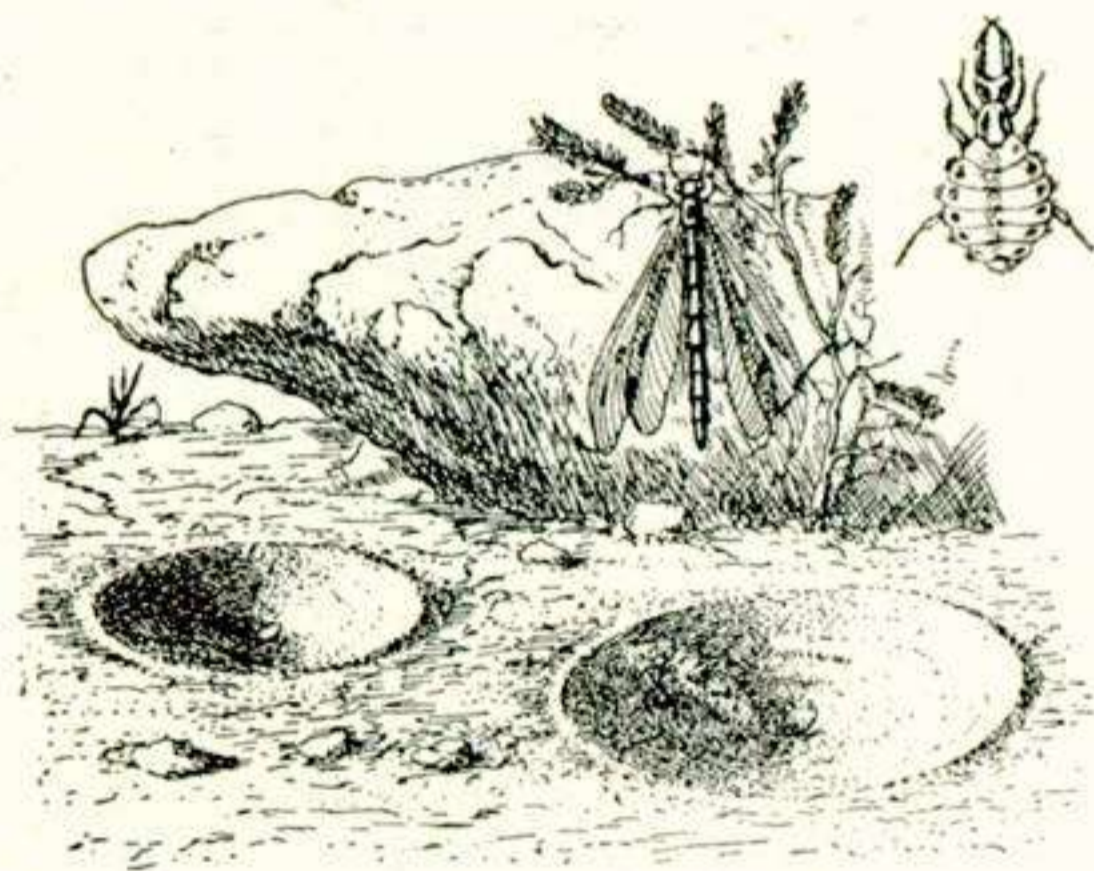


Fig. 187.—Hormiga león, obsérvese los embudos donde la larva está preparada para cazar otros insectos, mientras que el adulto está posado sobre la roca; tamaño reducido. En el ángulo superior derecho una larva aumentada.

Según A. Zulueta.

### LA HORMIGA LEÓN

Este animal es a primera vista tan semejante con una libélula que fácilmente se confunde con ella; como el caballito del diablo, es un insecto masticador, carnicero y por tanto útil al agricultor. Desde luego apesar de su nombre no tiene nada que ver con las hormigas que son unos insectos muy diferentes.

(1) El nombre de arquíptero proviene del griego *arqui* que significa principal y *pteron* alas, aludiendo a lo desarrolladas que se hallan las alas en estos animales.

La hormiga león (figura 187) pone los huevos en los suelos arenosos y la larva al nacer fabrica una especie de embudo en el cual se esconde para atrapar a los insectos que se atreven a acercarse al mismo; este insecto vive mucho tiempo en estado de larva y muy poco en estado adulto.

NEUROPTEROS. — Este insecto forma juntamente con otros de menor importancia un grupo que se denomina *neurópteros* (1).

## LOS ESCARABAJOS

EL CIERVO VOLANTE.—El ciervo volante (figura 188) es el mayor de los escarabajos que habitan en España, pues alcanza hasta siete centímetros de longitud, siendo de color pardo oscuro. Su cabeza lleva un par de antenas y su boca está provista de mandíbulas,



Fig.188.—El ciervo volante; en la parte superior dos machos provistos de sus gigantescas mandíbulas y en la inferior, una hembra con las mandíbulas del tamaño corriente entre los insectos. Mitad de su tamaño natural.

Fot. P. H. Fabre.

las cuales en el macho adquieren un enorme desarrollo, dando un aspecto terrorífico al animal, que no obstante es inofensivo; en cambio las mandíbulas de la hembra son de pequeño tamaño y de consiguiente poco visibles. Tenemos pues un ejemplo de que el macho y la hembra de un mismo animal presentan caracteres diferentes,

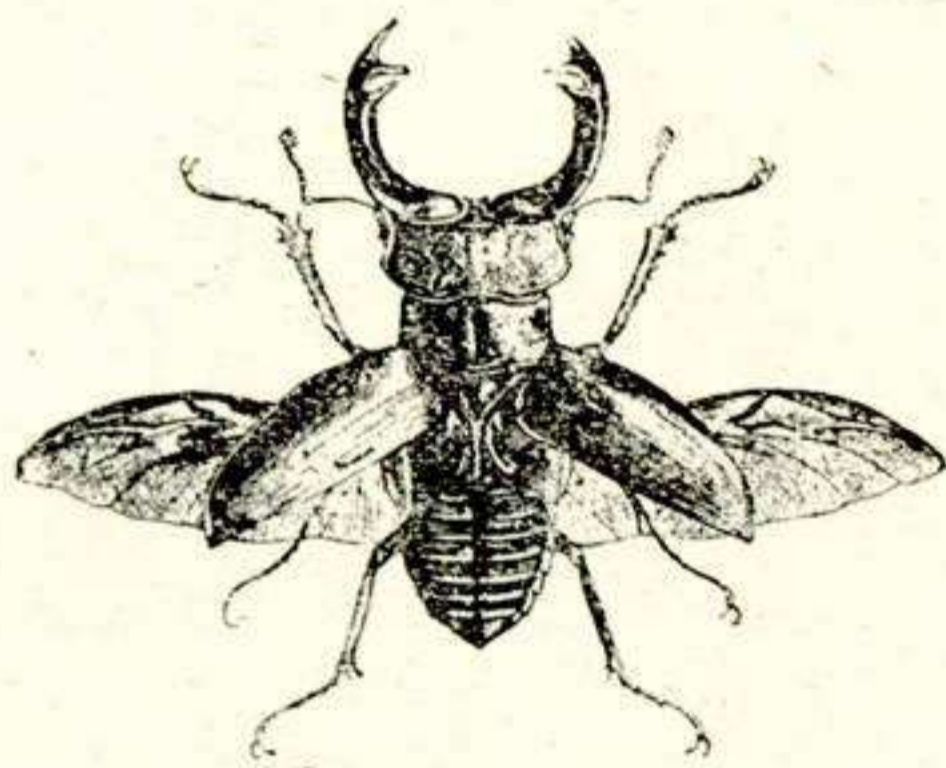


Fig. 189.—El ciervo volante durante sus vuelos, obsérvese que tiene las alas endurecidas o élitros, levantados y que el vuelo lo efectúa gracias a las alas membranosas que cuando reposa el animal, mantiene ocultas bajo sus élitros. Esta manera de volar es común a casi todos los coleópteros. Mitad de tamaño natural.

Según Guenau.

(1) El nombre de neuróptero viene del griego *neuron* que significa nervio y *pteron* alas, aludiendo a que las alas presentan nerviaciones.



lo que se domina *dimorfismo sexual*, cosa bastante frecuente entre los insectos.

El tórax es duro y forma una especie de corselete quitinoso que lleva los tres pares de patas articuladas, al igual que ocurre con todos los insectos. El primer par de alas está formado por quitina endurecida y recibe el nombre de *élitros*; la unión de los dos élitros forma una línea recta. Los élitros recubren el segundo par de alas, membranosas y utilizadas por el animal cuando quiere volar, para lo cual levanta los élitros que mantiene extendidos durante el vuelo (figura 189).

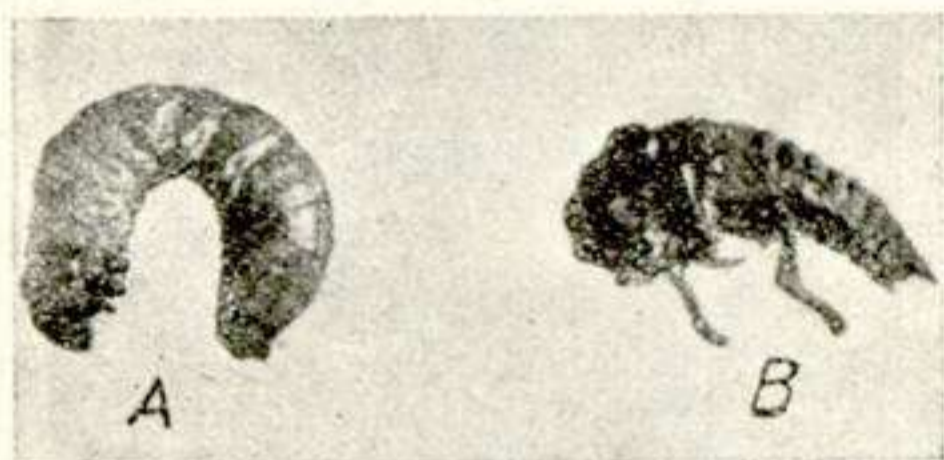


Fig. 190.—Larva (A) y Ninfa (B), del ciervo volante, a mitad de su tamaño natural

Las hembras verifican la puesta de huevos a comienzos de verano depositándolos al pié de árboles, especialmente encinas y las larvas, que son blancas y con aspecto de gusanos, (figura 190) penetran dentro de la madera del árbol, donde abren galerías en las cuales viven varios años, pasados éstos se transforman en ninfas que restan inmóviles en las galerías hasta que alcanzan al estado adulto y salen al exterior para volver nuevamente a reproducirse. Son insectos que, antes de llegar al estado adulto pasan por aspecto de gusano (larva), más tarde de ninfa inmóvil y luego el insecto perfecto, por lo que se dice que presentan *metamorfosis complicadas*.

OTROS INSECTOS DEL GRUPO DEL CIERVO VOLANTE.—De este grupo es el *escarabajo pelotero*, de color negro (figura 191) tan común en toda la península, el cual fabrica con estiércol que recoge de los caminos, una gran bola que empuja con sus patas posteriores hasta llevarla al nido, poniendo un huevo en su interior y allí se desarrolla la larva y la ninfa. El *copris* es otro escarabajo de idénticas costumbres y también muy vulgar presentando un cuerno sobre la cabeza (figura 192).

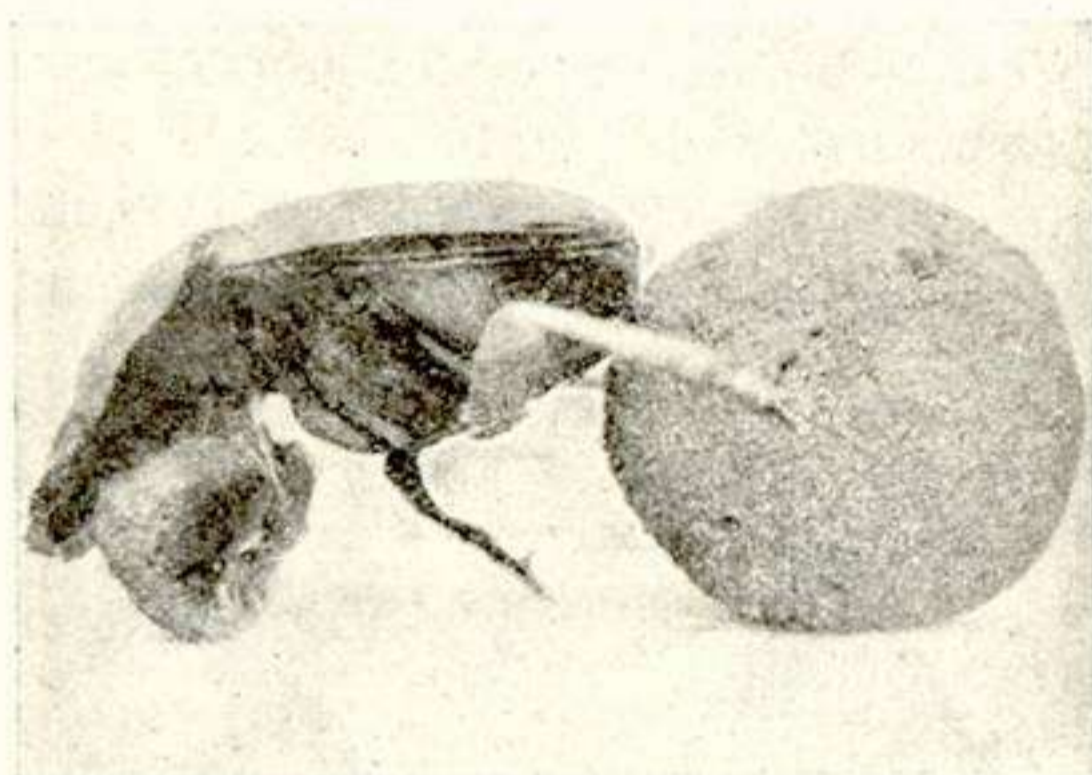


Fig. 191.—Escarabajo pelotero empujando una bola de estiércol. Tamaño natural.

Los *abejorros* (1) o *jorges*, (figura 193) tienen forma algo parecida al escarabajo pelotero, pero de color marrón y su larva, llamado *gusano blanco* vive debajo de tierra alimentándose de las partes subterráneas de las plantas, por lo cual causa grandes destrozos en los cultivos.

**LOS GORGOJOS.**—Los gorgojos son de pequeño tamaño, (figura 194) pasando raras veces de un centímetro; poseen la cabeza prolongada en forma de pico en el extremo del cual están las mandíbulas que son de pequeño tamaño, pero que le sirven para perforar semillas o frutos como avellanas, granos de trigo, legumbres, etc., poniendo los huevos en su interior, de manera que las larvas al nacer destrozan el fruto; de aquí que estos animales causan grandes daños.

**LOS CERAMBIX.**—Son unos hermosos escarabajos (figura 195) de cuerpo pardo oscuro y de gran tamaño, con antenas muy largas y dirigidas hacia atrás. Sus larvas viven dentro de la madera de los árboles, en la cual abren galerías que si son numerosas pueden llegar a producir la muerte de la planta.

**LA MARIQUITA DE SAN ANTÓN.**—Es un insecto de pequeño tamaño, (figura 196) de forma globosa por encima y plana por debajo, presentando un color anaranjado con siete puntos negros sobre los élitros. Estos animales se alimentan de



Fig. 192.—El Copris, escarabajo pelotero, común en España, que presenta un cuerno sobre la cabeza. En la fotografía se le ve sobre una de las bolas de estiércol en el interior de la cual ha verificado la puesta de huevos. Fot. P. H. Fabre.

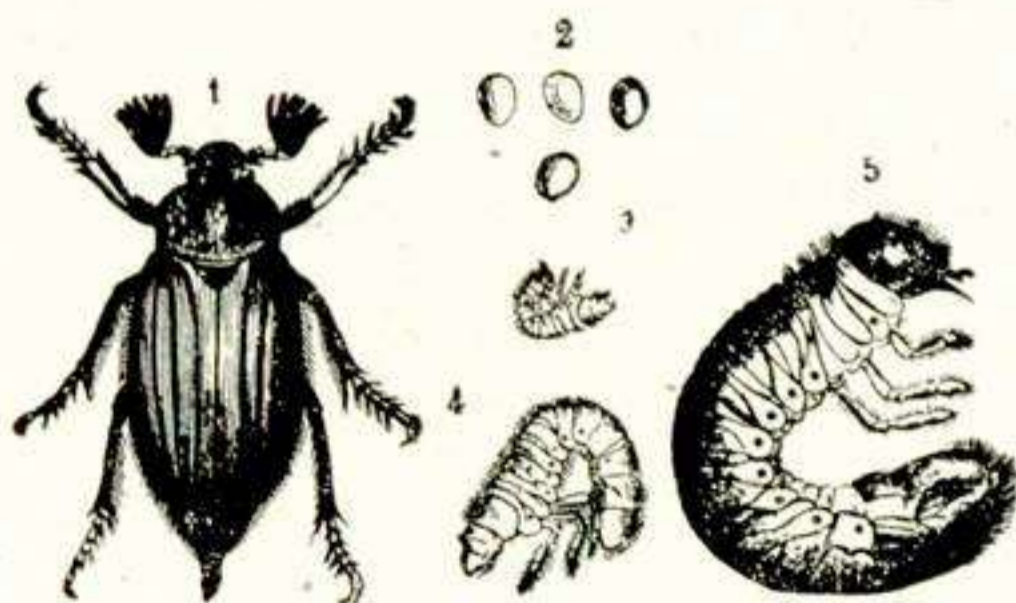


Fig. 193.—El Jorge o abejorro común. 1, individuo adulto; 2, huevos; 3, 4 y 5, larvas en diversas fases de su desarrollo. Tamaño natural. Según Guenaux.

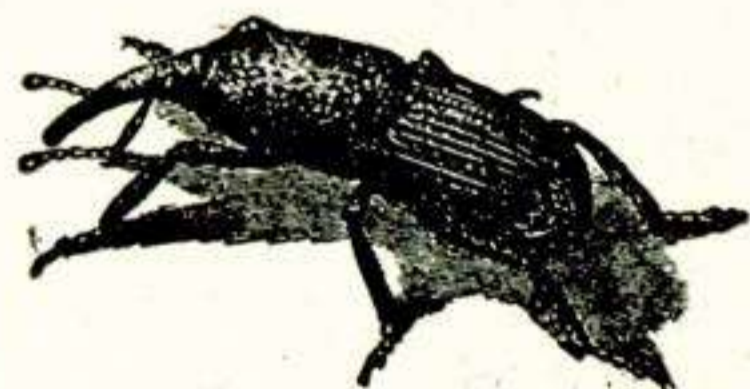


Fig. 194.—Gorgojo de trigo, ampliado unas 10 veces. Según L. Navarro.

(1) También se denominan abejorros a ciertos insectos del grupo de las abejas.

pulgones a los que devoran en gran cantidad y como los pulgones causan, como hemos dicho antes, grandes daños a las plantas, resulta que las mariquitas de San Antón son muy beneficiosas para el agricultor. Un insecto del mismo grupo ha salvado los naranjales de los daños que producía otro insecto denominado *Icerya*.

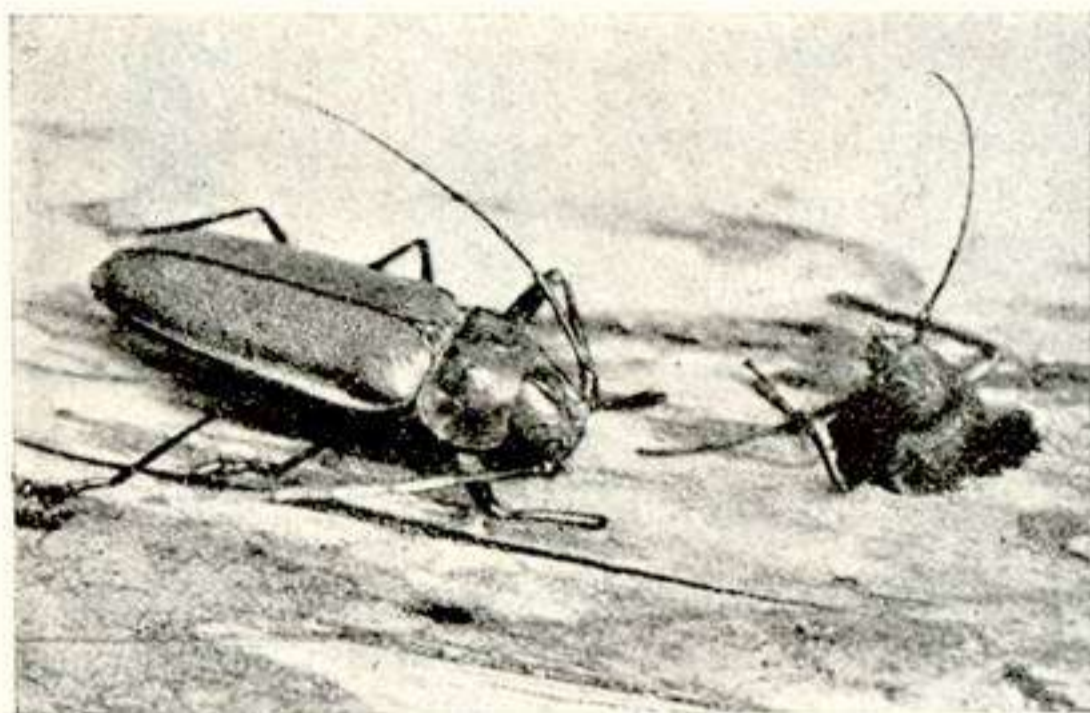


Fig. 195.—*Cerambyx*, saliendo de un madero en el cual ha pasado su estado de larva y de ninfa. Tamaño natural. Fot. P. H. Fabre.

lo tanto fitófagos, mientras que los ditiscos son carnívoros. La forma de unos y otros es muy parecida.

#### HIDROFILOS Y DITISCOS.—

Son escarabajos nadadores que viven en charcas o remansos de arroyos pero que respiran el oxígeno del aire para lo cual suben de tanto en tanto a la superficie para provisionarse; los primeros (figura 197) se alimentan de vegetales y son por lo tanto fitófagos, mientras que los ditiscos son carnívoros. La forma de unos y otros es muy parecida.

ESCARABAJOS DE ABDOMEN DESNUDO.—Hay ciertos escarabajos como por ejemplo la *carraleja* (figura 198) cuyos élitros son muy cortos, lo mismo que el par de alas membranosas, por cuya razón el abdomen está al descubierto.

ESCARABAJOS LUMINOSOS.—Conocidos de todos son los curiosos *gusanos de luz*, o *Luciérnagas* (figura 199) nombre que se da porque despiden una débil luz que permite verlos de noche; la hembra apenas tiene alas ni élitros, por cuya razón parece una larva y las larvas de los insectos suelen ser equivocadamente consideradas por el vulgo como gusanos. La luz la produce el macho en la parte posterior de su abdomen a manera de dos puntitos fosforescentes, pero la larva y la hembra poseen todo el abdomen fosforescente. La luz de este animal



Mariquita de San Antón, que tanta utilidad presta a los agricultores por la enorme cantidad de pulgones que devora. Algo aumentada

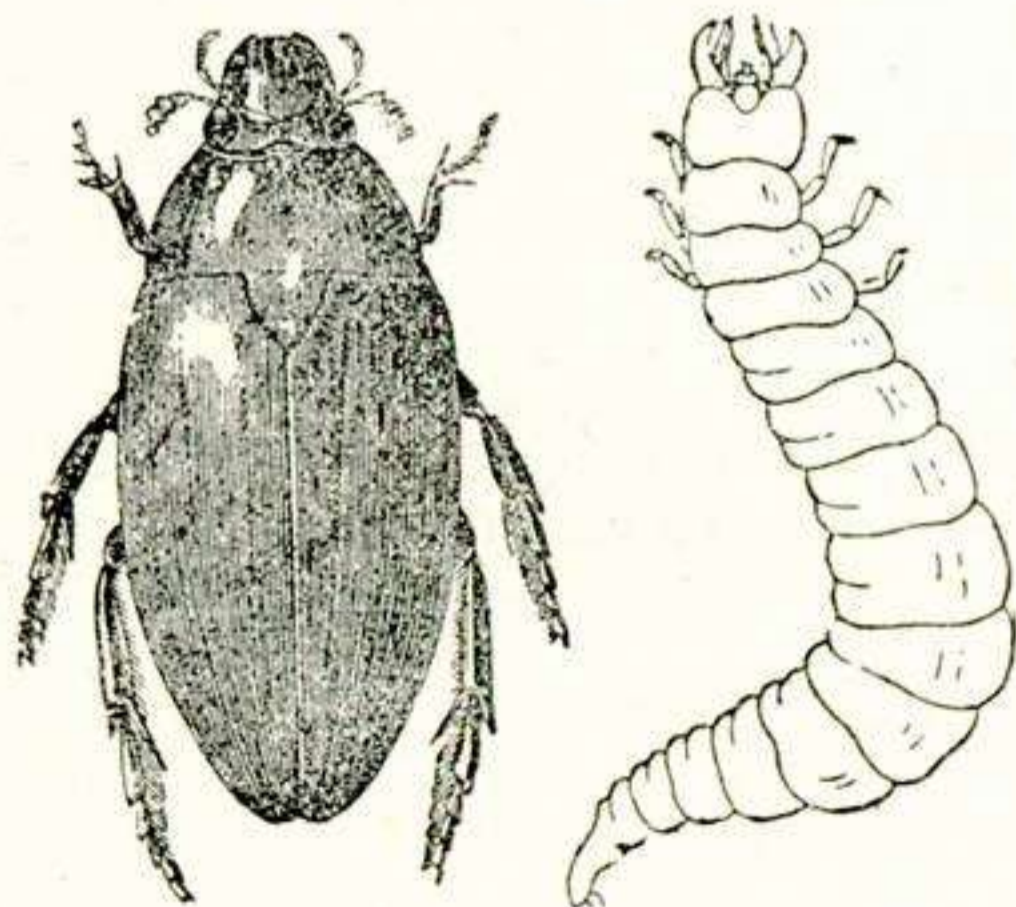


Fig. 197.—El escarabajo de agua o Hidrófilo, y su larva. Tamaño natural.

es poco intensa pero hay unos escarabajos en América Central, llamados *cucuyos* que dan luz suficientemente intensa para poderse leer con la misma.

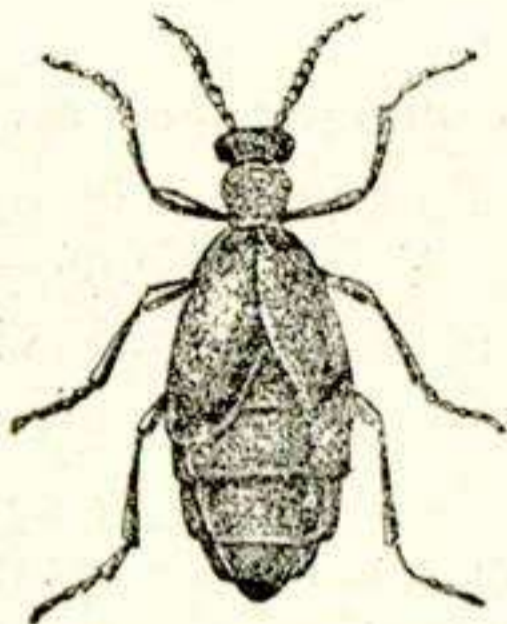


Fig. 198.—Carraleja.  
Tamaño natural.

COLEOPTEROS.—Todos los insectos del grupo de los escarabajos reciben el nombre de coleópteros (1), contándose en el mundo más de cien mil coleópteros diferentes, unos útiles a la agricultura y otros perjudiciales pero sin que haya ninguno de ellos que sea de mordedura venenosa.

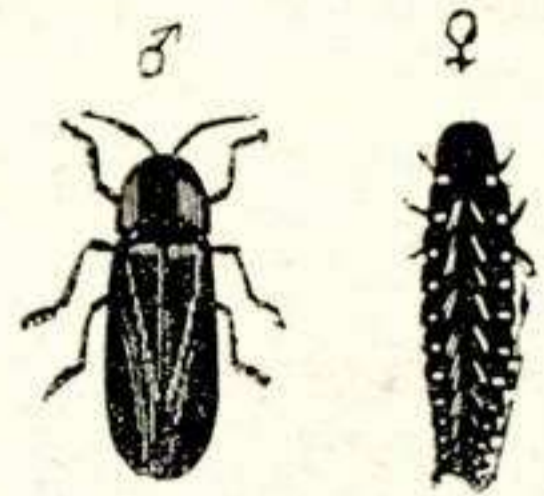


Fig. 199.—Luciérnaga; obsérvese a la izquierda el macho con alas y a la derecha la hembra sin ellas con puntos luminosos en su dorso.

## LAS MOSCAS Y LOS MOSQUITOS

MOSCAS.—Las moscas son insectos cuya cabeza globosa está provista de una trompa larga y blanca (figura 200) con la cual aspira sustancias líquidas o sólidas, generalmente azucaradas, que previamente ha disuelto con su saliva, de las cuales se alimenta; tiene dos ojos compuestos como lo son los de los insectos en general y su tórax sólo lleva un par de alas, estando el segundo par reducido a una especie de muñones llamados *balancines*.



Fig. 200.—Mosca común, ampliada unas seis veces.

En estos animales, las tres partes de su cuerpo, cabeza, tórax y abdomen, están más acusadas que en los insectos ya mencionados, pues sólo se hallan unidos por un estrecho pedúnculo.

La mosca común, al llegar la primavera, deposita sus *huevos* en cantidad de unos 150 en los montones de estiércol o en materias fecales; de éstos huevos nacen las *larvas* que carecen de patas y se alimentan de éstas sustancias, luego se transforman al cabo de unas semanas en *ninfas* que tienen la forma de un pequeño saco, del cual sale la mosca adulta. Las mos-

(1) De *koleos* que significa estuche y *pteron* alas, es decir *alas en un estuche*.

cas son pués insectos de metamórfosis completas y como pueden dar en nuestro clima, hasta cuatro generaciones anuales, se comprende que se muestren abundantísimas a pesar de los enemigos y las enfermedades que las destruyen en inmenso número.

La mosca común es un animal perjudicial a causa de que se posa sobre materias fecales y luego sobre alimentos, pudiendo transportar con sus patas micróbios y originar de este modo gravísimas enfermedades como la fiebre tifóidea y paratífus; durante las epidemias de cólera, las moscas infectan los alimentos y hay que tomar grandes precauciones contra ellas.



Fig. 201.—Cosecha de naranjas en los Estados Unidos, destruída por la mosca de los frutos que ha originado la caída de éstas. For. National Geographic Magazine.

Hay ciertas moscas mucho más perjudiciales que la mosca común, así hay algunas que destruyen frutos, causando graves daños a la agricultura (figura 201), mientras que otras, como la mosca tsé-tsé (figura 202) propia de las zonas cálidas, tiene la trompa dispuesta para picar y chupan la sangre de personas atacadas de la enfermedad del sueño y luego al picar a un individuo sano, depositan el parásito dentro de su sangre y se produce la enfermedad.

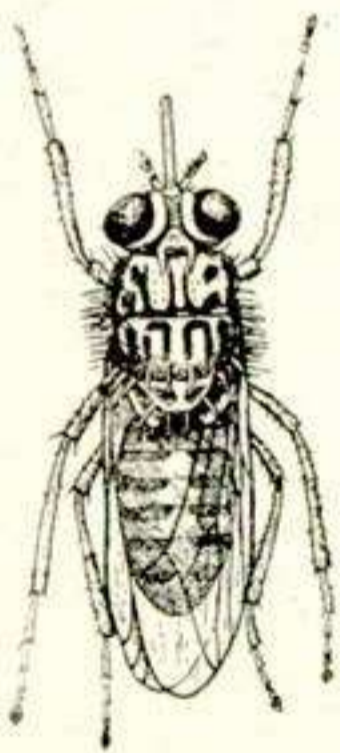


Fig. 202.—La mosca tsé-tsé que vive en el Africa central y que transmite con sus picaduras, la terrible enfermedad del sueño. Aumentada 3 veces. Según Neveux Lemaire.

MOSQUITOS.—Los mosquitos (figura 203) son insectos parecidos a las moscas, pero de forma más alargada que éstas, teniendo igualmente un solo par de alas y la trompa provista de unos estiletos (figura 204) que se clavan profundamente e inyectan una saliva irritante y de aquí el escozor que causa una picada de mosquito.

Los mosquitos se alimentan de sangre de mamíferos que chupan después de haber perforado la piel.

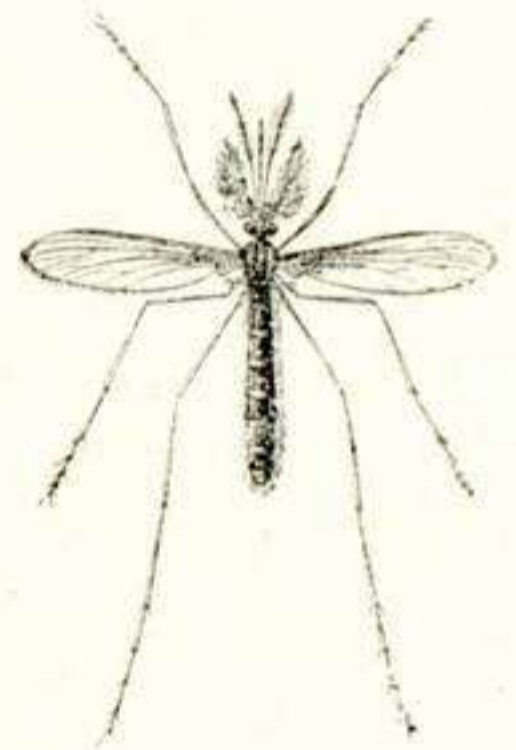


Fig. 203.—Mosquito común, aumentado cuatro veces

Estos insectos ponen sus huevos en aguas encharcadas y de ellos nacen las *larvas* (figura 205), también sin patas como las moscas, pero que nadan por contracciones de su cuerpo; de las larvas nacen las *ninfas* que no tienen estuche como las de las moscas sino que muestran un cefalotorax y un abdomen prolongado. De estas *ninfas*, también acuáticas, nacen los mosquitos adultos que hechan a volar.

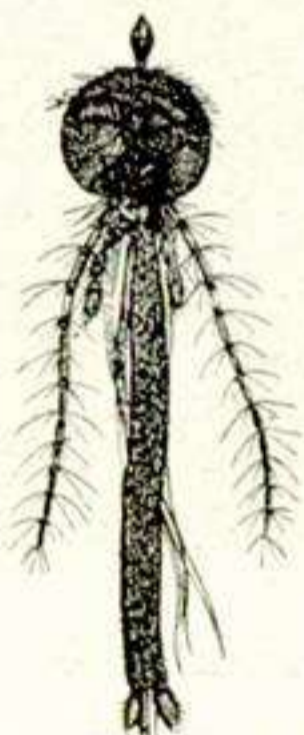


Fig. 204. -- Cabeza de mosquito mostrando su trompa y los estiletes al final de la misma, que le sirven para perforar la piel y poder chupar la sangre. Aumentado unas 25 veces.

Unos mosquitos, como el *mosquito común*, no causa otra cosa que molestias por el zumbido de su vuelo o por sus picadas irritantes, pero en cambio hay el *anopheles* que transmite los parásitos de las fiebres palúdicas, pues al picar a un enfermo, juntamente con su sangre chupa el parásito que produce la enfermedad, el cual puede vivir en el cuerpo del mosquito y al picar a una persona sana, inyecta el microbio y se produce la enfermedad. En España hay algunas regiones donde había mucho paludismo, como las albuferas de Valencia o de Mallorca, así como en Extremadura, donde abundan las charcas para abreviar ganado, pero hoy día ha disminuído mucho gracias a las precauciones tomadas para evitar que los anofeles piquen a enfermos. En ciertos países, para evitar estas enfermedades es preciso preservarse de los anofeles mediante mosquiteras, que son unas telas de gasa que dejan pasar el aire e impedir el paso de los mosquitos (figura 206).

Otro mosquito, llamado *Estegomia* (figura 207) propaga la terrible fiebre amarilla, es un mosquito cuyas lar-

vas pueden desarrollarse en la orilla del mar, especialmente donde el agua está sin movimiento como en los puertos. En las costas españolas aparece como epidemia porque los mosquitos sólo se desarrollan durante el verano y al llegar el invierno la enfermedad se acaba por sí sola, pero en los países cálidos donde los mosquitos viven todo el año, la enfermedad se muestra en todas

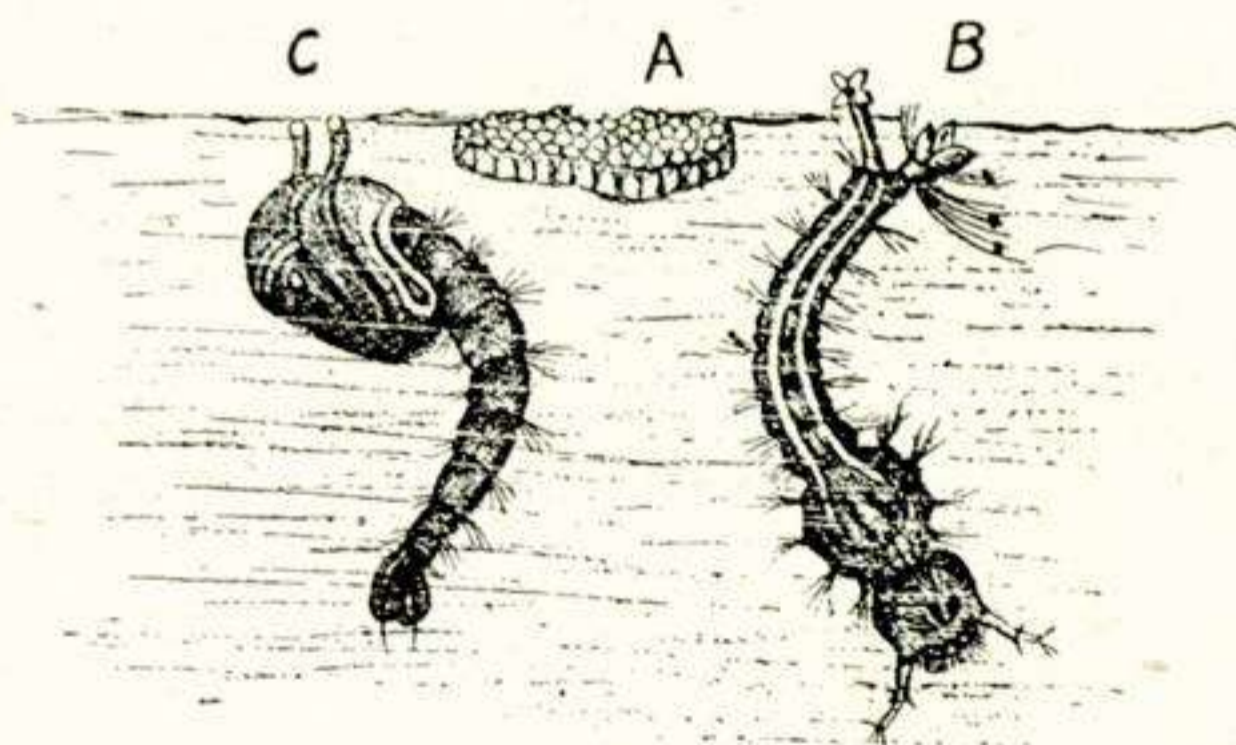


Fig. 205. -- Huevos (A), flotando en el agua, en donde ha verificado la puesta el mosquito hembra; larva (B) y ninfa (C) nadando. Ampliado cuatro veces. Según Neveu-Lemaire.

épocas. En la isla de Cuba causaba antes gran mortalidad, pero hoy se halla completamente dominada.

DIPTEROS.—Las moscas y los mosquitos constituyen un grupo denominado dípteros (1) caracterizado por sólo poseer un par de alas y una tropa chupadora.

## LAS MARIPOSAS

Las mariposas (figura 208), son los más bellos de los insectos; la cabeza, el tórax y el abdomen no son pedunculados como los dípteros, y llevan dos pares de alas recubiertas por un polvillo que se queda fácilmente en los dedos al tocarlas, estas alas son generalmente de gran belleza, no se pliegan y algunas de ellas cuando están en reposo las colocan verticalmente (figura 209).

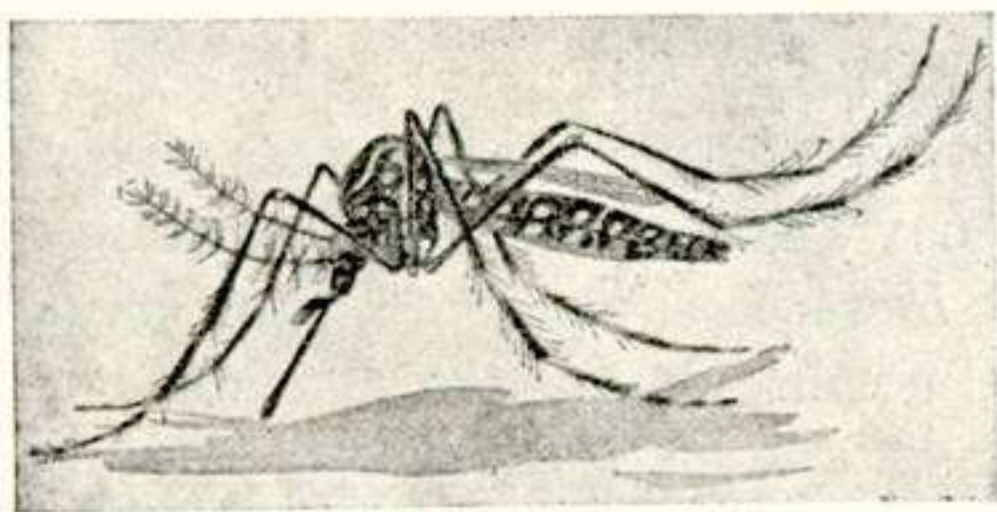


Fig. 207.—La Estegomía, el mosquito cuyas larvas pueden desarrollarse en el agua del mar y que en los países tropicales, transmite la fiebre amarilla. Según Kolle y Hetsch.



Fig. 206.—Exploradores de las selvas tropicales protegiéndose de las picaduras de los mosquitos, gracias al uso de mosquiteros. Fot. National Geographic Magazine

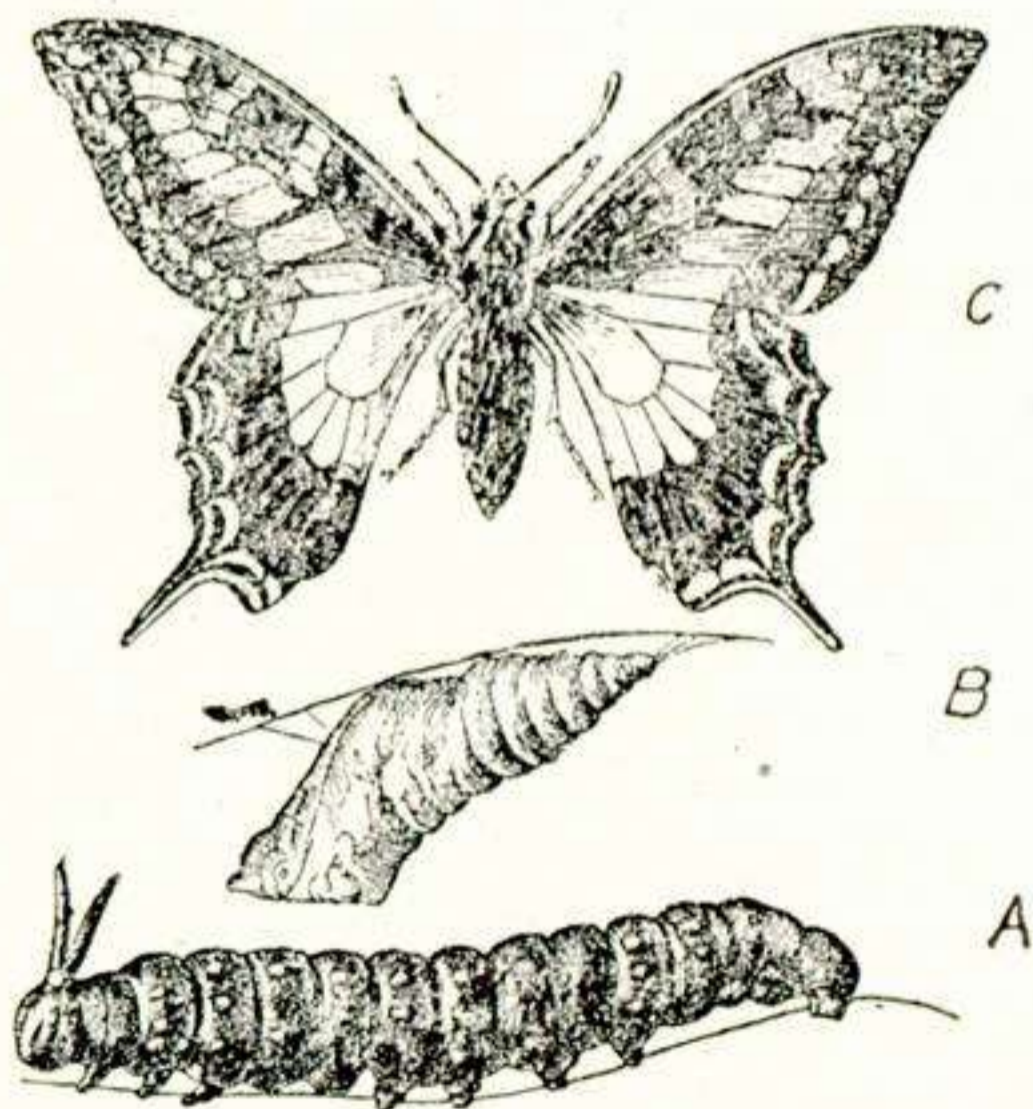


Fig. 208.—La mariposa llamada equites o papilio, algo reducida de tamaño. - A. larva; B, ninfa y C, mariposa adulta.

(1) De las palabras griegas *di* que significa dos y *pteron*, alas.

La cabeza posee un par de antenas largas y ojos compuestos, al igual que los dípteros, posee trompa chupadora, pero ésta jamás tiene estiletes, por cuya razón las mariposas no pueden picar, en cambio es muy larga y cuando el animal no la emplea la tiene arrollada en espiral. (Figura 210).



Fig. 209.—Mariposa reposando con las alas colocadas verticalmente.

Las mariposas son insectos de metamorfosis completas, ponen huevos, de los cuales nace una larva que generalmente se denomina vulgarmente *oruga*, esta oruga se alimenta de plantas comiendo cantidades enormes, por cuya razón las especies que comen plantas útiles causan grandísimos estragos a la agricultura y existe el dicho vulgar de que «causa más daño que una oruga». La oruga se transforma en ninfa o *crisálida* formando una

especie de estuche de quitina y queda inmóvil hasta que rompiéndose la cubierta sale la mariposa adulta, que se pone a volar. Las mariposas adultas chupan el néctar de las flores, pero hay algunas que no se alimentan y mueren al poco de haber salido del estado de crisálida, si bien después de verificar la puesta de huevos.

Aparte de las orugas que causan daños a la agricultura, como la de la mariposa de la col, la lagarta de los alcornoques y otras muchas, las hay que como las *polillas* destruyen granos de trigo, o atacan a diversas plantas.

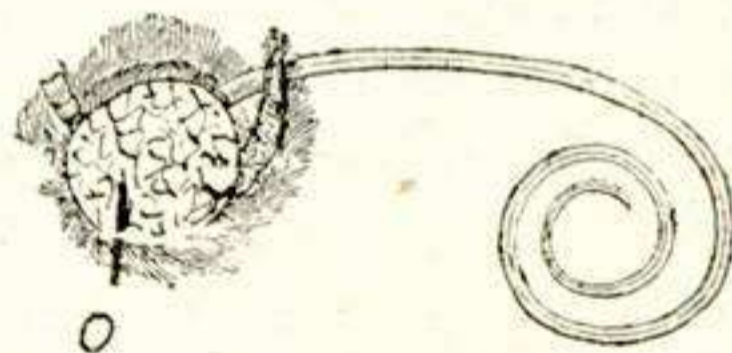


Fig. 210.—Cabeza de mariposa mostrando el ojo compuesto (o) y la trompa arrollada en espiral.

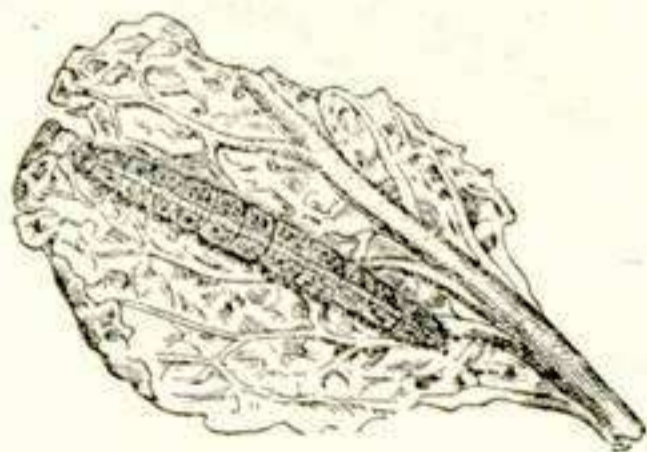
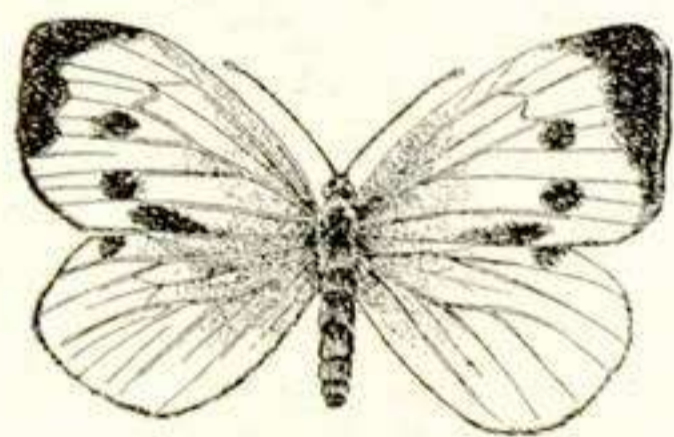


Fig. 211.—Mariposa de la col y su oruga que destruye las hojas de esta planta. Algo reducida.

En cambio hay una mariposa de gran utilidad, la *mariposa de la seda*, cuya larva se conoce vulgarmente con el nombre de *gusano de seda*, nombre nada exacto ya que los gusanos son unos animales muy distintos de las larvas de los insectos.

La mariposa de la seda proporciona fibras de ésta sustancia, las cuales envuelven la crisálida, denominada en este caso *capullo*, y con ellas se fabrican valiosos tejidos. De esta mariposa se hablará extensamente en el tercer curso.

Unas mariposas son de cuerpo esbelto y vuelan



durante el día como la mariposa de la col (figura 211) o el equites, mientras que otras de cuerpo grueso y de colores menos vivos vuelan durante el crepúsculo o durante la noche como la mariposa de la muerte (figura 212) o la de la seda; finalmente hay otro grupo constituido por mariposas de muy pequeño tamaño, como las ya citadas polillas o el piral de la vid. (Figura 213).

Las mariposas constituyen un gran grupo de insectos denominados *lepidópteros*, (1) caracterizado por tener las alas recubiertas del polvillo de colores y poseer trompa que se arrolla en espiral.

### LOS INSECTOS SOCIALES

La vida de los insectos es verdaderamente admirable, sin estar dotados de cerebro poseen un instinto que causa admiración de todos los que estudian sus costumbres; pero los más dignos de admiración, son los insectos llamados sociables, pues forman agrupaciones de miles de individuos especializados en trabajos distintos y que todos aportan su labor al bien de la comunidad, dando con ello un verdadero ejemplo a la humanidad, siempre dividida por odios,



Fig. 212.—Mariposas de la muerte; obsérvese que estas mariposas nocturnas reposan con las alas extendidas en lugar de tenerlas colocadas verticalmente.

Algo reducida. Fot. P. H. Fabre.

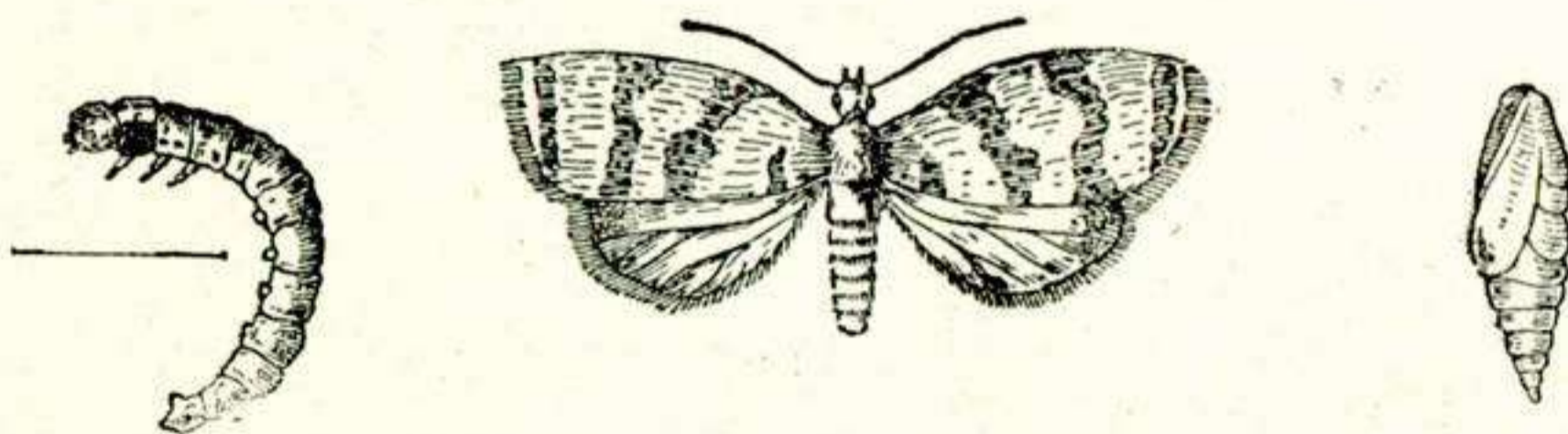


Fig. 213.—Piral de la vid mostrando a su izquierda la larva y a la derecha la crisálida. Aumentada tres veces.

cuando no son guerras en que nos destroza-mos los unos a los otros en lugar de unirnos para el bien común como

hacen estos modestos insectos de que vamos a hablar.

(1) El nombre de lepidóptero, proviene de las palabras griegas *lepidos* que significa escama y *pteron* que significa ala, aludiendo a que el polvillo que recubre las alas, visto al microscópio se ve que está formado por escamitas.

## Las abejas

**LA VIDA DE LAS ABEJAS.**—Las abejas (figura 214) son unos insectos que poseen cuatro alas membranosas y su cuerpo a semejanza del de las moscas, tiene la cabeza, el tórax y el abdomen unidos por estrechos pedúnculos; la boca está dispuesta para masticar poseyendo mandíbulas, y teniendo al mismo tiempo una especie de trompa que les permite lamer el néctar de las flores.

Las abejas hembras poseen en la parte posterior del abdomen una especie de estilete denominado *aguijón*, que ordinariamente tienen metido en el

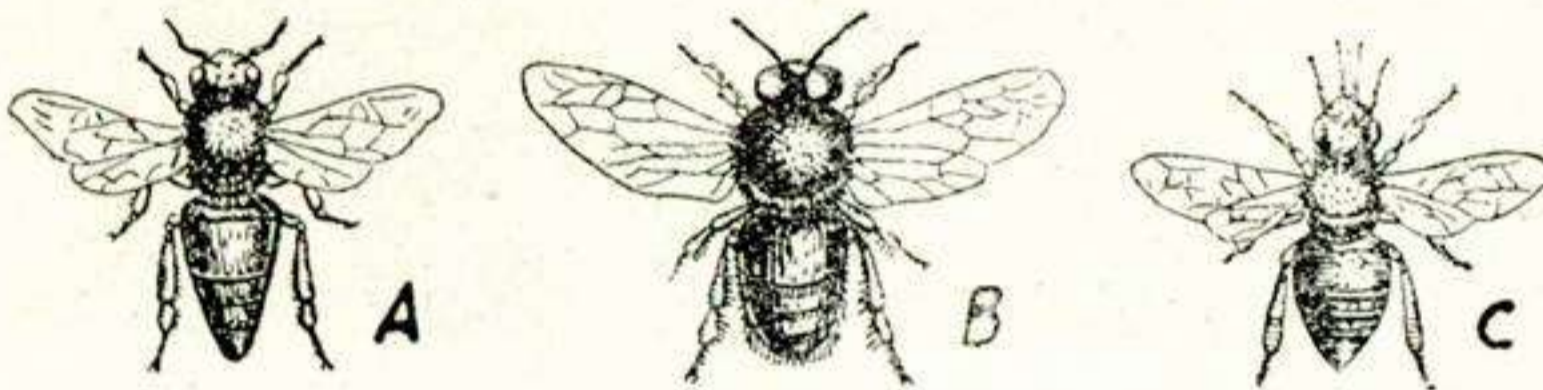


Fig. 214.—Abejas: (A), hembra fecunda o reina; (B) mazo o zángano y (C), hembras no fecundas u obreras. Ligeramente aumentadas.

cuerpo y que lo sacan con asombrosa rapidez cuando se quieren defender de un enemigo. Este aguijón es hueco y comunica con una glándula venenosa, de manera que al clavarse inócula un veneno; (figura 215) cuando pica una abeja, la cantidad de veneno es tan pequeña que sólo causa molestias pasajeras, pero si un hombre o un animal es atacado por todo un enjambre, la cantidad de veneno recibido por centenares de picaduras puede ser más que suficiente para causarle la muerte.

Las abejas viven asociadas constituyendo *enjambres* de unos 20.000 individuos y alcanzando algunos hasta 80.000, éstos enjambres están compuestos



Fig. 215.—Una abeja después de haber clavado su aguijón en un dedo. Aumentado dos veces. Según acuarela de H. Murayama.

principalmente por abejas hembras que son infecundas, es decir que no ponen huevos y que se denominan *obreras*, dirigidas por una sola hembra fecunda que se conoce con el nombre de *reina*; además existen en cada enjambre varios centenares de machos, llamados *zánganos*, fáciles de reconocer por su cuerpo grueso y abdomen casi rectangular.

La división de trabajo es perfecta; unas obreras se ocupan de la fabricación del nido, que recibe el

nombre de *colmena*, para ello segregan merced a unas glándulas que poseen en el abdomen, una sustancia sólida llamada *cera* y con ella fabrican una multitud de celdillas exagonales, (figuras 216 y 217) de una regularidad perfecta, cuyo conjunto recibe el nombre de *panal*, en un panal hay celdas de distintos tamaños según se destinen a almacenar alimentos, a recibir huevos, a ser habitaciones de los zánganos o a cámaras destinadas a la reina

Otras obreras se encargan de proporcionar alimento al enjambre que habita la colmena, para ello van de flor en flor libando el néctar de las flores y recojiendo el polen de las mismas, todo lo cual trasladan a la colmena adherido a las patas posteriores. Con el néctar fabrican una sustancia pastosa,

muy dulce, conocida con el nombre de *miel* utilizando para ello el buche y sacando la miel por la boca. Esta miel, juntamente con el polen, es almacenada en ciertas celdillas, las cuales tapan con cera con objeto de evitar que se altere y de este modo tienen reservas de alimento para cuando venga el invierno y falten las flores.

Finalmente diremos que hay obreras encargadas de la limpieza de las celdas, otras de alimentar a las recién nacidas y otras que realizan funciones de vigilancia, atacando con su aguijón a los animales, sean vertebrados, sean otros insectos, que intenten acercarse a la colmena.

La misión de los zánganos se reduce a fecundar la reina, después de lo cual, ésta verifica la puesta de



Fig. 216. —Panal mostrando las celdas ocupadas por obreras y en el centro una reina. Tamaño natural. Según acuarela de H. Murayama.

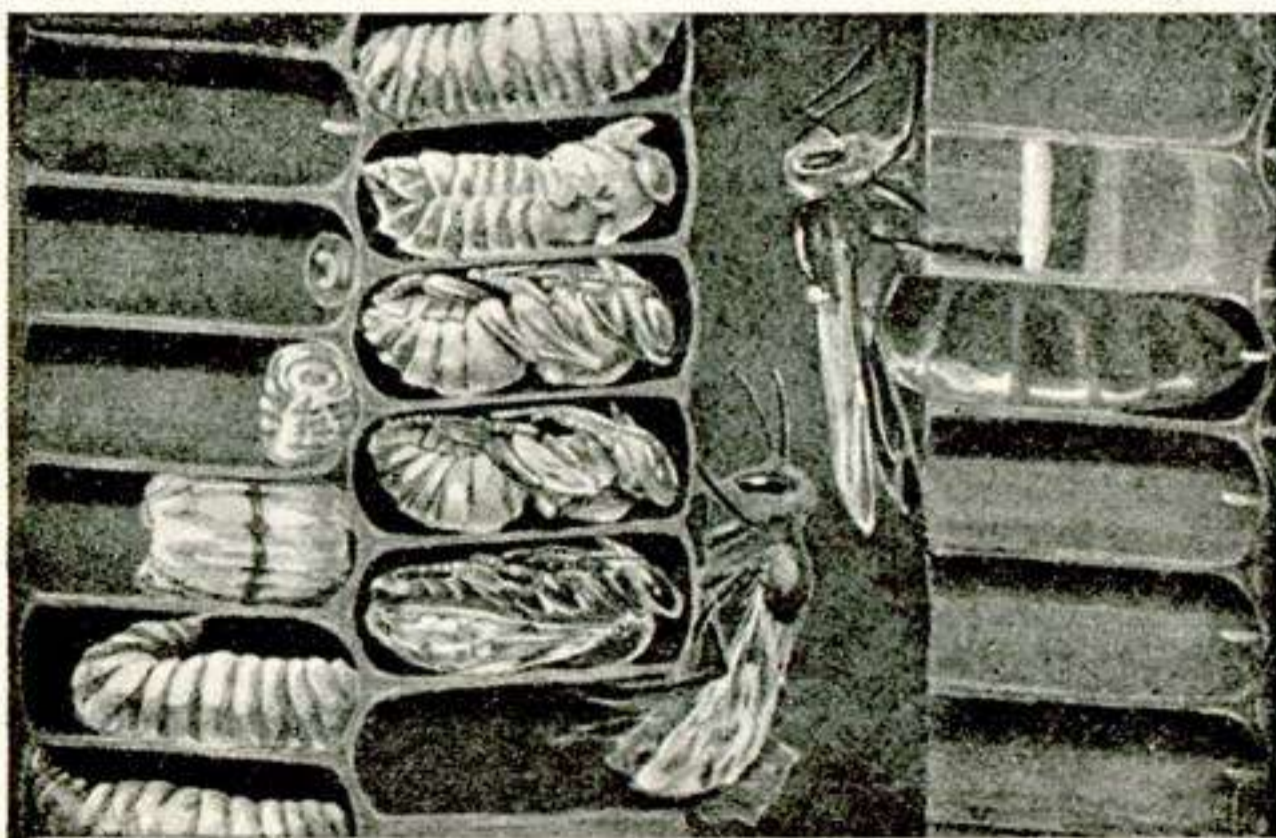


Fig. 217. —Sección longitudinal de un panal, mostrando las celdas ocupadas por huevos, larvas, ninfas y abejas adultas. Algo aumentado. Según acuarela de H. Murayama.

huevos depositando durante la primavera y verano de dos a tres mil por día; de estos huevos que la reina cuida de depositar en diversas celdas, nacerán la mayoría obreras, algunos zánganos y sólo por excepción nacen reinas. Del huevo nace una larva blanca, que después de pasar por estado de ninfa, dará lugar a la abeja adulta. Cuando nace una nueva reina se establece una lucha que suele terminar abandonando la vieja reina la colmena, seguida de varios zánganos y de miles de obreras, que constituyendo un nuevo enjambre van a buscar otro sitio para construir una nueva colmena.

**UTILIDAD DE LAS ABEJAS.**—Desde la más remota antigüedad se aprovecha la miel como alimento del hombre, pues el uso del azúcar data de tiempos relativamente modernos, la cera también es útil puesto que sirve para



Fig. 218.—Colmenar artificial para la cría de abejas.

Fot. de mi discípulo F. Carulla.

fabricar cirios utilizados para alumbrado y hoy día en liturgia católica. Se comprende pues que exista interés en favorecer la vida de las abejas y poner las colmenas en condiciones que sea fácil recojer la miel y la cera.

Para lograrlo se fabrican colmenas artificiales (figura 218) con panales hechos con cera moldeada, con lo que se evita a las abejas el trabajo de fabricarlos y pueden dedicar todo el néctar recojido a la fabricación de miel; a éstas

colmenas se lleva un enjambre hallado en pleno campo y provisto el apicultor de guantes y careta para evitar ser picado, traslada el enjambre a la colmena ya preparada.

Con las colmenas antiguas, llamadas fijas, había necesidad de dejar escurrir el panal para sacar la miel y después fundir la cera, pero con las modernas, basta someter el panal a la acción de la fuerza centrífuga, para que salga toda la miel y quede el panal en disposición de volver a ser utilizado; tanto en un caso como en otro hay que obligar previamente a que salgan las abejas, lo que se logra ahumando la colmena.

Además las abejas al transportar el polen de una flor a otra realizan la utilísima función de fecundar éstas, hasta el punto que se ha observado un aumento de fruto en las plantas situadas en zonas donde hay colmenas.

## Las hormigas

Las hormigas (figura 219) son insectos de cuerpo alargado, con cabeza, tórax y abdomen unido por pedículo estrecho, entre las hormigas hay individuos que carecen de alas, pero los que las poseen, las tienen en número de cuatro y membranosas. La cabeza de las hormigas posee un par de antenas en donde radica el sentido del tacto que está muy desarrollado. La boca es masticadora, provista de fuertes mandíbulas que utilizan tanto para roer sus alimentos como para atacar a sus enemigos, y el cuerpo segrega una sustancia ácida, llamada *ácido fórmico* que es ligerísimamente irritante para el hombre y que constituye un peligro para ciertos pequeños insectos.

Las hormigas viven en sociedad y al igual que ocurre en las abejas, cada función está encomendada a hormigas distintas, así tenemos las *obreras* que carecen de alas y de las cuales unas se encargan de construir el nido, que se denomina *hormiguero*; otras recorren el campo recogiendo todos los restos de plantas o cadáveres de pequeños insectos a los que transportan al largo del hormiguero por una especie de camino que han construido limpiando cuidadosamente el suelo y es frecuente ver millares de hormigas en dos grupos que llevan marcha contraria, unas a

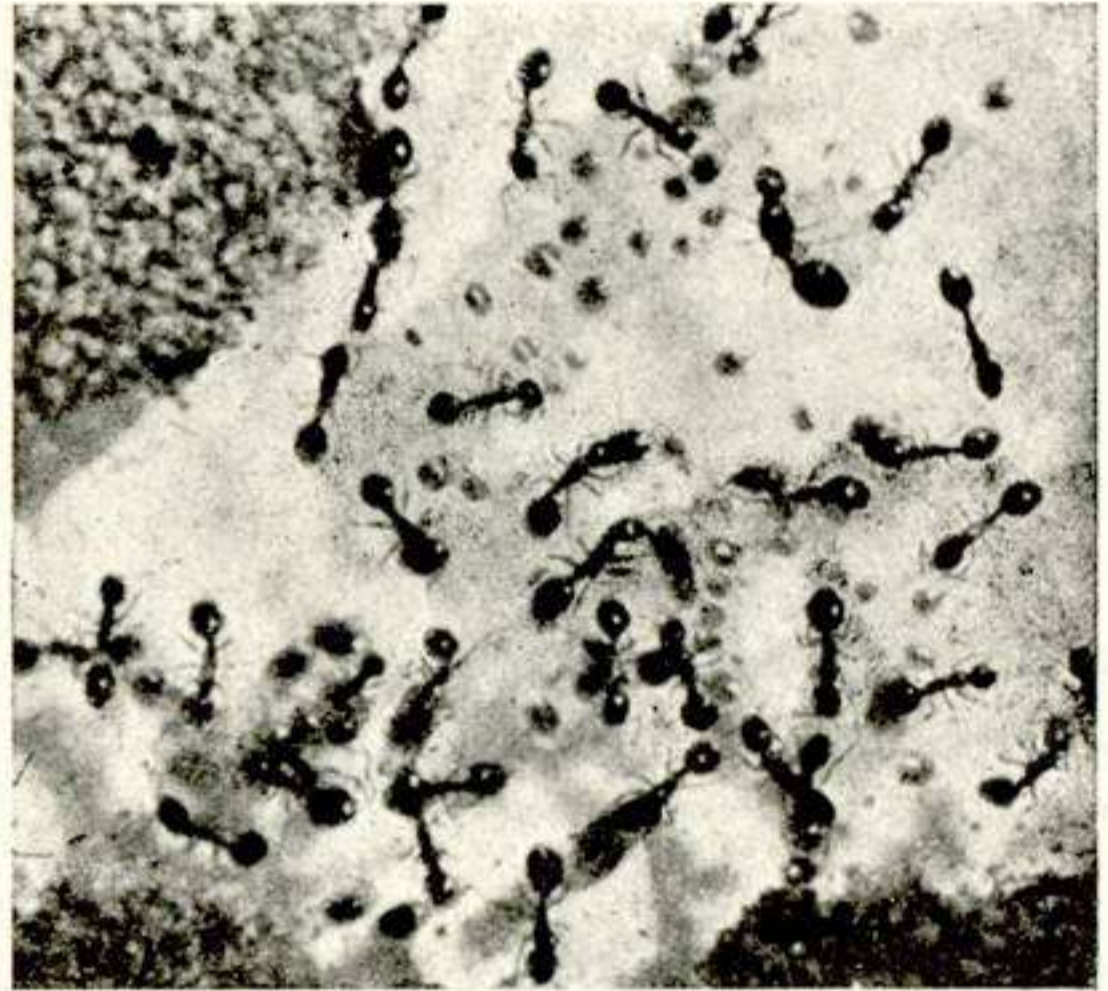


Fig. 219.—Hormigas, tamaño natural.

buscar alimento y otras trayéndolo al hormiguero. Hay obreras encargadas de transportar los huevos a su debido sitio y alimentar las larvas que nacen, así como las hay encargadas de la defensa del hormiguero, constituyendo en tal caso un verdadero ejército.

Además de las obreras, en la comunidad de un nido de hormigas hay los *machos* y las *hembras*, denominas estas últimas *reinas*. (Figura 220). Tanto unos como otras están provistos de alas; las hembras ponen huevos, de los

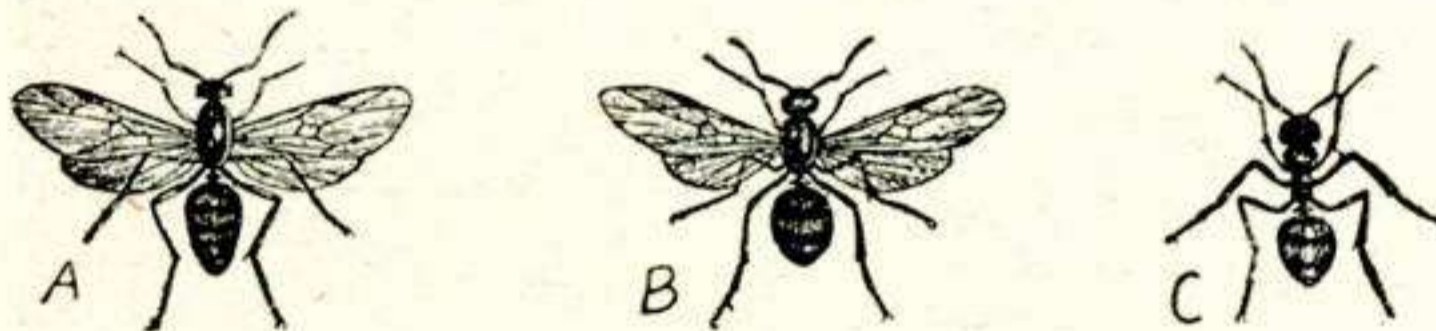


Fig. 220.—Distintas formas de hormigas: (A), Macho alado; (B), Hembra alada y (C), obrera. Ampliado dos veces.

defensa del hormiguero, constituyendo en tal caso un verdadero ejército. Además de las obreras, en la comunidad de un nido de hormigas hay los *machos* y las *hembras*, denominas estas últimas *reinas*. (Figura 220). Tanto unos como otras están provistos de alas; las hembras ponen huevos, de los

cuales nacen unas larvitas blancas que se transforman en ninfas también blancas y parecidas a pequeños granos de arroz, (figura 221) de estas ninfas, que el vulgo toma equivocadamente por huevos, nacen las hormigas adultas, recibiendo en todo momento el cuidado de las obreras.

Las hormigas están dotadas de una fuerza extraordinaria, no igualada proporcionalmente por ningún otro animal, pues frecuentemente se las ve transportar restos vegetales o animales hasta de doce o quince veces el peso de su cuerpo, algo así como si un hombre llevara a cuestas sin dificultad, el peso de una tonelada.

En nuestro país hay bastantes especies de hormigas, unas son muy pequeñas y otras, llamadas hormigas gigantes tienen más de un centímetro de longitud; hay hormigas que construyen su hormiguero en tierra, abriendo una serie de galerías que comunican entre sí y que presentan cámaras (figura 222) en las cuales guardan los granos y alimentos recojidos durante el verano, para utilizarlos en invierno, mientras que otras abren sus galerías en la corteza de árboles. Las hormigas rojas, propias de los bosques acumulan ramitas, hojas de pino, etc., y llegan a construir montones de un metro de altura, con la particularidad de que el hormiguero está en tierra.

Las hormigas frecuentemente entablan guerras entre distintas especies, luchando generalmente para la posesión de un hormiguero. (Figura 223).

Otras hormigas acompañan a los pulgones, éstos viven en los árboles cuyas hojas destrozan, pero segregan un líquido azucarado que gusta mucho a ciertas hormigas, las cuales siguen en el árbol, el camino que llevan los pulgones a fin de alimentarse con esta secreción; (figura 224) es falso pues, que las hormigas causen daño a los árboles, en realidad son indiferentes tanto al árbol como al pulgón; en cambio cuando penetran en habitaciones, sobre todo en despensas, las hormigas pueden causar destrozos al inuti-

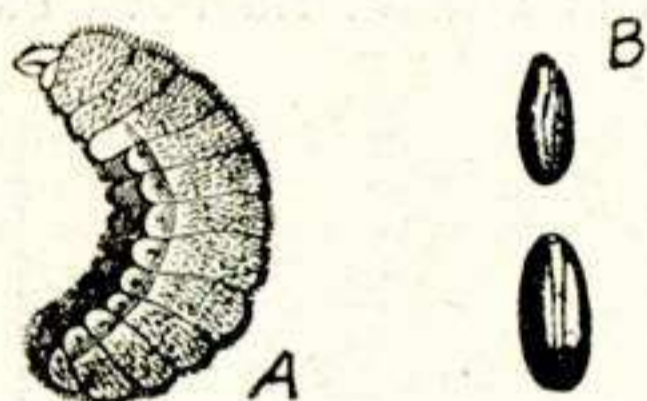


Fig. 221. — Larva (A) y ninfas (B) de hormigas.  
Ampliado cinco veces.

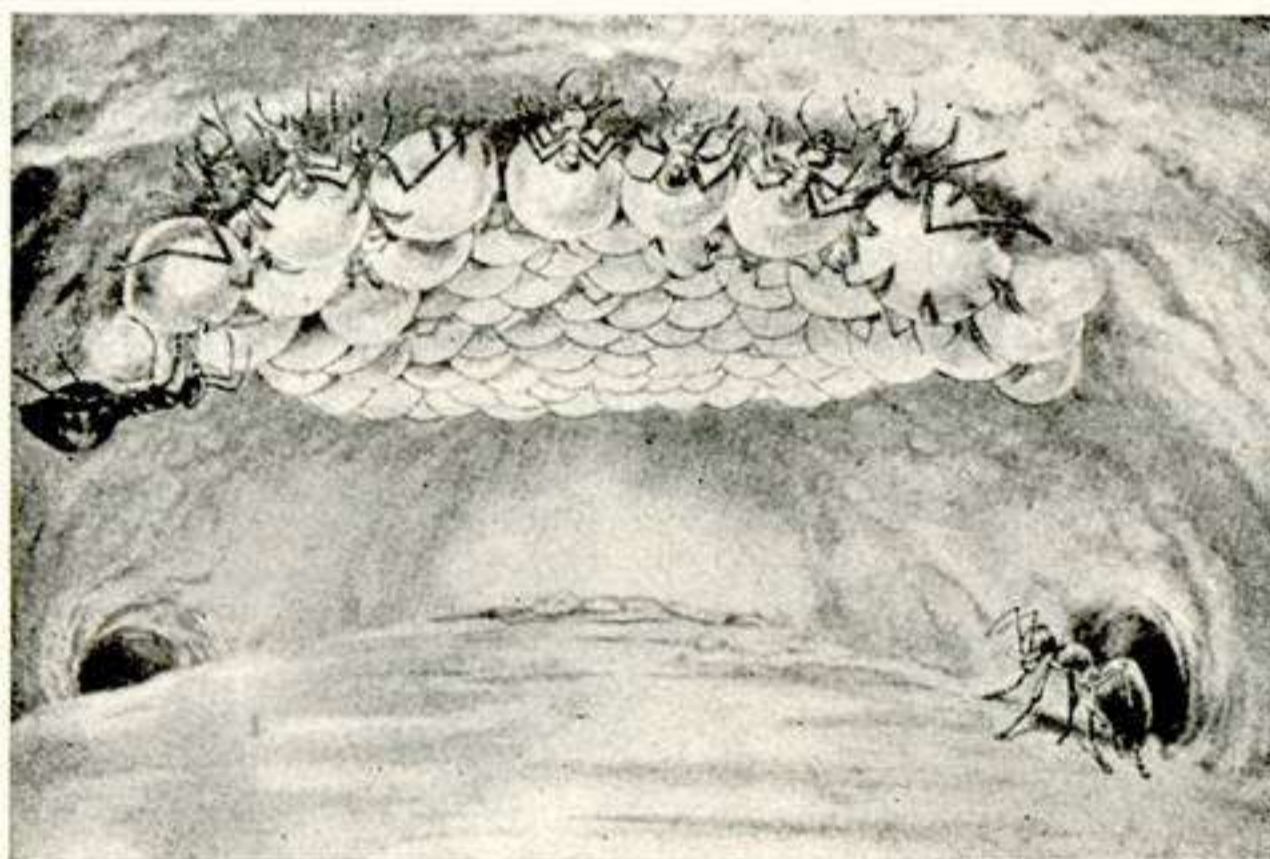


Fig. 222. — Interior de una cámara de un hormiguero.  
Ampliado dos veces. Según dibujo de Mc. Cook

lizar alimentos, especialmente el pan, que poco a poco trasladan a su hormiguero.

En los países tropicales hay hormigas de gran tamaño, algunas de ellas como los *dorilos* miden unos dos centímetros y medio de longitud y en bandadas de miles y miles de individuos invaden un campo destruyendo todos los animales que no puedan huir, lo mismo los venenosos como arañas o cien pies, que las ratas, ratones o serpientes. Otras hormigas propias de América, llamadas *Atta*, tienen la hembra que mide siete centímetros de envergadura, mientras que las obreras apenas miden uno de longitud; estas hormigas arrancan hojas de los árboles y las transportan a sus hormigueros, en donde hay cámaras del tamaño de una cabeza humana y allí las dejan pudrir para que se desarrolle un hongo que sirve para alimentarlas,

**HIMENÓPTEROS.**—Las abejas y las hormigas, muestran muchos puntos de semejanza, no sólo por su vida social, sino por ser masticadores, poseer cuatro alas membranosas, tener



Fig. 223. — Lucha entre hormigas de distinta especie, obsérvese que algunas, entre tanto transportan ninfas que han robado.

Según acuarela de H. Murayama.

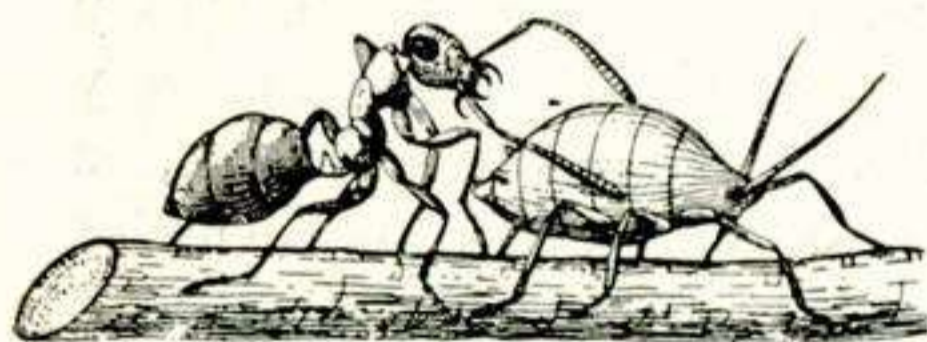


Fig. 224. — Hormiga sugetando a un pulgón para alimentarse de los jugos azucarados que éste último produce.

Ampliando cinco veces.

el cuerpo pediculado, etc., por cuya razón forman parte de un mismo grupo conocido con el nombre de *himenópteros*. (1)

### Las Termitas

Las termitas son conocidas también con el nombre de *hormigas blancas*, nombre muy impropio ya que son unos insectos muy diferentes de las hormigas, abejas y otros himenópteros; su boca es masticadora, pero

(1) Esta palabra proviene del griego *hymen*, que significa membrana y *pteron*, ala, significando de consiguiente que se trata de insectos de alas membranosas.

su cabeza, tórax y abdomen no están unidos por pedículo estrecho y sus cuatro alas, son iguales en lugar de ser el segundo par más pequeño como ocurre en los himenópteros. Tienen al igual que los ortópteros, metamorfosis incompletas.

Las termitas, siendo animales de vida social manifiestan individuos especializados en distintas funciones, (figura 225), así tenemos *obreras*, que carecen de alas y que son incapaces de reproducirse, construyen los nidos, llamados *termiteros*, buscan los alimentos, cuidan de las larvas y los *soldados*, encargados de la defensa del termitero, los cuales muestran una cabeza muy desarrollada y provista de grandes mandíbulas o de un fuerte pico, de manera que hay dos clases distintas de ellos; tanto los obreros como los soldados son sexualmente neutros, es decir que no son ni machos ni hembras. Unos y otros carecen también de alas, por lo que se les llama *ápteros* (1).

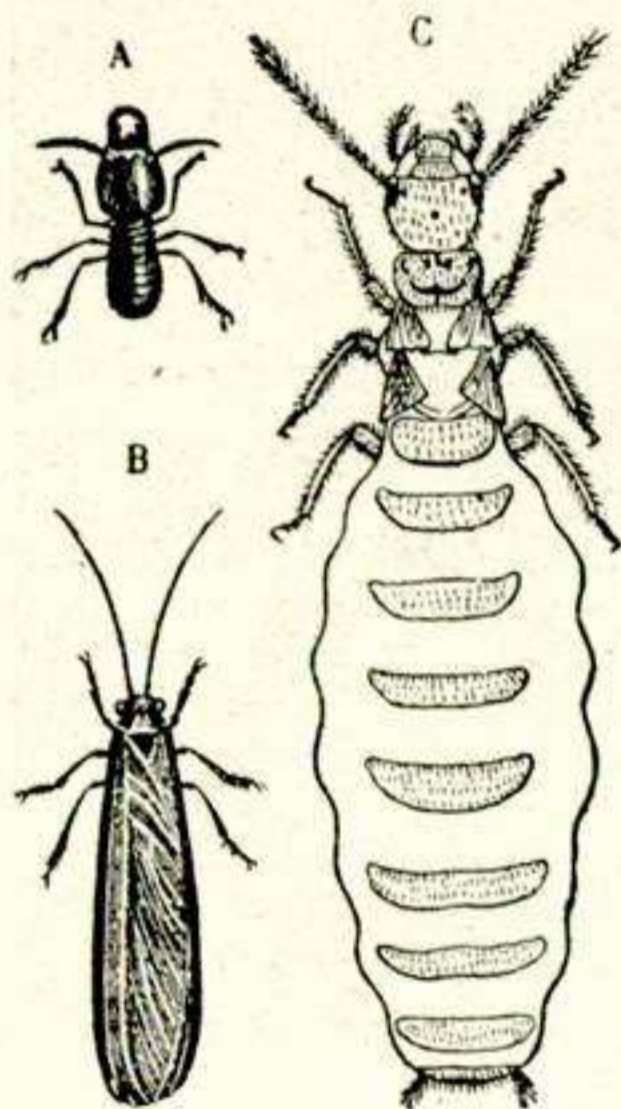


Fig. 225.—Termitas africanas: (A), soldado; (B), macho alado; (C), Reina con el abdomen enormemente desarrollado para la puesta de huevos.

Tamaño natural.

La colonia se halla regida por decirlo así, por una *pareja real*, macho y hembra que fundan un termitero, esta pareja en su juventud tiene alas pero luego las pierde y a la reina se le desarrolla el abdomen que llega a adquirir dimensiones colosales. La reina suele vivir durante unos diez años, longevidad demesurada entre los insectos que es ya poco frecuente que vixan más de un año.

Por último existen otras dos categorías de termitas, unas con alas poco desarrolladas y otras que carecen de ellas al igual que los obreros y soldados; pero que no suelen salir del termitero y son sexuados, habiendo por tanto, machos y hembras. Estos animales, en caso de faltar la pareja real, se convierten en macho y hembra fecundos sustituyendo a aquella.

La reproducción corre a cargo de la reina que pone diariamente unos 4.000 huevos, de la mayoría de los cuales nacerán obreros y soldados y sólo excepcionalmente alados o ápteros sexuados; las parejas reales que nacen levantan el vuelo y van a fundar nuevos termiteros, si no son antes destruidos por gran número de enemigos, entre los cuales deben contarse nu-

(1) La voz áptero proviene de los vocablos griegos *a* partícula que significa negación y *pteron*, alas, significando por lo tanto sin alas.



merosos insectos que se nutren de las mismas. Las termitas se alimentan de vegetales, incluso madera, por lo que destruyen cabañas, habitaciones y hasta buques de madera si son invadidos por estos insectos.

Los termiteros pueden limitarse a galerías abiertas en maderas como ocurre con las especies que habitan nuestro país, pero las especies propias del Africa Central, India y Oceanía, edifican sus termiteros con barro amasado con su saliva, formando una especie de cabañas llenas de galerías y habitaciones y que llegan a alcanzar hasta de cinco a seis metros de altura (figuras 226 y 227). Los termiteros, están perfectamente protegidos exteriormente a fin de evitar que la lluvia penetre en sus galerías, las cuales se abren al exterior en dis-



Fig. 226.—Nidos de termitas, llamados termiteros, en el Africa Central, obsérvese su enorme tamaño comparando con las figuras de la misma fotografía.  
Fot. National Geographic Magazine.

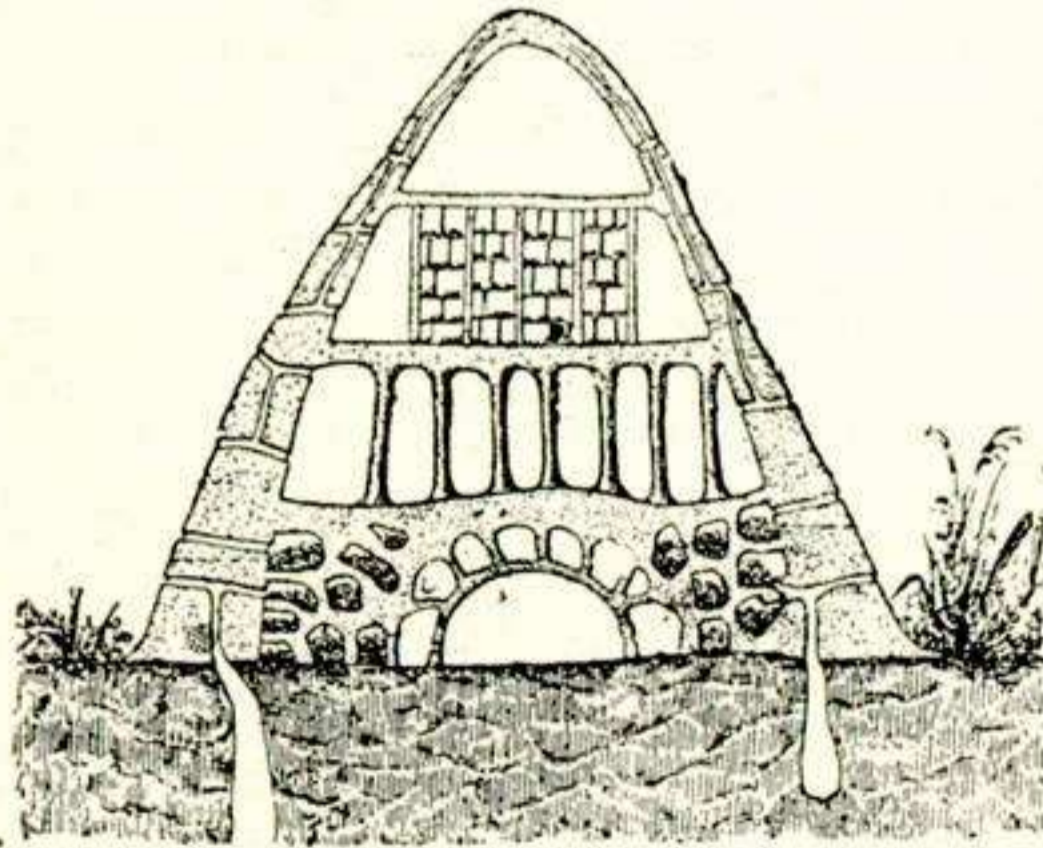


Fig. 227.—Corte de un termitero africano.  
Según R. Perrier.

tintos puntos a fin de asegurar la ventilación.

ISOPTEROS.—Las termitas, antes se consideraban del mismo grupo que los caballitos del diablo, pero hoy día forman un grupo aparte denominado Isópteros (1).

## CARACTERES DE LOS INSECTOS

Los insectos (2) son animales que se caracterizan por tener

(1) Palabra que deriva de las griegas *isos*, que significa igual y *pteron*, alas, indicando que se trata de insectos que tienen las alas iguales.

(2) Palabra de origen latino que significa segmentado.

tres pares de patas articuladas y dos pares de alas a excepción de las moscas y mosquitos que sólo tienen uno o de algunos otros como las hormigas y termitas obreras, los piojos, los chinches, etc., que no tienen alas. Los insectos respiran por tráqueas y tienen su cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdómen.

## ARTROPODOS

Todos los animales que hemos estudiado este curso, ofrecen varios caracteres comunes, lo mismo si se trata de la langosta de mar, que si se trata de una araña, de un cien pies o de un escarabajo; así por ejemplo todos ellos muestran un cuerpo formado por segmentos recubiertos de un esqueleto de quitina, y con la cabeza provista de ojos, un tórax, que puede estar o no soldado con la cabeza, un número variable de patas articuladas y un abdomen. Por esta razón se reúnen todos ellos en un gran grupo denominado *artrópodos*. (1)

Así pues los artrópodos comprenden los crustáceos, los miriápodos, los arácnidos y los insectos.

---

(1) Del griego *arthron* que significa articulación y *podos*, que significa del pié. La palabra artrópodos indica pues, animales de patas articuladas.



# LOS ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO Y SUS FUNCIONES

*En el primer curso se ha empezado el estudio del cuerpo humano examinando el esqueleto que sirve para sostener nuestro organismo gracias a estar constituido por piezas duras denominadas huesos. También se ha estudiado aunque brevemente los músculos que permiten ejecutar los movimientos. Pero en nuestro cuerpo hay algo más que huesos y músculos, al igual que el cuerpo de otros animales, necesita tomar alimento y que las sustancias que ha tomado se conviertan en nuestra propia carne, también necesita respirar y precisa que tanto las sustancias absorbidas como el oxígeno respirado sean repartidos por todo el cuerpo, etc., y para realizar todas estas funciones existen diversos órganos que vamos a examinar.*

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA.—Lo mismo que en el estudio de los animales (zoología), el examen de la disposición de los órganos del cuerpo humano y la forma que éstos presentan se denomina *anatomía*; mientras que el estudio de la manera de funcionar estos órganos recibe el nombre de *fisiología*.

Los órganos que sirven para realizar una misma función constituyen un *aparato*, así por ejemplo, todos los órga-

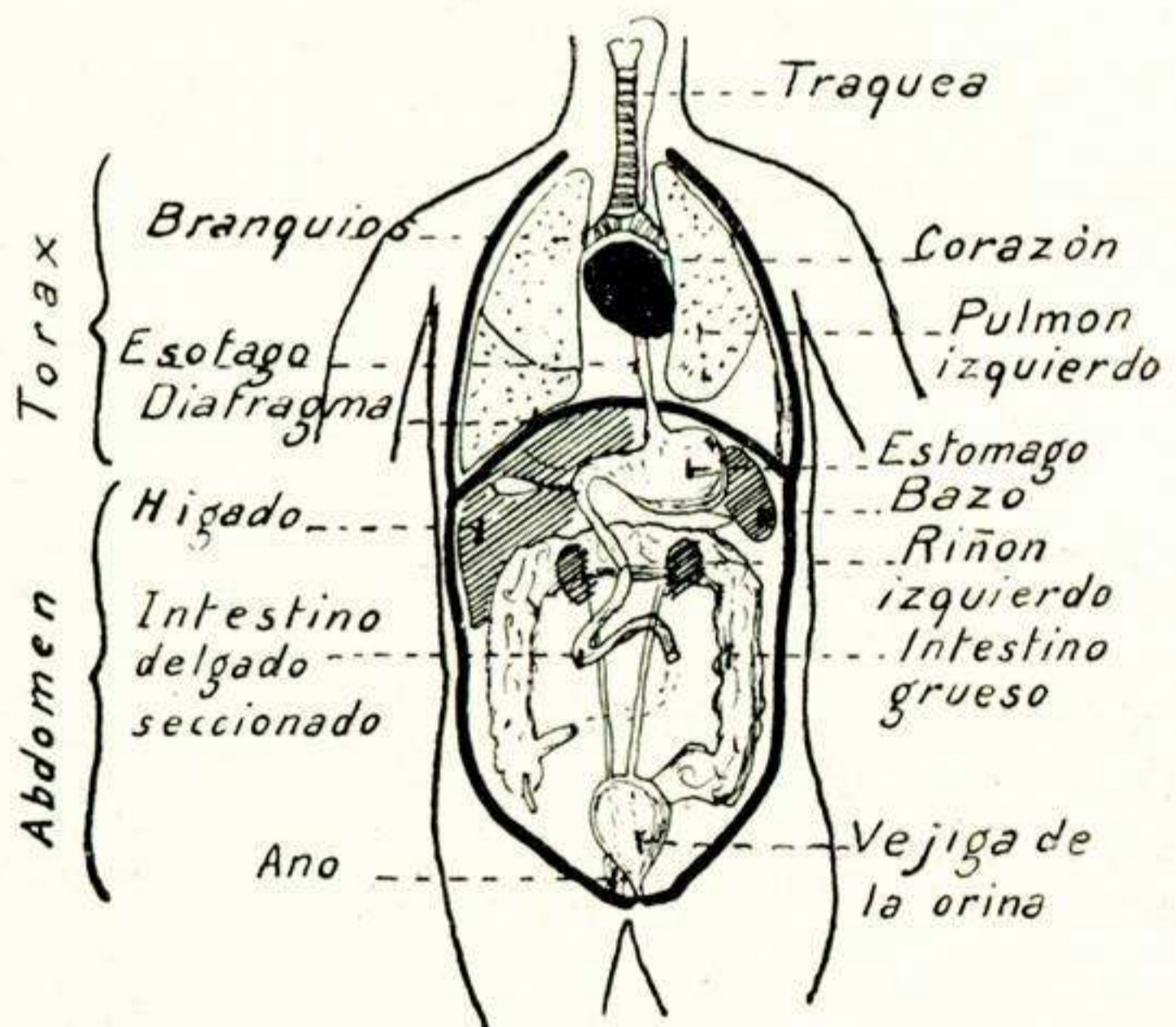
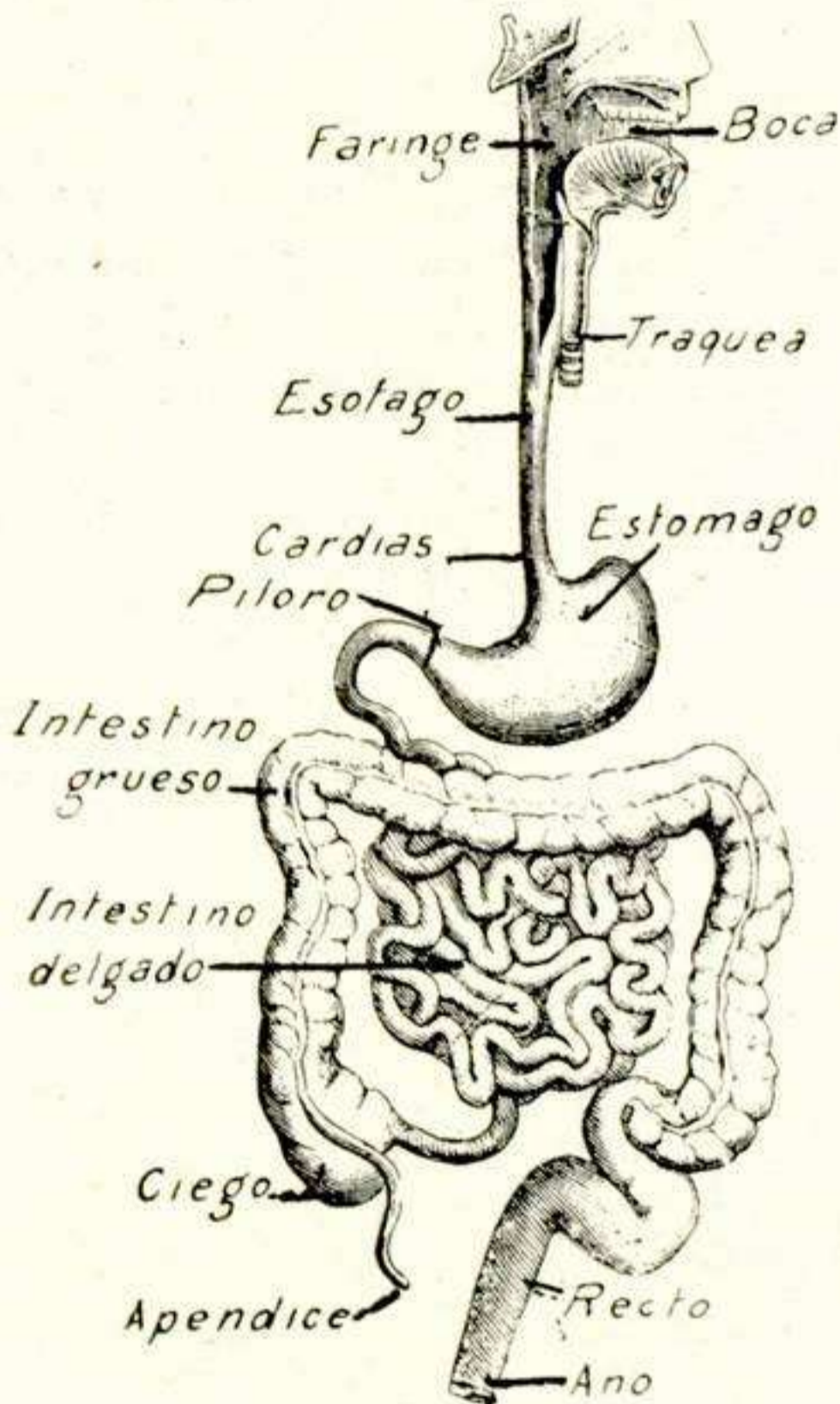


Fig. 228.— Situación general de las vísceras del cuerpo humano.

nos que sirven para alimentarnos, como dientes, esófago, estómago, intestinos, etc., forman en su conjunto el *aparato digestivo*, del mismo modo que todos los que sirven para que la sangre se reparta por el cuerpo, tales como el corazón, las arterias, las venas, etc., constituyen el *aparato circulatorio*.

**SITUACIÓN DE LOS ÓRGANOS EN EL CUERPO HUMANO.**— Algunos órganos de nuestro cuerpo se hallan repartidos por todo él, así tenemos arterias y venas incluso en los miembros; pero la mayoría de ellos se hallan agrupados en dos cavidades, (figura 228) una superior correspondiente



al pecho denominada *tórax*, protegida por las costillas y en donde se hallan el corazón y los pulmones y otra inferior correspondiente al vientre, llamada *abdomen*, en la cual hay la mayoría de los órganos del aparato digestivo y glándulas pertenecientes al mismo. Ambas cavidades se hallan separadas por un músculo denominado *diafragma* atravesado por los distintos conductos que comunican el tórax con el abdomen. El conjunto de órganos que se hallan tanto en el tórax, como en el abdomen reciben el nombre de *vísceras*, llamándose *vísceras torácicas* las primeras y *vísceras abdominales* las segundas.

## APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo (figura 229) se compone en lo esencial de un largo tubo que empieza en la *boca* y se abre al exterior en el *ano*, presentando en su trayecto diversos ensanchamientos que constituyen otros tantos órganos; además

forman parte del mismo varias glándulas cuya misión es producir las sustancias necesarias para que los alimentos sean transformados, pues, como hemos dicho, el aparato digestivo tiene por objeto transformar los alimentos en sustancia propia de nuestro cuerpo.

Fig. 229.—Esquema del conjunto del aparato digestivo del hombre.

### La boca

La boca (figura 230) es una cavidad que se abre en la cara y que contiene los *dientes* y la *lengua*; en élla desembocan los orificios de unas glándulas que segregan la *saliva*.

LOS DIENTES.—Los dientes son unas piezas duras implantadas en unas cavidades de la mandíbula superior (figura 231) e inferior llamadas *alveolos*. Hay varias clases de dientes, (figura 232) así en la parte de delante tenemos los *incisivos* con *borde* cortante, siguiendo los *caninos* terminados en punta y luego las *muelas* o *molares* que forman una superficie plana erizada de tubérculos. El número de dientes es en total de 32 piezas, 16 en cada mandíbula debiendo advertir que vulgarmente sólo se denominan dientes a los incisivos.

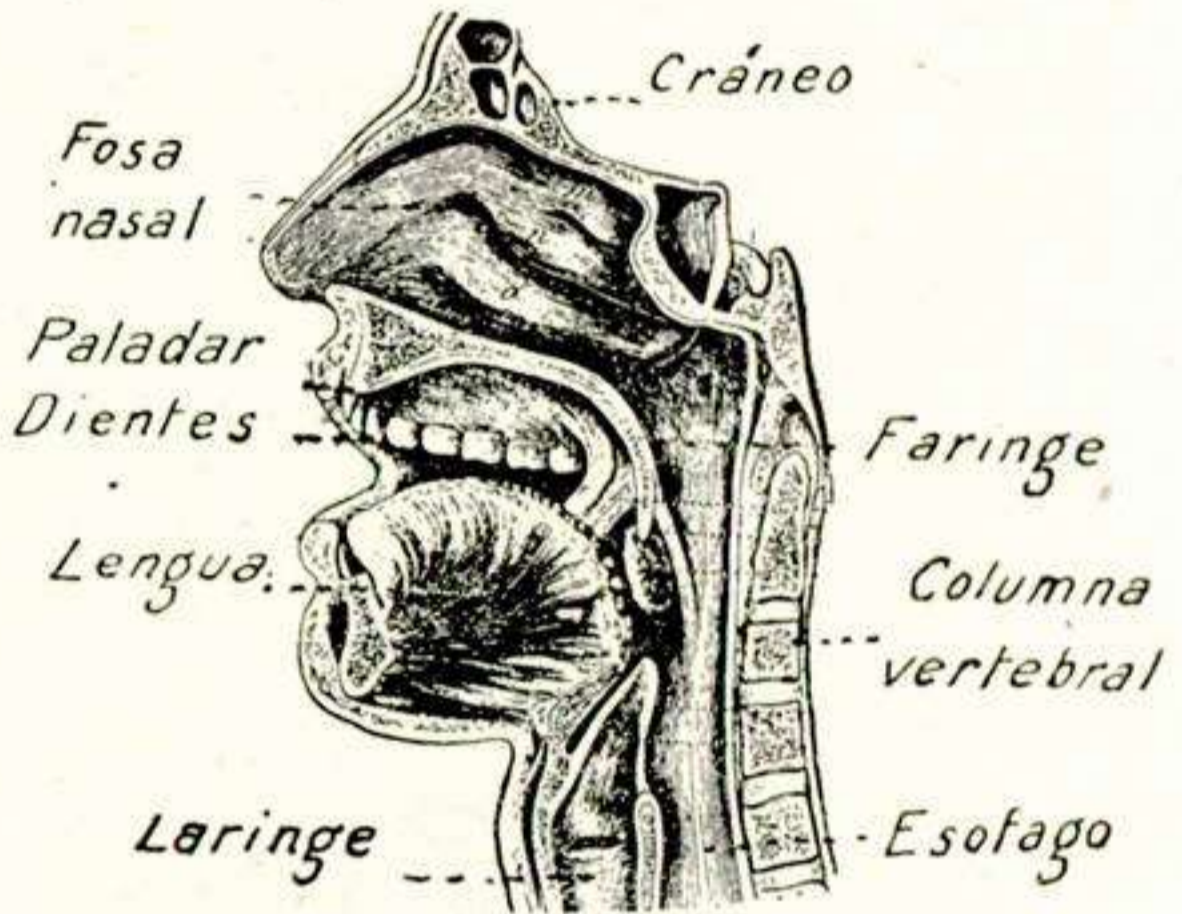


Fig. 230.—Corte longitudinal de la nariz, boca y faringe.

El niño al nacer carece de dientes, los cuales aparecen al poco tiempo, pero solamente en número de 20, llamándose *dentición de leche*, estos dientes caen entre los siete y los ocho años, edad en que empieza a aparecer la dentición definitiva.

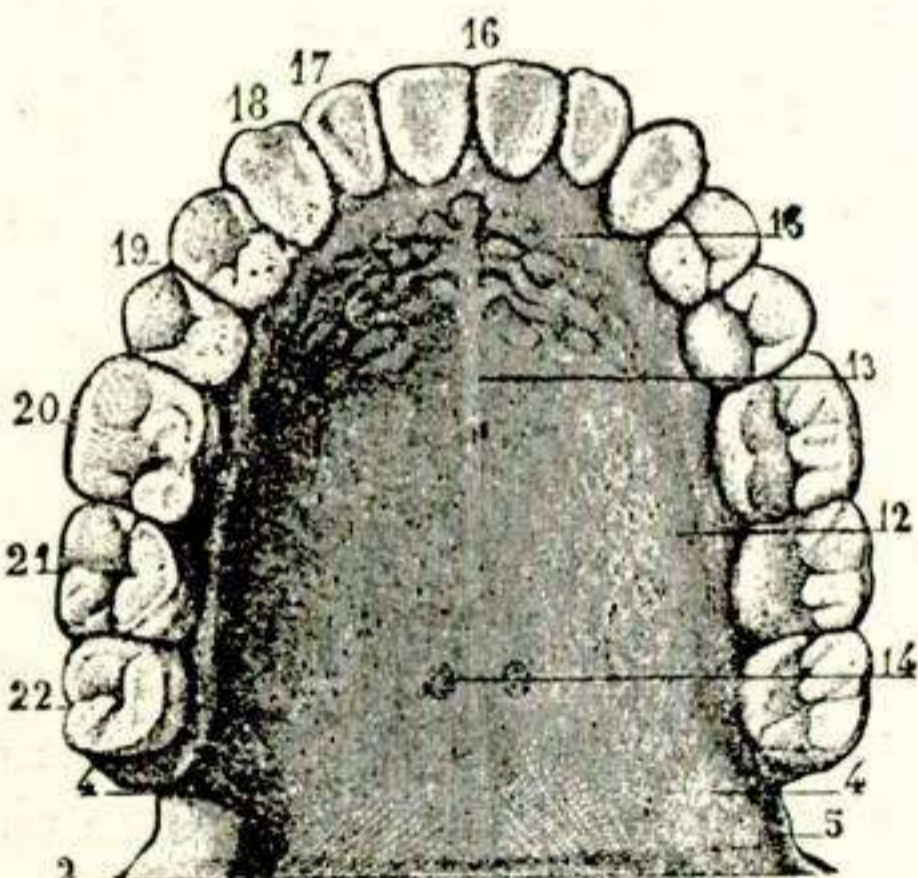


Fig. 231.—Dentición humana correspondiente a la mandíbula superior: 16 y 17 dientes incisivos; 18, caninos y los restantes molares; 14, 15 y 16, el paladar. Según Sappey.

La misión de los dientes es triturar los alimentos para que sean más fáciles de deshacer por los jugos del estómago.

LA LENGUA.—La lengua está formada por un músculo recubierto de piel

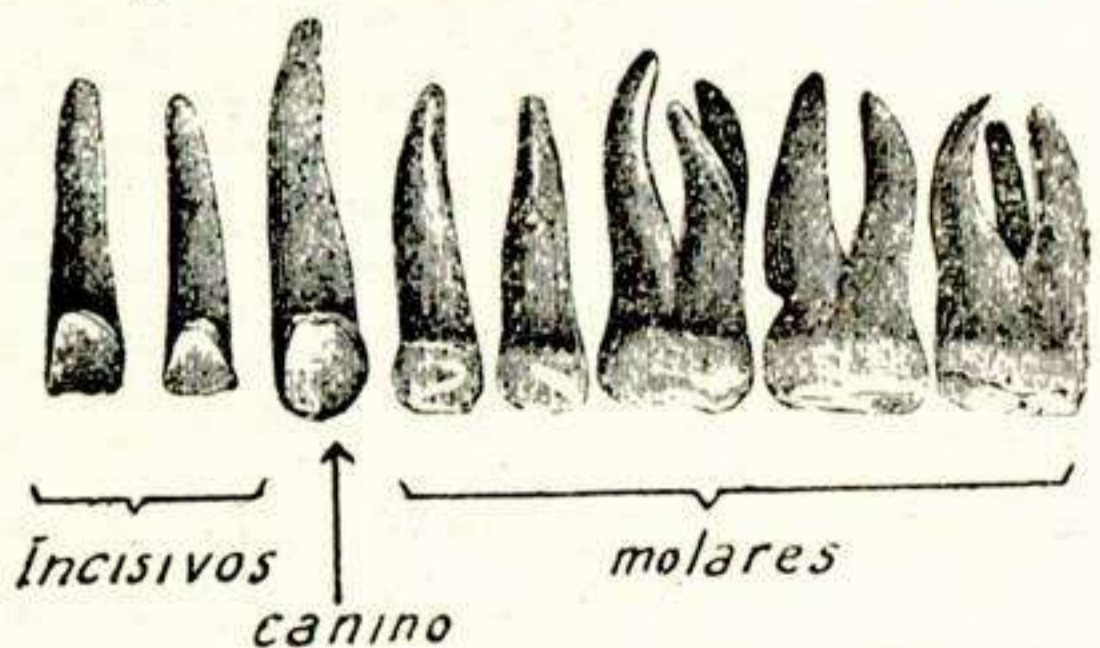


Fig. 232.—Tipos de dientes del hombre adulto, vistos lateralmente.

sensible al sabor de los alimentos, por esto conocemos el de cada uno de ellos. La lengua sirve además para mover la masa de alimento y empujarla hacia atrás para ser tragada, aparte de intervenir en la pronunciación de las palabras. La lengua se halla constantemente humedecida por la *saliva* que contiene una sustancia o *fermento* que ataca al almidón de los alimentos transformándolo en una sustancia azucarada.

### La faringe y el esófago

La cavidad bucal por su parte posterior comunica con una cavidad denominada *faringe*, la cual es visible desde fuera cuando una persona abre bien la boca; a la faringe van también a parar los agujeros correspondientes a las fosas nasales y hacia abajo salen dos conductos, la *laringe* que forma parte del aparato respiratorio y el *esófago*, conducto que desciende por el tórax y atraviesa el diafragma para luego ensancharse formando el *estómago*.

El alimento masticado en la boca y ensalivado, es empujado por la lengua y atravesando la faringe va a parar al esófago por donde desciende al estómago. Un dispositivo especial impide que el alimento pase a la laringe y cuando sea por risa o por enfermedad, el mecanismo éste no funciona bien y parte del alimento pasa a la laringe, nos sobreviene un violento acceso de tós y decimos que nos hemos atragantado.

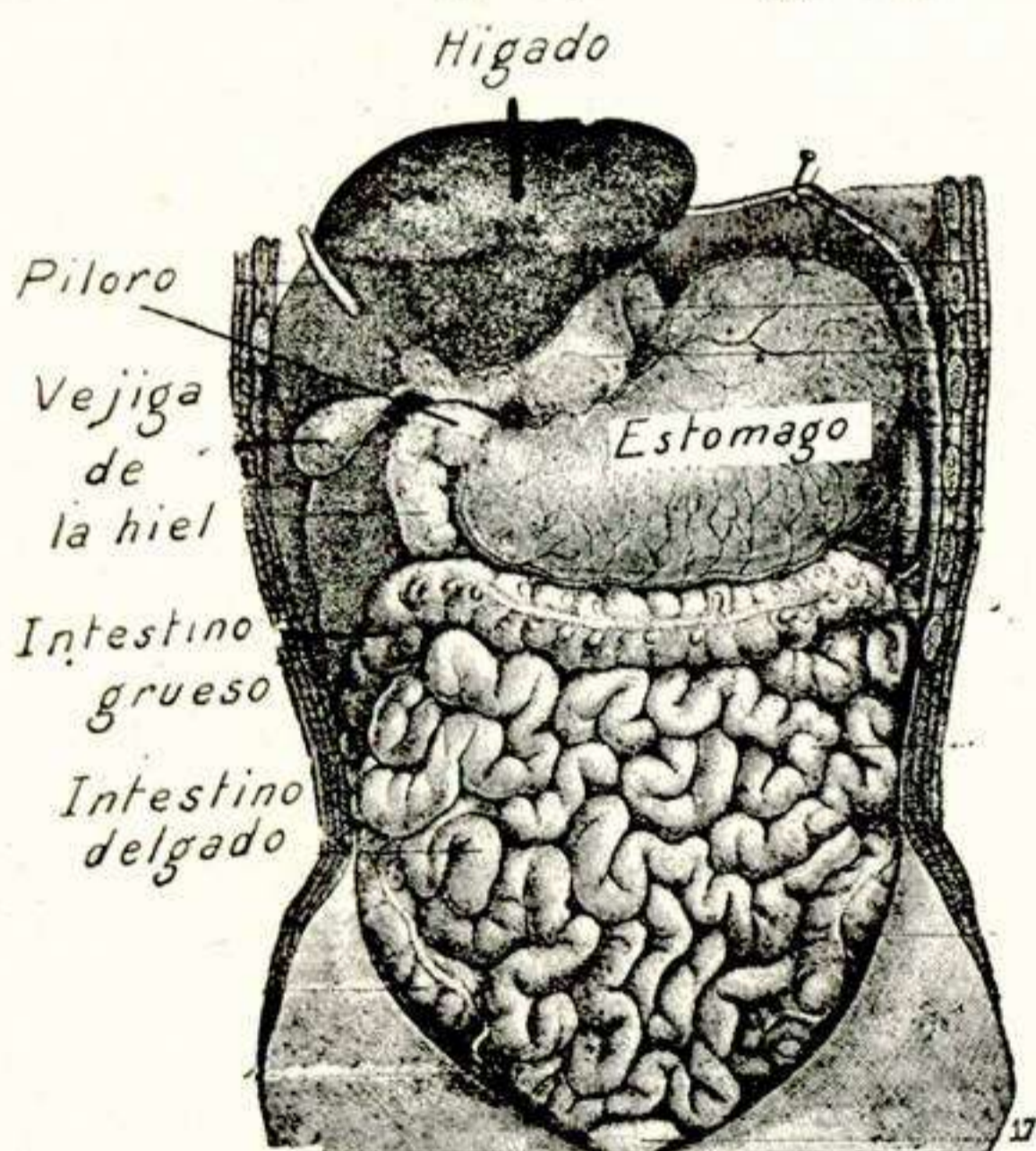


Fig. 233.—Abdomen humano abierto, mostrando la posición del hígado, estómago e intestinos.  
Según Sappey.

### El estómago

El estómago (figura 233) es una cavidad a manera de saco abierto por dos extremos que comunican, el superior con el esófago y recibe el nombre de *cárdias*, mientras que el otro, que se continua con el intestino se llama *píloro*. En el estómago hay unas glándulas que segregan el *jugo gástrico*, líquido ácido que contiene varios fermentos, los cuales obran sobre los alimentos que han llegado por

el esófago y durante las tres o cuatro horas que permanecen en el estómago se van transformando en sustancias más sencillas, lo que se llama *digestión estomacal*. Cuando los alimentos han sido suficientemente transformados, es decir que la digestión estomacal está terminada, se abre el píloro y el contenido pasa al intestino.

### Intestino

El intestino es un tubo muy largo que ocupa gran parte del vientre, replegado y apelonado sobre si mismo; su longitud es de unos ocho metros y de los mismos seis y medio forman el *intestino delgado*, llamado así por ser de poco diámetro, esta parte del intestino comunica con el estómago por el píloro, mientras que el otro extremo del mismo se une al *intestino grueso*, mucho más corto, pues sólo tiene metro y medio de largo y en cambio mide unos siete centímetros de diámetro.

El intestino grueso muestra en su comienzo una especie de pequeño saco llamado *ciego*, en el fondo del cual hay una estrecha prolongación denominada *apéndice vermicular* o simplemente *apéndice*, la cual puede inflamarse produciendo la apendicitis, (1) en este caso, mediante una operación quirúrgica, se extirpa el apéndice. La porción media del intestino grueso se llama *colon* y se termina por otro trozo de intestino grueso denominado *recto* que comunica al exterior por el *ano*, orificio que ordinariamente se mantiene cerrado por un músculo y se abre para dar salida a los excrementos.

En el intestino delgado se acaba la digestión de los alimentos gracias a fermentos segregados por glándulas que hay en las paredes del mismo y a otros que proceden de órganos de los que vamos seguidamente a hablar; las sustancias ya digeridas son absorbidas através del intestino y pasan a la sangre o al hígado para repartirse por el cuerpo y alimentar a las distintas partes del mismo, mientras que los residuos que no han sido digeridos, pasan al intestino grueso y son expulsados al exterior.

### Hígado y páncreas

El hígado es una glándula color oscuro y de gran tamaño, situada en la parte derecha del cuerpo e inmediatamente debajo del diafragma, esta glándula segrega una sustancia llamada *bilis* de color amarillo de oro pero que

---

(1) La apendicitis no es una enfermedad grave más que cuando se abandona sin operar o sobre todo cuando, durante la misma se da un purgante al enfermo, por esta razón, teniendo dolor de vientre no debe darse nunca un purgante sin orden del médico, porque se puede matar al enfermo.

rápidamente en el intestino o al aire pasa a color verde oscuro; la bilis se acumula en una especie de saquito llamado *vesícula biliar* desde donde va a parar al intestino delgado allí, actúa sobre los alimentos facilitando que se absorban las grasas y dificultando que los residuos se pudran dentro del intestino.

Además el hígado realiza otras funciones de mucha importancia tanto



Fig. 234.—El páncreas y sus relaciones con el intestino delgado.

para asimilar alimentos, como para destruir sustancias formadas en el organismo y que serían venenosas si no fueran destruidas.

El páncreas (figura 234) de tamaño mucho menor que el hígado y de color claro está inmediato al intestino y segrega un jugo llamado *jugo pancreático* que va a parar al intestino delgado y ayuda a la digestión merced a los fermentos que contiene.

### Los alimentos

Todas las sustancias que procedentes del exterior entran a formar parte de nuestro organismo se denominan alimentos; unos alimentos son minerales como la *sal común* y en este caso atraviesan el intestino sin sufrir ninguna transformación, son también alimentos minerales la *cal* y las *sales de fósforo* que han de constituir nuestros huesos, la *sílice* que entra en la constitución de los dientes y el *hierro* que forma parte de la sangre.

Los alimentos orgánicos pueden ser sustancias ternarias (véase página 29) como *azúcares*, *almidón* o *grasas*, todos ellos llamados *termógenos*, porque proporcionan calor a nuestro cuerpo, mientras que otros son cuaternarios como las *albuminas* (clara de huevo, carne, caseína de la leche, gluten del trigo, etc.) y se convierten en nuestra propia carne llamándose *alimentos plásticos*.

La mayoría de las sustancias que comemos contienen varias de estas sustancias, así por ejemplo el pan contiene sal común, fécula y albumina; la carne contiene albumina y grasa; las frutas suelen contener azúcar y albumina, etc.

Además de estas sustancias existen otros alimentos llamados *vitaminas*, que nuestro cuerpo precisa para vivir pero que tiene suficiente con muy pequeñas cantidades de las mismas. Las vitaminas se destruyen al cocer los alimentos, y por esta causa cuando se toma una alimentación sin sustancias crudas, sobrevienen trastornos que pueden llegar a ser verdaderas enfermedades, así se origina el *raquitismo* en que el niño no crece suficientemente



y se muestra muy delgado o el *escorbuto* en que la boca y encías se llenan de úlceras. La primera de éstas enfermedades se cura con aceite de hígado de bacalao que contiene la vitamina correspondiente y la segunda se evita y se cura comiendo suficiente cantidad de frutas frescas.

Así pues, para conservar la salud, la alimentación debe ser variada, no comer exceso de carne, ni faltar ésta totalmente en las comidas y cuidarse de tomar alimentos crudos como tomates, ensaladas y sobre todo abundante fruta. En total hay que comer suficiente pero no comer demasiado.

## APARATO RESPIRATORIO

El aparato respiratorio (fig. 235) consiste esencialmente en un tubo muy ramificado de manera que el aire pueda penetrar hasta las últimas cavidades y allí ponerse en contacto con la sangre. Consta de las fosas nasales, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones.

La respiración tiene por objeto proporcionar al organismo el oxígeno que precisa para deshacer las sustancias que lo constituyen, las cuales sufren una combustión lenta (véase la página 33) a consecuencia de la cual se produce el calor propio de nuestro cuerpo. Por esto, después de muertos, como se ha cesado de respirar, el cuerpo se enfría.

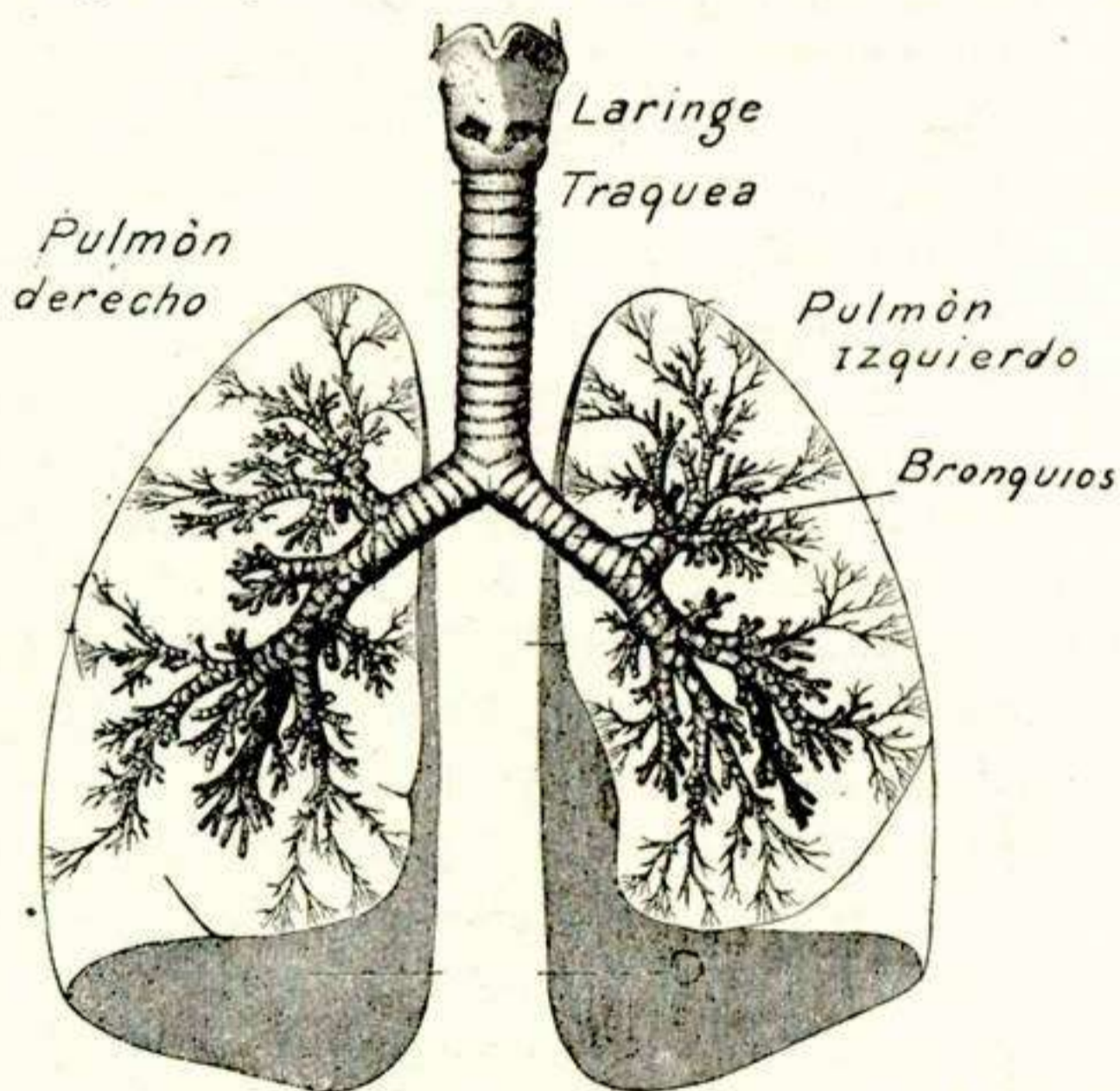


Fig. 235.—Esquema del conjunto del aparato respiratorio.

### Fosas nasales, laringe, tráquea y bronquios

Las fosas nasales son los dos conductos de la nariz, separadas por un tabique óseo; están revestidas de una especie de piel muy fina (una *mucosa*) que percibe los olores. Las fosas nasales van a desembocar a la faringe, lo mismo que la boca.

Podemos hacer penetrar el aire por la boca o por la nariz, pero lo más conveniente es hacerlo de ésta última manera, puesto que al pasar por las fosas nasales se calienta y llega más templado al pulmón.

La faringe es pues una cavidad común al aparato digestivo y al aparato respiratorio, y de la misma sale un conducto denominado *laringe*, (figura 236) corto y relativamente ancho con una especie de armazón formado por cuatro

cartílagos y un pequeño hueso; en el interior se muestran unos repliegues llamados *cuerdas vocales*, los cuales al salir el aire vibran produciendo un sonido que podemos modificar a voluntad con ayuda de la lengua y los labios. El hombre y los animales pueden hablar, cantar o gritar gracias a poseer cuerdas vocales.

La laringe se continua hacia abajo por la *tráquea*, conducto que va delante del esófago y que pronto se divide en dos ramas llamadas *bronquios* y cada uno de ellos va dividiéndose en otras ramas cada vez más finas como si fuera un árbol vuelto del revés.



Fig. 236. — Laringe, mostrando las cuerdas vocales (C) y la tráquea (T). Según Sappey.

### Los pulmones

Las últimas ramificaciones de los bronquios se terminan en una especie de vejigas denominadas *alveolos pulmonares*, (figura 237) los cuales a su vez se hallan formadas por diversas cavidades pequeñísimas llamadas *vesículas pulmonares*. El conjunto de cada una de las dos ramas bronquiales y sus divisiones, juntamente con los alveolos pulmonares, se halla envuelto por una membrana y constituye un pulmón.

Nosotros tenemos dos pulmones (figura 238) situados uno a cada lado del tórax y a éstos pulmones van a parar arterias que llevan la sangre a ponerse en contacto con las vesículas pulmonares, que constantemente se vacían y se llenan nuevamente de aire.

### Respiración

Los pulmones tienen por misión poner la sangre en contacto con el aire para que tome el oxígeno de éste y suelte el anhídrido carbónico que ha recogido de las diversas partes del cuerpo, para ello precisa, naturalmente, que el aire penetre através de la tráquea, hasta las

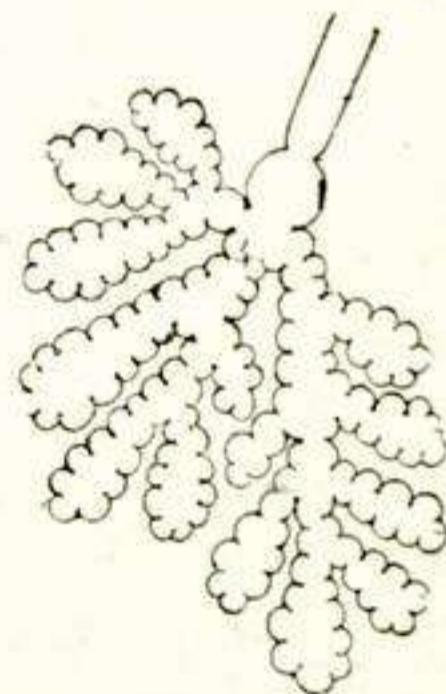


Fig. 237. — Alveolos pulmonares mostrando sus vesículas.

vesículas pulmonares, acto que se denomina *inspiración* y que se logra mediante los músculos del tórax que levantan las costillas, al tiempo que el diafragma baja, con lo cual, la caja torácica aumenta y el aire penetra de la misma manera que penetra en un fuelle cuando lo abrimos. Luego los músculos torácicos entran en reposo y el diafragma lo mismo, con lo cual la caja torácica se hace pequeña, comprime los pulmones y obliga a que el aire salga, lo que se llama *expiración*.

Dado que la respiración consiste en tomar oxígeno y exalar gas carbónico, se comprende que el aire que sale de nuestros pulmones esté notable-

mente cargado de este último gas, cosa que puede comprobarse simplemente soplando con una cañita en un vaso que contenga agua de cal, la cual se enturbiará por haberse formado carbonato cálcico que no puede disolverse en el agua por ser insoluble.

Para nuestra salud es conveniente que el aire que respiremos sea muy puro y por esta razón no es sano aglomerarse muchas personas en un local cerrado

y pequeño o dormir varias en una habitación mal ventilada, pues el aire se va cargando poco a poco de anhídrido carbónico y la respiración se verifica mal, favoreciéndose ciertas enfermedades especialmente la tuberculosis.

Si la respiración se paraliza durante cierto tiempo, se produce la muerte, como ocurre con una persona que se ahoga o que se ahorca, pero también puede sobrevenir ésta, por respirar gases venenosos ya en habitaciones con braseros mal encendidos, o estufas que tengan la llave cerrada, así como escapes de gas, etc., al no poder producirse la respiración las personas sienten un malestar que puede ocasionar la muerte, si no se dan cuenta a tiempo y se

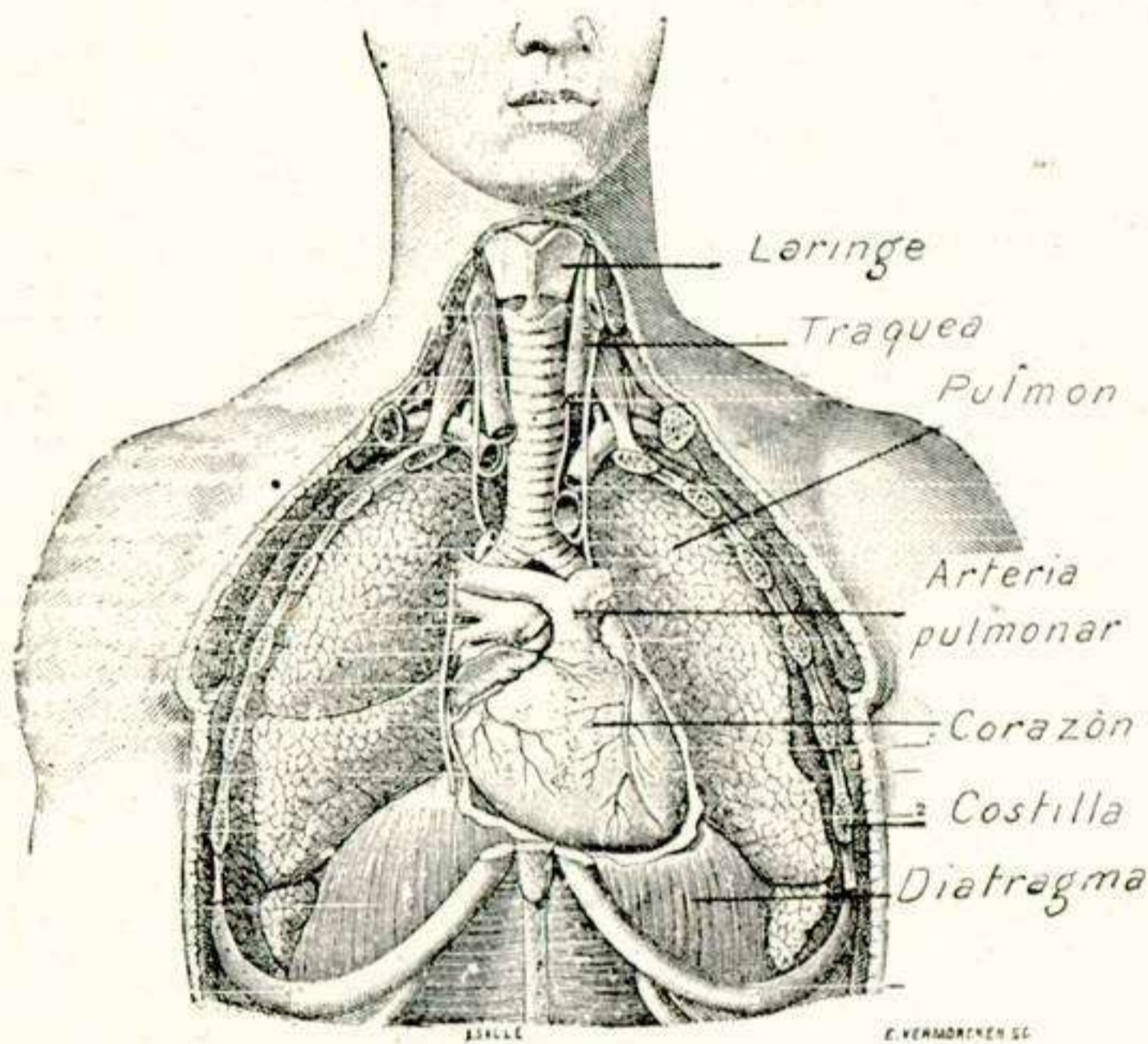


Fig. 238.—Tórax abierto, mostrando el corazón y los dos pulmones. Según Sappey.

apresuran a abrir las ventanas y airear la habitación, agitando una sábana, por ejemplo. El ilustre novelista Emilio Zola murió de esta manera.

## APARATO CIRCULATORIO

El aparato circulatorio, encargado de repartir la sangre por todo el cuerpo, consta esencialmente de una red de tubos llamados *arterias* que parten del *corazón* y por las cuales, la sangre empujada por este órgano se reparte por todo el cuerpo, poniéndose en contacto con todos los tejidos del mismo, gracias a los *capilares* y volviendo al corazón por las *venas*.

### La sangre

La sangre es un líquido de color rojo; cuando va del corazón a las diversas partes del cuerpo, es de color rojo vivo a causa de contener oxígeno que ha tomado en la respiración, mientras que cuando vuelve al corazón es de color rojo oscuro por haber abandonado el oxígeno y venir cargada de anhídrido carbónico. A la sangre oxigenada se le llama por tal motivo *sangre arterial*, mientras que a la que lleva el anhídrido carbónico se le llama *sangre venosa*.

La sangre en contacto del aire se transforma en sólida, lo que se denomina *coagulación de la sangre* y gracias a ello, cuando nos causamos una pequeña herida, no nos desangramos por completo, ya que la sangre al coagularse obra a manera de un tapón.

En la sangre hay además de la parte líquida o *suero sanguíneo* que es transparente como el agua e incoloro, una cantidad inmensa de pequeños corpúsculos (figura 239), visibles sólo al microscópio y que nadan en este suero; de estos corpúsculos la mayoría son de color rojo, color que comunican a la sangre y se llaman *hematies*; mientras que otros son blancos y se hallan en menor cantidad, conociéndoseles con el nombre *leucocitos*. Los hematies son producidos principalmente por un órgano denominado *bazo*, situado en la parte izquierda del abdomen.

### El corazón

El corazón (figura 240) es un músculo que tiene la forma de un cono invertido, hallándose situado en la cavidad

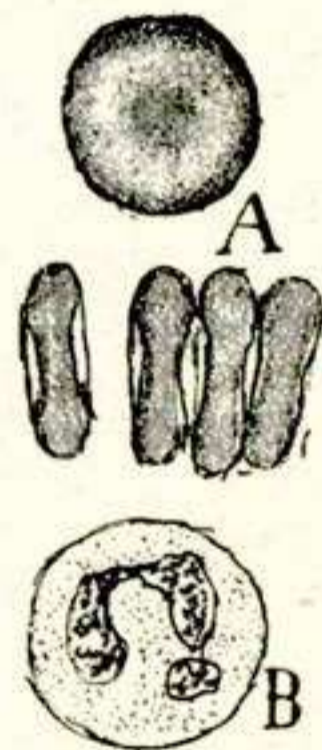


Fig. 239.— Los glóbulos rojos de la sangre o hematies (A) vistos de frente y de lado y un glóbulo blanco o leucocito (B). Según Ramón y Cajal. Aumentado unas 1.000 veces.

torácica, entre los dos pulmones, pero con la punta dirigida hacia la izquierda.

El corazón presenta cuatro cavidades (fig. 241), dos en la parte superior denominadas *aurículas* y dos en la parte inferior llamadas *ventrículos*. Cada aurícula comunica con su correspondiente ventrículo pero en cambio la aurícula y ventrículo derecho no comunican con la aurícula y ventrículo izquierdo, de manera que viene a ser como si el corazón estuviera formado por dos corazones en contacto el uno con el otro y cada uno formado por una aurícula y un ventrículo. Tanto es así que se llama al uno *corazón derecho*, el cual contiene siempre sangre oscura o venosa y al otro *corazón izquierdo*, que recoge y empuja la sangre oxigenada o arterial.

Las aurículas y los ven-

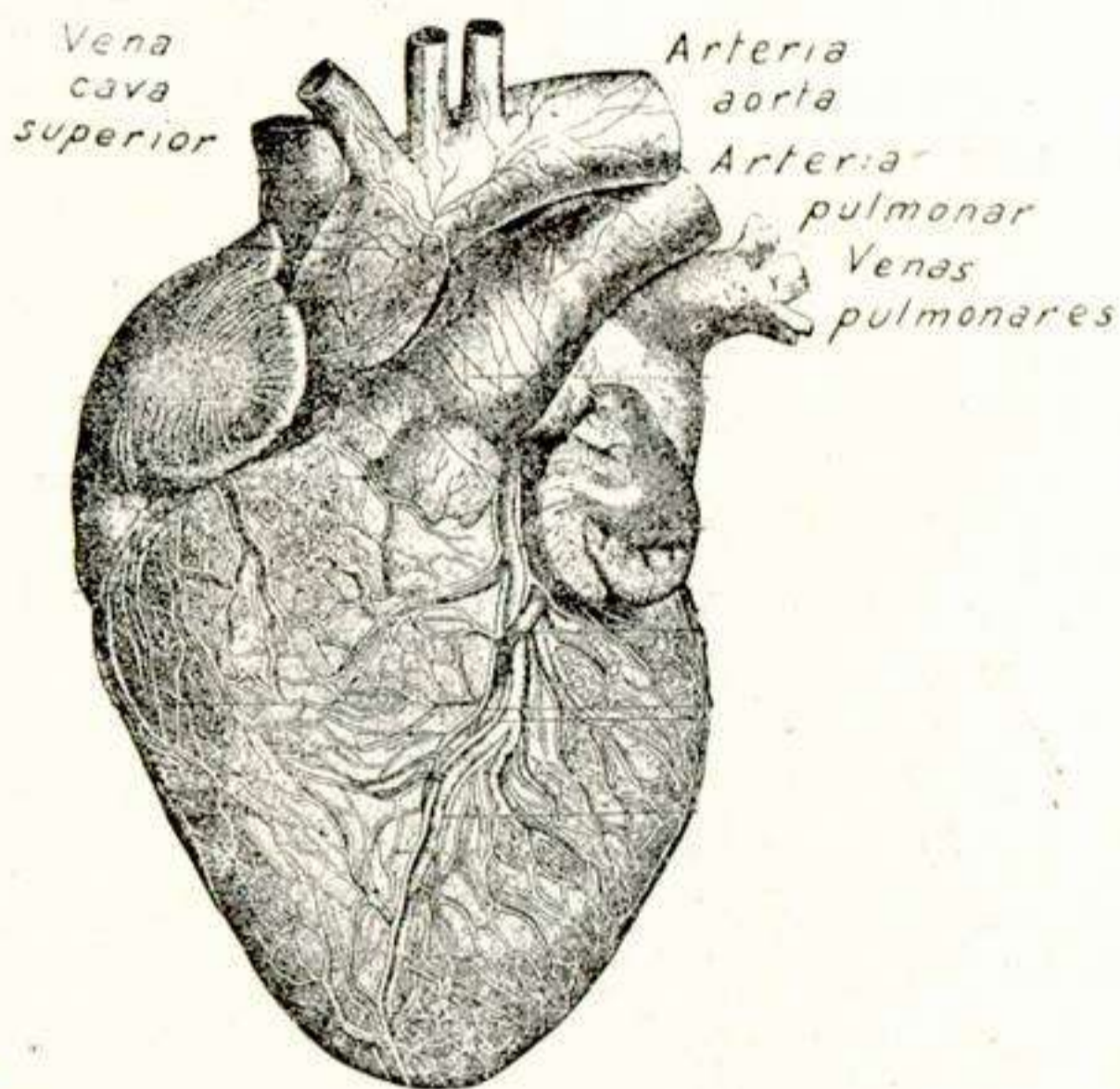


Fig. 240. — Corazón visto exteriormente.  
Según Sappey,

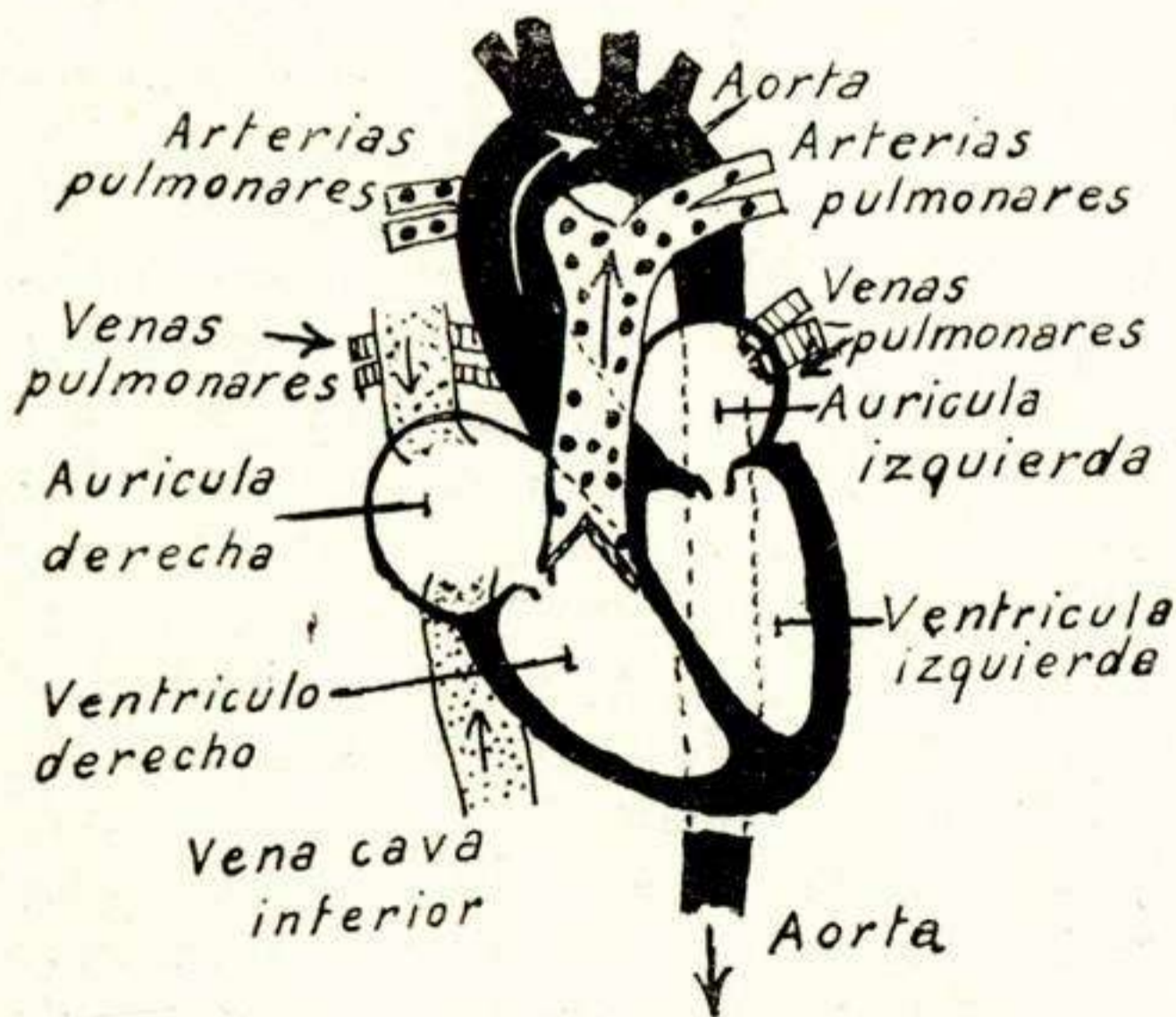


Fig. 241. — Corte del corazón. Mostrando sus partes y las arterias y venas que a él confluyen.

trículos comunican por unas aberturas que ofrecen una disposición tal, que permiten que la sangre de las aurículas pase a sus respectivos ventrículos, pero en cambio una vez en éstos no puede retroceder a dichas aurículas.

Del corazón salen las arterias y al corazón van a parar las venas; las arterias salen de los ventrículos, y las venas van a parar a las aurículas.

La sangre recorre en el cuerpo dos circuitos, el pri-

mero llamado *circulación mayor*, lleva la sangre oxigenada desde el corazón a repartirse por todos los órganos del cuerpo, a los cuales abandona el oxígeno que les precisa para su vida, así como las sustancias alimenticias y se carga con el anhídrido carbónico y los residuos, volviendo al corazón; el segundo circuito o *circulación menor*, lleva la sangre a los pulmones para que se oxigene.

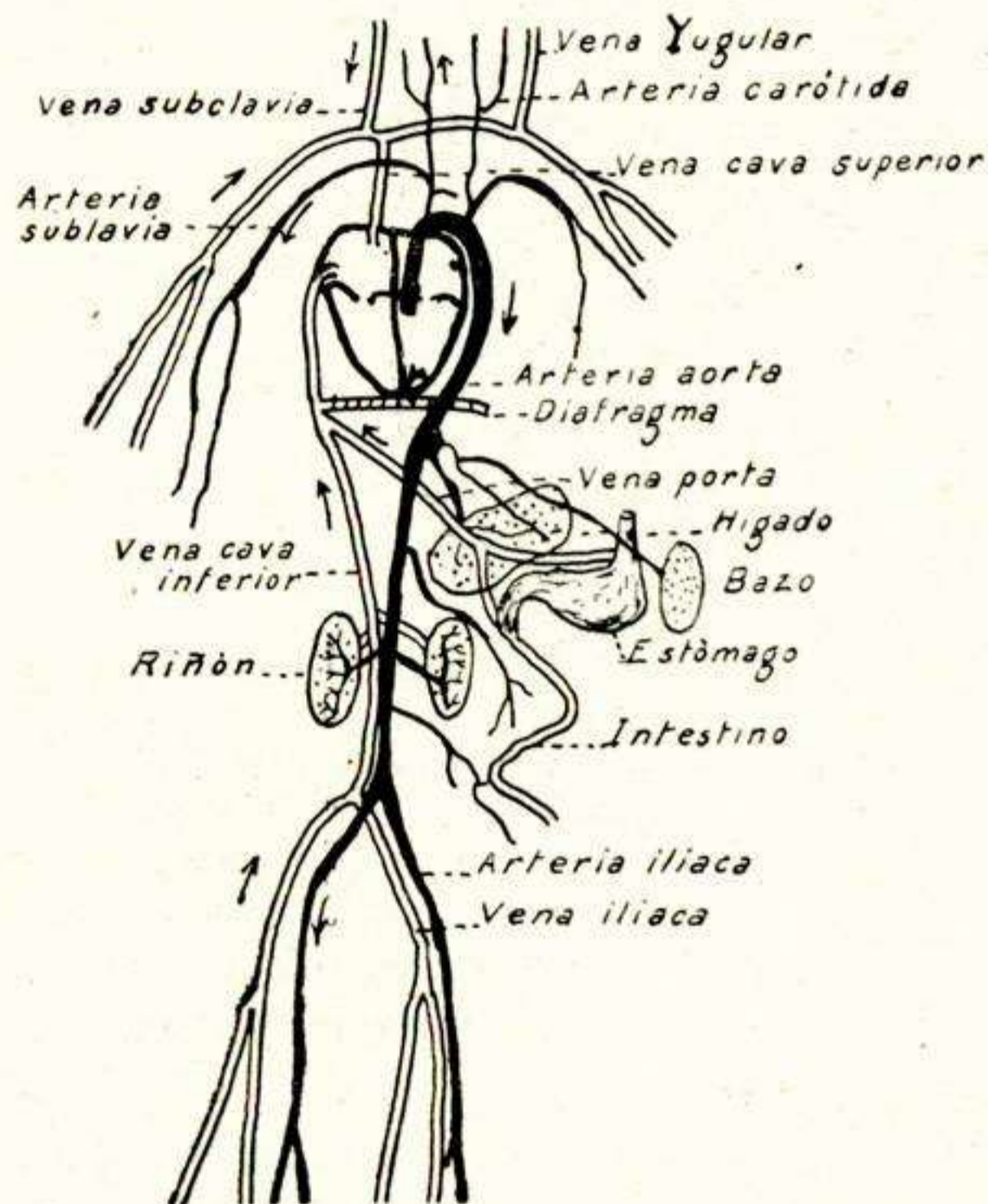


Fig. 242.—Esquema muy simplificado de las arterias y venas correspondientes a nuestra circulación mayor. Las arterias van en trazo negro y las venas en trazo blanco,

### Circulación mayor

**ARTERIAS.**—Las arterias (figura 242) salen del corazón para llevar la sangre a las distintas partes del cuerpo; del ventrículo izquierdo sale la gruesa arteria *aorta*, la cual se dirige de pronto hacia arriba, pero luego se incurva para dirigirse hacia la parte inferior del cuerpo. En su trayecto, esta arteria va dando diversas ramas, de las cuales unas se dirigen a la cabeza, como las dos *carótidas*, otras a los brazos, a los distintos órganos del cuerpo, a las piernas, etc.; de manera que no hay región de nuestro cuerpo que no esté regada por arterias (figura 243). *Las arterias llevan sangre de color rojo vivo a causa de ser oxigenada.*

**CAPILARES** —Las arterias tienen sus paredes gruesas y resistentes, pero a medida que se alejan del corazón, son cada vez de menor diámetro y de paredes más finas, hasta que en las últimas ramificaciones son ya microscópicas y reciben el nombre de *capilares*. Los capilares se extienden por todos los tejidos de nuestro cuerpo y no hay ningún espacio libre de ellos. *Durante el paso por los capilares, la sangre abandona su oxígeno y se carga de gas carbónico, pasando de arterial a venosa.*

**VENAS.**—Los capilares van reuniéndose unos con otros para formar otros vasos sanguíneos, denominados *venas*, las cuales se van uniendo unas a otras para formar las dos *venas cavas*; la vena *cava inferior*, que reúne las venas procedentes de las piernas, del abdomen y del tórax y la vena *cava superior* que reúne las venas procedentes de los brazos y de la cabeza. Estas dos venas van a desembocar separadamente a la aurícula derecha. *Las venas llevan sangre oscura cargada de anhídrido carbónico.*

Así, pues, este conjunto de arterias, capilares y venas lleva la sangre del corazón izquierdo (ventrículo) al corazón derecho (aurícula), después de haber regado todos los órganos de nuestro cuerpo.

### Circulación menor

Este segundo circuito que recorre la sangre, tiene por objeto el permitir que ésta se oxigene a su paso por los pulmones.

**ARTERIAS.** — La sangre sale del ventrículo derecho, por la *arteria pulmonar*, la cual da lugar a dos ramas que penetran una en cada pulmón, subdividiéndose en numerosas ramitas cada vez más finas, hasta pasar a *capilares*, los cuales se hallan rodeando los alveolos pulmonares, de manera que a través de las finas paredes de los mismos, la sangre pierde el anhídrido carbónico y toma el oxígeno del aire inspirado. *La arteria pulmonar apesar de ser una arteria, lleva sangre venosa, es decir, cargada de anhídrido carbónico y por tanto de color oscuro.*

**VENAS.**—La sangre una vez oxigenada en los pulmones retorna al corazón por cuatro *venas pulmonares*, que van a desembocar formando dos pares, en la aurícula izquierda. *Las venas pulmonares, a pesar de ser venas, llevan sangre arterial, es decir, cargada de oxígeno y por tanto de color rojo vivo.*

Con la circulación menor, la sangre va del ventrículo derecho a la aurícula izquierda, pasando por los pulmones, va pues al revés de la circulación mayor desde el corazón derecho al izquierdo.



Fig. 243.—Las arterias de la mano vistas a través de la misma gracias a los rayos X. Obsérvese que se unen unas a otras para formar una especie de red.

## Mecanismo de la circulación

Tratemos de seguir la marcha de la sangre a partir del momento en que se halla en el ventrículo izquierdo (figura 244), algo así como si nos fuese posible embarcarnos en un hematies o glóbulo rojo y seguir el recorrido que éste efectúa por nuestro cuerpo:

1.º Las paredes de los ventrículos del corazón se contraen, lo que se llama *sístole ventricular* y la sangre del ventrículo izquierdo pasa a la arteria aorta de la misma manera que sale el agua de una pera de goma al comprimirla con la mano.

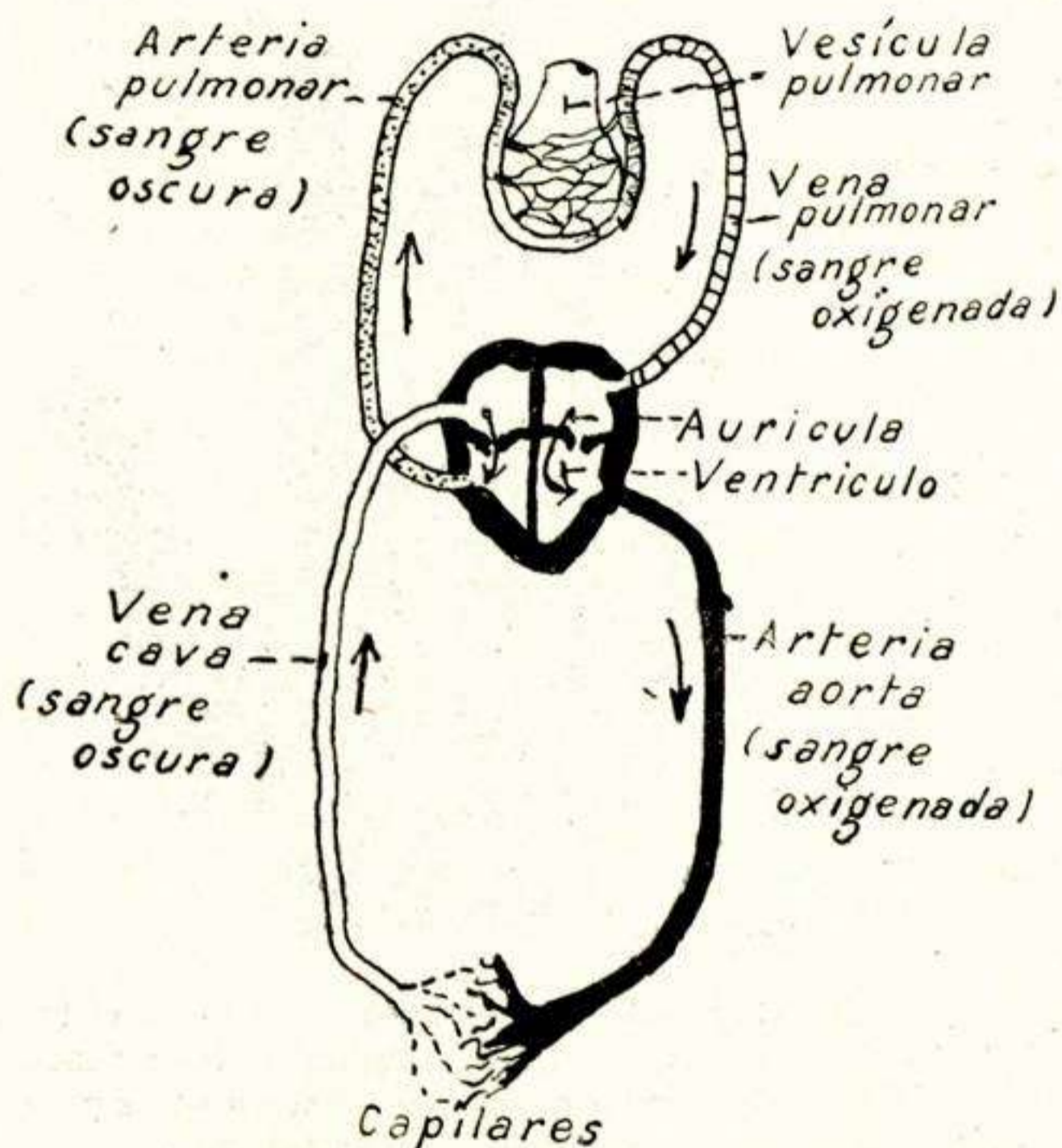


Fig. 244.—Esquema general de la circulación.  
Explicación en el texto.

2.º Esta sangre sigue por la aorta y por sus ramas, va a los capilares, donde deja el oxígeno y toma el anhídrido carbónico, volviendo al corazón por las venas.

3.º La sangre llega por la vena cava a la aurícula derecha, cargada de gas carbónico.

4.º Cuando la aurícula está llena de sangre, se contrae (*sístole auricular*) y la sangre pasa al ventrículo.

5.º Cuando el ventrículo derecho está lleno de sangre oscura, viene un nuevo *sístole ventricular*, que empuja la sangre por la arteria pulmonar.

6.º Esta sangre llega al pulmón, donde deja el anhídrido carbónico y se carga de oxígeno, volviendo al corazón por las venas pulmonares.

7.º Esta sangre oxigenada, llega a la aurícula izquierda.

8.º Cuando la aurícula está llena de sangre, se contrae (*sístole auricular*) y la sangre pasa al ventrículo izquierdo, volviéndose a empezar la circulación mayor (N.º 1 a 4), a la que seguirá la circulación menor (N.º 5 a 8).

Si nos fijamos en este recorrido de la sangre, veremos no solamente que las venas van a parar a las aurículas y las arterias salen de los ventrículos



como hemos dicho antes, sino que el corazón izquierdo contiene siempre sangre oxigenada, mientras que el corazón derecho la contiene con anhídrido carbónico y por tanto oscura.

**LATIDO.**—El sístole auricular precede al sístole ventricular y después de ambos, el corazón se dilata, lo que se denomina *diástole*, preparándose para contraerse nuevamente al cabo de algo menos de un segundo. Estos movimientos del corazón producen un débil ruido (*latido*) que puede apreciarse colocando el oído en el pecho a la altura del mismo, mientras que si ponemos la mano, notaremos la sensación de movimiento.

**PULSO.**—Los latidos del corazón originan una vibración a lo largo de las arterias, la cual se observa fácilmente apretando con el dedo una arteria superficial, por ejemplo las de las muñecas, entonces se notan unas setenta pulsaciones cada minuto, que corresponden a otros tantos latidos.

En ciertas enfermedades o cuando se tiene fiebre, aumentan el número de pulsaciones, que pueden llegar a 140 por minuto, si bien en tal caso se está en peligro de muerte.

## APARATO EXCRETOR

En nuestro organismo se forman constantemente sustancias que deben ser sacadas fuera del mismo, pues de lo contrario obran como venenos y producen la muerte del individuo; una de estas sustancias es el anhídrido carbónico, el cual sale por el pulmón mediante la respiración, pero además hay otras como la *urea*, exceso de sal común, exceso de agua, etc., que deben ser eliminados y de ello se encarga el aparato excretor constituido por los *riñones*.

Los riñones son dos órganos situados en la parte posterior del abdomen, (figura 245) a uno y otro lado de la columna vertebral, teniendo la forma de ha-

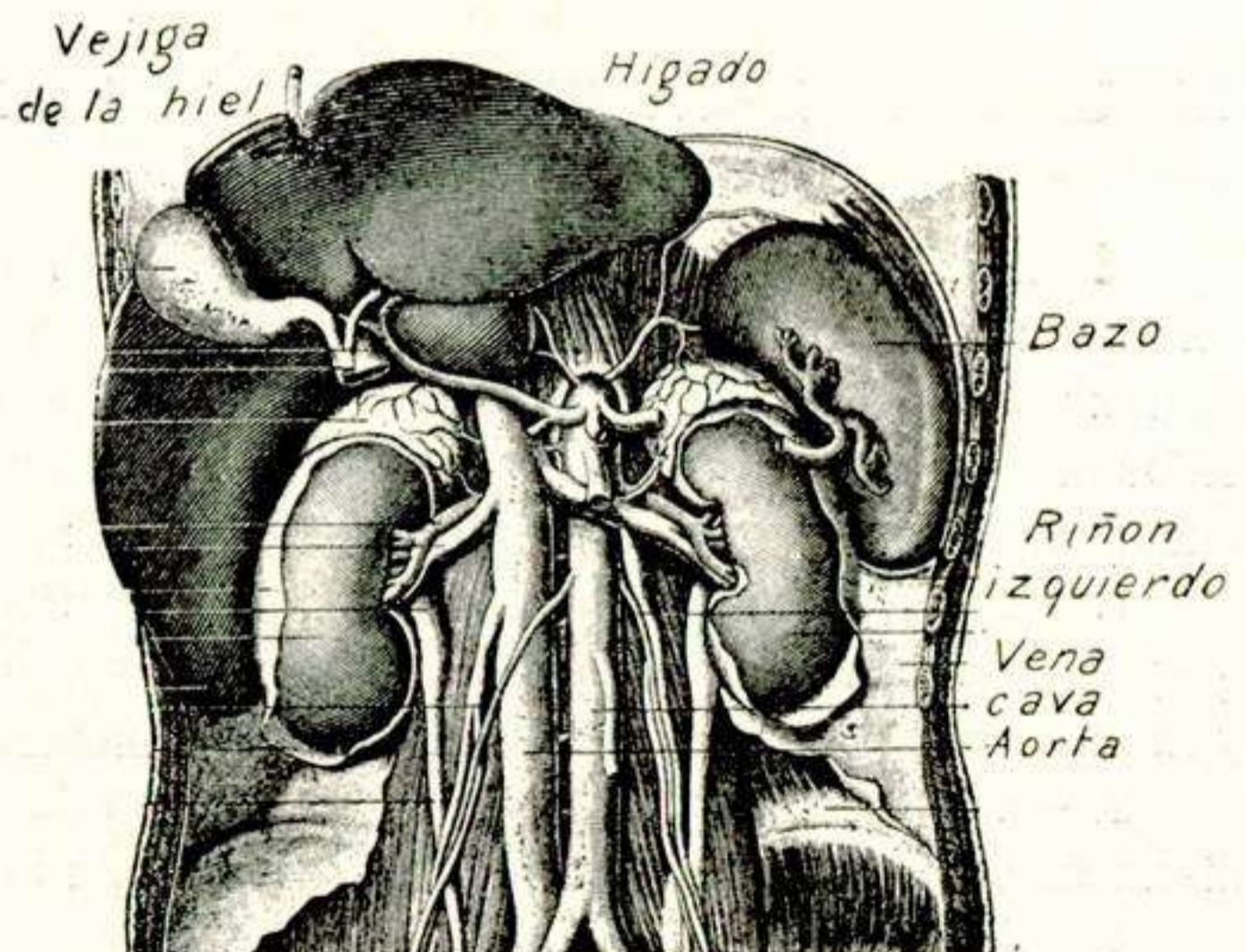


Fig. 245. — Abdomen abierto y retirados el estómago y los intestinos para dejar a la vista el bazo y los riñones. Según Sappey.

bichuelas gigantes, puesto que miden diez centímetros de longitud. La sangre al pasar por los riñones, deja estas sustancias perjudiciales y el riñón segrega un líquido llamado *orina*, la cual está formada por agua que lleva en disolución sal común, urea y otras sustancias; esta orina se acumula en una cavidad del mismo riñón, llamada *pelvis renal* y de allí se vierte en la *vejiga de la orina*, (figura 246) situada en la parte inferior del vientre y en donde es guardada, hasta que habiendo en la misma mucha cantidad, se siente la

necesidad de expulsarla lo que se efectúa abriéndose, gracias a un músculo, el agujero de salida de la orina.

La función de los riñones es importantísima y si por causa de alguna enfermedad dejan de funcionar, se produce la muerte por envenenamiento de urea, lo que se llama *uremia*. Como el riñón es el encargado de sacar los venenos del cuerpo, si por abusos de alimentación, comiendo alimentos perjudiciales, bebiendo exceso de alcohol o fumando demasiado le obligamos a trabajar en exceso el riñón se cansa y antes de llegar a viejos, el riñón no puede funcionar bien y se producen graves enfermedades.

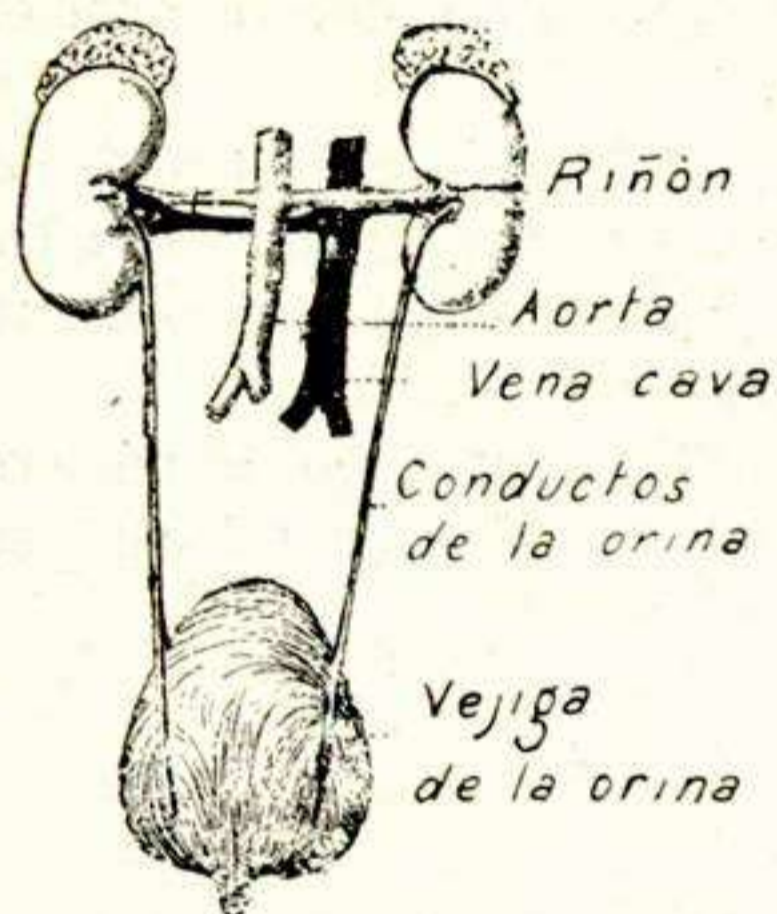


Fig. 246. — Esquema del aparato urinario. Explicación en el texto.

## RESUMEN ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO DEL ORGANISMO

El hombre para vivir, precisa que continuamente penetren alimentos en su cuerpo, que éstos se transformen en sustancia propia, y que esta sustancia nuestra, vaya continuamente deshaciéndose con producción de calor, debiendo ser sacadas fuera las sustancias resultantes. De todo ello se encargan diversos aparatos, constituídos cada uno por una serie de órganos:

1.—Los alimentos entran por la boca, son masticados y pasan al estómago y los intestinos, donde gracias a fermentos son transformados (digeridos) y la parte no digerida sale al exterior formando los excrementos.

2.—Estas sustancias ya digeridas pasan a la sangre que las lleva a las distintas partes del cuerpo, convirtiéndose en nuestra propia carne.

3.—Esta carne nuestra, así como las grasas, y otras sustancias componentes de nuestro organismo, se van deshaciendo una vez formadas y para ello precisa que haya oxígeno.

4. — Este oxígeno penetra por los pulmones mediante la respiración, la sangre lo transporta a todas las partes del organismo, allí *quema* parte de las sustancias de nuestro cuerpo y al igual que todas las combustiones (véase página 33) da por resultado la producción de anhídrido carbónico y otros productos originándose el calor propio de nuestro cuerpo.

5. — El anhídrido carbónico es transportado por la sangre a los pulmones y de allí, con el aire respirado, sale al exterior.

6. — Las otras sustancias producto de deshecho, que obrarían como venenos, son también transportadas por la sangre, yendo a parar a los riñones, que las sacan al exterior en forma de orina.

7. — Cuando estas funciones, sea por la causa que sea, no se verifican debidamente, se notan molestias y se dice que está enferma la persona que las sufre; si se interrumpen durante cierto tiempo, cuestión de días para la digestión, cuestión de minutos para la respiración o para la circulación de la sangre y cuestión de horas para el riñón, la persona muere. Felizmente, nuestro organismo funciona muy bien y es muy raro que esto ocurra antes de ser viejos, sobre todo hoy que la medicina tiene muchos remedios para enfermedades que antes eran mortales.

## LAS EDADES DEL HOMBRE

**EL RECIÉN NACIDO.**—El hombre al nacer es un ser en extremo delicado, incapaz de valerse de si mismo, tiene que ser cuidado y abrigado por la madre. Su alimentación se reduce a leche, siendo lo más conveniente que se alimente de la leche materna. El recién nacido carece de memoria y por esta causa, nadie se acuerda de esta época, que no obstante todos hemos vivido.

**INFANCIA** —El niño a medida que se va alimentando, crece, pues la cantidad de alimento que toma, es mayor que la que sale como producto de deshecho. Poco a poco aparece la inteligencia y la memoria que van desarrollándose a medida que pasan los años; aparecen los dientes de leche que a los siete años caen para ser sustituidos por los dientes definitivos y también gradualmente se va cambiando la alimentación a base de leche materna, para a la edad de uno o dos años tomar los alimentos corrientes. Este período dura hasta los 13 o 15 años.

**ADOLESCENCIA.**—En llegando a esta edad, las personas sufren una transformación, la voz generalmente cambia, la inteligencia suele desarrollarse y en cambio la memoria no aumenta o incluso a veces disminuye algo; en el hombre aparece la barba. El período de adolescencia dura pocos años, siendo una transición para llegar al estado adulto.

**ESTADO ADULTO.**—A una edad de unos 18 años para el sexo femenino y de unos 20 para el masculino, la niña se ha transformado en mujer y el niño en un hombre; se deja de crecer, aparecen las dos últimas muelas (muelas del juicio) y son aptos para tener hijos. La inteligencia está totalmente desarrollada y se hallan en condiciones de ser útiles a la sociedad con el trabajo que puedan verificar. El estado adulto es el más largo período de

la vida, pues alcanza hasta los 60 años, más o menos, ya que depende de la salud del individuo.

**VEJEZ.**—Poco a poco, (figura 247) el hombre adulto va transformándose en viejo, su cara se arruga y la resistencia física disminuye, ocurriendo frecuentemente lo mismo con la vista, el oído y con la inteligencia, si bien hay personas de muchísima edad que excepcionalmente conservan perfectamente estas facultades. También disminuye la resistencia a las enfermedades y una enfermedad que el niño o el adulto soportan perfectamen-



Fig. 247.—Viejo andorrano. Fot. V. Claverol.

te, puede matar a un viejo. Las personas que de jóvenes han padecido ciertas enfermedades, son viejas antes de cumplir los 60 años, mientras que las que se han mantenido sanas, alcanzan avanzada edad y se hallan en salud perfecta.

**LA MUERTE.**—Todas las personas, sin excepción alguna, tenemos que morir, es ley general a todo ser vivo, sean plantas sean animales; nacer, crecer, multiplicarse y morir y nosotros no podemos escaparnos de ello.

El hombre al nacer, si sus padres están sanos, lleva un impulso de vida que hace que llegue a viejo si no ocurre antes algún contratiempo a su organismo, sea una desgracia casual, sea, como ocurre más frecuentemente, que adquiere una enfermedad cualquiera contra la cual los médicos no pueden hacer nada. Aparte de esto, muchas personas mueren jóvenes por no cuidarse, ya por falta de alimentación, ya por comer demasiado, o como ocurre más frecuentemente envenenándose con alcohol o con tabaco, morfina, etc. Una copita de licor después de comer y el abuso de tabaco han matado más gente que la pasada guerra europea.

Hoy día la medicina ha progresado tanto que pueden curarse la mayoría de enfermedades que antes eran mortales, por esta razón, son muchas más actualmente las personas que llegan a viejas, sobre todo en países como Suiza, Holanda, Suecia, Noruega, etc., donde la medicina está muy adelantada. Así, hace unos ochenta años, en España morían casi 50 niños de cada cien que nacían, mientras que ahora sólo mueren unos 12; cifra aún elevada en comparación con Suiza, Holanda y otras naciones en que sólo mueren 5.





# INDICE

	<u>Págs</u>
<b>INTRODUCCIÓN</b> . . . . .	5
<b>LA GRAVEDAD</b> . . . . .	7
Caída de los cuerpos.—La atracción de la tierra o gravedad.—La plomada.—Peso y densidad.—Principio de Arquímedes.	
El reposo y el movimiento.—Fuerzas.—Movimiento uniforme y variado.—Inercia.—Fuerza centrífuga.—Gravitación universal.	
<b>ESTUDIO DE LA LUZ</b> . . . . .	17
<b>REFLEXIÓN DE LA LUZ, ESPEJOS</b> . . . . .	17
Reflexión de la luz en los espejos planos —Combinaciones de espejos planos.—Espejos curvos.	
<b>REFRACCIÓN DE LA LUZ</b> . . . . .	20
Las lentes.—El microscópio.—Telescópios.	
<b>Los colores</b> . . . . .	23
El color negro.—Los prismas y dispersión de la luz.—El color de los cuerpos.	
<b>La Física</b> . . . . .	26
<b>LA CONSTITUCIÓN DE LOS CUERPOS.</b> . . . . .	27
Diversidad de sustancias.—Fenómenos químicos.—Cuerpos simples y cuerpos compuestos.—Metales y metaloides.—Mezcla y combinación.—Nomenclatura de las combinaciones químicas.—Cuerpos orgánicos e inorgánicos.	
<b>ESTUDIO DE ALGUNOS METALOIDES</b> . . . . .	31
Hidrógeno.—El oxígeno y las combustiones.—Nitrógeno.—Cloro, bromo e Yodo.—Azufre.—Fósforo.—Carbono.	
<b>La química</b> . . . . .	35

	Págs.
<b>LOS MINERALES ÚTILES Y SUS YACIMIENTOS.</b> . . . . .	36
YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS . . . . .	36
YACIMIENTOS FILONIANOS. . . . .	37
EXPLOTACIÓN DE LOS MINERALES . . . . .	39
<b>Explotaciones a cielo abierto</b> . . . . .	40
<b>Explotaciones subterráneas</b> . . . . .	40
<b>Sondeos.</b> . . . . .	41
<b>LOS METALES Y SUS YACIMIENTOS.</b> . . . . .	42
<b>El hierro</b> . . . . .	42
Acero. — Menas de hierro. — Yacimientos principales. — Metalúrgia del hierro.—Compuestos del hierro.	
<b>El plomo</b> . . . . .	44
<b>El cobre</b> . . . . .	45
Menas y yacimientos.- Metalúrgia.- Compuestos de cobre.	
<b>El mercurio</b> . . . . .	46
<b>Aluminio</b> . . . . .	47
<b>Plata.</b> . . . . .	47
<b>Oro</b> . . . . .	48
<b>Platino</b> . . . . .	49
<b>LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.</b> . . . . .	50
<b>Piedras de construcción</b> . . . . .	50
<b>Ladrillos y tejas, cerámica.</b> . . . . .	50
<b>La cal</b> . . . . .	52
<b>Cementos</b> . . . . .	52
<b>Yeso</b> . . . . .	53
<b>SALES MINERALES SOLUBLES.</b> . . . . .	53
<b>Sal común.</b> . . . . .	54
Sal marina.—Sal gema.	
<b>Sales potásicas.</b> . . . . .	55
<b>EL AIRE Y EL AGUA, SU INFLUENCIA SOBRE LA TIERRA.</b> . . . . .	56
<b>LA ATMÓSFERA</b> . . . . .	56
<b>Composición del aire</b> . . . . .	56
Zonas de la atmósfera.— Presión atmosférica.— Medida de la presión atmosférica, barómetros.— Disminución de la pre- sión atmosférica con la altura.	
<b>La temperatura del aire</b> . . . . .	59
Variación de temperatura con la altura. — Variación de temperatura con la latitud — Acción de las variaciones de temperatura sobre las rocas.	



	<u>Págs.</u>
<b>El viento y su acción sobre las rocas</b> . . . . .	60
Brisas.—Huracanes.—Erosión eoliana.—Depósitos eolios, dunas.—Loes.	
<b>La lluvia y la nieve.</b> . . . . .	64
Formación de las nubes y producción de lluvias.—Nieve.—Medida de la cantidad de agua llovida, pluviómetros.—Países lluviosos y países secos, desiertos.	
<b>Estudio del curso de un río</b> . . . . .	67
Curso alto de un río, torrentes y arroyos.—Cuenca.—Cascadas y cataratas.—Curso medio e inferior de los ríos.—Desembocadura de los ríos; deltas y estuarios.	
<b>Los glaciares</b> . . . . .	71
Las nieves perpétuas.—Ventisqueros y glaciares.—Los icebergs.	
<b>El mar</b> . . . . .	74
Composición del agua del mar.—Profundidad de los mares.—El nivel del mar.—Olas.—Corrientes marinas.—Mareas.—Temperatura de los mares.	
<b>LA CIRCULACIÓN DEL AGUA EN NUESTRO PLANETA</b> . . . . .	79
<b>VOLCANES Y TERREMOTOS</b> . . . . .	83
<b>LOS VOLCANES.</b> . . . . .	83
Partes de un volcán.—Volcanes apagados y volcanes en actividad.—Erupciones volcánicas.—Repartición de los volcanes en nuestro globo.	
<b>Geysers.</b> . . . . .	86
<b>Terremotos</b> . . . . .	87
Efectos de los terremotos.—Intensidad de los terremotos.—Epicentro.—Zonas sísmicas.	
<b>LA BOTÁNICA</b> . . . . .	90
<b>CONDICIONES DE AMBIENTE QUE PRECISAN PARA LA VIDA DE LA PLANTA</b> . . . . .	91
<b>El suelo</b> . . . . .	91
<b>El agua.</b> . . . . .	92
Plantas acuáticas.—Higrófilas y Xerófilas.	
<b>El calor.</b> . . . . .	94
<b>La luz</b> . . . . .	95
<b>CRIPTÓGAMAS O PLANTAS SIN FLORES.</b> . . . . .	96
<b>Bacterias</b> . . . . .	96
<b>Hongos.</b> . . . . .	98
Estudio de las setas.—Hongos parásitos de las plantas.—Hongos útiles al hombre.	

	<u>Págs.</u>
<b>Algas</b> . . . . .	101
<b>Líquenes</b> . . . . .	102
<b>Musgos</b> . . . . .	102
<b>Criptógamas vasculares</b> . . . . .	103
Helechos. — Otras criptógamas vasculares, culantrillo y equiseto o cola de caballo.	
<b>Clasificación de las plantas.</b> . . . . .	105
<b>LA ZOOLOGÍA</b> . . . . .	106
<b>ANIMALES VERTEBRADOS Y ANIMALES INVERTEBRADOS.</b> . . . . .	106
<b>CRUSTACEOS</b> . . . . .	107
<b>Estudio de la langosta de mar</b> . . . . .	107
Morfología.—Aparato digestivo, íd. respiratorio, íd. circulatorio, íd. excretor.—Sistema nervioso.—Organos de los sentidos.—Músculos.—Reproducción.—Modo de vida.—Utilidad.—Crustáceos.	
<b>Otros crustáceos del grupo de las langostas.</b> . . . . .	110
El bogavante.—Cangrejo de río.—Cangrejos de mar.	
<b>Las cochinillas de humedad y los percebes</b> . . . . .	111
<b>MIRIÁPODOS</b> . . . . .	112
<b>Estudio de la escolopendra.</b> . . . . .	112
<b>Otros miriápodos</b> . . . . .	112
<b>LOS ARAGNIDOS</b> . . . . .	113
<b>Estudio del escorpión</b> . . . . .	113
<b>La tarántula</b> . . . . .	114
Otras arañas.—El arador de la sarna	
<b>INSECTOS</b> . . . . .	117
<b>Estudio del saltamontes</b> . . . . .	117
Morfología. — Organización interior. — Reproducción. — Modo de vida de la langosta. — Otros insectos del grupo de los saltamontes, grillos, cucarachas.—Ortópteros.	
<b>La cigarra</b> . . . . .	120
Otros insectos del grupo de las cigarras.—Hemípteros.	
<b>Los piojos.</b> . . . . .	122
<b>El caballito del diablo.</b> . . . . .	122
Arquípteros.	
<b>La hormiga león</b> . . . . .	123
Neurópteros.	

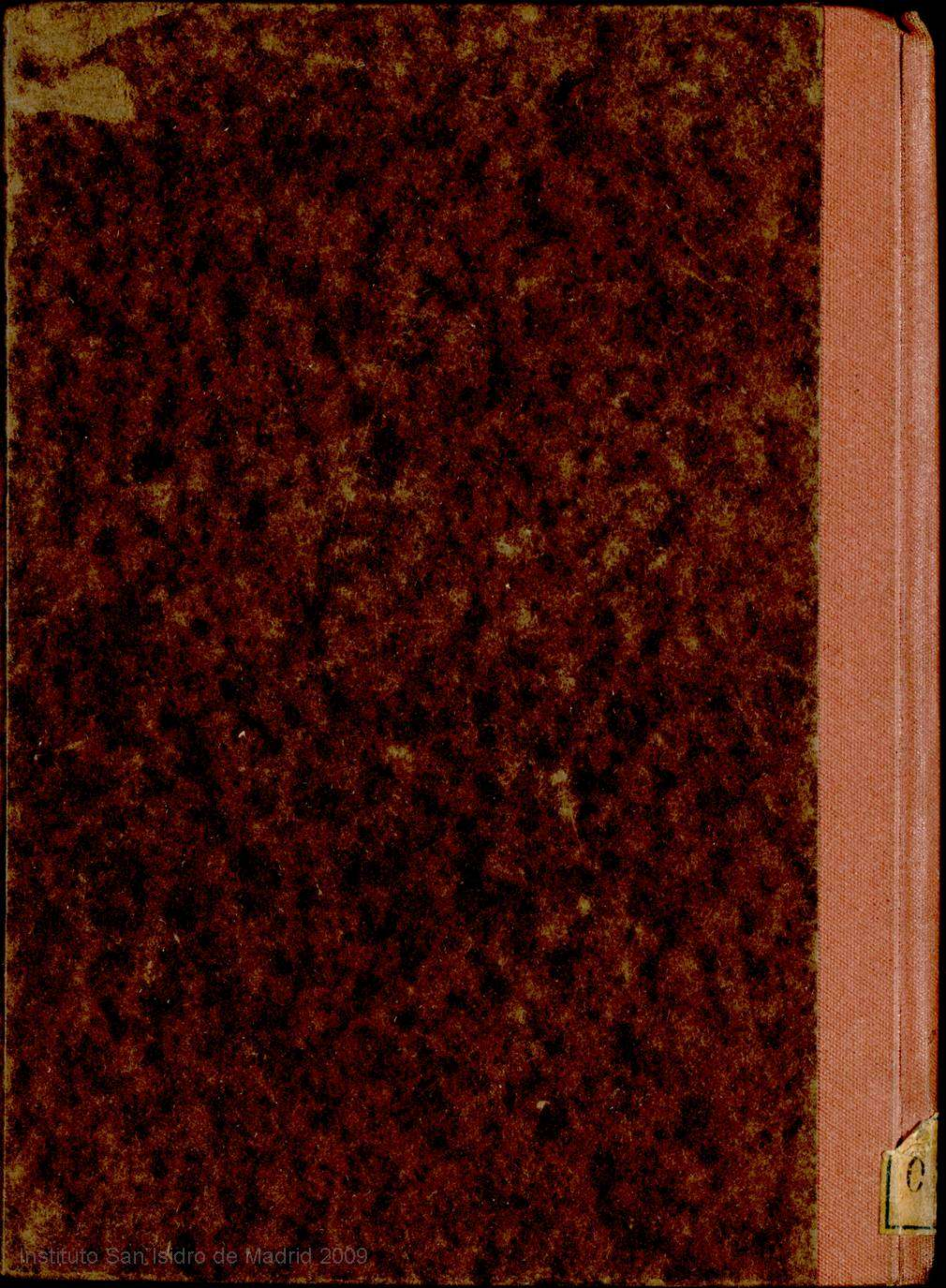
<b>Los escarabajos</b> . . . . .	124
El ciervo volante.—Otros insectos del grupo del ciervo volante. Los gorgojos.—Los cerambix.—Mariquita de San Antón.—Hidrófilos y ditiscos.—Escarabajos de abdomen desnudo.—Escarabajos luminosos.—Coleópteros.	
<b>Las moscas y los mosquitos</b> . . . . .	128
Moscas, mosca común, mosca tsé-tsé . . . . . 128	
Mosquitos, mosquito común, anófeles.—Estegomia.—Dípteros.	
<b>Las mariposas</b> . . . . .	131
Lepidópteros.	
<b>Los insectos sociales</b> . . . . .	133
<i>Las abejas:</i> La vida de las abejas, utilidad de las abejas. 134	
<i>Las hormigas:</i> Himenópteros. . . . . 137	
<i>Las termitas:</i> Isopteros. . . . . 139	
<b>Caracteres de los insectos</b> . . . . .	141
<b>Artrópodos</b> . . . . .	142
<b>LOS ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO Y SUS FUNCIONES.</b> . . . .	143
Anatomía y fisiología.—Situación de los órganos en el cuerpo humano.	
<b>Aparato digestivo.</b> . . . . .	144
La boca.—Los dientes.—La lengua.—La faringe y el esófago.—El estómago.—Intestino.—El Hígado y el páncreas.—Los alimentos, vitaminas.	
<b>Aparato respiratorio.</b> . . . . .	149
Fosas nasales, laringe, tráquea y bronquios.—Los pulmones.—Respiración.	
<b>Aparato circulatorio.</b> . . . . .	152
La sangre . . . . . 152	
El corazón . . . . . 152	
La circulación mayor.—Arterias.—Capilares.—Venas. . . . . 154	
La circulación menor . . . . . 155	
Mecanismo de la circulación.—Latido.—Pulso . . . . . 156	
<b>Aparato excretor.</b> . . . . .	157
Los riñones.—La vejiga de la orina.	
<b>Resumen</b> . . . . .	158
<b>Las edades del hombre</b> . . . . .	159
El recién nacido.—Infancia.—Adolescencia.—Estado adulto.—Vejez.	











C



04375