

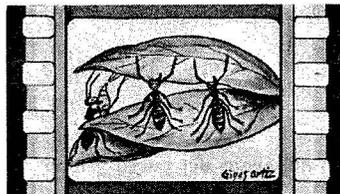
MAXIMO MARTIN AGUADO  
CATEDRÁTICO

# CIENCIAS COSMOLOGICAS

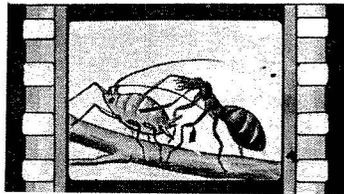
PRIMER CURSO

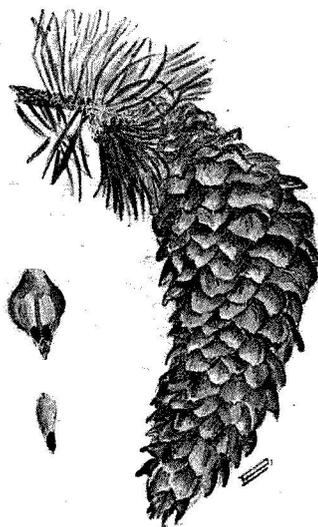
PRIMERA EDICION

MADRID, 1949









Debo agradecimiento, por su valiosa contribución a la ilustración de esta obra, a mi ex-alumna ANGELITA PEREZ MARTIN, al doctor MATEO ROMERO, al dibujante ORTIZ y al profesor de dibujo RIAÑO.

MAXIMO MARTIN AGUADO

CATEDRATICO

# CIENCIAS COSMOLOGICAS

PRIMER CURSO



MADRID

---

---

**DERECHOS RESERVADOS**

**Es propiedad**

---

---

# INTRODUCCION

---

## **La ciencia**

Ciencia quiere decir conocimiento. Por consiguiente, la ciencia es el conjunto de conocimientos que posee el hombre.

## **Clases de ciencias. Las ciencias cosmológicas**

Como los conocimientos que posee el hombre son muy variados, hay muchas clases de ciencias.

De ellas, las más importantes son las *ciencias cosmológicas*, que, como indica su nombre, estudian el Cosmos.

## **El Cosmos**

El Cosmos es el Universo, la Naturaleza, o sea el conjunto de todo lo que existe en el Espacio y no es obra del hombre.

Por esta razón, las *ciencias cosmológicas* se llaman también *ciencias de la Naturaleza*. Y como todo lo que existe en el Espacio está formado por materia, se les designa también con el nombre de *ciencias de la materia*.

## **Seres naturales. Sus clases**

Los seres materiales que forman el Universo se llaman *seres naturales*.

Hay dos clases de seres naturales: los *seres vivos*, denominados también *seres orgánicos*, y los *no vivientes* o *inorgánicos*.

Los primeros se llaman así por estar dotados de vida y por poseer órganos adecuados para realizar sus funciones. Son las plantas, los animales y el hombre.

Los segundos carecen de vida y de órganos. Son los astros, los minerales y las rocas.

## PLAN DE ESTA OBRA

En esta obra nos ocuparemos solamente de algunas de las innumerables cuestiones de que tratan las ciencias cosmológicas, distribuídas en las cinco secciones siguientes:

**La materia y los fenómenos materiales.**

**La Tierra.**

**El Hombre.**

**Los Animales.**

**Las Plantas.**

---

SECCION PRIMERA

---

LA MATERIA Y LOS FENOMENOS  
MATERIALES



- 1.—La materia.
- 2.—Los tres estados de la materia.
- 3.—El calor.
- 4.—La combustión.
- 5.—La gravedad y las máquinas.

# 1.—La materia

## 1. COMPOSICION DE LAS SUSTANCIAS

### Definiciones previas de materia, cuerpo, masa y sustancia

*Materia* es todo lo que ocupa el Espacio, o sea todo lo que forma el Universo.

*Cuerpo* es una porción de materia.

*Masa* es la cantidad de materia que contiene un cuerpo.

*Sustancias* son las diversas clases de materia.

### Composición de las sustancias

**Los átomos.**—Todas las sustancias están formadas por unas partículas pequeñísimas que se llaman *átomos* (fig. 1).

*Átomos* son las partes más pequeñas que componen las sustancias.

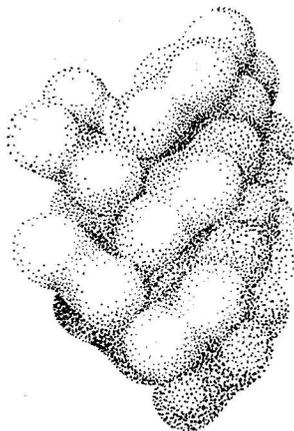


FIG. 2.—Partícula de oro, aumentada millones de veces. Cada dos átomos forman una molécula.

Son tan pequeños que haría falta poner en fila millones de ellos para que dieran la longitud de un milímetro. Por lo mismo, son invisibles con toda clase de aparatos. En las figuras de este libro se dibujan aumentados millones de veces y se les da forma esférica, porque puede suponerse que tienen esta forma.

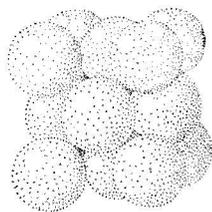


FIG. 1.—Invisible átomo (partícula) de oro, aumentado millones de veces. Cada esferita es un átomo de oro.

**Las moléculas.** — En algunas sustancias los átomos están reunidos en grupos, y los átomos de cada grupo están unidos entre sí con más fuerza que con los demás (fig. 2). Estos grupos de átomos se llaman *moléculas*.

*Moléculas* son los grupos de átomos que componen ciertas sustancias.

En una misma sustancia todas las moléculas son iguales y constan del mismo número de átomos.

De lo que llevamos expuesto, se deduce que unas sustancias están formadas por átomos, como el oro (fig. 1), mientras que otras están formadas por moléculas, como el yodo (fig. 2). De las primeras diremos que tienen *constitución atómica*; de las segundas, *composición molecular*.

**Clases de átomos.**—Se conocen hasta hoy 96 clases de átomos diferentes (átomos de oro, de yodo, etc.), que son las únicas o casi las únicas que pueden existir en el Universo (unas 100).

**Sustancias simples y sustancias compuestas.**—Las sustancias pueden estar formadas por átomos de una sola clase o por átomos de dos o más clases diferentes.

Las que están formadas por átomos de una sola clase se llaman *elementos o sustancias simples*; las que están formadas por átomos de dos o más clases se llaman *compuestos o sustancias compuestas*.

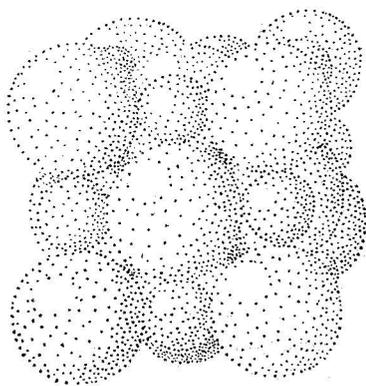


FIG. 3.—Partícula de *sal común*, aumentada millones de veces. Los átomos grandes son de *cloro*, y los pequeños, de *sodio*.

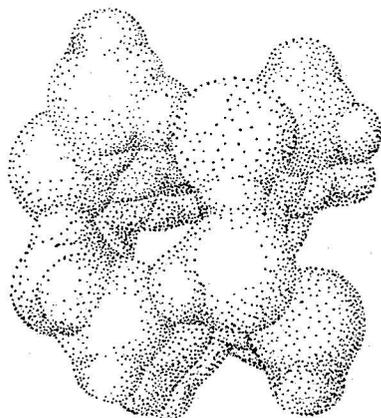


FIG. 4.—Partícula de *hielo*, aumentada millones de veces. Los átomos grandes son de *oxígeno*, y los pequeños, de *hidrógeno*. Cada átomo de oxígeno y cada dos de hidrógeno forman una molécula (ver también fig. 10).

Un ejemplo de sustancia simple es el *oro* (fig. 1), porque todos sus átomos son iguales (átomos de *oro*).

Otra sustancia simple es el *yodo* (fig. 2), que está formado también por átomos de una sola clase (átomos de *yodo*), sólo que unidos de dos en dos, formando moléculas.

Como ejemplo de sustancia compuesta podemos citar la *sal común* (fig. 3), la cual está formada por átomos de dos clases: unos grandes, de *cloro*, y otros pequeños, de

sodio. (Por tener esta composición es por lo que a la sal común se le llama, científicamente, *cloruro de sodio* o *cloruro sódico*.)

Otra sustancia compuesta es el *agua* (fig. 4), que está formada por otras dos clases de átomos: unos grandes, de *oxígeno*, y otros pequeños, de *hidrógeno*, de los cuales cada átomo de *oxígeno* y cada dos de *hidrógeno* forman una molécula.

**Los cuatro tipos de composición de las sustancias.**—Como vemos, las sustancias pueden ser *simples* o *compuestas*, y tanto unas como otras pueden tener *constitución atómica* o *molecular*. Por lo tanto, hay cuatro tipos de sustancias por su composición. Estos cuatro tipos son:

1. *Sustancias simples formadas por átomos*, como el oro (figura 1).
2. *Sustancias simples formadas por moléculas*, como el yodo (figura 2).
3. *Sustancias compuestas formadas por átomos*, como la sal común (fig. 3);
4. *Sustancias compuestas formadas por moléculas*, como el agua (figura 4).

Para comprender mejor estos cuatro tipos de composición, comparemos las sustancias con la escritura de una cartilla (fig. 5): las letras serían los *átomos*; los grupos de letras, las *moléculas*. Los cuatro tipos de composición posibles serían los siguientes:

1. Letras de la misma clase no reunidas en grupos. Sería el caso de una sustancia simple formada por átomos, como el oro (fig. 1).
2. Letras de la misma clase reunidas en grupos. Sería el caso de una sustancia también simple, pero de constitución molecular, como el yodo (fig. 2).
3. Letras de distinta clase no reunidas en grupos. Representaría el caso de una sustancia compuesta formada por átomos, como la sal común (fig. 3); y
4. Letras de distinta clase reunidas en grupos. Representaría el caso de una sustancia también compuesta, pero formada por moléculas.

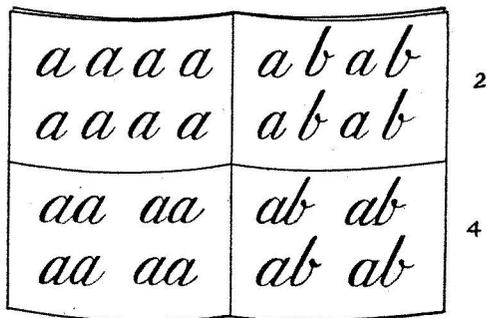


FIG. 5.—Comparación de la composición de las sustancias con un escrito escolar.

## 2. LOS ELEMENTOS O SUSTANCIAS SIMPLES

**Número de elementos que existen.**—Los elementos son las sustancias formadas por una sola clase de átomos, y como no hay más que unas 100 clases de éstos, no pueden existir tampoco más que unos 100 elementos (*oro, yodo, cloro, sodio, hidrógeno, oxígeno*, etc., etc.). Se conocen hasta hoy 96, ó sea todos o casi todos los que pueden existir, que son, a lo sumo, unos 100.

**Metales y no metales.**—Estos 96 elementos se pueden dividir en dos grupos: *metales* y *no metales*.

Los *metales* son los más numerosos (unos 70), y se caracterizan por tener un brillo propio (llamado por eso brillo metálico) y por conducir bien el calor y la electricidad.

Además, todos ellos, menos el mercurio, son sólidos a la temperatura ordinaria, y todos, sin excepción, tienen constitución atómica (figs. 1 y 6).

Los *no metales* son menos numerosos (unos 20),

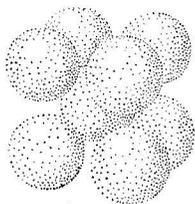
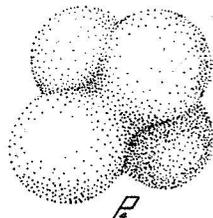


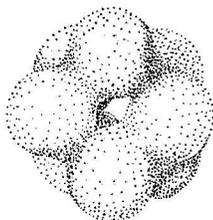
FIG. 6.—Partícula de hierro, aumentada millones de veces. Compárese con la figura 1 para ver el distinto tamaño y, sobre todo, la distinta ordenación de sus átomos.



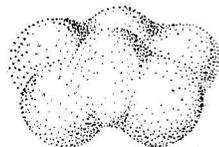
O<sub>2</sub>



P<sub>4</sub>



S<sub>8</sub>



S<sub>8</sub>

FIG. 7.—Moléculas de oxígeno, de fósforo y de azufre, formadas, respectivamente, por dos, por cuatro y por ocho átomos (la de azufre vista de frente y de perfil).

y se distinguen de los anteriores por carecer de brillo metálico y por conducir mal el calor y la electricidad.

Además, a la temperatura ordinaria, unos son sólidos y otros gaseosos (también hay uno líquido); y en cuanto a su constitución, unos están formados por átomos y otros por moléculas (figs. 2 y 7).

Hay algunos elementos (unos seis o siete) que tienen caracteres intermedios entre los de los metales y no metales, y se llaman *metaloideos*.

**Ejemplos de metales y no metales.**—En el cuadro que sigue citamos como ejemplo 10 metales y 10 no metales, cuyo conocimiento es necesario para el estudio de esta obra.

En dicho cuadro figura primero el *nombre* castellano de cada elemento (y en algunos casos, además, su nombre latino), y tras él se pone su *símbolo* (que es la inicial de dicho nombre latino, o la inicial y otra letra del mismo nombre). Después, se señalan los elementos que son sólidos, líquidos y gaseosos. Y, por último, se indica si su constitución es atómica o molecular: la primera se expresa no agregando al símbolo ningún numerito; la segunda, agregándole un numerito (*subíndice*), que indica el número de átomos que forman cada molécula. (Entiéndase bien, sin embargo, que el *símbolo* del elemento es sólo la letra—o las letras—sin los subíndices; con los subíndices es su *fórmula*.)

| METALES                        |                                       | NO METALES                     |                                     |                 |                 |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                | NOMBRE                                | Símbolo                        |                                     |                 |                 |
| Sólidos                        | Uranio .....                          | U                              | Gaseosos                            | Hidrógeno ..... | H <sub>2</sub>  |
|                                | Platino .....                         | Pt                             |                                     | Cloro .....     | Cl <sub>2</sub> |
|                                | Oro ( <i>Aurum</i> ) .....            | Au                             |                                     | Oxígeno .....   | O <sub>2</sub>  |
|                                | Plata ( <i>Argentum</i> ) .....       | Ag                             |                                     | Nitrógeno ..... | N <sub>2</sub>  |
|                                | Líquido                               | Cobre ( <i>Cuprum</i> ) .....  | Cu                                  | Bromo .....     | Br <sub>2</sub> |
|                                |                                       | Hierro ( <i>Ferrum</i> ) ..... | Fe                                  | Sólidos         | Yodo .....      |
|                                | Níquel .....                          | Ni                             | Fósforo ( <i>Phosphorus</i> ) ..... |                 | P <sub>4</sub>  |
|                                | Plomo ( <i>Plumbum</i> ) .....        | Pb                             | Azufre ( <i>Sulphur</i> ) .....     |                 | S <sub>8</sub>  |
| Sodio ( <i>Natrium</i> ) ..... | Na                                    | Carbono .....                  | C                                   |                 |                 |
|                                | Mercurio ( <i>Hydrargyrum</i> ) ..... | Hg                             | Silicio .....                       | Si              |                 |

El alumno debe convertir este cuadro en una simple relación, poniendo detrás del nombre de cada elemento su símbolo, el estado en que se encuentra en la Tierra y su composición atómica o molecular, detallando en este último caso el número de átomos que forman sus moléculas, e incluso dibujándolas.

### 3. LOS COMPUESTOS

**Número posible de compuestos.**—Compuestos son las sustancias formadas por dos o más clases de átomos.

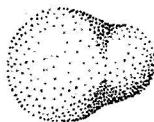
Aunque no existen más que unas 100 clases de éstos, el número posible de compuestos resultantes de su combinación es inmenso, lo mismo que es elevadísimo el número de palabras posibles resultantes de combinar las letras del alfabeto.

**Clases de compuestos.**—Los compuestos pueden dividirse en dos grupos: *compuestos inorgánicos* y *compuestos orgánicos*.

Los primeros son los que forman los seres inanimados; los segundos, los que forman los seres vivos.

**Los compuestos inorgánicos. Ejemplos.**—Como ejemplo típico de compuesto inorgánico podemos citar la *sal común* (fig. 3), la cual está formada por átomos de un metal, que es el *sodio*, y por átomos de un no metal, que es el *cloro*, unidos entre sí sin formar moléculas.

Otros compuestos inorgánicos están formados sólo por no metales y tienen composición molecular. Ejemplos: el *óxido de carbono*, el *anhídrido carbónico* y el *agua* (figs. 8, 9 y 10).



CO

FIG. 8.—Molécula de *óxido de carbono*, formada por un átomo grande de *oxígeno* y otro mediano de *carbono*.

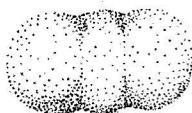
CO<sub>2</sub>

FIG. 9.—Molécula de *anhídrido carbónico*, formada por un átomo de *carbono* aprisionado entre dos de *oxígeno*.

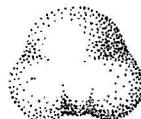
H<sub>2</sub>O

FIG. 10.—Molécula de *agua*, formada por un átomo grande de *oxígeno* en el centro y dos pequeños de *hidrógeno* a los lados.

El *óxido de carbono* es un gas muy venenoso (el tufo de los braseros mal encendidos).

El *anhídrido carbónico* es el gas que se desprende formando burbujas en el agua de "sifón", en la cerveza, etc.

**Los compuestos orgánicos.**—Los compuestos orgánicos están formados casi únicamente por cuatro clases de átomos que se combinan entre sí de las maneras más diversas, dando moléculas complicadísimas.

Estas cuatro clases de átomos son: *carbono*, *hidrógeno*, *oxígeno* y *nitrógeno*.

Los átomos de *carbono* no faltan nunca (tanto que a los compuestos orgánicos se les llama también *compuestos del carbono*), y forman como si dijéramos el *armazón* o *esqueleto* de las moléculas, para lo cual se unen entre sí formando largas cadenas o complicados anillos que sirven de soporte a los átomos de las demás clases (figs. 11 y 12).

En las cadenas (fig. 11), los átomos de *carbono* están dispuestos en zig-zag, pero nosotros las representaremos como si estuvieran unidos en línea recta. En la escritura estas cadenas se representan por ...-C-C-C...

En la fig. 12 damos algunos ejemplos de moléculas orgánicas de tipo más sencillo, que son como cadenas de carbono muy cortas revestidas por átomos de hidrógeno.

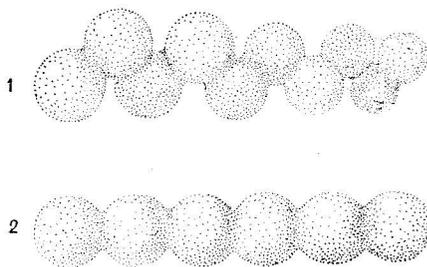


FIG. 11.—*Armazón* o *esqueleto* de las moléculas orgánicas.—1, cadena de carbonos unidos en zig-zag; 2, la misma simplificada (con los carbonos dispuestos en línea recta).

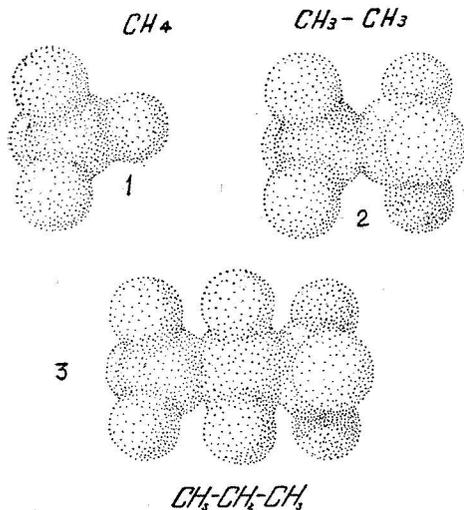


FIG. 12.—*Moléculas orgánicas* del tipo más sencillo, formadas solamente por átomos de carbono y de hidrógeno.—1, molécula formada por un átomo mediano de carbono, rodeado de cuatro pequeños de hidrógeno:  $CH_4$ .—2, molécula formada por dos átomos de carbono, cada uno de los cuales soporta tres hidrógenos:  $CH_3-CH_3$ .—3, molécula formada por tres carbonos y seis hidrógenos:  $CH_3-CH_2-CH_3$ .

#### 4. SIMBOLOS Y FORMULAS

**Fórmula** de una sustancia es el conjunto de símbolos que expresa su composición. La proporción en que se encuentran en la sustancia las diversas clases de átomos se indica mediante unos numeritos (subíndices) puestos detrás y abajo de los correspondientes símbolos, o bien repitiendo éstos las veces que sea necesario.

EJEMPLO: El agua está formada por átomos de oxígeno y por átomos de hidrógeno, estando estos últimos en doble cantidad que los primeros. El símbolo del oxígeno (ver el cuadro de los elementos) es O; el del hidrógeno, H. Luego la fórmula del agua podrá ser cualquiera de estas: OH.H, HHO,

HOH, OH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. De las tres primeras, la única correcta será la HOH, puesto que en las moléculas de agua el átomo de oxígeno está en el centro; de las dos últimas, la única que debe usarse es la H<sub>2</sub>O.

Las fórmulas son una manera tan natural de expresar la composición y las propiedades de las sustancias como las palabras las características de nuestro pensamiento. Conocerlas es, pues, dominar un importante aspecto del lenguaje de las ciencias del Cosmos que nos permitirá expresar de la manera más breve e inteligente la mayor parte de nuestros conocimientos sobre las sustancias.

*(En cursos sucesivos desarrollaremos con más amplitud esta cuestión.)*

## 2.—Los tres estados de la materia

**Los tres estados de la materia.**—Todas las sustancias pueden presentarse en la Naturaleza en tres estados diferentes: *sólido*, *líquido* y *gaseoso*.

Ejemplo: el agua. Sólida es la nieve y el hielo que cubren los polos y las cumbres de las altas montañas; líquida es el agua ordinaria que forma los ríos, los lagos y los océanos; gaseosa es el vapor de agua que forma las nubes.

**Carácter fundamental de cada uno de los tres estados.**—El carácter fundamental de las sustancias en cada uno de sus tres estados es el siguiente (fig. 13):

En el *estado sólido* los átomos o las moléculas están muy unidos y además ordenados, ocupando posiciones fijas en el espacio (véanse también las figs. 1, 2, 3, 4 y 6).

En el *estado líquido*, los átomos o las moléculas están desunidos y desordenados, resbalando unos sobre otros, y no ocupan una posición determinada en el espacio.

Finalmente, en el *estado gaseoso*, los átomos o las moléculas están igualmente sueltos y desordenados, pero además muy separados unos de otros, por cuya razón los gases ocupan volúmenes mucho mayores que los correspondientes líquidos y sólidos (en nuestro planeta, unas 600 a 800 veces mayores). Por otra parte, los átomos o las moléculas en los gases están más agitados que en los líquidos y sólidos, y chocan entre sí con gran

violencia tendiendo a separarse cada vez más. A consecuencia de esto los gases tienden a expandirse, esto es a ocupar mayor volumen del que ocupan. Esta fuerza expansiva de los gases (o sea, su tendencia a ocupar volúmenes mayores) se llama *expansibilidad*.

**Propiedades características de las sustancias en cada uno de sus tres estados.**

**Forma, volumen y compresibilidad.**—Las sustancias en *estado sólido* tienen sus átomos o sus moléculas ordenados, muy juntos y fuertemente unidos. Por esta razón los cuerpos sólidos tienen forma propia (con frecuencia, geométrica: cristales, fig. 53) y volumen constante o casi constante, y aunque se presione sobre ellos no se comprimen.

Las sustancias en *estado líquido* tienen también sus átomos o sus moléculas muy juntos, pero

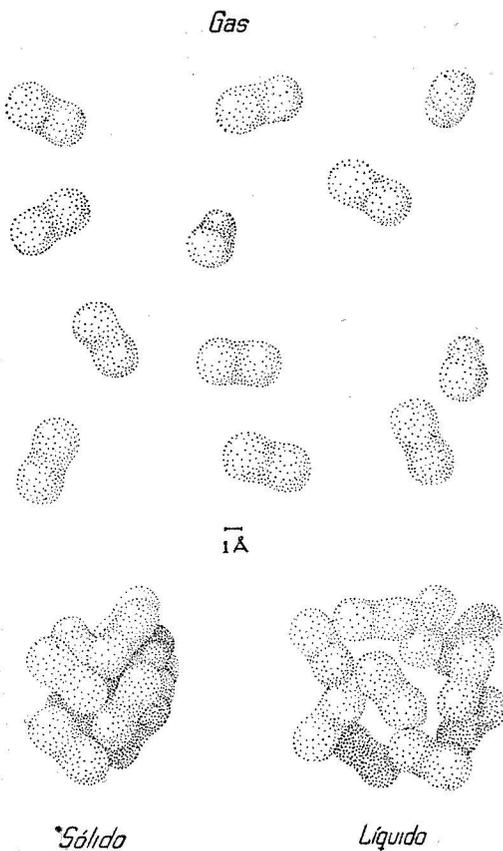


FIG. 13.—Disposición ordenada, suelta y dispersa de las moléculas de yodo en sus correspondientes estados sólido, líquido y gaseoso.

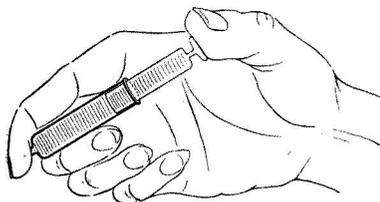


FIG. 14.—Agua comprimida en una jeringuilla de inyecciones. Se comprime muy poco.

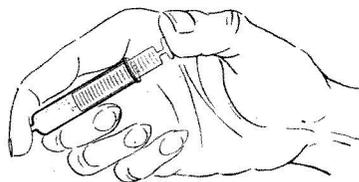


FIG. 15.—Aire comprimido en una jeringuilla de inyecciones. Se comprime fácilmente.

desunidos y desordenados. Por lo mismo los líquidos carecen de forma propia (adoptan la del recipiente que les contiene), su volumen permanece constante o casi constante y son muy poco compresibles (fig. 14).

Finalmente, en las sustancias en *estado gaseoso* los átomos o las moléculas están sueltos, desordenados y muy separados unos de otros, tendiendo, además, a separarse cada vez más. Por esta razón los gases carecen de forma y de volumen propios y son muy compresibles (fig. 15).

**Transmisión de la presión.**—Los cuerpos *sólidos*, por su rigidez, transmiten la presión que se ejerce sobre ellos o su propio peso en una sola dirección. Por ej., la piedra que está sobre el suelo presiona únicamente hacia abajo, sobre el suelo, pero no sobre el aire circundante.

En cambio, los *líquidos* y los *gases*, por la desunión de sus átomos o de sus moléculas, fluyen bajo los efectos de cualquier presión o de su propio peso (de aquí el nombre de *flúidos* con que se les designa colectivamente), y con ello transmiten dicha presión o su peso en todas direcciones. Es decir, que cualquier líquido o cualquier gas, pesa, no sólo hacia abajo, sino también hacia arriba y por los lados.

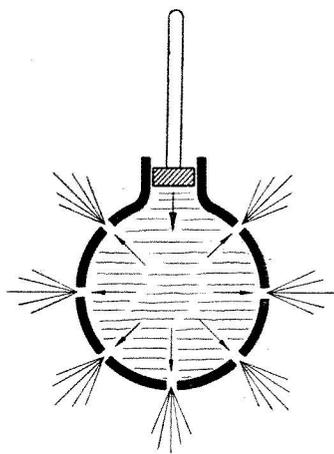


FIG. 16.—Prueba de que los flúidos transmiten la presión en todas direcciones.

**DEMOSTRACIÓN.—I.** Tenemos un recipiente perforado esférico y ocupado por agua o aire, como indica la fig. 16. Presionando sobre su contenido con el pistón que lleva en el cuello, el agua o el aire no salen sólo por el orificio posterior, que es el que está en la dirección en que se ejerce el empuje, sino por todos ellos y, además, con la misma

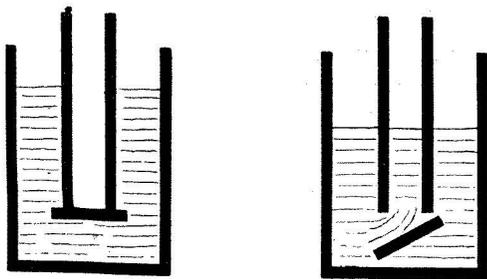


FIG. 17.—Demostración de que los líquidos pesan también de abajo arriba.

intensidad. Lo que prueba que la presión ejercida se ha transmitido en todas direcciones y, además, en todas ellas con la misma intensidad.

2. Tomemos un tubo de vidrio abierto por sus dos extremos, y aplicando a uno de

ellos una cartulina le sumergimos en el agua contenida en otro recipiente, como indica la fig. 17. La cartulina no se desprende porque la capa de agua que está por encima de ella presiona sobre ella, pero no de arriba abajo (lo impide el tubo), sino de abajo arriba. Vertiendo agua en el tubo, sobre la cartulina, se va contrarrestando esta presión, y cuando el nivel en los dos recipientes es aproximadamente el mismo, la cartulina se desprende.

3. Se llena una copa de agua, y aplicándola un papel a la boca, se la invierte (figura 18). El papel no se desprende y el agua no se derrama porque el aire, presionando sobre él de abajo arriba, lo impide.

**Causa de los cambios de estado.**—La causa principal de que las sustancias se encuentren en estado sólido, líquido o gaseoso es la temperatura. Un misma sustancia a temperatura baja es sólida, a temperatura mayor se hace líquida, y a temperatura aún mayor, gaseosa.

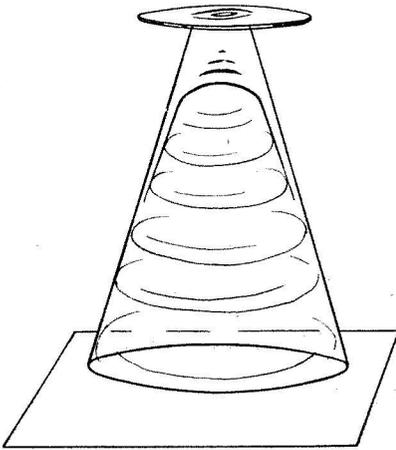


FIG. 18.—Demostración de que el aire pesa también de abajo arriba.

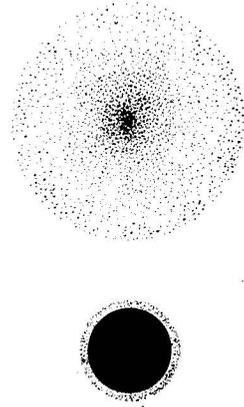


FIG. 19.—ORIGEN DE LA TIERRA.—Arriba, masa gaseosa primitiva. Abajo, la Tierra en su estado sólido actual, rodeada de un residuo gaseoso que es el aire.

Las temperaturas a que las diversas sustancias son sólidas, líquidas o gaseosas varían mucho de unas a otras. Así, a las temperaturas habituales en nuestro planeta, los componentes de la Tierra son sólidos mientras que el agua es líquida y el aire es gaseoso.

Si la temperatura se elevara tanto como fuera necesario, todos los componentes de la Tierra se volatilizarían y nuestro planeta volvería a ser un astro gaseoso como el sol y las demás estrellas. Por el contrario, si este astro gaseoso se enfriase hasta la temperatura actual, volvería a tomar el estado

sólido que hoy tiene y de nuevo quedarían sobrenadando en él, como parte líquida, el agua, y como parte gaseosa, el aire.

Así es como, hace dos o tres mil millones de años, se formó nuestro planeta, a partir de una ardiente masa gaseosa desprendida del sol (fig. 19).

### 3.—El calor

**El calor.**—Los átomos y las moléculas de los cuerpos no están quietos, sino en perpetua agitación.

Aun en los sólidos, en los que ocupan posiciones fijas en el espacio, no están en reposo, sino que vibran intensamente alrededor de su propio centro. En los líquidos y en los gases, además de este movimiento vibratorio, tienen los movimientos de desplazamiento propios de la desunión que les caracteriza.

La causa de esta agitación de los pequeños componentes de la materia es el *calor*. Si un cuerpo está muy caliente, sus átomos o sus moléculas están muy agitados. Si está muy frío, sus átomos o sus moléculas están menos agitados (haría falta que descendiera la temperatura a  $-273$  grados para que quedaran en reposo).

*El calor es, por consiguiente, la energía de agitación de los átomos y de las moléculas de los cuerpos.*

**Dilatación de los cuerpos por el calor. Su causa.**—El calor dilata los cuerpos y el frío los contrae.

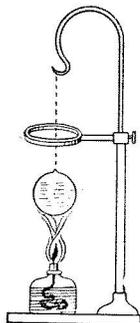


FIG. 20.—Demostración de que el calor dilata los cuerpos.

La causa de este hecho es la agitación que el calor produce en los átomos y en las moléculas. En efecto, si un cuerpo se calienta, éstos se agitarán más y tenderán a separarse: el volumen del cuerpo aumentará. Por el contrario, si un cuerpo se enfría, sus átomos y sus moléculas tenderán hacia el reposo y se acercarán más: el volumen del cuerpo disminuirá.

Esta dilatación de los cuerpos por el calor y la contracción de los mismos por el frío es cierta, tanto en los sólidos como en los líquidos o en los gases.

El siguiente experimento puede probar, entre otros muchos, esa dilatación en los sólidos. Una bola de metal (fig. 20) pasa ajusta-

damente por un anillo cuando está fría; pero si se calienta, ya no puede pasar; lo que prueba que el calor la ha dilatado. Basta dejarla enfriar para que vuelva a pasar de nuevo.

**El calor como causa de los cambios de estado de los cuerpos.**—La agitación que el calor produce en los átomos y en las moléculas es también la causa de que los cuerpos pasen de un estado físico a otro.

En efecto, si calentamos un cuerpo sólido, sus átomos o sus moléculas tenderán a separarse en contra de las fuerzas que los mantienen unidos y el cuerpo se dilatará; pero si el aumento de temperatura es muy elevado, éstos romperán sus lazos de unión y el cuerpo pasará al estado líquido. Si se sigue calentando este cuerpo líquido, la agitación térmica de sus pequeños componentes seguirá dilatándolo, y si el aumento de temperatura es suficiente, llegará un momento en que sus átomos o sus moléculas se dispersarán y el cuerpo pasará al estado gaseoso.

Por el contrario, un cuerpo sólido al enfriarse pasaría primero al estado líquido y después al sólido.

**A qué se debe que los cuerpos se encuentren en un determinado estado físico.**—De lo expuesto deducimos que el estado físico en que se encuentran los cuerpos depende principalmente de dos fuerzas antagónicas (contrarias) que actúan entre sus pequeños componentes: una es su propia fuerza atractiva, que tiende a unirlos, y otra la fuerza repulsiva de su agitación térmica, que tiende a desunirlos. Según que predomine una u otra los átomos o las moléculas permanecerán unidos o desunidos, y con ello el cuerpo tendrá:

*estado sólido*, si predominan las fuerzas atractivas sobre las repulsivas;

*estado líquido*, si ambas fuerzas están equilibradas; y

*estado gaseoso*, si predominan, por el contrario, las fuerzas repulsivas sobre las atractivas.

El hecho de que en los flúidos las fuerzas repulsivas iguallen o superen a las de atracción no se debe a que las primeras sean en ellos más intensas que en los sólidos, sino a que son más débiles las fuerzas atractivas entre sus átomos o sus moléculas.

### Temperatura. Distinción entre cantidad de calor y temperatura.—

La agitación térmica de los átomos o de las moléculas (y con ella todos los fenómenos que nos ocupan) no es producida por la cantidad de calor que poseen los cuerpos, sino por su *temperatura*, que es una cosa diferente.

La *temperatura* es una relación que existe entre la cantidad de calor que posee un cuerpo y su masa. Podemos definirla brevemente diciendo que es el grado o nivel de calor de los cuerpos.

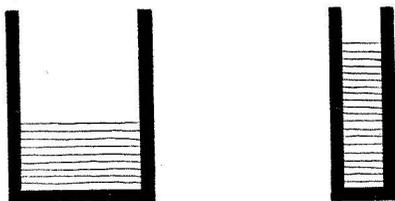


FIG. 21.—Distinción entre cantidad de calor y temperatura (la misma que existe en estos vasos entre cantidad de agua y nivel de agua).

Lo aclararemos con el siguiente ejemplo comparativo. En dos vasos, uno ancho y otro estrecho (fig. 21), vertemos el mismo volumen de agua. Evidentemente, los dos contendrán la misma cantidad de agua, pero el nivel en ellos es muy diferente, siendo mayor en el más estrecho.

Un fenómeno semejante al que aquí ocurre entre la cantidad de agua y la anchura del vaso ocurre en los cuerpos entre la cantidad de calor y su masa. Si dos cuerpos de distinta masa se calientan con la misma cantidad de calor, en el de mayor masa el calor tendrá que distribuirse entre mayor cantidad de materia y, por lo tanto, agitará menos sus átomos o sus moléculas. Evidentemente, los dos cuerpos han adquirido la misma cantidad de calor; pero, de la misma manera que ocurría en los vasos con el nivel, el grado o nivel de calor en ambos (esto es, su temperatura) no es el mismo, siendo mayor en el de más pequeña masa.

*Por lo tanto, si dos cuerpos de distinta masa se calientan con la misma cantidad de calor, ¿cuál de ellos se calentará más?*

### Determinación de la temperatura de los cuerpos. El termómetro.—

Nuestros sentidos no son capaces de apreciar la temperatura, sino sólo las diferencias de temperatura, las cuales producen en nosotros la sensación de frío o de calor. De calor, si la diferencia de temperatura que percibimos es por exceso, y de frío, si es por defecto.

COMPROBACIÓN.—Si después de tener las manos metidas en agua fría las llevamos a agua tibia, nos parecerá que está caliente. Por el contrario, si llevamos las manos de agua caliente a agua tibia, nos parecerá que ésta está fría.

Sin embargo, disponemos de aparatos que pueden determinar la temperatura sin este error de apreciación de nuestros sentidos. Estos aparatos son los *termómetros*.

Por lo tanto, un *termómetro* es un aparato destinado a medir la temperatura (a ello alude su nombre: termo = calor; metro = medida).

Está basado en la dilatación que el calor produce en los cuerpos, y el más corrientemente usado es el de mercurio (fig. 22).

Este aparato consta en esencia de un tubo finísimo de cristal, vacío de aire, cerrado por sus dos extremos y dilatado en uno de ellos para servir de depósito al mercurio, el cual ocupa este depósito y parte del tubito. Si la temperatura aumenta, el mercurio se dilata y tiende a ocupar el vacío del tubo. Si la temperatura disminuye, el mercurio se retrae y deja el tubito más desocupado. Bastará, pues, graduar este tubito para poder apreciar la temperatura mediante la extensión o retracción del mercurio dentro de él.

La graduación de un termómetro puede hacerse según tres escalas diferentes, de las cuales la más común es la llamada escala centígrada, en la que el cero del termómetro corresponde a la temperatura en que se funde el hielo, y el grado 100 a la temperatura en que hierve el agua. (Entre ambos puntos de referencia hay, pues, 100 grados, y a esto alude su nombre.)

Para graduarle, se mete el termómetro en hielo que se esté derretiendo, y el nivel a que descienda el mercurio se marca (en la escala centígrada) con el 0. Luego se lleva a agua hirviente, y el nivel alcanzado por el mercurio al dilatarse se marca (en la escala centígrada) con el 100. Por último, el intervalo entre ambas marcas se divide (en la escala centígrada) en 100 partes iguales, cada una de las cuales será un grado. Para poder apreciar también grados bajo 0 y sobre 100, se señalan intervalos iguales a los anteriores por debajo de la marca 0 y por encima de 100.

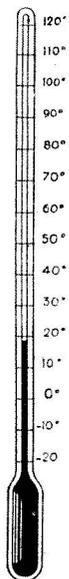


FIG. 22. — *Termómetro de mercurio con la graduación centígrada.*

## 4.—La combustión

**Definiciones de combustión, combustible y comburente.**—Se llama *combustión* a la unión muy íntima de los átomos o de las moléculas de dos o más sustancias, con gran desprendimiento de calor y a veces también de luz (llama).

De estas sustancias, una es la que deja en libertad la energía que se desprende (la que arde), y se llama *combustible*. La otra es la que obliga al combustible a poner en libertad su energía (la que hace arder), y se llama *comburente*.

En la Naturaleza el comburente más general es el oxígeno del aire, y los combustibles más corrientes son los productos orgánicos, tales como el alcohol, la madera, el carbón, el petróleo, etc.

**El proceso de la combustión. Productos que resultan de ella.**—El combustible es como un gran edificio de átomos o de moléculas que, al destruirse, pone en libertad gran cantidad de energía (lo mismo que una casa que se derrumba).

El comburente es el agente encargado de realizar esa destrucción, bombardeándole con sus átomos o sus moléculas.

El resultado (si este bombardeo es muy intenso) es que los átomos o las moléculas del comburente se unen a los del combustible y escapan con ellos formando otros compuestos, en general, gaseosos, que son los *productos de la combustión*. Con ello, combustible y comburente quedan destruídos y transformados en dichos productos.

Los productos de la combustión más comunes en la Naturaleza son el óxido de carbono, el anhídrido carbónico y el vapor de agua (figs. 8, 9 y 10).

**Por qué se realiza la combustión.**—Para que los átomos o las moléculas del comburente se unan a las del combustible es necesario que choquen entre sí violentamente.

Esto es lo que ocurre cuando se les calienta, porque entonces aumenta su agitación y los choques se hacen más intensos y frecuentes.

Por eso, para que la combustión se inicie, hay que elevar la temperatura. Una vez iniciada, prosigue por sí misma, porque la energía que se desprende de ella mantiene vivo el conflicto entre comburente y combustible en toda la zona afectada por la combustión.

En suma: la causa de la combustión es la misma que produce la dilatación de los cuerpos o sus cambios de estado: la agitación que el calor produce en los pequeños componentes de la materia.

¿Qué fenomenos ocurren cuando se frota la cabeza de una cerilla contra el raspador de la caja? El calor que se produce con el roce aumenta la agitación de las moléculas.

las de oxígeno del aire circundante; éstas chocan entonces con más violencia con las moléculas del material combustible de la cerilla; y, uniéndose a ellas, las destruyen, desprendiéndose con ellas en forma de compuestos volátiles.

*Aplica este mismo razonamiento al caso de una cerilla encendida que se acerca a un papel.*

**Combustión de carbono.**—El *carbono* es un elemento que se encuentra puro en la Naturaleza, en forma de *diamante* y en forma de *grafito*.

El *diamante* es una piedra preciosa del más alto valor. El *grafito* es la sustancia de que está hecha la mina de los lápices.

Ni el *diamante* ni el *grafito* arden fácilmente; pero se les puede hacer arder por procedimientos especiales, y entonces sucumben bajo el ataque de las moléculas del oxígeno del aire, dando como primer producto de su combustión *óxido de carbono*, que pasa luego a *anhídrido carbónico*. (Explicación detallada en la fig. 23.)

Por consiguiente, en la *combustión del carbono*, sus átomos se combinan con los del *oxígeno* del aire y dan como producto final de la combustión *anhídrido carbónico*.

Como tanto el *diamante* como el *grafito* son carbono puro, se queman totalmente sin dejar residuo.

**Combustión del azufre.**—El *azufre* es un elemento muy abundante en la Naturaleza, que se forma, por ejemplo, en los volcanes. Tiene color amarillo y arde fácilmente, dando una llama azulada y desprendiendo un gas sofocante, llamado *anhídrido sulfuroso* ( $\text{SO}_2$ ), que tiene un olor característico (esto es, propio de él), llamado olor de pajueta.

Su combustión se realiza de la misma manera que la del carbono. Sus moléculas (cada una de las cuales—fig. 7—está formada por ocho átomos dispuestos en anillo) son atacadas por las del oxígeno del aire, las cuales les van arrancando sus átomos y formando con ellos las moléculas  $\text{SO}_2$  de *anhídrido sulfuroso*, equivalente a las  $\text{CO}_2$  del *anhídrido carbónico* en la combustión del carbono.

Por consiguiente, en la combustión del azufre sus átomos se combinan con los del oxígeno del aire, formando, como producto de la combustión, *anhídrido sulfuroso*  $\text{SO}_2$ . Si el azufre fuera muy puro, se consumiría también sin dejar residuo.

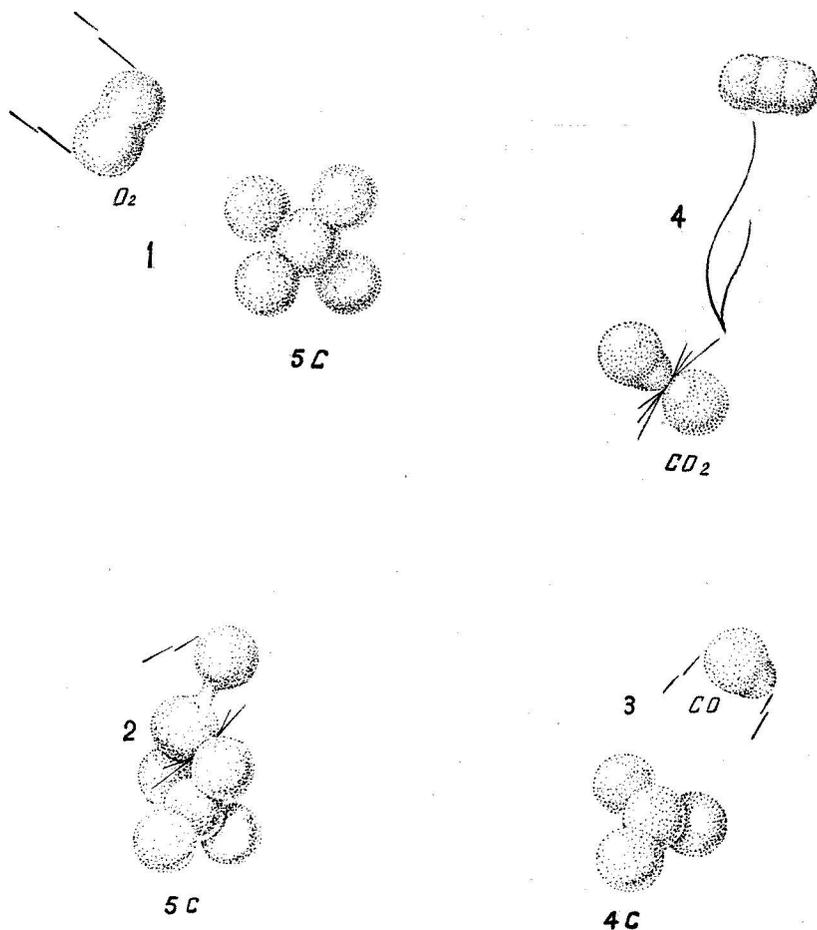


FIG. 23.—Combustión del carbono.—1, molécula de oxígeno atacando a cinco átomos de carbono; 2, la molécula de oxígeno choca con uno de los cinco carbonos y se parte en sus dos átomos componentes, de los cuales uno queda unido al carbono y el otro se desprende; 3, el átomo de oxígeno y el de carbono unidos forman una molécula de óxido de carbono que escapa también a la atmósfera, dejando cuatro carbonos como residuo; 4, en su huida, esta molécula de óxido de carbono choca con un átomo de oxígeno y se une al él (arde), convirtiéndose en una molécula de anhídrido carbónico. (Este proceso se repite hasta que el edificio sólido del carbono resulta totalmente desmontado y convertido en anhídrido carbónico.)

**Combustión del fósforo.**—El fósforo es un elemento muy venenoso, del color de la cera y muy blando, que no se encuentra libre en la Naturaleza, sino formando compuestos de los cuales se le extrae.

Arde con tal facilidad que no se le puede tener al aire libre y hay que conservarle metido en agua para que no se inflame (las cerillas de fósforo no son de fósforo puro, sino de compuestos de él menos inflamables). Al arder desprende humos blancos de *anhídrido fosfórico*  $P_4O_{10}$ .

El proceso de su combustión se detalla en la figura 24. Sus moléculas (cada una de las cuales está formada por cuatro átomos) son atacadas por las del oxígeno del aire, las cuales, combinándose con las de fósforo, dan el anhídrido fosfórico  $P_4O_{10}$  antes citado. Este nuevo compuesto, a diferencia de los productos de la combustión del carbono y del azufre, no es gaseoso, sino sólido, y se desprende en forma de finísimo polvo, que es el que da los humos blancos que produce el fósforo al arder.

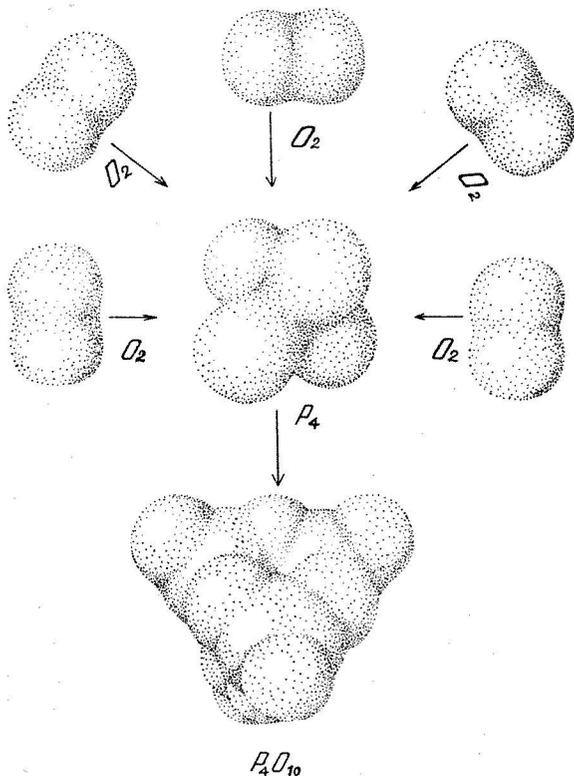


FIG. 24.—Combustión del fósforo.—Molécula  $P_4$  de fósforo atacada por cinco moléculas de oxígeno del aire con las cuales se combina, dando una molécula de anhídrido fosfórico  $P_4O_{10}$ . (Los cuatro átomos mayores de ésta son los de fósforo.)

Cuando la combustión del fósforo se realiza en un medio pobre en oxígeno, en lugar del anhídrido fosfórico  $P_4O_{10}$  se forma otro compuesto con menos oxígeno: el  $P_4O_6$ .

Por consiguiente, el *fósforo* al arder se combina con el oxígeno del aire y da como producto de la combustión *anhídrido fosfórico*. Si es puro, tampoco dejará residuo.

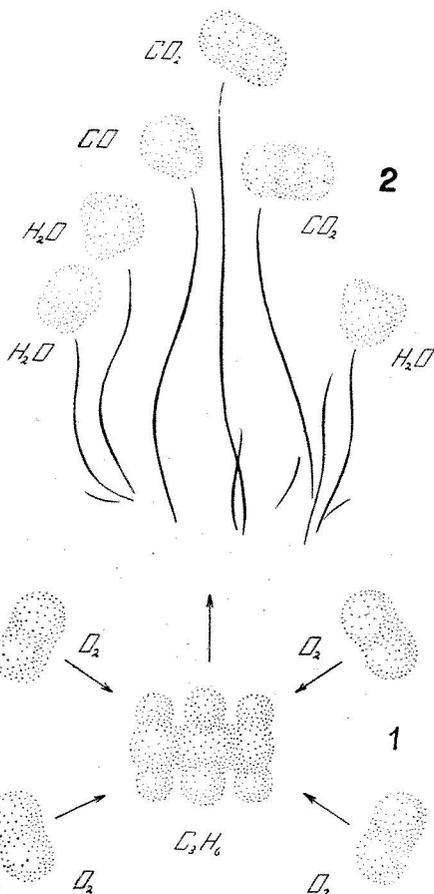


FIG. 25.—Combustión completa de los compuestos de carbono.—1, trozo de cadena orgánica formada por tres átomos de carbono y seis de hidrógeno, atacado por cuatro moléculas de oxígeno del aire; 2, moléculas de vapor de agua, óxido de carbono y anhídrido carbónico, resultantes de su combustión completa.

### Combustión completa de los compuestos de carbono.

— Conviene recordar que los compuestos de carbono son las sustancias orgánicas (tales como el alcohol y los componentes de la madera del carbón y del petróleo), y que estas sustancias están formadas por moléculas muy complicadas (figs. 11 y 12), en las que los átomos de carbono forman largas cadenas o complicados anillos que sirven de soporte a los átomos de otras clases.

Entre éstos no faltan nunca los átomos de *hidrógeno*, y casi nunca tampoco los de *oxígeno*, siendo también muy frecuentes los de *nitrógeno* y más raros los de otros elementos. Pero para nuestro objeto podemos prescindir de la mayoría de estos elementos y considerar las moléculas orgánicas simplemente como cadenas de carbono vestidas con átomos de hidrógeno; bastará incluso con que en representación de la molécula consideremos solamente un trozo de ella, como se hace en la figura 25.

Al ser atacadas las moléculas orgánicas por el *oxígeno* del aire (fig. 25), unos átomos de *oxígeno* arrebatan a los átomos periféricos de *hidrógeno* y forman con ellos moléculas de *agua* que se desprende en forma de vapor, mientras que los otros *oxígenos* se unen a los *carbonos* de la cadena (o del anillo) y forman moléculas

de *óxido de carbono*, que se convertirán (si el *oxígeno* es abundante) en moléculas de *anhídrido carbónico* con formación de llama.

Por consiguiente, en la combustión de los compuestos de carbono sus moléculas son destruídas por las del *oxígeno del aire*, y se forman, como productos de la combustión, *vapor de agua* y *anhídrido carbónico*.

Como las moléculas orgánicas llevan, además, otras clases de átomos, se forman también en su combustión otros productos, pero los fundamentales son los dos citados.

Finalmente, como estos combustibles tienen composición muy compleja, suelen quedar residuos incombustibles (las cenizas), formados por el conjunto de átomos que no pudieron ser arrebatados por los del oxígeno del aire.

**La respiración de los seres vivos.**—Esta misma combustión que acabamos de estudiar es la que se realiza en el interior de nuestro organismo (y del organismo de todos los vivientes) y deja en libertad la energía que mantiene nuestra vida. El combustible está formado en este caso por los alimentos que tomamos; el comburente es el oxígeno del aire que ingresamos por los pulmones al respirar; y los productos de la combustión son el anhídrido carbónico y el vapor de agua que eliminamos en la respiración.

Se puede probar muy fácilmente que al respirar eliminamos vapor de agua. Echese el aliento a un espejo. Se empaña por las gotitas de vapor de agua depositadas en él.

También es fácil probar que al respirar eliminamos anhídrido carbónico. Soplemos en agua de cal clara (fig. 26). Se enturbiará. Es característico del anhídrido carbónico enturbiar el agua de cal clara. Luego, al soplar, hemos introducido anhídrido carbónico.

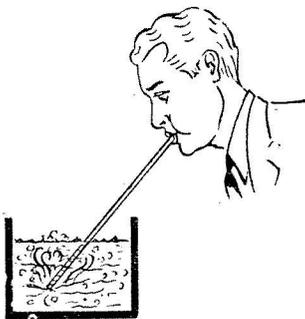


FIG. 26. — Soplando en agua de cal clara se enturbia.

**Combustión incompleta de los compuestos de carbono. Carbonización.**—Cuando en la combustión escasea el oxígeno del aire, éste no suele bastar para llevar a cabo la destrucción completa del combustible y queda parte de él sin consumir. Se dice entonces que la *combustión* es *incompleta*.

En el caso de los compuestos de carbono esta combustión incompleta presenta importantes particularidades que conviene conocer (fig. 27). (Téngase también a la vista la figura 23, para ver las diferencias con la combustión completa).

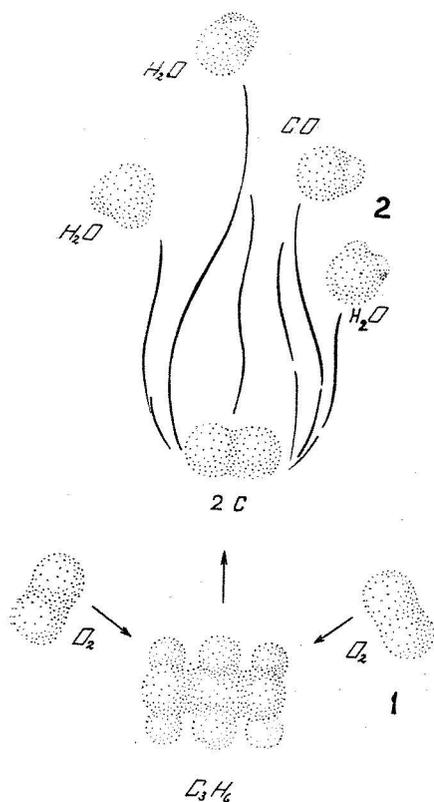


FIG. 27.—COMBUSTIÓN INCOMPLETA DE LOS COMPUESTOS DE CARBONO.—1, el mismo trozo de molécula orgánica de la fig. 25 atacado por dos moléculas de oxígeno del aire en lugar de por cuatro; 2, vapor de agua, óxido de carbono y residuo de dos carbonos de la cadena, resultantes de su combustión incompleta. (La llama se ha puesto para que la comparación con la fig. 25 sea más fácil; pero en este caso no existe. ¿Por qué? Recuerda cómo se realiza la combustión del carbono, fig. 23.)

En primer lugar, como los átomos más expuestos al ataque del oxígeno (por ser los más exteriores) son los que rodean a las cadenas o anillos del carbono (por ejemplo, los de hidrógeno), el escaso oxígeno que interviene en esta combustión se emplea, principalmente, en unirse a estos átomos periféricos y, en consecuencia, el producto principal de ella es el vapor de agua.

En segundo lugar, son arrancados también algunos carbonos de las cadenas o de los anillos y así se forma, como segundo producto de esta combustión, óxido de carbono, el cual, por la escasez de oxígeno, no puede arder para convertirse en anhídrido carbónico, como ocurre cuando la combustión es completa.

Pero el hecho más importante es que dichas cadenas o anillos quedan sin ser totalmente destruidas y, además, depuradas de sus átomos exteriores, es decir, purificadas.

Esta purificación del carbono, mediante la combustión incompleta de sus compuestos, es lo que se

llama *carbonización*, y por este proceso se obtiene, por ejemplo, el carbón vegetal a partir de la madera.

**Obtención del carbón vegetal.**—El procedimiento más sencillo de obtener el carbón vegetal a partir de la madera es el de los hornos carboneros (fig. 28). Son montones de leña en los que los troncos y ramas de los árboles se cortan y hacinan como indica la figura, recubriéndolos con ramas, hojarasca y tierra, a fin de que el aire llegue con dificultad hasta ellos. Después se les prende fuego, y abriendo y tapando convenientemente agujeros en las paredes, se mantiene la combustión dificultosa con objeto de que se quemé solamente parte del combustible y el calor desprendido sirva para carbonizar el resto de él.

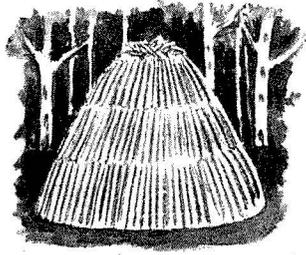


FIG. 28.—Apilamiento de la madera para formar un horno carbonero.

Este procedimiento debe prohibirse, porque con él se causan importantes destrozos en los bosques y además se desaprovechan muchos productos de la madera. En la actualidad la madera se carboniza por otros procedimientos que permiten utilizar más completamente estos productos.

**El carbón de las minas.**—El carbón de las minas procede de la madera de los árboles de otro tiempo, los cuales quedaron sepultados, y en esta situación se han ido carbonizando lentamente a través de millones de años. (Véase en la portada de la sección quinta, página 89, el aspecto de los primeros grandes bosques que cubrieron la Tierra, a expensas de los cuales se ha formado el carbón.)

**El petróleo.**—Por un proceso parecido se ha formado el petróleo, también a través de millones de años a partir de los animales de otro tiempo que perecieron igualmente sepultados.

Los yacimientos de carbón y de petróleo son, pues, verdaderos cementerios de las plantas y animales de otras épocas.

## 5.—La gravedad y las máquinas

**Gravitación universal.**—Lo mismo que los átomos y las moléculas de los cuerpos se atraen entre sí, existe una fuerza atractiva entre todos los cuerpos del Universo que tiende a unirlos en uno solo, es decir, la materia atrae a la materia, sea cualquiera la cantidad de ella que se considere.

Esta mutua atracción entre todos los cuerpos se llama *gravedad* o *gravitación*, y por tener validez en todo el Universo se califica de *universal*.

*Gravedad* es, pues, la fuerza con que todos los cuerpos del Universo se atraen entre sí.

En virtud de esta fuerza atractiva, los astros y todos los cuerpos del Universo tienden a reunirse en una sola masa, de la misma forma que los átomos o las moléculas tienden a reunirse y tomar el estado sólido. Sin embargo, en los gases vemos cómo esa fuerza atractiva de sus átomos o de sus moléculas está en derrota frente a las fuerzas repulsivas de su agitación térmica, y a consecuencia de ello los átomos o moléculas, a pesar de atraerse, permanecen separadas, y además tienden a separarse cada vez más. Pues bien, también existe entre todos los cuerpos del Universo una fuerza repulsiva contraria a la gravitación que impide que se reúnan en una sola masa, y, además, exactamente lo mismo que en los gases, esa fuerza repulsiva es más intensa que la atractiva. A consecuencia de ello las estrellas y sistemas de estrellas tienden a separarse cada vez más y el Universo se está agrandando en la actualidad como si fuese una colosal burbuja de gas que creciese en las Tinieblas.



FIG. 29.  
La plomada.

**Ley de la gravedad universal.**—La atracción entre los cuerpos es tanto más intensa cuanto mayor es su masa y tanto menor cuanto mayor es la distancia que los separa.

Esto quiere decir que los cuerpos tienen tanta mayor fuerza atractiva cuanto mayor masa poseen y que esta fuerza de atracción se debilita tanto más cuanto mayor es la distancia a que el cuerpo actúa sobre otro.

*(Aplazamos el enunciado más preciso de esta ley para otros cursos.)*

**La gravedad terrestre.**—Gravedad terrestre es la atracción que la Tierra ejerce sobre todos los cuerpos exteriores a ella.

Esta atracción se realiza en la dirección de los radios terrestres, como si toda la masa de la Tierra estuviera concentrada en su centro.

La dirección de los radios terrestres es la vertical, la cual puede determinarse por medio de la plomada (fig. 29).

**El peso de los cuerpos.**—El peso de los cuerpos es la fuerza con que la Tierra les atrae hacia su centro. Si la gravedad no existiera, nada pesaría.

Esta fuerza atractiva de la Tierra sobre los cuerpos se atiende a la ley de

la gravedad. Por lo tanto, los cuerpos más pesados serán los que mayor masa contengan. Por otra parte, un mismo cuerpo pesará tanto más cuanto más cerca esté del centro de la Tierra y tanto menos cuanto más alejado se encuentre de él.

Esto quiere decir que el peso de un mismo cuerpo es distinto según el lugar de la Tierra en que se encuentre. Pesará menos en lo alto de las montañas que al nivel del mar, por estar allí más alejado del centro de la Tierra, y por la misma razón pesará también menos en el ecuador que en los polos (recuerda el achatamiento polar).

Por supuesto, esta variación del peso de los cuerpos con el lugar en que se encuentran es válida para todo el Universo. Un hombre en la Luna pesaría tan poco que podría saltarse con toda facilidad una casa de varios pisos. En cambio, en Júpiter andaría tan agobiado con su propio peso que apenas podría mover los pies.

**Las máquinas.**—La gravedad terrestre condena al hombre al esfuerzo para realizar sus trabajos, y con objeto de aminorar este esfuerzo, o cuando menos aplicarle más cómodamente, el hombre ha ideado las máquinas.

*Máquina* es todo instrumento destinado a transmitir o a aplicar fuerzas.

De todas las máquinas existentes estudiaremos sólo las dos más sencillas y primitivas: la *palanca* y la *polea*.

**La palanca. Sus elementos.**—Palanca es toda barra rígida que puede girar alrededor de un punto.

En toda palanca se pueden distinguir los siguientes elementos (fig. 30):

*Punto de apoyo*, O, que es el punto alrededor del cual puede girar.

*Resistencia*, R, que es la carga o fuerza que hay que vencer.

*Potencia*, P, o fuerza que hay que aplicar a la palanca para vencer la resistencia.

*Punto de aplicación de la resistencia*, A.

*Punto de aplicación de la potencia*, B.

*Brazo de la resistencia*, que es la distancia OA entre el punto de apoyo y el de aplicación de la resistencia.

*Brazo de la potencia*, que es la distancia OB entre el punto de apoyo y el de aplicación de la potencia.

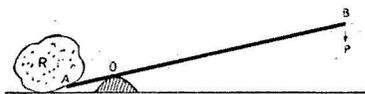


FIG. 30.—Alzaprima como tipo de palanca.

**Ley de equilibrio de la palanca.**—En toda palanca la potencia y la resistencia están equilibradas cuando los productos de dichas fuerzas, por sus correspondientes brazos, son iguales.

Ejemplo: las dos romanas de las figuras 31 y 32 están equilibradas porque en ellas se cumple esta condición. En la primera, la resistencia (paquete que se pesa) es 10 Kgs. y el brazo de resistencia, un centímetro; su producto es, por lo tanto, 10. La potencia (pilón) es sólo 1 Kg., pero el brazo de potencia mide 10 cms. y, por consiguiente, su producto es también 10.

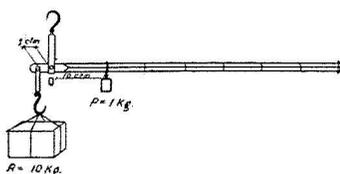


FIG. 31.—Romana en equilibrio.

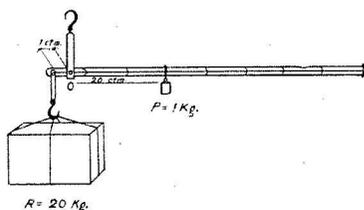


FIG. 32.—La misma equilibrada para resistencia doble.

En la segunda romana, en la que la resistencia es doble (20 Kgs.), como la potencia sigue siendo la misma (1 Kg.), hay que hacer doble el brazo de la potencia desplazando el pilón a 20 cms. del punto de apoyo para conseguir el equilibrio.

Es evidente que si se dispusiese de una romana tan larga como fuese necesaria, con sólo desplazar el pilón se podría equilibrar con ella cualquier peso que se pudiese como

resistencia, incluso el peso de la Tierra (figura 33), que es de 6.000 trillones de toneladas, incluso el peso total del Universo que es de 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 toneladas.

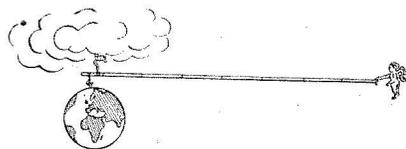


FIG. 33.—La palanca que deseaba Arquímedes.—Con sólo tocar suavemente en el extremo de esta larga palanca se vencería el peso de la Tierra.

La ley de la palanca fué descubierta por Arquímedes, más de doscientos años antes de Jesucristo y se cuenta que al conocerla afirmó: "dadme un punto de apoyo en el espacio y una palanca suficientemente larga y moveré el mundo"

moveré el mundo"

*¿Qué longitud debería tener la palanca que deseaba Arquímedes (por ejemplo, la romana de la fig. 33) para equilibrar con ella el peso de la Tierra; suponiendo (para hacer más fácil el cálculo) que el pilón pesase una tonelada?*

**Clases de palancas.** Hay tres clases de palancas:

*De primer género* (también llamadas de dos brazos), en las que el punto de apoyo está entre la resistencia y la potencia. Ejemplos: alzaprima (figura 30), romana (figs. 31, 32 y 33), balanza, tijeras, etc.

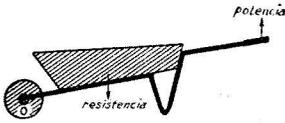


FIG. 34.—Carretilla.

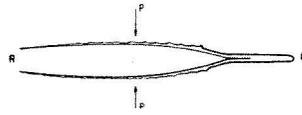


FIG. 35.—Pinzas.

*De segundo género* (llamadas también de un solo brazo), en las que la resistencia está entre el punto de apoyo y la potencia. Ejemplo: la carretilla (fig. 34).

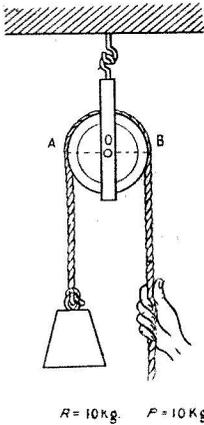


FIG. 36.—Polea fija.

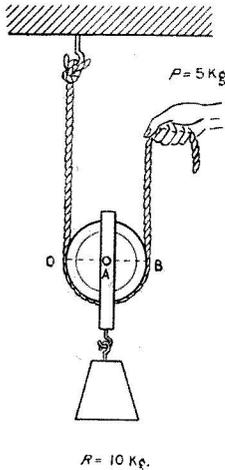


FIG. 37.—Polea móvil.

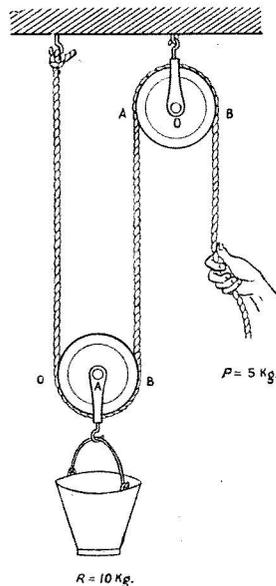


FIG. 38.—Asociación de una polea móvil y otra fija.

(En las tres figuras se ponen las mismas letras que en las palancas para hacer más cómoda la interpretación de las poleas como palancas de primero y segundo género.)

*De tercer género* (también de un solo brazo), que son las que tienen la potencia entre el punto de apoyo y la resistencia. Ejemplo: las pinzas (figura 35).

**La polea.**—La *polea* o *garrucha* es una rueda que puede girar sobre un eje y que lleva a su alrededor una acanaladura para el paso de la cuerda.

Puede ser *fija* o *móvil*:

La *polea fija* (fig. 36) es equivalente a una palanca de primer género de brazos iguales (por ejemplo, una balanza). Por lo tanto, para conseguir su equilibrio, la potencia ha de ser igual a la resistencia, o lo que es lo mismo, esta máquina no ahorra esfuerzo. A pesar de ello es ventajoso utilizarla por la comodidad de aplicación de la fuerza.

La *polea móvil* (fig. 37) es equivalente a una palanca de segundo género con el brazo de potencia OB doble que el de la resistencia, OA. Por lo tanto, esta polea reduce el esfuerzo a la mitad. Con todo, la aplicación de la potencia resulta en ella incómoda, y para obviar este inconveniente es frecuente asociarla a una polea fija (fig. 38).

SECCION SEGUNDA

LA TIERRA



**1.—Constitución de la Tierra.**

**2.—El aire.**

**3.—El agua.**

**4.—Los minerales y las rocas.**

# 1.—Constitución de la Tierra

**Los componentes de la Tierra.**—La Tierra está formada por el *aire*, el *agua*, los *minerales* y las *rocas*.

El *aire* forma, alrededor de nuestro Globo una envoltura gaseosa continua, de unos 1.000 Km. de espesor, que es la *Atmósfera*.

El *agua* está alojada en las hondonadas de la corteza terrestre (mares, lagos, ríos) y forma alrededor de la Tierra una envoltura líquida, discontinua, denominada *Hidrosfera*.

Los *minerales* y las *rocas* forman la parte sólida de nuestro Planeta, que mide más de 6.000 Kms. de radio, y a la que puede designarse con el nombre de *Geósfera*.

Forman también parte de la Tierra los *seres vivos* (las plantas, los animales y el hombre), al conjunto de los cuales, considerados como componentes del Globo, se le da el nombre de *Biósfera* (\*).

Las designaciones atmósfera, hidrosfera, geósfera y biósfera significan, respectivamente, esferas de aire, de agua, de tierra y de vida.

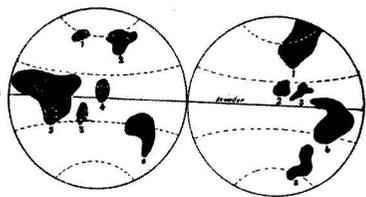


FIG. 39.—Distribución de las tierras y de mares hace unos mil millones de años (aproximadamente cuando la Tierra empezó a ser poblada por los seres vivos).

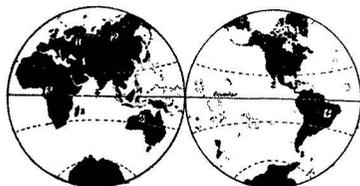


FIG. 40.—Distribución actual de los continentes y de los océanos.

**Historia de la Tierra.**—La Tierra no ha sido siempre como es hoy. Al principio era una masa gaseosa desprendida del sol, que al enfriarse adquirió el estado sólido actual, quedando sobre ella, como parte líquida, el agua, y como residuo gaseoso, el aire (figura 19).

(\*) Precisamente son los seres vivos los componentes más característicos de nuestro Globo, pues, sin duda, hay otros muchos mundos formados, como la Tierra, por aire, agua y minerales y rocas, pero es más dudoso, aunque no imposible, que en ellos existan seres vivos. Especialmente resulta posible la existencia de estos seres (no hombres) en Marte, en Venus y en algunos satélites de Júpiter y de Saturno.

Luego, a través de mucho tiempo, fué poblándose de seres vivos, apareciendo primero las plantas y los animales acuáticos; después, las plantas y los animales terrestres y, finalmente, el hombre.

A través de todo este tiempo nuestro Globo no ha dejado de modificarse y de cambiar de configuración: las tierras y los mares han tenido en cada época una extensión y una distribución diferentes (figs. 39 y 40); unas montañas han sido arrasadas por la perseverante labor destructora de las aguas y en su lugar se han formado otras; y de la misma manera han cambiado las plantas y los animales, desapareciendo unas especies y apareciendo en su lugar otras distintas.

Estos mismos cambios se siguen realizando en la actualidad, aunque nuestra vida es tan breve que no nos permite apreciarlos.

## 2. —El aire

**Composición del aire.**—El aire está formado por todas las sustancias de nuestro Globo que a la temperatura ordinaria son gaseosas. Es, pues, una mezcla de gases diferentes (fig. 41). De ellas, los más abundantes son el *nitrógeno* y el *oxígeno*, que forman por sí solos casi el volumen total del aire (el primero más de las tres cuartas partes y el oxígeno casi la cuarta parte restante). Son también importantes, aunque se encuentren en pequeña cantidad, el *anhídrido carbónico* y el *vapor de agua*.

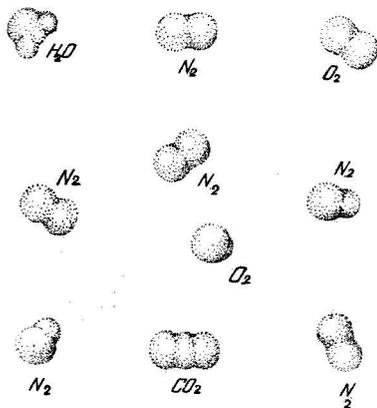


FIG. 41.—Composición del aire (sólo figuran sus componentes más importantes).

**Peso del aire.**—El aire, como todo lo que es material, es pesado, es decir, está sometido a la ley de la gravedad, y la Tierra le atrae hacia su centro, como a todos los demás cuerpos. Si así no fuera, habría desaparecido de nuestro Globo, en virtud de su fuerza expansiva, y no existiría la atmósfera.

Un litro de aire pesa, en la superficie de la Tierra, aproximadamente, un gramo, y más exactamente, 1,293 gr. (fig. 42).

Decimos en la superficie de la Tierra, porque cuanto más nos elevemos en la atmósfera, menos intensa será la gravedad terrestre y menos pesará. Además, al ser menor

la gravedad, las moléculas estarán más separadas (en virtud de sus fuerzas repulsivas) y habrá menor número de ellas en un mismo volumen. En consecuencia, un litro de aire de la alta atmósfera contendrá muchas menos moléculas y pesará mucho menos que un litro de aire de la baja atmósfera (aunque contuviera las mismas pesaría menos por ser mayor su distancia al centro de la Tierra).

**La presión atmosférica.**—Como el aire es pesado, presiona sobre la superficie de la Tierra y sobre todos los objetos que están en él. Esta presión del aire es la *presión atmosférica*.

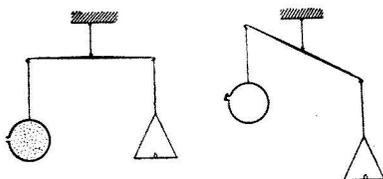


FIG. 42.—Un recipiente con aire (a la izquierda) pesa menos que *vacío* (a la derecha), lo cual prueba que el aire es pesado. La diferencia entre las dos pesadas permite determinar además cuál es su peso.

Las presiones se miden en kilogramos sobre unidad de superficie ( $\text{cm}^2$ ). Luego la *presión atmosférica* será el peso del aire que gravita sobre cada centímetro cuadrado de superficie; sobre la tierra, el peso de una columna del mismo que tenga  $1 \text{ cm}^2$  de base y tantos kilómetros de altura como la atmósfera.

### Determinación de la presión atmosférica. Fundamento del barómetro.

¿Cómo podremos determinar el peso de esta columna atmosférica? Evidentemente el mejor procedimiento sería disponer de una balanza especial que nos diera directamente su peso. Tal balanza no existe, pero sí otro aparato que realiza esta determinación exactamente lo mismo que si fuera una balanza. Este aparato es el *barómetro* (fig. 45). Veamos en qué se funda.

Si tenemos un tubo de vidrio de  $1 \text{ cm}^2$  de sección (\*) doblado en U y abierto por sus dos extremos (fig. 43) y vertemos mercurio en él observamos que el líquido alcanza en las dos ramas el mismo nivel. ¿Por qué? Porque al estar abiertos los dos extremos el mercurio recibe la misma presión del aire en cada lado y ambas presiones se contrarrestan, lo mismo que se equilibran dos pesos iguales puestos en los platillos de una balanza.

Pero anulemos la presión en uno de los lados aspirando el aire de una de las ramas y cerrándola herméticamente. Entonces (fig. 44) aquél presiona únicamente sobre el mercurio de la rama abierta y lo empuja haciéndolo

(\*) No importa cuál sea la anchura del tubo, pero al elegirle de un centímetro cuadrado de sección, se puede simplificar el razonamiento como aquí hacemos.

ascender por la cerrada hasta que el propio mercurio contrarresta con su peso la presión que se ejerce sobre él. Su diferencia de nivel en las dos ramas es de 76 cm. De donde resulta que el peso de la columna de aire que nos proponíamos determinar (la presión atmosférica) es el de una columna de mercurio de un  $\text{cm}^2$  de sección y 76 cm. de altura, que son 76  $\text{cm}^3$ . Cada  $\text{cm}^3$  de mercurio pesa 13,6 gr. Los 76 pesarán 1.073 gr. (aproximadamente, un Kg.). Este será el valor de la presión atmosférica, es decir, el peso que la atmósfera ejerce sobre cada  $\text{cm}^2$  de superficie.

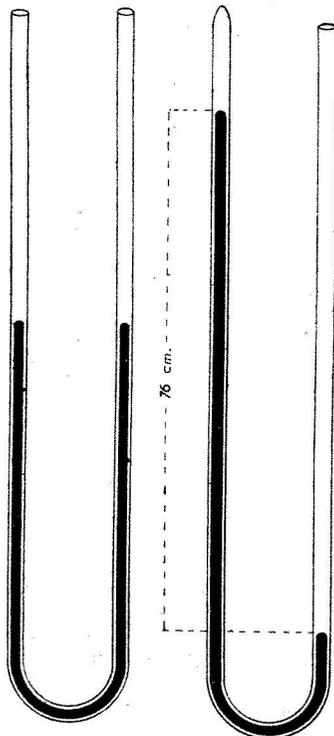


FIG. 43.

FIG. 44.

### Cómo actúa la presión atmosférica.

**Presión que soportamos.**—Como los gases transmiten la presión en todas direcciones con igual intensidad, la presión atmosférica se ejerce también en todas direcciones (no sólo de arriba abajo, sino también por los lados y hacia arriba), esto es, la atmósfera pesa aproximadamente un kilogramo sobre cada  $\text{cm}^2$  de cualquier superficie. La superficie media del cuerpo humano es de unos 15.000  $\text{cm}^2$ . Por lo tanto, soportamos constantemente una presión de unos 15.000 Kg. A pesar de ello, no la percibimos ni parecemos aplastados por ella, porque el organismo opone otra presión idéntica que actúa hacia fuera y la contrarresta.

**El barómetro.**—El barómetro es un aparato destinado a medir la presión atmosférica. Si graduamos el tubo de la figura 44, tendremos un barómetro (fig. 45). Esta graduación se hace marcando simplemente sobre el tubo barométrico los centímetros y milímetros, porque la presión atmosférica se expresa por los milímetros de altura de la columna de mercurio, no por sus correspondientes pesos. Decimos, por ejemplo, que la presión atmosférica normal es de 760 mm., y no de 1.033 grs., que es el peso correspondiente a la columna barométrica de 760 mm.

**Variaciones de la presión atmosférica.**—La presión atmosférica no es constante, y varía de unos lugares a otros debido, principalmente, a la *altitud*. A la vez es variable en un mismo lugar, debido, principalmente, a la *temperatura*.

La *variación con la altitud* se explica de la siguiente manera; cuanto más elevado esté un lugar, menor será la capa de aire que gravita sobre él y menor, por consiguiente, la presión. Luego la presión atmosférica es mayor en los lugares más bajos.

La *variación de la temperatura* tiene esta explicación: cuanto más se eleve la temperatura más separadas estarán (por su agitación térmica) las moléculas del aire, éste pesará menos y la presión será menor. Luego en los países cálidos la presión será menor que en los fríos, y en un mismo lugar, tanto menor cuanto mayor sea la temperatura.

La presión de 760 mm. corresponde a los lugares que están al nivel del mar (a 0°).

### 3.—El agua

**Composición del agua.**—El agua es una sustancia formada por hidrógeno y oxígeno, estando el primero de estos elementos en doble proporción que el segundo. Cada dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno forman una molécula de agua (fig. 10).

El oxígeno es un gas que ya conocemos por su abundancia en la atmósfera y por ser el comburente más general. Por el contrario, el hidrógeno es muy escaso en el aire (\*) y además combustible, por lo que el agua puede considerarse como el producto de su combustión (figura 46).

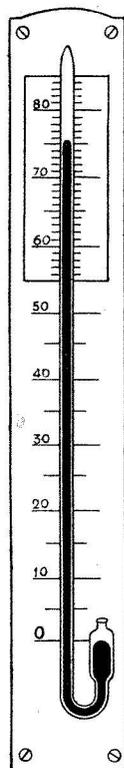
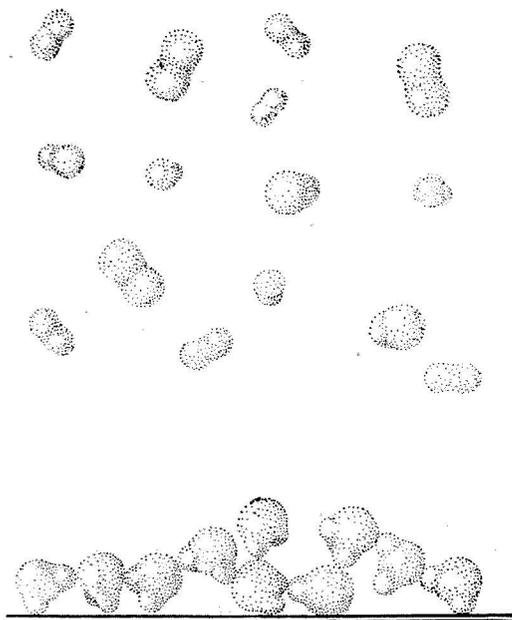


FIG. 45.—Barómetro de sifón. (Sólo se ha graduado con detalle la porción de la columna barométrica necesaria para registrar las variaciones de presión habituales)

(\*) No se crea por esto que el hidrógeno escasea en la Naturaleza. Al contrario, es el gas más abundante en el Universo. Su escasez en la atmósfera se debe a su pequeña masa, tan pequeña (es el gas menos pesado que existe) que la gravedad terrestre no logra retenerle y se fuga a los dominios de otros astros de atracción gravitatoria más intensa, como el Sol.

Además de sus componentes, lleva el agua, en disolución, ciertas sales, especialmente *sal común* y *bicarbonato sódico*. En el agua del mar la cantidad de sales es muy elevada (*aguas saladas*). En las aguas continentales es, por el contrario, pequeña, por lo que se llaman también *aguas dulces*.

**Propiedades del agua pura.**—A la temperatura ordinaria el agua es



*Combustión del Hidrógeno*

FIG. 46.—Formación de agua por la unión del hidrógeno y oxígeno (combustión del hidrógeno). *Arriba*, los dos componentes del agua, *oxígeno* e *hidrógeno*, mezclados (se ven cinco moléculas grandes de *oxígeno* y diez pequeñas de *hidrógeno*). *Abajo* moléculas de *agua* resultantes de su combinación, adheridas a un soporte (éste no se dibuja a la misma escala porque mostraría su constitución atómica o molecular, dificultando la claridad del dibujo).

líquida y transparente y carece de sabor, olor y color, aunque en grandes cantidades es más o menos azulada. Bajo presión normal de 760 mm. se hiela a 0° y hierve a 100°, evaporándose entonces más intensamente que a la temperatura ordinaria. Finalmente, al contrario de lo que ocurre en los demás cuerpos, el agua ocupa mayor volumen en estado sólido que en estado líquido, teniendo su volumen mínimo cuando está a cuatro grados. La razón de esta curiosa e importantísima anomalía se da en la figura 47.

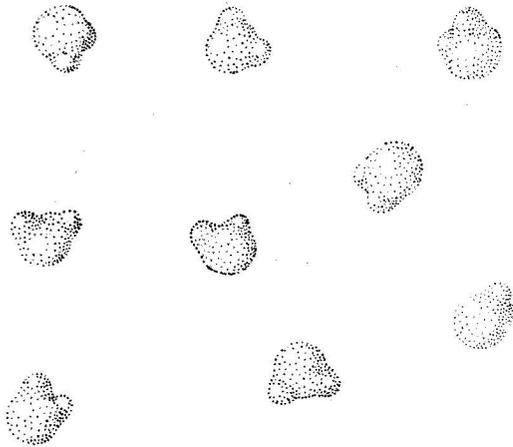
**Ciclo del agua en nuestro Planeta.**—El *agua* circula constantemente por el Globo, formando un ciclo ininterrumpido (fig. 48).

En el mar, en los ríos y en los lagos se evapora, y este vapor es difundido con

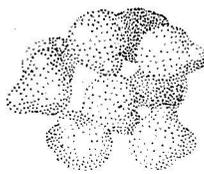
el viento por toda la Tierra y forma las nubes. Desde éstas vuelve a la tierra en forma líquida (lluvia) o sólida (nieve, granizo) y corre por la superficie hasta los lagos o el mar, formando los arroyos y los ríos. Parte de esta agua que corre por la superficie se pierde por evaporación y otra parte por infiltración en el terreno; la parte evaporada vuelve a las nubes para

precipitarse de nuevo y correr en definitiva al mar o a los lagos; de la misma manera, la parte infiltrada, después de un recorrido subterráneo mayor o menor, reaparece en los lugares más bajos formando las fuentes y corre

*Vapor de agua*



*Hielo*



*Agua líquida*

FIG. 47.—El agua en sus tres estados. Se ve que por la forma especial de sus moléculas y por la manera de unirse entre sí, ocupan más volumen en el estado sólido que en el líquido, al revés de los que es general en las demás sustancias (compárese con la figura 13, como comprobación de lo que decimos).

por los arroyos y los ríos hasta los lagos o al mar para evaporarse en ellos e iniciar un nuevo ciclo.

**Origen de la salinidad de los océanos.**—El agua

que se evapora del mar es pura, mientras que cuando retorna a él, después de haber corrido por los continentes, vuelve más o menos cargada de sales que ha disuelto a su paso por la corteza terrestre. Estas sales no se evaporan, sino que quedan acumuladas en él. El mar contiene, por consiguiente, las sales de todos los ciclos que el agua ha realizado desde que la Tierra existe.

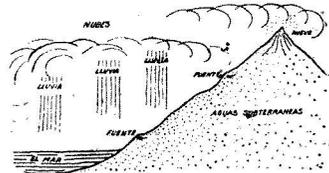


FIG. 48.—Ciclo del agua en nuestro Planeta.

Por eso son sus aguas tan saladas. En suma, la salinidad de los océanos procede del lavado de sales que las aguas realizan al circular por los continentes.

**El modelado del relieve terrestre.**—Las aguas circulantes no se limitan a lavar de sales del suelo, sino que, a la vez, arrancan y arrastran



FIG. 49.—Cañón del Colorado, el más acabado ejemplo de la acción demolidora de las aguas al circular por la superficie del Planeta.



FIG. 50.—Paisaje de los Andes, como ejemplo de relieve joven.

otros materiales (fig. 49) que conducen hasta las partes más bajas de la

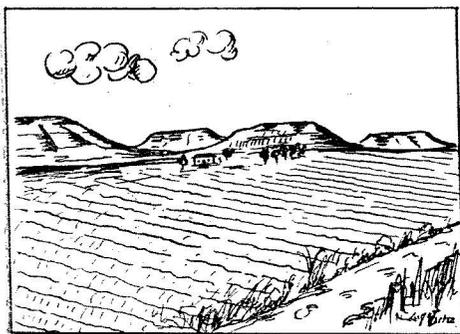


FIG. 51.—La llanura de Castilla, como ejemplo de relieve senil.

tierra o al mar. De esta manera van desgastando los continentes y modelando su relieve. Las regiones quebradas y arrugadas de la Tierra, las abruptas montañas, representan el relieve joven, objeto principal del ataque de las aguas (fig. 50). La llanura, el relieve viejo, en el que concluirán las montañas una vez arrasadas por aquéllas (figura 51).

## 4.—Los minerales y las rocas

**Definiciones.**—*Minerales* son las sustancias que forman la parte sólida de nuestro Globo. Se llaman así porque las principales especies útiles se extraen de las minas. *Rocas* son agregados de minerales. Si están formadas por un solo mineral la roca se llama *simple*; si por dos o más, *compuesta*.

### 1. MINERALES METÁLICOS

(Minerales de los que se extraen los metales. Con frecuencia tienen ellos mismos aspecto metálico.)

**La galena.**—La *galena* es un mineral de color gris y aspecto metálico, formado por átomos de azufre y de plomo en la misma proporción (SPb) y dispuestos como los de la sal común (fig. 52). Casi siempre lleva también átomos de plata, y entonces se llama *galena argentífera*. De la *galena* se extrae el plomo, y de las *galenas argentíferas* se beneficia, además, la plata. Abunda mucho en España, sobre todo en Jaén.

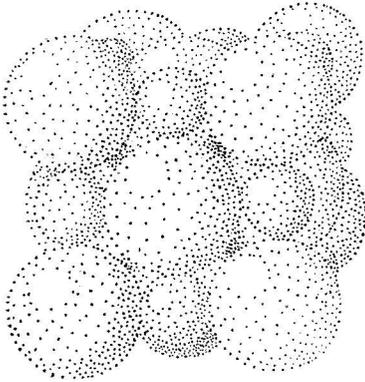


FIG. 52.—Partícula de *sal común* interpretada como si fuera de *galena*, de *pirita* o de *cinabrio*. En la *galena* los átomos grandes serían de *azufre*, y los pequeños, de *plomo*. En el *cinabrio*, los átomos grandes serían también de *azufre*, y los pequeños, de *mercurio*. En la *pirita*, en el lugar de cada átomo grande habría una pareja de átomos de *azufre*, y los pequeños serían de *hierro*.

**La pirita.**—La *pirita* es un mineral de color amarillo y aspecto metálico, formado por átomos de azufre y de hierro, estando los primeros en doble proporción que los segundos ( $S_2Fe$ ) y dispuestos también como los de la sal común (fig. 52). Con frecuencia lleva además átomos de cobre, y entonces se llama *pirita cuprífera*. De la *pirita* no se suele extraer el hierro porque resulta de muy mala calidad. De las *piritas cupríferas* se extrae el cobre. En España son abundantísimas las *piritas cupríferas* en Huelva.

**Cinabrio.**—El *cinabrio* es un mineral de color rojo y aspecto no metálico formado por átomos de azufre y de mercurio en la misma proporción (SHg),

dispuestos *casi* de la misma manera que los de la sal común (fig. 52). De este mineral se extrae el mercurio, que es el único metal líquido a la temperatura ordinaria. La mejor mina de cinabrio del mundo se encuentra en España, en Almadén (Ciudad Real). Precisamente el nombre de este pueblo, que en árabe es El-maden, significa la mina.

## 2. MINERALES LAPIDEOS

(Minerales con aspecto de piedra o de tierra, de los que no se extraen metales.)

**El cuarzo.**—El *cuarzo* o *sílice* es un mineral abundantísimo en la corteza terrestre y se presenta en cristales que tienen típicamente la forma de un prisma de seis caras, terminando en una pirámide también de seis caras (figura 53). Abunda especialmente en las zonas montañosas viejas, que en nuestra Península son Galicia, León y Extremadura, la mitad norte de Portugal, la cordillera Central y los Montes de Toledo, las cuales constituyen en conjunto la llamada *España sílicea*.

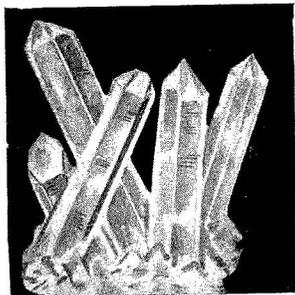


FIG. 53.—Cristales de cuarzo.

**La calcita.**—La *calcita* es también muy abundante, y se presenta en cristales que tienen con frecuencia la misma forma que los del cuarzo, pero terminados en una pirámide chata de tres caras. Abunda especialmente en las montañas jóvenes, que en España son los Pirineos, las montañas Cantábricas (hasta Asturias), las estribaciones Ibéricas y la Penibética, todas las cuales forman la llamada *España caliza*, que, como se ve, tiene la forma de una Z invertida.

**La arcilla.**—Este mineral es el principal componente de la capa de tierra suelta que cubre toda la superficie del Globo. Es abundante, sobre todo, en las llanuras, que en nuestra Península son las dos Castillas y los valles del Ebro y del Guadalquivir, que forman la llamada *España arcillosa*.

## 3. LAS ROCAS

**El granito.**—El *granito* o *piedra berroqueña* es una *roca compuesta*, o sea, formada por varios minerales, de los cuales los más importantes son: el

*cuarzo*, el feldespato llamado *ortosa* y la *mica negra*. Es la roca típica de los tiempos antiguos de la historia de la Tierra y forma casi por sí sola todas las viejas cordilleras, que en nuestra Península son las de la *España silícea*. Se emplea en las construcciones monumentales (fig. 54) y también para el adoquinado de las calles.

**La caliza.**—La caliza es una roca simple, y el mineral que la forma es la *calcita*. Sus variedades finas son los mármoles. Se formó de preferencia en los tiempos medios de la historia de la Tierra y constituye las cordilleras más jóvenes; en nuestro país, por consiguiente, las de la *España caliza*. Tiene las mismas aplicaciones que el granito, pero por ser más blanda se desgasta antes. Son de caliza, por ejemplo, la mayoría de las catedrales (fig. 55). Tiene, además, cierta importancia para la fabricación de cal viva y gran importancia para la del cemento.

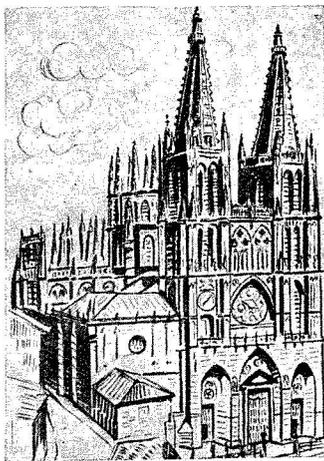


FIG. 55.—La Catedral de Burgos.

los fértiles suelos de labor y la que proporciona el pobre material de alfarería de las construcciones rurales (fig. 56): barro, adobes, tejas, ladrillos.

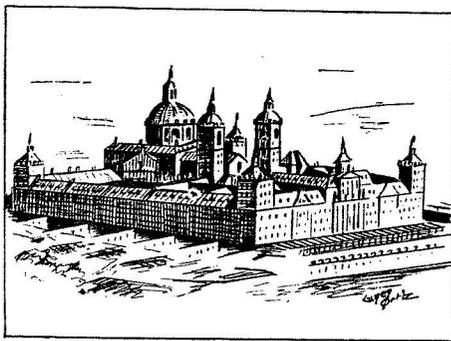


FIG. 54.—El monasterio de El Escorial, construído con el granito de la cordillera Central.

**La arcilla.**—La *arcilla* es una roca de composición diversa resultante de la descomposición de las demás, por lo que recubre la mayor parte de la superficie del Globo. Su principal componente es el mineral del mismo nombre (*arcilla*), llamado también *caolín*. Se ha formado de preferencia en los tiempos modernos de la historia de la Tierra y domina en las llanuras; en nuestro país en la *España arcillosa*. Es la roca que forma

#### 4. LOS MINERALES EN LA VIDA DEL HOMBRE

El hombre primitivo se familiarizó antes con las plantas y los animales porque le servían de alimento; pero pron-

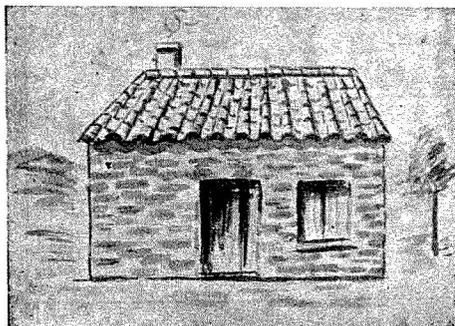


FIG. 56

to empezó a utilizar con fines diversos los minerales y las rocas, y éstos han sido los que le han permitido elevarse sobre los demás seres creados y dominarlos, y los que a través del tiempo han consentido todo su progreso. He aquí unos cuantos minerales providenciales para el progreso humano (fig. 57):

1. *El sílex o pedernal*, que es una variedad de cuarzo con la que el hombre primitivo construyó sus primeras armas (hachas de piedra tallada).

2. *El ocre*, que el hombre primitivo utilizó, mezclado con la grasa de los animales a que daba caza, como pintura para decorar sus cuevas, permitiéndole la primera expresión de sus sentimientos artísticos.

3. *Los metales y minerales metálicos*, que liberaron al hombre del uso de sus toscas armas de piedra, dotándole

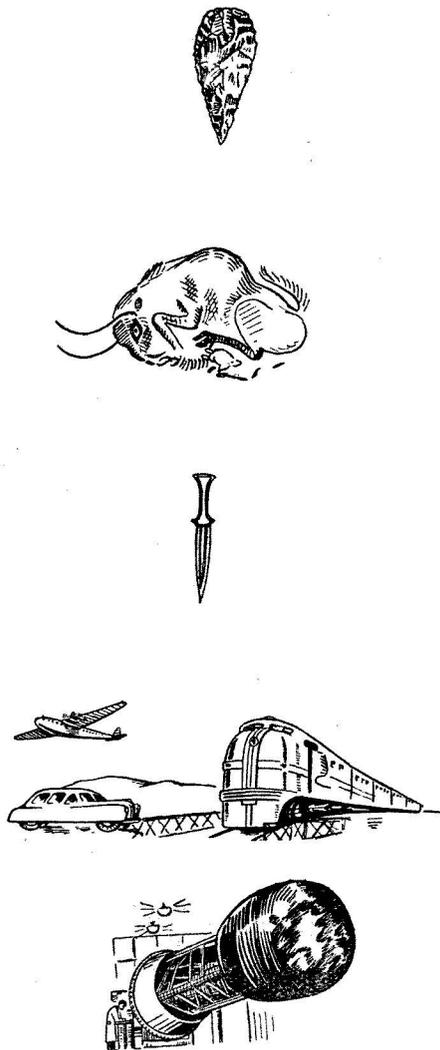


FIG. 57.—Los minerales en el progreso del hombre: del hacha de piedra a la bomba atómica

de mejores medios para existir.

4. *El carbón y el petróleo*, que han constituido hasta ahora la mayor riqueza de los pueblos y gracias a los cuales ha sido posible el prodigioso desenvolvimiento actual de la técnica y de la industria.

5. *Los minerales de uranio*, de los que se extrae este metal, que es el punto de partida para la obtención de la energía atómica, la última y más poderosa y abundante fuente de energía descubierta por el hombre, destinada a reemplazar en breve al carbón y al petróleo en la mayoría de sus usos.



SECCION TERCERA

EL HOMBRE



- 1.—Regiones del cuerpo.
- 2.—La piel.
- 3.—El esqueleto.
- 4.—Los músculos.
- 5.—Historia natural del hombre.

# El cuerpo humano

El hombre consta de *cuerpo* y *alma*. El *cuerpo* es material; el *alma* es inmaterial. Como las ciencias cosmológicas se ocupan de lo que es material, la parte del hombre que han de estudiar fundamentalmente estas ciencias es el *cuerpo*.

## 1. REGIONES DEL CUERPO

En el cuerpo del hombre se distinguen dos regiones principales: la *cabeza* y el *tronco*. Entre ellas hay una pequeña región intermedia, que es el *cuello*. El *tronco* lleva, además, como partes muy importantes del mismo, las *extremidades* (brazos y piernas), las cuales pueden considerarse también como una región diferente, pero no de la misma categoría que las anteriores, como veremos en el estudio de los animales vertebrados.

**La cabeza.**—En la cabeza se distinguen dos partes: el *cráneo* y la *cara*. En el *cráneo* están alojados los sesos (encéfalo), cuyo órgano más importante es el cerebro, en el cual reside la inteligencia. La *cara* está formada por los ojos, la nariz, la boca, etc.

**El tronco.**—En el tronco se distinguen también dos partes: el *tórax* y el *abdomen*. El *tórax* es la parte superior, está sostenido por las costillas y lleva en su interior el corazón y los pulmones. El *abdomen* es la parte inferior y contiene el estómago, el intestino, el hígado, los riñones y otros órganos. La cavidad del tórax está separada de la cavidad del abdomen por un tabique muscular llamado *diafragma*.

**Las extremidades.**—Tenemos dos pares de extremidades: las superiores o *torácicas*, que son los brazos, y las inferiores o *abdominales*, que son las piernas. En cada extremidad se distinguen tres partes: en los brazos, *brazo*, *antebrazo* y *mano*; en las piernas, *muslo*, *pierna* y *pie*.

## 2. LA PIEL

La piel es la parte superficial de nuestro cuerpo. Está formada por dos capas (fig. 58): una exterior, denominada *epidermis*, y otra interior, llamada *dermis*.

La **epidermis** (fig. 58, *a* y *b*) es muy fina y carece de sangre y de sensibilidad. En ella se distinguen a su vez dos zonas: una superficial, muerta (*a*), que se llama *capa córnea*, y otra profunda viva (*b*) denominada *cuerpo mucoso*. La primera está formada por una sustancia llamada *queratina*, que es la misma que forma los callos, los pelos y las uñas, los cuales no son sino espesamientos especiales de dicha capa córnea.

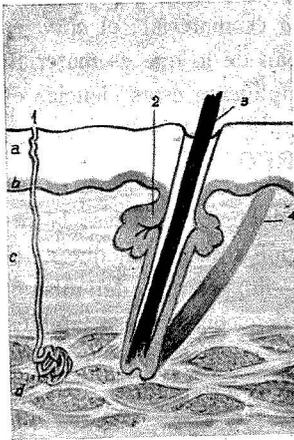


FIG. 58.—Corte de la piel: 3, pelo; 4, músculo encargado de erizar el pelo. (Los demás números y las letras están explicados en el texto.)

La **dermis** (fig. 58, *c* y *d*) es mucho más espesa que la epidermis y muy sensible y rica en sangre. También se pueden distinguir en ella dos capas: la más externa (*c*), que es la *dermis* propiamente dicha, y la capa profunda (*d*), denominada *panículo adiposo*. La primera es muy resistente (es la que forma cuero que se prepara de la piel de los animales); la segunda es más floja y se caracteriza por estar cargada de grasa (es la que forma el tocino en el cerdo).

La piel lleva, además, dos clases de **glándulas** (fig. 58, 1-2): unas encargadas de segregar el sudor (1), que se llaman *glándulas sudoríparas*, y otras que segregan una sustancia grasa parecida al sebo, por lo que se designan con el nombre de *glándulas sebáceas* (2).

### 3. EL ESQUELETO

El esqueleto es el almacén de huesos y cartílagos que sostiene nuestro cuerpo. Está formado por más de 200 huesos, de los cuales citaremos los más importantes, distribuidos en regiones.

**Esqueleto de la cabeza.**—El esqueleto de la cabeza es la *calavera* (fig. 59). Está formada por 22 huesos, de los cuales 21 están soldados en una sola pieza, mientras que uno (el que forma la mandíbula inferior) es móvil. De los 21 primeros, ocho forman el cráneo o caja craneana, y los 13 restantes la parte superior de la cara (mandíbula superior, nariz, etc.).

Los ocho **huesos del cráneo** son (fig. 59): el *frontal* (1), que forma la

frente; el *occipital* (2), que forma la nuca (por medio de este hueso se asienta la cabeza en la columna vertebral; además, lleva un agujero, llamado *agujero occipital*, por el que se unen el encéfalo y la medula espinal); el *etmoides* (3), situado en el fondo de las fosas nasales, formando la parte anterior de la base del cráneo; el *esfenoides* (4), situado detrás del anterior, formando también parte del suelo craneal; los dos *temporales* (5), que forman las paredes laterales del cráneo (sienes), alojando cada uno en su interior un oído; y los dos *parietales* (6), que completan la caja craneana, formando la bóveda o techo de la misma.

De los 14 *huesos de la cara*, citaremos solamente (fig. 59) los dos *maxilares* (7), que forman la mandíbula superior, y el *maxilar inferior* (8), que forma la mandíbula inferior. Estos tres huesos presentan unos fositos, llamados *alvéolos dentarios*, en los que están implantados los *dientes*.

**Esqueleto del tronco.**—Dejando aparte las extremidades, el esqueleto del tronco está formado por la *columna vertebral*, las *costillas* y el *esternón*.

El *esternón* es un hueso muy fuerte situado en la parte anterior del tórax, en la línea media del pecho (fig. 62, E).

Las *costillas* son huesos mas débiles, en forma de arco, que van por los costados del cuerpo, desde la columna vertebral al esternón, formando una especie de jaula, llamada *jaula torácica*, que sostiene el tórax. Hay 12 pares de costillas, de las cuales las de los 10 primeros pares están realmente unidas a la columna vertebral y al esternón, y se llaman *costillas fijas*, mientras que las de los dos últimos no están unidas al esternón, y se llaman *costillas flotantes* (fig. 62).

La *columna vertebral* es la parte más importante del esqueleto del tronco y, en general, de todo el esqueleto y sirve de eje al cuerpo, recorriéndole de un extremo a otro por la espalda. Está formada por 33 huesos cortos, llamados *vértebras*, apilados como los sillares de una columna.

Cada *vértebra* consta (fig. 60) de una parte maciza situada hacia el inte-

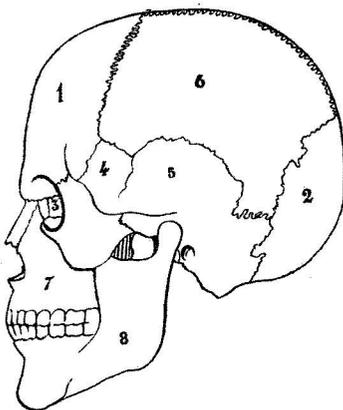


FIG. 59.—Esqueleto de la cabeza o calavera.

rior de nuestro organismo, que se llama *cuerpo de la vértebra* (C), y de un *anillo vertebral* que rodea a un agujero (A), por el que corre la medula.

Se pueden distinguir en la columna vertebral los cinco grupos de vértebras siguientes (fig. 61): siete *vértebras cervicales*, que forman el cuello, de las cuales la primera, denominada *atlas*, y la segunda, llamada *axis*, sirven para articular la cabeza al tronco; doce *vértebras dorsales*, situadas en el dorso o espalda, cada una de las cuales lleva un par de costillas; cinco *vértebras lumbares*, situadas en la región lumbar o de los riñones; cinco *vértebras sacras*, soldadas entre sí, formando un solo hueso muy robusto, llamado *sacro*, y cuatro *vértebras coxígeas*, también soldadas, formando un pequeño huesecillo, que es el *coxis* o *rabadilla*. De todas estas vértebras, las más robustas son las lumbares y las sacras, por la misma razón por la que los sillares de la base de una columna son los más fuertes.

**Esqueleto de las extremidades.**—Tanto en el

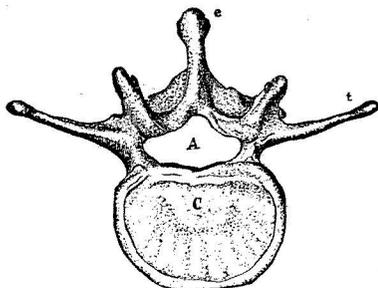


FIG. 60. — Vértebra.

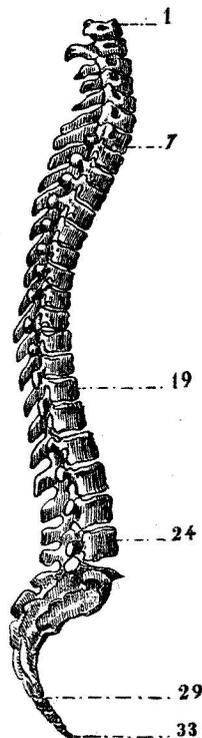


FIG. 61. — Columna vertebral vista por el lado derecho.

esqueleto de los brazos como en el de las piernas hay que distinguir dos partes: el esqueleto de la extremidad propiamente dicha y la cintura o *zín-gulo*, que es el conjunto de huesos mediante los cuales se une la extremidad al tronco.

En los **brazos** (fig. 62), la cintura o zín-gulo es el esqueleto del hombro, y está formado para cada brazo por dos huesos: la *clavícula* (1), delante, y el *omóplato* (2), detrás. El brazo está sostenido por el *húmero* (3);

el antebrazo, por el *radio* (4), y el *cúbito* (5); y en la mano se distinguen tres grupos de huesos: el *carpo* (6), constituido por ocho huesecillos que forman la muñeca; el *metacarpo* (7), que consta de cinco huesos (uno en la iniciación de cada dedo), que forman la palma de la mano, y los *dedos* (8), formados cada uno por tres huesos llamados *falanges* excepto el pulgar que sólo tiene dos.

En las *piernas* (fig. 62), la cintura o zingulo es el esqueleto de las caderas, que está formado, para cada pierna, por un gran hueso llamado *coxal* (1). El muslo está sostenido por el *fémur* (2), que es el hueso más largo del cuerpo; la pierna, por la *tibia* (4) y el *peroné* (5); y en el pie se distinguen tres grupos de huesos, a saber: *tarso* (6), formado por siete huesecillos llamados *tarsianos* que forman el talón y el empeine; *metatarso* (7), formado por cinco huesos llamados *metatarsianos*, uno en la iniciación de cada dedo, y los *dedos* (8), formados, como en las manos, cada uno por tres *falanges*, excepto el pulgar, que está formado sólo por dos. En la rodilla hay, además, un pequeño hueso llamado *rótula* o *choquezuela*, que impide que la pierna se doble hacia adelante.

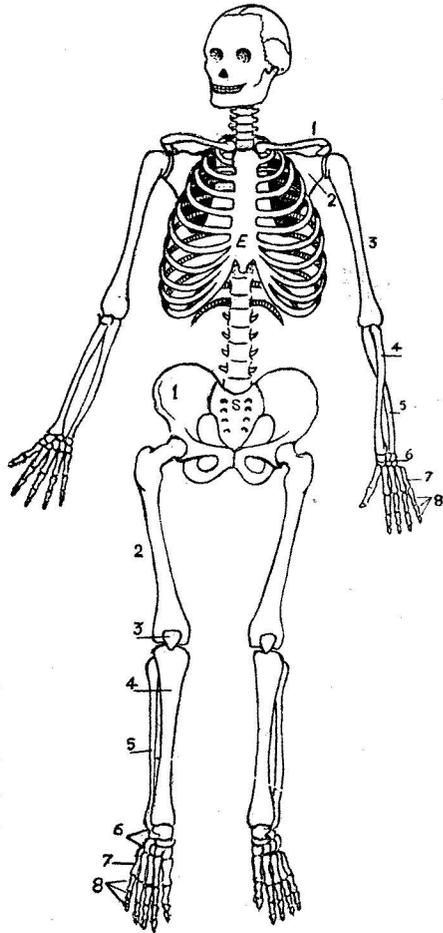


FIG. 62.—Esqueleto del hombre: S, sacro, al que se sueldan los dos coxales (1), formando un robusto conjunto de huesos llamado *pelvis* o *basinete*, que sirve de basamento a todo el esqueleto y en el que se insertan las extremidades inferiores para sostener el cuerpo. (Las demás letras y números están explicados en el texto.)

**Los dientes.**—Los dientes son partes muy especiales del esqueleto encargadas de triturar los alimentos y están implantados en los alvéolos dentarios de los huesos maxilares.

**Partes de un diente.**—En todo diente se distinguen tres partes (fig. 64, 1): la *raíz* (R) o parte implantada en el alvéolo; la *corona* (C), o parte que sobresale de la encía, y el  *cuello*, que es un ligero estrechamiento existente entre la raíz y la corona.

**Constitución de un diente.**—Los dientes están formados (fig. 63) por un hueso especial, semejante al de las escamas de los peces, que se llama *marfil* (1). En la corona, el *marfil* está recubierto por una sustancia muy dura, blanca y brillante, denominada *esmalte* o *dentina* (3), mientras que en la raíz está revestido por hueso vulgar llamado *cemento* (2). El interior del diente es hueco y está relleno de partes blandas que constituyen la *pulpa dentaria* o “nervio” del diente (p).

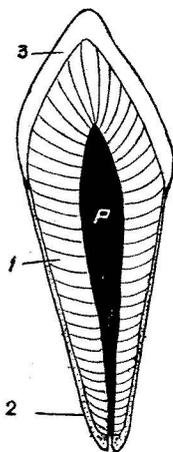


FIG. 63.—Constitución de un diente: 1, *marfil*; 3, *esmalte*; 2, *cemento*; p, *pulpa dentaria*.

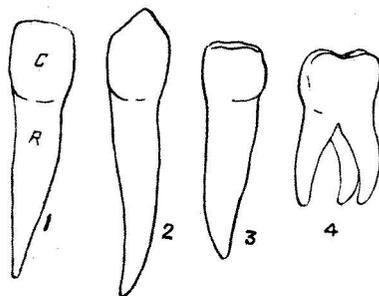


FIG. 64.—Clases de dientes: 1, *incisivo*, en el que se ha señalado la corona (C) y la raíz (R); 2, *canino*; 3, *premolar*; 4, *molar*.

#### Clases de dientes.

Teniendo en cuenta la forma de la corona, se distinguen tres clases de dientes: *incisivos*, *caninos* y *molares* (fig. 64).

En los *incisivos* la corona es comprimida y cortante, propia para la incisión (corte) de los alimentos. Son los dientes anteriores, y tenemos cuatro en cada mandíbula, ocho en total.

En los *caninos* o *colmillos*, la corona es puntiaguda, propia para desgarrar los alimentos. Se llaman así por el gran desarrollo que tienen en los canes o perros, y tenemos dos en cada mandíbula, o sea, en total, cuatro.

En los *molares* o *muelas*, la corona es ancha, aplanada, y lleva unos abultamientos o tubérculos propios para “moler” o triturar los alimentos, a lo que deben su nombre. Hay dos clases de molares: los *premolares*, que tienen sólo dos tubérculos, y los *molares* o muelas verdaderas, que tienen cuatro o cinco y, además, dos o tres raíces, mientras que todos los demás dientes tienen una sola. Tenemos cuatro premolares y seis molares en cada mandíbula; en total, ocho premolares y doce molares.

**Dentición de leche y dentición definitiva.**—El hombre tiene, a través de su vida, dos denticiones: la *infantil* o *de leche* y la *definitiva*.

La primera está formada solamente por los *incisivos*, *caninos* y *premolares*; consta, pues, de 20 piezas. La definitiva está formada por estos mismos 20 dientes, que caen y son reemplazados, más los *molares*, que salen por primera y única vez; por consiguiente, consta de 32 piezas. Las cuatro últimas muelas no salen sin embargo, hasta edad muy avanzada (o no llegan a salir), por lo que se llaman *muelas del juicio*.

#### 4. LOS MUSCULOS

Los músculos son los órganos que constituyen la carne. Están formados por unas fibras que se ven muy bien en la carne cocida y se llaman fibras musculares (fig. 151). Por su forma, los músculos pueden ser fusiiformes (forma de huso), planos, circulares, etc. Su principal misión es realizar los movimientos del cuerpo, para lo cual se insertan en los huesos por sus extremos, muy resistentes, denominados *tendones* (figura 65).

Existen en nuestro cuerpo más de 500 músculos, de los cuales vamos a citar los más notables:

En la **cabeza** (fig. 66), el *frontal* (1), que arruga la frente; los *dos orbiculares de los párpados* (2), que cierran los ojos; el *orbicular de los labios* (3), que cierra la boca; los *dos maseteros* (5), que mueven la mandíbula inferior, realizando la masticación.

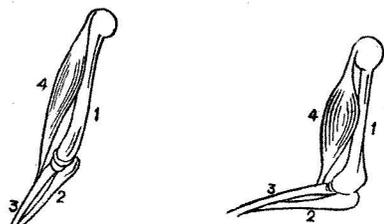


FIG. 65.—Músculo *biceps*, de la parte anterior del brazo (4), inserto por sus extremidades afiladas o *tendones* en el radio (3) y en el hombro. Al contraerse dobla el brazo.

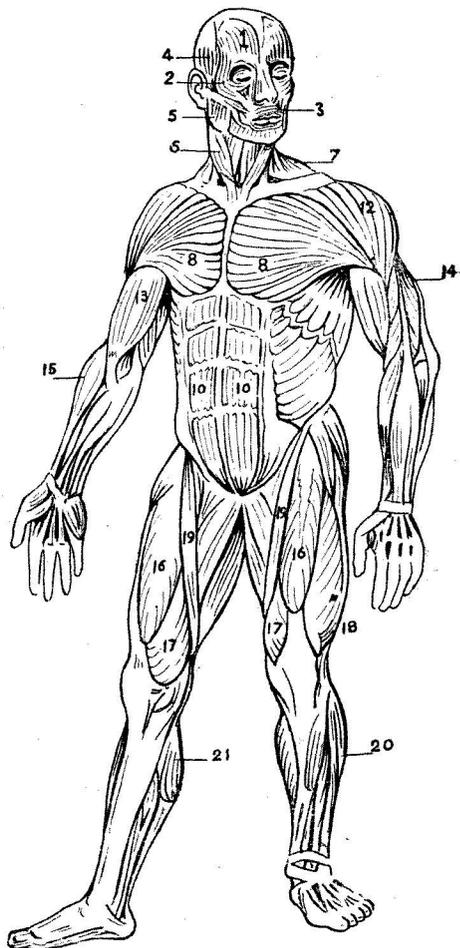


FIG. 66.—Músculos de la parte anterior del cuerpo.

En el **cuello** (fig. 66, 6), los dos *esterno-cleido-mastoideos*, encargados de mover la cabeza hacia los lados y hacia adelante.

En los **brazos** (fig. 66), el *deltoides*, en el hombro (12), que levanta el brazo; el *biceps* (13), que le dobla; el *triceps* (14), que le extiende.

En las **piernas** (fig. 66), el *cuadriceps* (16, 17, 18), en el muslo, que extiende la pierna; el *sartorio* (19), también en el muslo, que, en unión de otros, la dobla y la cruza; el *gemelo* (21), en la pantorrilla, que se inserta en el hueso del talón mediante el *tendón de Aquiles* (el tendón más robusto del cuerpo) y sirve para levantar el talón en la marcha.

En el **tronco**, por delante (fig. 66), los dos *grandes pectorales* (8), que mueven los brazos hacia adelante. Por detrás (fig. 67), el *trapecio* (2), que se extiende de hombro a hombro y desde la nuca hasta el centro de la espalda, moviendo la cabeza hacia atrás y levantando los hombros; los *glúteos* (4 y 5), encargados de mantener erguido el cuerpo.

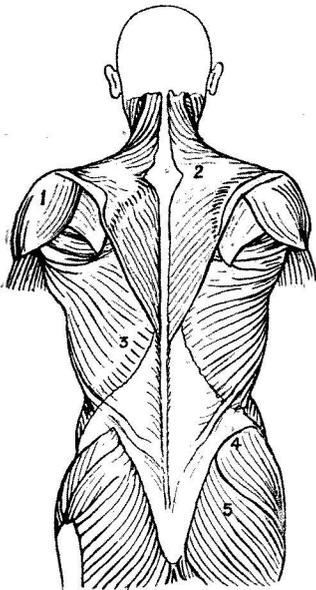


FIG. 67. — Músculos de la parte posterior del cuerpo.

**Los movimientos del hombre.** — Los músculos y los huesos están encargados de realizar los movimientos del cuerpo, y para ello forman una serie de palancas en las que los huesos se mueven pasivamente a impulso de los músculos y éstos actúan como potencias.

Todas las clases de palanca están representadas en nuestro organismo. De primer género es, por ejemplo, la *cabeza* (fig. 68). El punto de apoyo (O) es la articulación del cráneo con la columna vertebral; la resistencia (R) es el peso de la cabeza, que tiende a caer hacia adelante; la potencia (P) es el músculo trapecio que tira de la nuca hacia atrás, impidiéndolo.

De *segundo género* es el pie en la marcha, cuando el talón está levantado (fig. 69). El punto de apoyo (O) es entonces la punta del pie.

La resistencia (R) es el peso del cuerpo, que carga sobre la planta. La potencia (P) está representada por los músculos gemelos en contracción, que actúan sobre el hueso del talón, mediante el tendón de Aquiles, para elevar el cuerpo.

De *tercer género* es, entre otras, el brazo en flexión por la contracción del biceps (figs. 65 y 70). El punto de apoyo (O) está en el codo. La resis-

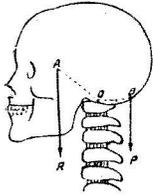


FIG. 68

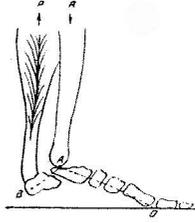


FIG. 69

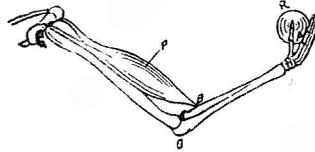


FIG. 70

Palancas de primero, segundo y tercer grado en el cuerpo humano. (En todas las figuras hemos puesto las mismas letras que se utilizaron para designar los elementos de la palanca en la sección primera de esta obra, a fin de que su interpretación resulte más sencilla.)

tencia (R) es el peso del antebrazo y de la mano, más la carga que ésta pueda tener. La potencia está representada por el biceps, que se inserta en el antebrazo, entre el punto de apoyo y la resistencia, y al contraerse lo eleva.

## 5. HISTORIA NATURAL DEL HOMBRE

Las ciencias cosmológicas no estudian solamente el cuerpo del hombre, sino también su historia; pero no su historia como ser civilizado, sino como ser natural, desde que existe sobre la Tierra: su *historia natural*.



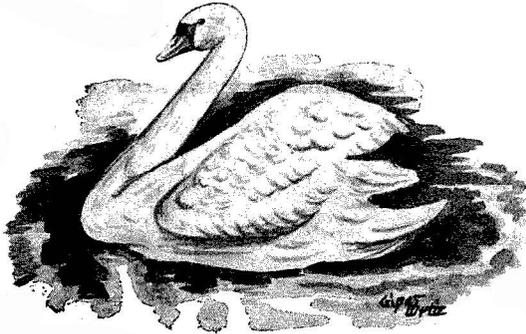
FIG. 71.— Escena de caza dibujada por el hombre primitivo en las paredes de las cavernas que le sirvieron de vivienda. Caza del reno.

El hombre puebla la Tierra desde hace muchos miles de años, y desde entonces ha sufrido importantes variaciones en sus costumbres y en su manera de vivir. Los hombres primitivos habitaban las cavernas y se alimentaban de plantas silvestres o de los animales salvajes, de los que se adueñarían al principio disputando sus presas a las fieras mediante el fuego, ante el que todos los animales son cobardes, y más tarde aprendiendo a cazarlos por sí mismos (fig. 71). Por lo tanto, el hombre empezó siendo cazador. Más tarde domesticó a los animales y se hizo pastor, abandonando las cavernas y llevando una vida nómada. Por último,

aprendió a cultivar las plantas, y se hizo agricultor, cesando en su vida errante para fijar de nuevo su residencia, pero no en las cavernas, sino en las orillas de los ríos y lagos, en chozas o cabañas, construídas con frecuencia sobre las aguas (palafitos: portada de esta sección) para estar más a salvo de los animales feroces o de sus enemigos. Tras esta etapa de los palafitos, el hombre aprende a manejar los metales, y con ellos puede decirse que se inicia la civilización.

SECCION CUARTA

LOS ANIMALES



**1.—Los animales vertebrados.**

**2.—Los animales domésticos.**

**3.—Los animales parásitos.**

## 1.—Los animales vertebrados

**Animales vertebrados e invertebrados.**—Todos los animales pueden dividirse en dos grandes grupos: *vertebrados e invertebrados*.

Son *vertebrados* los que tienen, como el hombre, un esqueleto interno formado por huesos y cartílagos, y, como parte fundamental del mismo, una columna vertebral, a lo que deben su nombre.

Son *invertebrados* los que carecen de esqueleto interno de huesos y, por lo mismo, de columna vertebral, a lo que alude también el suyo.

**Grupos de vertebrados.**—Existen cinco grupos de animales vertebrados:

*Peces*, como los tiburones, las sardinas y el salmón.

*Anfibios*: ranas, sapos, etc.

*Reptiles*: lagartos, serpientes y tortugas.

*Aves*: pájaros, palomas, gallinas, patos, etc.; y

*Mamíferos*, como las fieras y la mayoría de nuestros animales domésticos. A este grupo pertenece también, por su organización, el hombre.

**Regiones del cuerpo de los vertebrados.**—En el cuerpo de los vertebrados se distinguen tres regiones: *cabeza, tronco y cola*. Las dos primeras no faltan nunca; la cola es la región más variable, y falta con frecuencia (rana, aves, ciertos monos); falta también en el hombre. En todos los vertebrados, menos en los peces, la cabeza y el tronco están separados por una región intermedia, el  *cuello*, que da movilidad a la primera. Además, el tronco lleva dos pares de *extremidades*: las anteriores o *torácicas*, equivalentes a nuestros brazos, y las posteriores o *abdominales*, equivalentes a nuestras piernas. En los peces, las extremidades tienen forma de *aleta*, adecuada para el desplazamiento en el agua. En los demás vertebrados tienen forma de *pata*, apropiada para la marcha en tierra.

**La piel en los vertebrados.**—En todos los vertebrados la piel está constituida, como en el hombre, por la *epidermis* y la *dermis*; pero en cada grupo presentan estas dos capas importantes variaciones y, sobre todo, ori-

ginan diversas formaciones que recubren la piel y que son muy características de cada uno de ellos.

En los *peces*, la *dermis* origina las *escamas* que recubren su cuerpo, las cuales están formadas por un hueso semejante al marfil (por esta razón las *escamas* de los peces son equivalentes a nuestros *dientes* y a los dientes de todos los vertebrados, que se originan también en la *dermis* y están formados fundamentalmente por marfil).

En los *anfibios* no existe ninguna formación tegumentaria que revista el cuerpo: es típico de estos animales tener la piel "desnuda".

En los *reptiles*, en las *aves* y en los *mamíferos*, el cuerpo está revestido, respectivamente, por *escamas*, *plumas* y *pelos*, que se originan en la *epidermis*, no en la *dermis*, por cuya razón son de queratina (córneos) y no de hueso (óseas) como las escamas de los peces.

#### Otros caracteres de los vertebrados.

**Respiración.**—Los peces respiran el aire que hay disuelto en el agua, y para ello están dotados de un aparato respiratorio especial formado por las *branquias* o *agallas*. Todos los demás vertebrados, aunque sean acuáticos, respiran el aire de la atmósfera, y para ello disponen, como nosotros, de *pulmones*.

**Temperatura del cuerpo.**—En las aves y en los mamíferos, el cuerpo tiene, como el nuestro, una temperatura propia independiente de la del medio, que se mantiene constante cualquiera que sea el cambio de temperatura exterior. Dicha temperatura es, en general, superior a la del ambiente (entre 36° y 45° según las especies), por lo que se dice que son animales de *sangre caliente*. En todos los demás vertebrados el cuerpo carece de temperatura propia y tiene la del medio, denominándoseles animales de *sangre fría*.

Por su temperatura constante, las aves y los mamíferos pueden vivir como nosotros, en cualquier lugar del Globo, mientras que los vertebrados de temperatura variable, no pueden vivir en los lugares muy fríos, porque se hielan y quedan inmovilizados. Por esta razón abundan tanto estos vertebrados en los países tropicales y son tan raros en los polos y en las altas montañas, y por eso también los que viven en los países templados, con estaciones bien acusadas, pasan el invierno entumecidos, en un estado de vida atenuada o latente que se llama *letargo* o *sueño invernal* (bien conocido, por ejemplo, en las culebras).

**Reproducción.**—Por su manera de reproducirse, los vertebrados son *ovíparos*, si las hembras ponen huevos, y *vivíparos*, si dan a luz sus crías.

Sólo los mamíferos, salvo excepción, son *vivíparos*; todos los demás, salvo excepciones, son *ovíparos*.

**Caracteres de cada grupo de vertebrados.**—Como resumen y ampliación de lo que llevamos expuesto, estableceremos para cada grupo de vertebrados los siguientes caracteres distintivos:

**Peces.**—Cuerpo fusiforme, adecuado para desplazarse en el agua, con la cabeza y el tronco unidos directamente (sin cuello) y recubierto de escamas óseas (de hueso) originadas en la dermis; extremidades transformadas en aletas (fig. 72); respiración branquial; sangre fría; ovíparos. Son los vertebrados típicamente acuáticos y los de organización más sencilla.

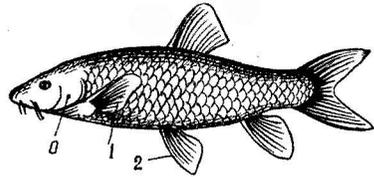


FIG. 72.—Barbo (pez de río). 1, extremidades torácicas, y 2, extremidades abdominales, ambas transformadas en aletas (las aletas restantes son repliegues de la piel). 0, opérculo que recubre las branquias.

**Anfibios.**—Vertebrados a la vez acuáticos y terrestres (a lo que alude su nombre). Los más conocidos, como las ranas y los sapos (fig. 73), son acuáticos durante la primera edad, y entonces respiran por branquias, como los peces, y tienen, como ellos, la cola bordeada por una aleta. Al pasar a adultos, pierden las branquias y la

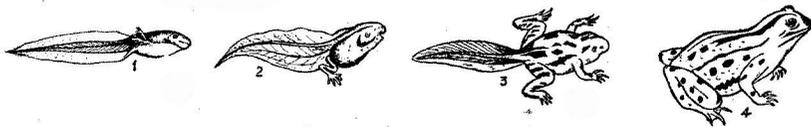


FIG. 73.—Metamorfosis de un anfibio como la rana o el sapo. 1, renacuajo algunos días después de salir del huevo, con branquias (los penachos que lleva a los lados de la cabeza), sin patas y con la cola bordeada por una aleta; 2, el mismo ya sin branquias y con las patas posteriores empezando a desarrollarse; 3, el mismo en el que empiezan a desarrollarse las patas anteriores y a reducirse la cola; 4, rana o sapo adulto con las cuatro patas normalmente desarrolladas y sin cola.

cola (por reducción progresiva hasta desaparecer, no por desprendimiento) y se les desarrollan los pulmones y las patas, con lo cual quedan organizados para la vida terrestre, aunque muchos de ellos continúan haciendo vida acuática o semiacuática. Este conjunto de transformaciones que sufren los anfibios desde que nacen hasta que son adultos se designa con el nombre de *metamorfosis*. (Esta misma designación se aplica

a todos los animales que sufren cambios importantes en su desarrollo.) Los restantes caracteres de los anfibios son: piel desnuda, sangre fría, ovíparos.

**Reptiles.**—Son ya vertebrados típicamente terrestres, aunque algunos, como las tortugas y los cocodrilos, han vuelto a adoptar la vida acuática. Cuerpo (fig. 74) muy alargado, cubierto de escamas córneas originadas por la epidermis; cuello bien desarrollado y cola (rabo) larguísima. Extremidades de tipo pata, propias de la locomoción terrestre, pero tan cortas que no levantan

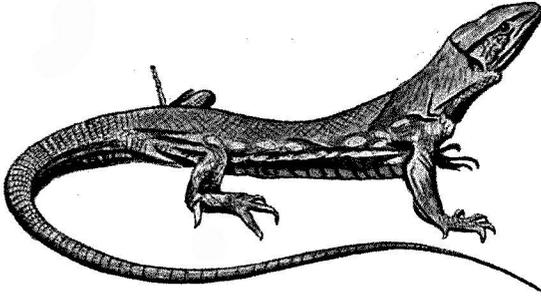


FIG. 74.—Lagarto común.

el cuerpo del suelo y han de moverse reptando, esto es, arrastrándose, a lo que deben su nombre. Sangre fría; ovíparos.

**Aves** (fig. 75).—Vertebrados típicamente voladores. Cuerpo oval, propio para desplazarse en el aire y cubierto de plumas que sirven de abrigo para conservar la temperatura; sin cola (lo que se llama cola en las aves es un grupo de plumas, no una región del cuerpo) y con el cuello muy largo.

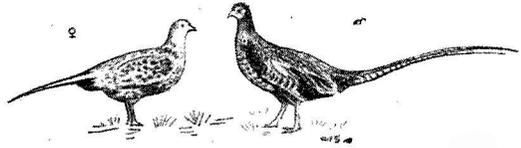


FIG. 75.—Paisán común, macho (♂) y hembra (♀).

Extremidades en forma de pata, adecuadas para la locomoción terrestre, pero las anteriores transformadas en *alas*, propias para el vuelo. Respiración pulmonar; sangre caliente; ovíparos.

**Mamíferos** (fig. 76).—Vertebrados típicamente terrestres, aunque algunos han adoptado de nuevo la vida acuática (delfines, ballenas, etc.) y otros se han hecho voladores (murciélagos). Cuerpo cubierto de pelo para conservar la temperatura. Extremidades en forma de pata, bien desarrolladas, librando al cuerpo de la reptación. Respiración pulmonar; sangre caliente; vivíparos. Las hembras alimentan a sus crías con la leche segregada por sus *glándulas mamarias*, y de aquí el nombre de *mamíferos*.

**Historia natural de los vertebrados.**—Los vertebrados más antiguos son los peces. Después fué poblándose la Tierra con los anfibios y los rep-

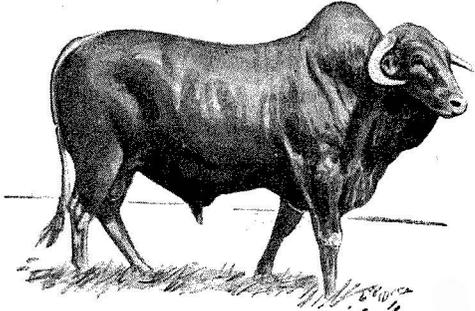


FIG. 76.—Cebú o buey giboso de la India.

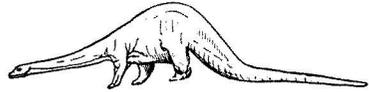


FIG. 77.—“Diplodocus”, un reptil gigantesco de los tiempos medios de la historia de la Tierra, que medía hasta 30 m. de longitud.

tiles, y mucho después con los mamíferos y las aves. Casi todas las especies antiguas de estos animales han desaparecido y han sido sustituidas por otras nuevas. Así, por ejemplo, en los tiempos medios de la historia de la Tierra vivieron en ella reptiles colosales, de hasta 50 metros de longitud (los mayores animales que han existido), de los cuales no queda en la actualidad ningún representante (fig. 77).

## 2.—Los animales domésticos

Son muchos los animales que, directa o indirectamente, reportan alguna utilidad al hombre; pero, de todos, los que mayores beneficios le proporcionan son aquellos que viven sometidos a él como animales *domésticos*.

**Concepto de animal doméstico.**—Doméstico (del latín *domus* = casa) es lo relativo a la casa, de forma que animal doméstico quiere decir animal casero. Sin embargo, lo que caracteriza estos animales no es el hecho de habitar nuestras viviendas; lo que les distingue es que han sido retirados por el hombre de su estado salvaje primitivo y mantenidos en cautividad para aprovechar mejor sus productos o simplemente para su recreo.

**Origen de la domesticidad de los animales.**—La mayor parte de los animales domésticos que hoy poseemos fueron domesticados por el hombre

primitivo. El origen de este hecho pudo ser el siguiente: como estos hombres vivían de la caza de los animales salvajes, darían muerte con frecuencia a hembras que estuvieran criando; lo más probable es que recogieron vivas las crías de estas hembras y las llevaran a sus viviendas, alimentándolas y no sacrificándolas hasta que estuviesen más crecidas; estos animales se reproducirían en cautividad, y ello debió sugerirles la idea de domesticarlos para explotarlos mejor, dejando de ser cazadores y convirtiéndose en pastores.

**Modificaciones de los animales por la domesticidad.**—La domesticidad ha modificado más o menos profundamente a los animales sometidos a ella, y por eso cada animal doméstico presenta razas, no sólo diferentes entre sí, sino diferentes también de los animales salvajes de que proceden. Puede afirmarse que un animal doméstico difiere tanto más de su antecesor silvestre y presenta tantas más razas:

- 1.º Cuanto más remota haya sido su domesticación.
- 2.º Cuanto mayor sea el número de animales salvajes de que procede.
- 3.º Cuanto más se haya extendido el animal por el mundo.

**Principales animales domésticos.**—Casi todos los animales domésticos pertenecen al grupo de los mamíferos.

De ellos las especies feroces de régimen carnívoro son poco adecuadas para la domesticidad porque no se amansan fácilmente y es difícil procurarlas alimento; citaremos de este grupo el *perro* y el *gato*.

Los más adecuados son los herbívoros, porque se amansan con facilidad y no es difícil atender a su alimentación. Además, son los que mayores beneficios rinden; citaremos de ellos el *caballo*, el *asno*, el *toro*, la *oveja*, la *cabra*, el *cerdo* y el *conejo*.

Los restantes animales domésticos pertenecen al grupo de las aves, y los más importantes son las *palomas*, las *gallinas* y los *patos*.

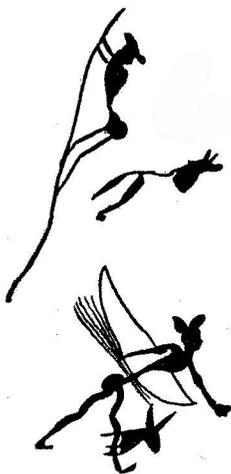


FIG. 78.—Escena de caza con perros, pintada por el hombre primitivo.

## 1. MAMIFEROS DOMESTICOS

**El perro.**—El *perro* fué el primero o uno de los primeros animales domesticados por el hombre, y lo haría para servirse de él en la caza (fig. 78),

utilizándole luego para guardar sus rebaños. Procede de los *lobos* (y acaso también de los *chacales* y *zorros*) de diversos países (figura 79), domesticados independientemente por los hombres de cada lugar. Con ello se obtuvieron desde el principio diferentes razas

de perros, que se han ido cruzando luego entre sí y con los canes salvajes de otros lugares (especialmente con los *lobos*, pero también con los *chacales* y los *zorros*, figs. 80 y 81), dando las numerosas y variadísimas razas que hoy poseemos. Citaremos algunas de ellas, distribuidas en grupos (figs. 82-109):

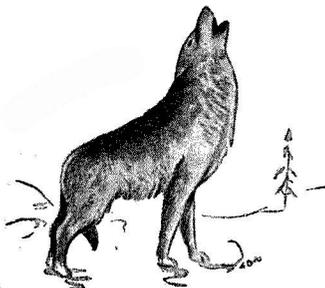


FIG. 79.—Lobo europeo, antecesor del perro en este continente.



FIG. 80.—Chacal de Marruecos, otro posible precursor del perro en el viejo mundo.



FIG. 81.—Zorro europeo, el tercer precursor posible del perro en Europa.

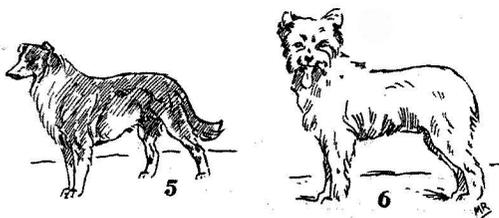
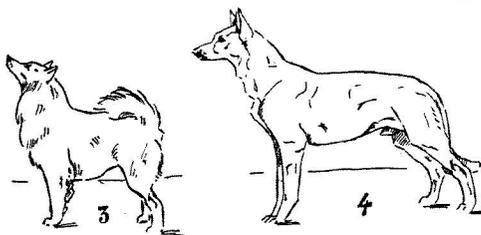
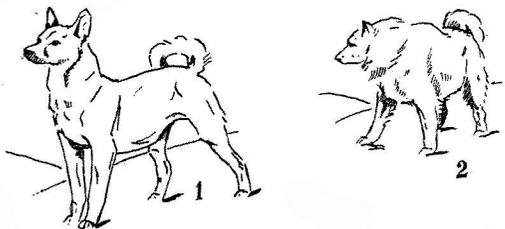
1. PERROS PRIMITIVOS.—Estos perros se parecen todavía a los lobos por tener las orejas erguidas, y algunos de ellos, además, porque aun no saben ladrar, sino que aullan solamente. Ejemplos: los *perros polares* (figuras 82 y 83), utilizados como animales de tiro para arrastrar los trineos en la nieve;

el *lulú* (fig. 84) que es como una miniatura de los anteriores, y los *perros lobos* o *de pastor* (figs. 85, 86 y 87), que no proceden, como suele creerse, del cruce del perro y lobo, sino que son razas muy antiguas que han conservado muchos caracteres de sus antecesores.

2. PERROS DE GUARDERÍA.—Son algo más diferentes de los lobos, pero muchos de ellos tienen todavía las orejas erguidas, indicando que el oído está aún bien desarrollado, lo cual les hace muy aptos para la custodia de la casa y del ganado. Ejemplos: los *mastines* (figs. 88 y 89), excelentes guardianes del ganado; los *dogos* (fig. 90), menos resistentes que los anteriores y,

por eso, más adecuados para la custodia de la casa, y el *perro de San Bernardo* (fig. 91), resultante del cruce de dogo danés y perro de pastor suizo y utilizado en los Alpes para buscar y socorrer a las personas extraviadas

en la nieve, para lo que es especialmente adiestrado por los monjes del convento de San Bernardo.



FIGS. 82-87.—PERROS PRIMITIVOS. 1 y 2, perros de los esquimales; 3, luli, pomerano o perrito de Pomerania; 4, perro lobo alemán, perro de pastor alemán o perro policía, el perro lobo por excelencia, domesticado por los antiguos habitantes del centro de Europa para servirse de él en la caza, empleándole después para guardar sus rebaños y utilizado hoy con los más diversos fines: servicios de policía, para llevar partes y descubrir y socorrer heridos en las guerras, etc.; 5, perro de pastor escocés ("collie"); 6, perro de pastor del Pirineo.

### 3. PERROS DE PRESA.—

Estos perros se caracterizan por tener su mandíbula inferior muy saliente, debido a lo cual, cuando hacen presa, casi no pueden soltarla. Ejemplos: el *dogo español* (fig. 92), utilizado en los tiempos de Goya para capturar los toros, en los que hacía presa en las orejas, y los feísimos *bulldog* (figura 93) mucho más deformes, linfáticos y caseros.

### 4. PERROS DE CAZA.—

Las orejas en estos perros suelen ser grandes y colgantes, señal de que el oído está poco desarrollado. En cambio, sus fosas nasales son muy amplias y están constantemente húmedas, lo que indica buen olfato; por eso son adecuados para la caza. Ejs.: los *perros de muestra* (figs. 94, 95, 96

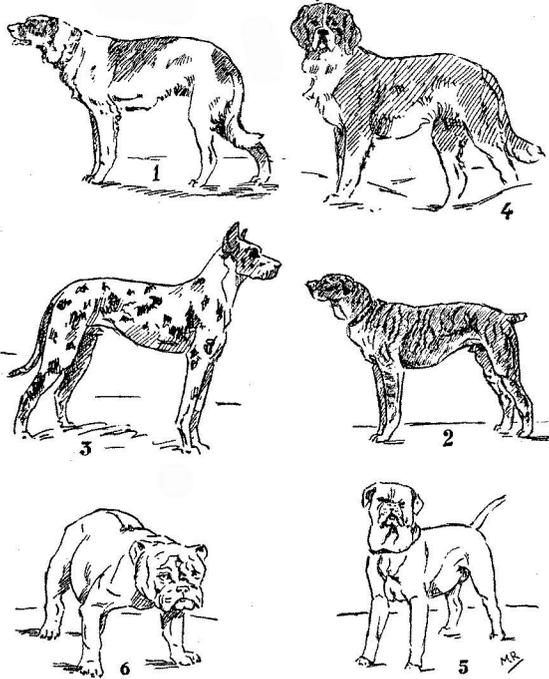
y 97), llamados así porque muestran la pieza al cazador antes de lanzarse sobre ella; los *sabuesos*, *perros rastreadores* o *perros de montería* (fig. 98), de olfato tan desarrollado que pueden descubrir la pieza husmeando las huellas dejadas por ella muchas horas antes: los perritos *zarceros*, *conejeros*, *ratoneros*, etc. (figs. 99 y 108), que son, en general, pequeños, patiocortos y vi-

varachos, adecuadamente configurados para cazar a los animales en su propia guarida, y los *galgos* o *lebreles* (figs. 100, 101, 102 y 103), que están especialmente conformados para cazar a la carrera.

5. PERROS DE LUJO.—Excepto los vulgares mastines y sus afines y los perros de los esquimales, todas las demás razas se estiman más como animales de lujo que por su utilidad; pero los genuinos perros de lujo han sido siempre los pequeños y más raros, de los cuales damos unos ejemplos en las figuras 103 a 107.

**Perjuicios que acarrea la convivencia con los perros.**

—Los animales domésticos no sólo rinden beneficios, sino que a veces son perjudiciales por las enfermedades que nos pueden transmitir, y que en el caso del perro son: la *rabia* y el *quiste hidatídico*.



**El gato.**—Este animal procede del gato salvaje del Nilo y del gato montés europeo, domesticados independientemente por los egipcios y por los antiguos habitantes del centro de Europa para descastar sus viviendas de ratas y ratones. Este es el papel que aún sigue teniendo (fig. 110), salvo las razas de lujo (fig. 111), que son mero adorno en la casa.

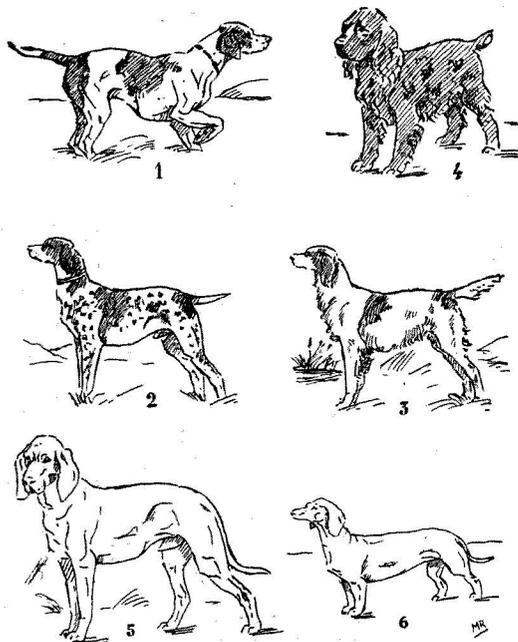
**El conejo.**—El conejo casero deriva del *conejo de monte* (fig. 112), que es típico del sur de Europa y particularmente de nuestra Península. Sin embargo, no fué domesticado en España, sino en Roma (\*)

FIGS. 88-93.—1-4, *perros de guardería*: 1, mastín español; 2, perro de presa español; 3, dogo danés; 4, perro de San Bernardo; 5 y 6, *perros de presa*: 5, dogo español; 6, "bull-dog" inglés.

(\*) En España era tan abundante que formaba verdaderas plagas y había que luchar contra él para descastarle. Por esta razón no fué domesticado y, en cambio, se domesticó a un enemigo natural suyo, el *hurón* (fig. 113), que ni siquiera existía en nuestro país.

Se utiliza su carne y su piel. La primera no es mejor que la del conejo de monte, aunque sí más abundante; en cambio, la domesticidad ha mejorado mucho la piel, y, especialmente la de ciertas razas, es empleadísima en peletería.

Su explotación es muy remuneradora por ser un animal muy prolífico y requerir pocos cuidados (la descendencia de una sola pareja en cuatro años se eleva a un millón de individuos).



FIGS. 94-99.—PERROS DE CAZA. 1-4, *perros de muestra*: 1, "pointer" inglés; 2, braco o perdiguero; 3, "setter" inglés, especialmente apto para cazar en los lugares húmedos; 4, "cocker" adecuado para la caza en el agua; 5, *sabuco*, podenco español; 6, *tejonero* alemán.

**El caballo.**—La domesticación del *caballo* es muy antigua y se hizo a partir de especies salvajes diferentes. Esto, unido a que es un animal difundido por todo el mundo, es la causa de que presente razas tan diversas. Las podemos reducir a tres grupos:

1.º *Caballos asiáticos*, que proceden de la domesticación del tarpán o caballo salvaje de Siberia y son animales de pequeña alzada y bastos (figura 114).

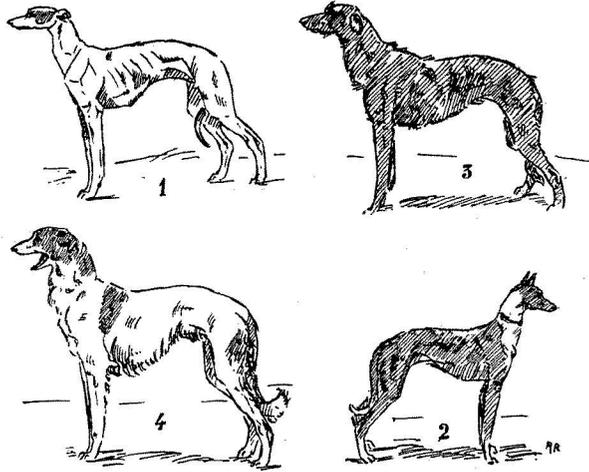
2.º *Caballos europeos*, que proceden de la domesticación del caballo salvaje de Europa, extinguido hace doce siglos, y son animales grandes, bastos y pesados, propios para la carga y el tiro (fig. 115); y

3.º *Caballos árabes*, que descienden acaso de otro caballo que habitaría los países que circundan al Mediterráneo, y son animales finos y ligeros, adecuados para la silla y la carrera (figuras 116 y 117).

Los caballos de este último grupo son los más estimados, utilizándoseles constantemente para ennoblecer las demás razas. Sus representantes más puros, la *raza árabe* propiamente dicha, considerada como tipo ideal del caballo, se encuentra en el norte de Africa y en Arabia, en donde fué seleccionada a

partir del tipo original para obtener buenos corceles de guerra. De ella descienden, entre otros, nuestros caballos de la raza andaluza, ya casi desaparecida, y los famosos *pura sangre* de carreras, obtenidos por los ingleses mediante rigurosa y paciente selección y entrenamiento a través de los siete últimos siglos.

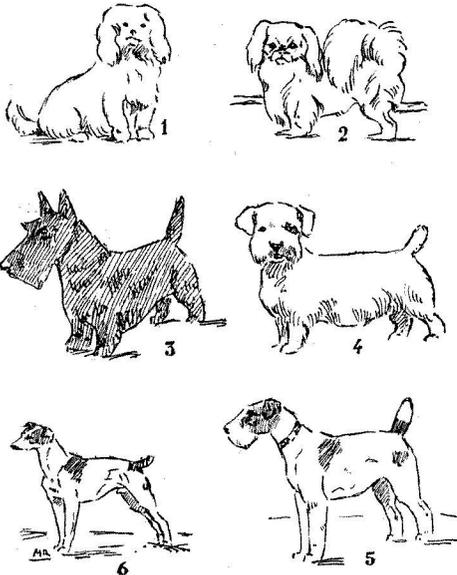
América es el único continente en donde no se domesticó al caballo,



FIGS. 100-103.—PERROS DE CAZA: galgos. 1, galgo de Castilla; 2, lebrél de Baleares; 3, lebrél de Escocia o sabueso de cirvo, utilizado en la caza de este animal; 4, "borzoi" o galgo ruso utilizado para cazar lobos.

por no existir en él especies salvajes. Todos los caballos americanos proceden, pues, del Viejo Mundo, de caballos llevados por los españoles en los tiempos de la conquista, y los que en la actualidad viven en estado salvaje en las pampas argentinas y en las praderas del Norte son *alzados*, *cimarrones* o *usilvestrados*, es decir, descendientes de caballos abandonados, perdidos o escapados, que han recuperado sus costumbres silvestres.

**El asno.**—El asno (figs. 119 y 120) procede de la domesticación del *onagro* o asno salvaje del Nilo (figura 118). De su cruce con las yeguas se obtienen las mulas (figura 121), que por su resistencia y sobriedad constituye en nuestro país el ganado de labor por excelencia.



FIGS. 104-109.—PERROS DE LUJO. 1, perrito de Malta; 2, pequinés; 3, "sottis-terrier"; 4, "scolyam-terrier"; 5, "fox-terrier" de pelo largo o de lujo; 6, "fox-terrier" de pelo corto (rato-nero).

Al mismo grupo del caballo y el asno pertenecen las **cebras** (fig. 122), que viven salvajes en las grandes praderas africanas (sabanas), y no han podido ser domesticadas, sino, a la sumo, amansadas para ser exhibidas en los circos ("caballos-tigres" las llama-



FIG. 110.—Gato doméstico de tipo primitivo (gris con bandas negras, como sus antecesores), en actitud de accho.

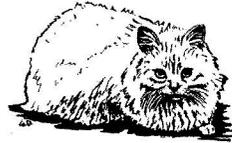


FIG. 111. — Gato de Angora, raza de lujo que ha perdido el hábito de cazar.

ban en los circos romanos). De su cruce con las dos especies anteriores se obtienen mestizos llamados *cebroides*, igualmente inútiles.

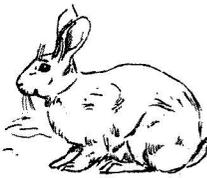


FIG. 112.—Conejo de monte.



FIG. 113.

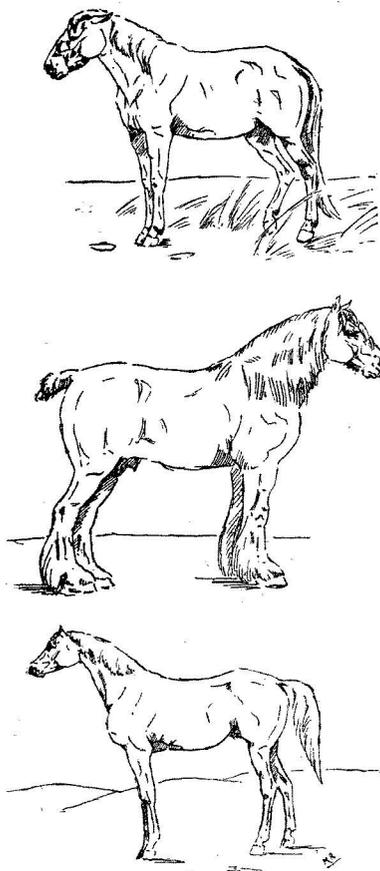
**El toro.**—La domesticación del *toro* ha sido, de todas, la de mayor importancia económica, porque ningún otro animal da a la vez productos tan variados y abundantes y de tan buena calidad: trabajo, carne, leche, etcétera. Probablemente, el hombre empezó por domesticar la oveja y la cabra, iniciando con ellas el pastoreo, auxiliado por el perro, y más tarde, al fijar de nuevo su residencia, domesticaría al toro, manteniéndole cautivo en su propia vivienda. Este mismo orden es el que ha seguido el desenvolvimiento de la ganadería en todos los países, en los cuales la explotación pecuaria se inicia con las ovejas y las cabras y concluye con el ganado vacuno, máximo exponente de su riqueza ganadera.

Han sido muchas las especies de toros salvajes domesticados. De ellas la más importante es el *uro* o toro salvaje de Eurasia (fig. 123), extinguido hace tres siglos, que ha dado, entre otras, razas tan notables y diferentes como nuestro *toro de lidia* (fig. 124), de gran bravura; las *vacas suizas* y ho-

*landesas*, prototipo de razas lecheras, en particular la holandesa (fig. 125) y los cebones *hereford* (fig. 126), que son la mejor raza para carne. Posiblemente que descende también del uro, el *cebú* o buey giboso de la India (fig. 76), algunas de cuyas razas son ahora muy estimadas para trabajo por su ligereza y gran resistencia a las enfermedades.

El ganado vacuno puede padecer y transmitirnos la *tuberculosis* y la tenia o *solitaria*.

**La oveja.**—La oveja fué, sin duda, uno de los primeros animales domésticos obtenidos por el hombre; pero no se sabe con certeza de qué especies salvajes procede ni en qué país fué domesticada. Es posible que descienda del *muflón* o carnero montés de Córcega y Cerdeña (fig. 127), que en otros



FIGS. 114-116.—Arriba, caballo de tipo asiático; en el centro, caballo de tipo europeo; abajo, caballo de tipo árabe.

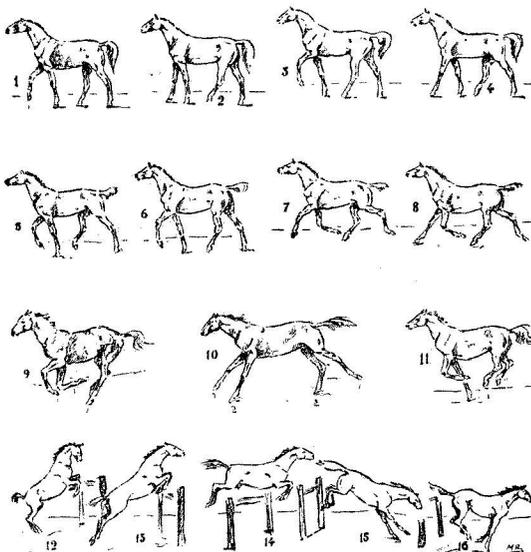


FIG. 117.—La marcha en el caballo. 1-4, paso; 5 y 6, andadura; 7 y 8, trote; 9-11, galope; 12-16, salto.

tiempos debió existir en todos los países mediterráneos, sobre todo en los del Próximo Oriente, en donde seguramente sería *domesticado*.

La importancia económica de la oveja es muy grande por la variedad y buena calidad de sus productos: *lana*, utilizada para fabricar tejidos; *leche*, especialmente empleada en la fabricación del queso; *carne*, importante sobre todo en las comarcas en donde no existen vacas en abundancia; *pieles*, de las cuales las de algunas razas se usan en peletería; *estiércol*, que constituye uno de los mejores abonos, etc.

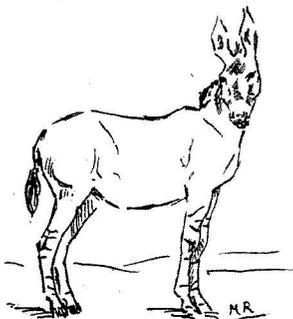


FIG. 118.—Onagro.

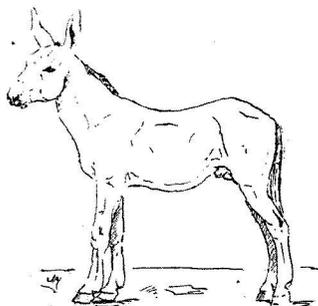


FIG. 120.—Garañón.

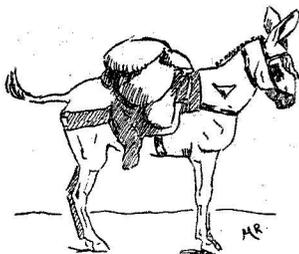


FIG. 119.—Borriquillo doméstico.



FIG. 122.—Cebrá común.

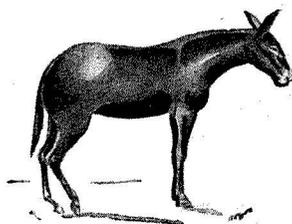


FIG. 121.—Mula.

Es ganado muy adecuado para nuestro país, porque aprovecha mejor que el vacuno el pasto de nuestros suelos, que por producirse bajo un clima árido es corto y duro. Por esta razón ha sido siempre el elemento principal de la ganadería española; pero el aumento incesante de la población humana y la consiguiente necesidad de roturar las tierras de pastos y convertirlas en tierras de labor han ido reduciendo cada vez más sus dominios. Esto mismo ha ocurrido en casi todos los países del mundo, a pesar

de lo cual no ha decaído la importancia económica de este animal, porque a cambio, se ha introducido su explotación en los países menos poblados, como Australia y Argentina, en donde se dispone de extensísimas comarcas de pastos que aun no necesitan ser roturadas.

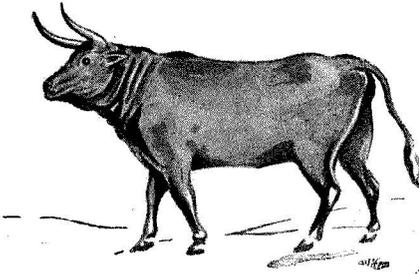


FIG. 123.—Uro, según un grabado antiguo.

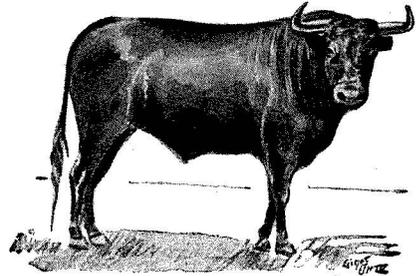


FIG. 124.—Toro de lidia español.

Existen en España excelentes razas de ovejas, de las cuales las tres fundamentales son las siguientes:

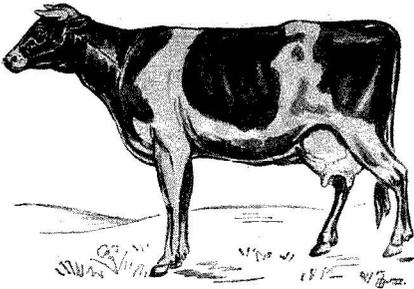


FIG. 125.—Vaca holandesa.



FIG. 126.—Cebón "hereford".

I. La *merina* (fig. 128), de la que proceden las mejores razas de lana de todo el mundo. Es originaria de Africa, de donde debió ser traída por los árabes, adquiriendo su lana en nuestro país cualidades especiales, que han sido mejoradas luego en los países extranjeros, obteniéndose borregos

como los que se crían en Argentina y Australia, en los que este producto es de calidad insuperable.

2. La *churra* (fig. 129), propia del Pirineo, que da lana de baja calidad, siendo explotada sobre todo para leche; y

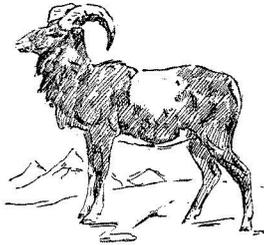


FIG. 127.—Muflón o carnero montés de Córcega, uno de los posibles antecesores del borrego doméstico.

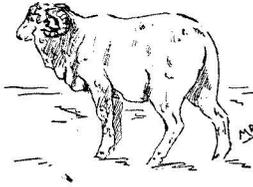


FIG. 128.—Morrueco de la raza merina.

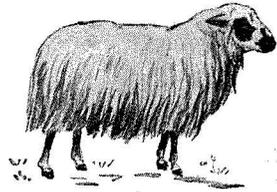


FIG. 129.—Oveja churra palentina.

3. La *manchega* (fig. 130), propia del centro de la Península, la mayor y más explotada para carne.

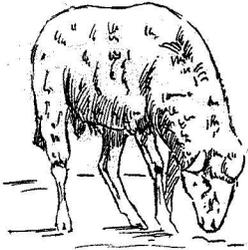


FIG. 130.—Oveja de la raza manchega.



FIG. 131.—Morrueco de la raza karakul.

En la actualidad, tiene además importancia en España la oveja rusa de la raza *karakul*, la piel rizada y negra de cuyos corderillos recién nacidos es el astrakán, tan estimado en peletería.

**La cabra.**—Tampoco se sabe con certeza de qué animales salvajes descende la *cabra*, pero es seguro que las especies monteses de cada país (figura 132) han tenido alguna participación en el origen de la cabra de cada lugar, cruzándose con la especie doméstica primeramente establecida en él.

Tuvo gran importancia en la ganadería española de otro tiempo, pero en casi todas partes ha sido reemplazada por la oveja y la vaca, cuyos productos son más valiosos y estimados, pudiendo decirse que su cría ha quedado reducida en la actualidad a las comarcas más abruptas para el aprovechamiento de los pastos duros de aquellos lugares que ningún otro animal es capaz de utilizar. Con todo, se explotan aún más cabras en nuestro país que en cualquier otro de Europa, y, entre ellas, razas tan notables como la *murciana* (fig. 133), extendida por todas las provincias del litoral mediterráneo, pero con su centro de mejoramiento en la huerta de Murcia, en donde se la cuida con todo esmero.

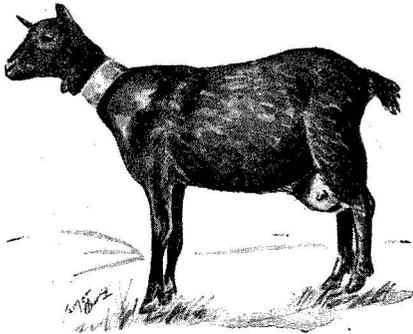
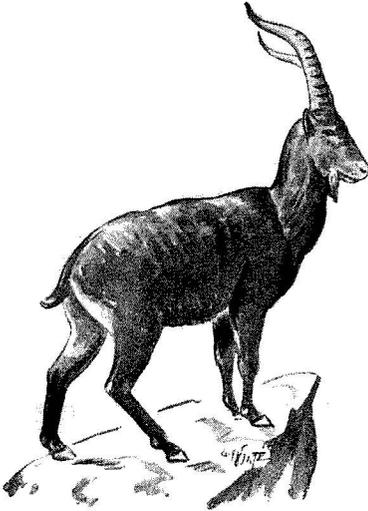


FIG. 132.—Arriba, cabra montés española  
FIG. 133.—Abajo, cabra murciana, la mejor  
raza lechera del mundo.

La cabra puede padecer y transmitirnos la *fiebre de Malta*.

Del temperamento especial, nervioso, voluble y tornadizo de la cabra (*capra*, en latín), deriva la palabra *caprichoso*, *a*, que se aplica a las personas antojadizas.

**El cerdo.**—El *cerdo* deriva de diversas especies de *jabalíes* (fig. 134) y presenta numerosas razas que pueden distribuirse en tres grupos:

1.º *Cerdos ibéricos*, de morro largo y orejas colgantes (fig. 135).  
2.º *Cerdos europeos*, de morro corto y orejas igualmente colgantes (figura 136); y

3.º *Cerdos asiáticos*, de morro corto y orejas erguidas (fig. 137).

La importancia económica de este animal es inmensa, pues aunque en vida no rinde más beneficio que el de sus crías, cebado y sacrificado compen-

sa con exceso los gastos invertidos en su crianza. Puede padecer y transmitirnos la *triquina* y la *tenia*.

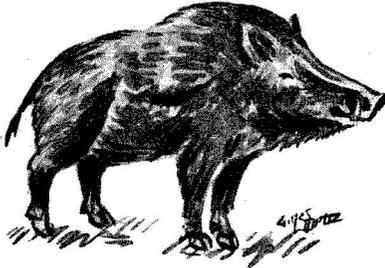


FIG. 134.—Jabalí europeo y del norte de África, principal antecesor del cerdo.

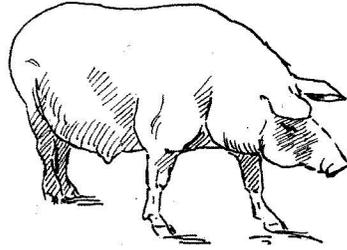


FIG. 135.—Cerdo extremeño con los caracteres típicos de las razas ibéricas.

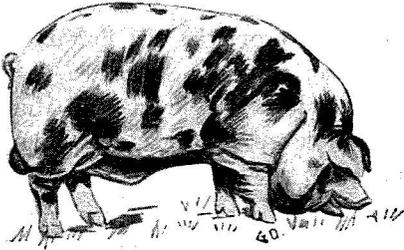


FIG. 136.—Cerdo norteamericano de las razas "poland-china", obtenida por el cruce de cerdo asiático y europeo, en el que se notan algunos caracteres de este último.

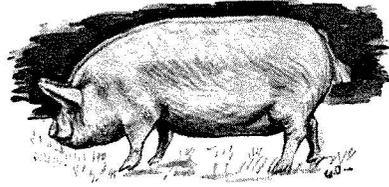


FIG. 137.—Cerdo inglés de la raza York, también mestizo de cerdo asiático y europeo, pero con predominio de los caracteres del primero.

## 2. LAS AVES DOMESTICAS

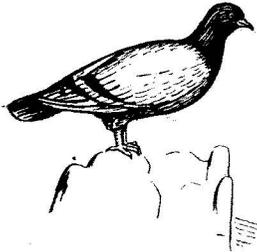


FIG. 138.—Paloma zurita o campía, de cuya domesticación en tiempos remotos proceden todas las razas de palomas que hoy se conocen, muchas de las cuales tienen todavía, como ella, color gris azulado, dos bandas negras en las alas y rabadilla blanca.

**Palomas.**—Todas las *palomas* domésticas proceden de la paloma *zurita* (fig. 138), que vive en estado salvaje en las costas del Atlántico, del Mediterráneo y del Indico. Anida y cría en las rocas y a veces vuela sobre el mar confundida con las gaviotas, pero obtiene su alimento en tierra, paseando los sembrados en bandadas y saqueándolos. Por consiguiente, es un animal dañino, pero sus daños pueden compensarse montando un palomar en el que puedan criar, pues entonces abandona su es-

tado salvaje y se aviene fácilmente a la domesticidad. Existen innumerables razas de palomas. Algunas de ellas tienen tal capacidad de orientación, que son capaces de volver al nido, por lejos que se encuentren de él, lo que se utiliza para hacerlas transportar mensajes (*palomas mensajeras*).

**Gallinas.**—Las gallinas son aves acomodadas a la vida terrestre, y a causa de ello han perdido o casi han perdido la facultad del vuelo, en tanto que sus patas se han hecho muy robustas, adecuadas para la marcha y la carrera, y llevan fuertes garras, apropiadas para escarbar en la tierra en busca de su alimento. Todas las gallinas domésticas proceden de la gallina salvaje de los bosques de la India, domesticada desde tiempo inmemorial, existiendo hoy más de 200 razas diferentes, de las cuales unas son muy estimadas por su carne y otras por ser muy ponedoras (fig. 139).

Del mismo grupo de las gallinas es el *pavo* (fig. 140), procedente de los

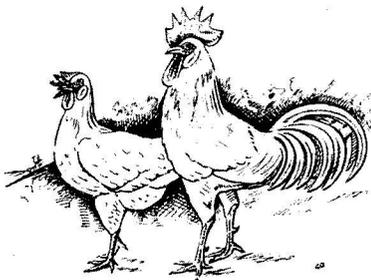
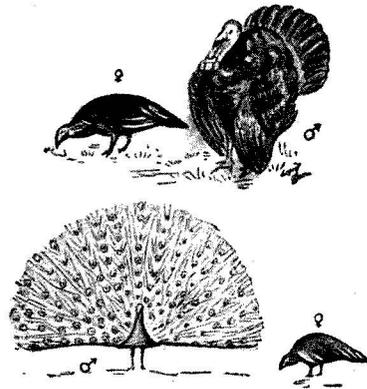


FIG. 139.—Gallina "leghorn" blanca, una de las mejores razas ponedoras y la que más se está difundiendo por nuestro país.



FIGS. 140 y 141.—Arriba, *pavo común* macho (♂) y hembra (♀).—Abajo, *pavo real*, macho (♂) y hembra (♀).

bosques de Méjico, de donde fué traído por los españoles, que le dieron ese nombre por parecerse al *pavo real* (fig. 141), que es otro animal del grupo de las gallinas propio de los bosques de la India y domesticado desde muy antiguo. Procede también de los bosques de la India y pertenece al grupo de las gallinas, el *faisán* (fig. 75), cuya carne es la más exquisita. No se le suele tener cautivo, sino que se le cría con gallinas cluecas y luego se le deja en libertad para cazarle.

**Los patos.**—Los patos son aves acomodadas a la vida acuática, por

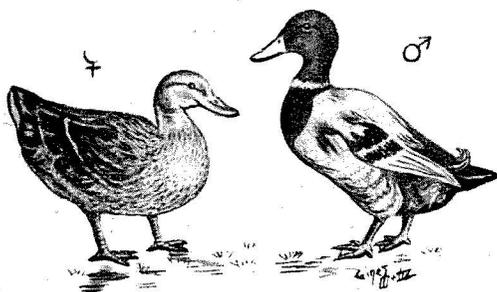
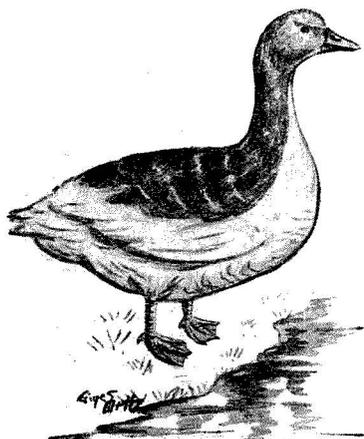


FIG. 142.—(Arriba.) Pato salvaje macho (♂)  
y hembra (♀).

FIG. 143.—(Abajo.) Ganso u oca. Las patas oscuras  
de su plumaje recuerdan al ganso silvestre.



lo que se les ha desarrollado entre los dedos una membrana (*membrana interdigital*) que les permite utilizar sus patas como remos en la natación. Esta adaptación a la vida acuática ha reducido también su capacidad de vuelo. Todos los patos domésticos proceden del *pato salvaje* (figura 142), que es abundantísimo en todo el hemisferio norte, incluso en nuestra península, y su domesticación es relativamente reciente. Al principio se les tenía enjaulados y se hacía que las gallinas incubasen sus huevos; pero hoy son ya aves de corral de gran importancia económica. Además de su carne, se utilizan sus plumas para relleno de edredones, y con su hígado se fabrica el *foie-gras*.

Otra estimada ave de corral del grupo de los patos es el *ganso* u *oca* (figura 143), que procede del ganso gris o salvaje, también muy abundante en el hemisferio Norte y domesticado mucho antes que el pato. Cebado, da carne muy sabrosa, y con su hígado se fabrica *foie-gras*; sus plumas se utilizan para el relleno de almohadas, etc., y las mayores son las famosas "plumas de aves" que se utilizaban antiguamente para escribir. También de la familia de patos es el majestuoso *cisne* (ilustración de portada de esta sección), que procede del cisne salvaje de Eurasia y está domesticado o semidomesticado desde muy antiguo, principalmente para ornato de los ríos y estanques.

### 3.—Los animales parásitos

Son muchos los animales que, directa o indirectamente pueden perjudicar al hombre; pero los más terribles son aquellos que amenazan nuestra salud viviendo sobre nosotros como *animales parásitos*.

**Concepto del animal parásito.**—Animales parásitos son los que viven a expensas de otros seres vivos (animales o plantas) perjudicándolos. El animal o planta parasitado se denomina impropriamente *huésped*, y con más propiedad *patrón*. Nos ocuparemos sólo de algunos parásitos del hombre, cuyo azote compartimos, con frecuencia, con los animales domésticos.

#### 1. PARASITOS EXTERNOS DEL HOMBRE

Parásitos que viven temporalmente sobre nuestro cuerpo, picándonos para chupar la sangre, que constituye su alimento. No originan por sí mismos enfermedades, pero las pueden transmitir inoculando con su picadura los microbios que las producen.

**Las moscas.**—*La mosca común o doméstica* no es una especie parásita, pero sí muy perjudicial porque se posa sobre todas las inmundicias, y al visitar nuestros alimentos puede infectarlos con los microbios de la tuberculosis, del tifus, etc. Cría en los estercoleros, y hoy resulta ya posible combatirla con éxito.

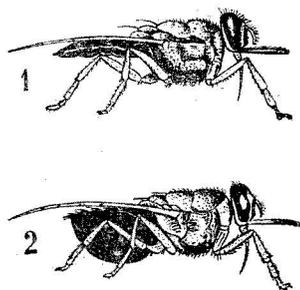


FIG. 144.—Mosca set-set en ayuno (1) y después de haber chupado sangre (2).

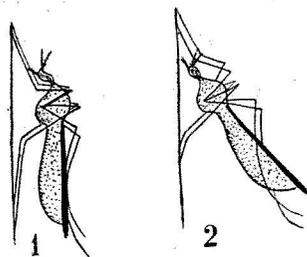


FIG. 145.—1, mosquito común; 2, anofeles (obsérvese la forma diferente en que se posan uno y otro, que permite reconocerlos).

Una mosca parásita del hombre es la *set-set* (fig. 144), de Africa, que al picarle para chupar su sangre le puede transmitir el microbio productor de la enfermedad del sueño.

**Los mosquitos.**—Son muchos los mosquitos parásitos transmisores de enfermedades. En nuestro país, el más perjudicial es el *anopheles* o mosquito del paludismo (fig. 145, 2), cuyas hembras pueden inocularnos los microbios de dicha enfermedad, todavía muy difundida en España. Como todos los mosquitos, el *anopheles* cría en las aguas pantanosas, por lo que el mejor medio de combatir el paludismo es hacer desaparecer dichas aguas.

**Las pulgas.**—Son también varias las especies de *pulgas* parásitas del hombre; la más temible es la *de la rata* (fig. 146), que transmite la peste

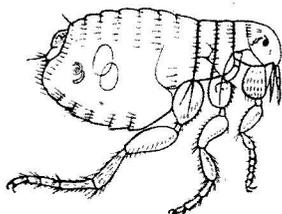


FIG. 146.—Pulga de la rata, aumentada.

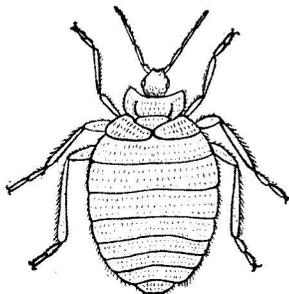


FIG. 147.—Chinche, aumentada.

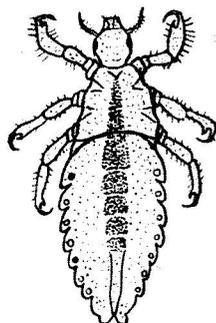


FIG. 148.—Piojo de los vestidos, aumentado.

bubónica, una enfermedad particularmente frecuente en Asia. Las pulgas se desarrollan en las junturas de los baldosines, en las grietas de la madera, etcétera; por lo tanto, es muy fácil combatirlas.

**Las chinches.**—Las *chinches* (fig. 147) se desarrollan en las junturas de las camas, etc., y permanecen ocultas mientras hay luz, saliendo con la oscuridad para chupar nuestra sangre. No se sabe con certeza qué enfermedades pueden transmitir.

**Los piojos.**—El hombre padece dos *piojos* principales: el de la cabeza y el de los vestidos. Este último (fig. 148) puede transmitirnos los microbios del tifus exantemático, pero no al picarnos, sino al ser aplastado sobre nuestra piel cuando nos rascamos. A diferencia de los anteriores, es un parásito permanente y cría en nosotros mismos (su huevecillo son las *liendres*), por lo que es facilísimo de combatir y sólo pueden padecerle las personas muy desaseadas.

## 2. PARASITOS INTERNOS

Parásitos que habitan permanentemente en el interior de nuestro cuerpo, produciéndonos por sí mismos enfermedades.

**El arador de la sarna.**—El *arador de la sarna* (fig. 149) es un animal pequeñísimo (invisible a simple vista), cuyas hembras se alimentan de nuestra piel (epidermis), abriendo en ella galerías en las que deposita sus huevecillos (fig. 150). De estos huevecillos nacen nuevos aradores, y de ellos,

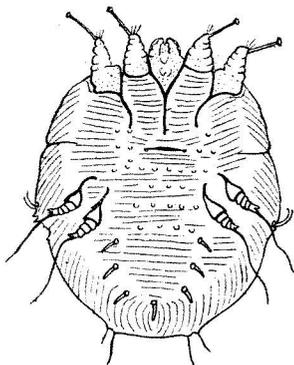


FIG. 149.—Arador de la sarna, hembra, visto al microscopio.

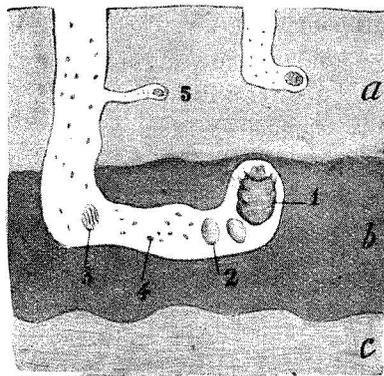


FIG. 150.—Piel atacada por el arador de la sarna. 1, arador hembra, en el extremo de su galería; 2, huevecillos puestos por la misma; 3, cáscara vacía de un huevo; 5, nuevos individuos hembras abriendo otras galerías; 4, excrementos del parásito. (Las letras a, b, c, marcan las capas de la piel con el mismo significado que en la fig. 58.)

las hembras siguen minando nuestra epidermis, lo mismo que la madre, con lo cual producen un vivo picor y la piel termina por ulcerarse (sarna), formándose unas costras muy características, que sólo padecen, sin embargo, las personas muy abandonadas.

**La triquina.**—La *triquina* (fig. 151) es un gusano pequeñísimo (uno o dos milímetros de longitud), que en la fase de larva se encuentra

entre las fibras musculares de la carne del cerdo y de otros animales, arrollada en espiral y metida en una cápsula o quiste de caliza (*enquistada*). Si comemos esta carne cruda o insuficientemente cocida (con la triquina aún viva), nuestros jugos digestivos disuelven el quiste y dejan al gusanito en libertad, y entonces se instala en las paredes de nuestro intestino, completa en ellas su desarrollo, se multiplica, y los nuevos individuos se difunden con la sangre por todo el cuerpo y se distribuyen entre las fibras musculares, las cuales se defienden depositando alrededor de cada gusanito abundante caliza que les deja inmobilizados, es decir, enquistados, como lo estaban en el cerdo. La enfermedad producida por la triquina se llama *triquinosis*.

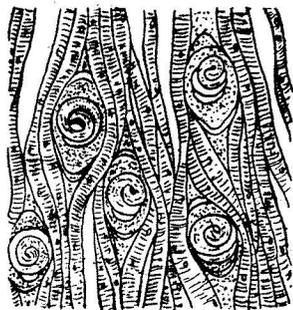


FIG. 151.—Larvas de triquina enquistadas entre las fibras musculares del cerdo.

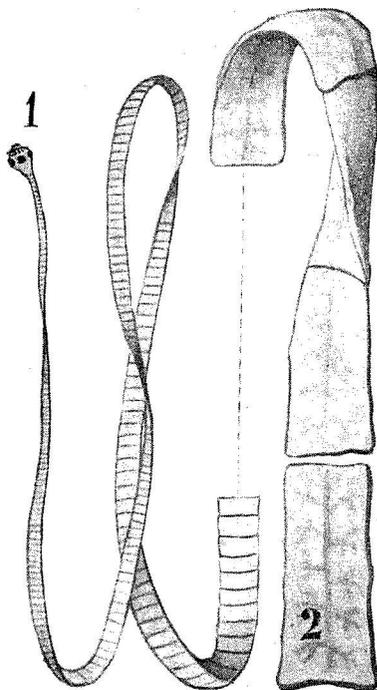


FIG. 152.—*Solitaria*. 1, escolex armado de cuatro ventosas (los puntos negros) y de una corona de ganchos, para fijarse a las paredes de nuestro intestino. 2, anillo maduro, cargado de huevecillos, que se desprende y saldrá con las heces fecales.

**La tenia o solitaria.**—La *tenia o solitaria* (fig. 152) es un gusano larguísimo, aplastado como una cinta y formado por cientos de anillos, de los cuales el primero lleva unas ventosas y a veces también unos ganchos, y se llama *escolex* (1). Vive en nuestro tubo digestivo sujeto a las paredes mediante el escolex, el cual no cesa de dividirse y dar nuevos anillos, que

van haciéndose cada vez mayores a medida que se alejan de él, mientras que por el extremo opuesto del gusano se desprenden aquellos que ya han completado su desarrollo (2). Estos anillos que se desprenden van cargados de huevecillos que salen al exterior con las heces fecales y son dispersados por las aguas, pudiendo quedar adheridos a las plantas o ser conducidos

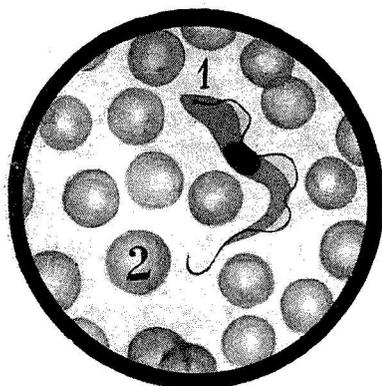


FIG. 153.—Sangre humana aumentada 1,500 veces, en la que se ve a un tripanosoma (1) nadando entre los glóbulos rojos (2).

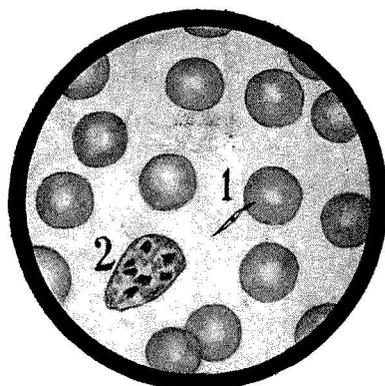


FIG. 154.—Sangre de un enfermo palúdico, vista con el mismo aumento. 1, "plasmodium" penetrando en un glóbulos rojo; 2, glóbulos rojo a punto de ser destruido por el parásito, del que saldrán 16 nuevos "plasmodium" que invadirán otros tantos glóbulos.

hasta los ríos. Así pueden ser tomados por los animales al pastar, al beber, etc., y una vez en su estómago cada huevecillo deja en libertad un embrión que atraviesa las paredes del intestino del animal y se difunde con la sangre por todo el cuerpo, instalándose, como la triquina, entre sus fibras musculares. Allí inician su desarrollo, transformándose cada embrión en un escolex, que aquí se llama *cisticerco*; pero, lo mismo que en el caso de la triquina, los músculos impiden que estas larvas de tenia sigan desarrollándose, rodeándolas de un quiste, con lo cual quedan inmovilizadas y en estado de vida latente. Si el hombre come carne de estos animales (cerdo, vaca, peces de río) cruda o insuficientemente cocida, es decir, con los *cisticercos* aún vivos, sus jugos digestivos disuelven el quiste en que está encerrado el escolex y éste queda en libertad y prosigue su desarrollo, fijándose a las paredes del intestino para desarrollar la tenia completa.

**Los microbios.**—Microbio quiere decir pequeño ser vivo, y se designan con éste nombre los seres vivos más pequeños, sean animales o plantas. Muchos microbios son inofensivos y hasta muy beneficiosos; pero otros son parásitos y producen las enfermedades más graves. Los microbios animales parásitos del hombre más importantes son: el *trypansomoma* (fig. 153), que transmitido por la mosca set-set produce la enfermedad del sueño, y el *plasmodium* (fig. 154), que, transmitido por el anofeles, produce el paludismo.

SECCION QUINTA

—  
LAS PLANTAS



- 1.—Las plantas con flores.
- 2.—Las plantas cultivadas.
- 3.—Las plantas parásitas.

## 1.—Las plantas con flores

**Clasificación de las plantas.**—Todas las plantas pueden dividirse en dos grandes grupos: *Fanerógamas* o plantas con flores, como el pino, el rosal y el trigo, y *Criptógamas* o plantas sin flores, como los helechos, los musgos y las setas.

**Partes de una fanerógama.**—En las fanerógamas se distinguen (fig. 155) tres partes: *raíz*, *tallo* y *hojas*. Además, en una determinada época de su vida producen *flores*, que se marchitan y transforman en *frutos*, los cuales llevan en su interior las *semillas*, encargadas de originar nuevas plantas.

**La raíz. Su misión. Raíces especiales.**—La raíz es la parte subterránea de la planta. Su misión principal es fijarla al suelo y absorber de éste el agua y las distintas clases de átomos que le sirven de alimento.

Todas estas sustancias que la raíz toma del suelo constituyen la *savia bruta* o *no elaborada*, y necesita ser conducida hasta las hojas y sufrir en ellas ciertas transformaciones para servir realmente de alimento al vegetal; entonces se llama *savia elaborada*.

Para el transporte de la savia a través de la planta, todas las partes de la misma (raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas) están recorridas por unos conductos o tubitos (fig. 156) reunidos en grupos (fig. 157), cuyos grupos reciben el nombre de *haces conductoras*.

La raíz desempeña también con frecuencia el papel de órgano de reserva, almacenándose en ella los productos de la savia

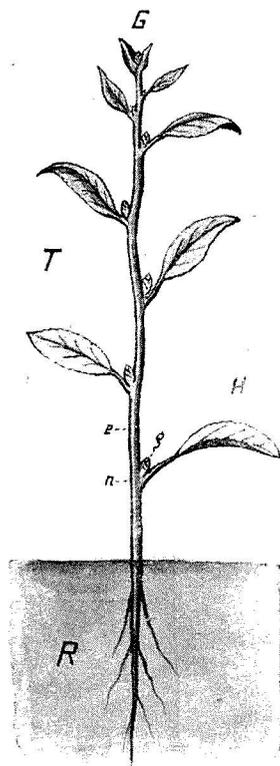


FIG. 155. — Esquema de una planta fanerógama. R, raíz; T, tallo; H, hojas; n, nudo; e, entrenudo; G, yema terminal; g, yema axilar.

elaborada para ser utilizados por el vegetal en la época más conveniente. Entonces presenta determinadas partes engrosadas, que se denominan *tu-*

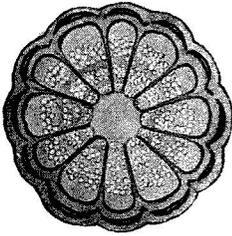


FIG. 156.—Sección de un tallo en el que se ven los conductos por los que circula la savia.

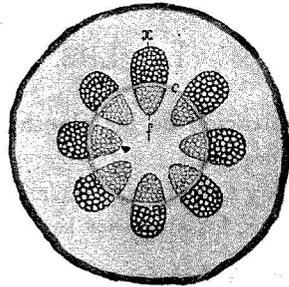


FIG. 157. — Sección de otro tallo en el que se ven los conductos de la savia reunidos en ocho haces conductores. *x*, porción exterior de un haz, encargada de conducir la savia bruta; *f*, porción interior del mismo haz, encargada de conducir la savia elaborada.

*bérculos* (fig. 158), o bien es toda ella muy gruesa y se llama *raíz napiforme* (fig. 159).

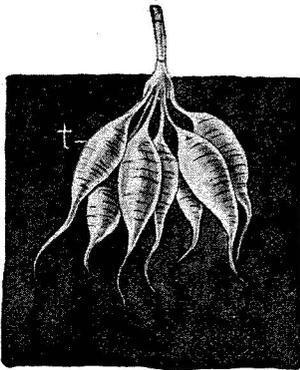


FIG. 158.—La dalia. Raíces con abultamientos o *tubérculos* (*t*), que funcionan como órganos de reserva.

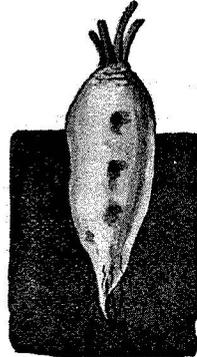


FIG. 159.—Remolacha. Raíz napiforme (así llamada por su parecido con la del nabo), que funciona como órgano de reserva.

**El tallo. Sus funciones. Tallos especiales.**—El tallo es la parte aérea de la planta, encargada de producir las hojas y las flores. Suele crecer dere-

cho, erguido, pero a veces es tendido, rastrero, y se denomina *estolón* (fig. 160).

Una de sus funciones consiste en ramificarse y distribuir adecuadamente las hojas y las flores en el espacio para que realcen mejor su cometido y no se estorben. Otra, conducir la savia bruta desde la raíz a las hojas y desde éstas, una vez elaborada, a los restantes órganos de la planta para nutrirlos.

El tallo sirve también a veces como órgano de reserva, en cuyo caso suele ser subterráneo y parecido a la raíz, por lo que recibe el nombre de *rizoma*. Los rizomas pueden estar uniformemente engrosados (fig. 161) o

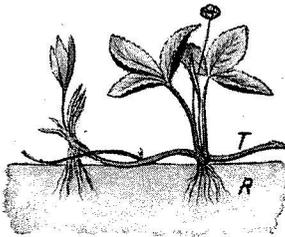


FIG. 160. — La fresa. Tallo rastrero o *estolón* (T), del que nacen hacia arriba brotes aéreos y hacia abajo raíces (R).

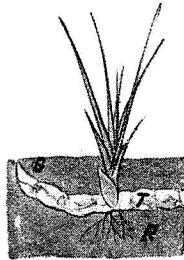


FIG. 161. — *Rizoma* (T), que origina hacia arriba brotes aéreos y hacia abajo raíces (R). G, su yema terminal.

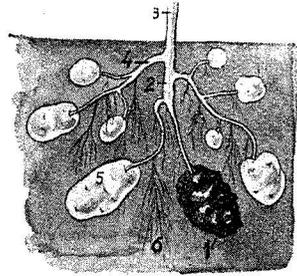


FIG. 162. — Patatera con la terminación de sus ramas subterráneas engrosadas, formando *tubérculos* (patatas). 1, patata de la que ha nacido la planta; 2, porción subterránea de su tallo; 3, porción aérea del mismo; 4, ramas de la parte subterránea (*estolones* o *rizomas*) engrosados en su terminación, formando *tubérculos* (5) o nuevas patatas; 6, raíces.

presentar solamente abultamientos parciales, llamados también en este caso *tubérculos* (fig. 162).

**La hoja. Sus funciones. Hojas especiales.**—Las hojas son expansiones laminares del tallo y de las ramas sostenidas por haces conductores (nervios de la hoja) y coloreadas de verde por una sustancia orgánica conocida con el nombre de *clorofila*. Cuando nacen son muy pequeñas y están agrupadas en el extremo del tallo y de las ramas, y en la axila de otras hojas, formando unos botoncitos especiales que se denominan *yemas*.

En una hoja se distinguen dos partes (fig. 163): el *peciolo* (*p*) o rabito por el que se une a la rama o al tallo, y el *límbo* (*l*) o parte laminar de la misma. En este último, la cara superior (*h*) se llama *haz*, la inferior (*e*), *envés*, y los haces conductores que le recorren (*n*), *nervios*.

Las hojas realizan variadas e importantísimas funciones, algunas de las cuales reseñaremos brevemente (fig. 164):

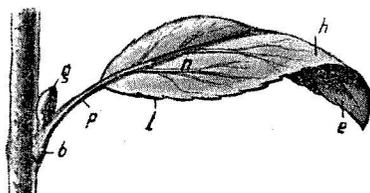


FIG. 163.—Partes de una hoja: *p*, pecíolo; *l*, limbo, y en él: *h*, haz; *e*, envés; *n*, nervios.

I. CONVERSIÓN DE LA SAVIA BRUTA EN SAVIA ELABORADA (*función clorofílica*).—Para ello toman el anhídrido carbónico del aire (fig. 9), le descomponen en oxígeno y carbono, desprenden el oxígeno y uniendo el carbono al agua que les llega de la raíz forman moléculas de azúcar (parecidas a las de la fig. 12, pero más complicadas). Estas moléculas se unen luego

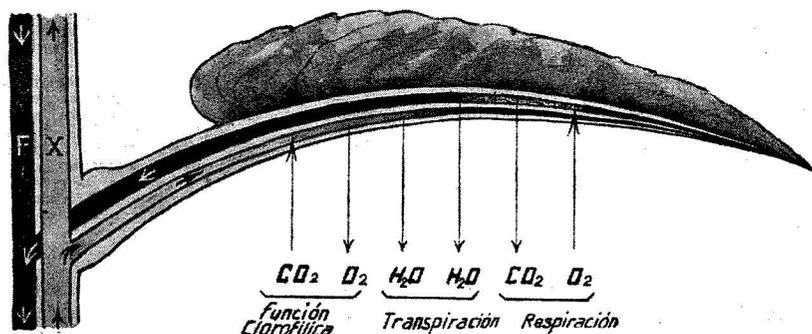


FIG. 164.—Sección de una hoja y de la parte del tallo en que se inserta para observar la circulación de la savia y las funciones que se realizan en su recorrido. *X*, porción de un haz conductor por la que circula la savia bruta en la dirección indicada por las flechas. *F*, porción del mismo haz por la que circula la savia elaborada. Este haz conductor penetra en la hoja formando los nervios, y las flechas largas indican las funciones que se van realizando en el recorrido de la savia por ellos.

entre sí y con las diversas clases de átomos de la savia bruta y originan los restantes compuestos orgánicos de la planta. La energía necesaria para realizar estas transformaciones la proporciona la clorofila: de aquí su nombre de *función clorofílica*.

En esta función de las hojas encontramos dos hechos importantísimos:

1.º La conversión de las sustancias inorgánicas, inservibles por sí mismas como

alimento, en sustancias orgánicas adecuadas para la nutrición, no sólo del vegetal, sino de todos los demás seres vivos, gracias a lo cual podemos existir; y

2.º Desprendimiento de oxígeno que contribuye a mantener la existencia de los seres vivos, actuando sobre dichas sustancias orgánicas como comburente en el fenómeno de la respiración (pág. 25).

2. TRANSPIRACIÓN.—El agua no empleada en la transformación de la savia bruta se utiliza, en parte, para conducir los productos elaborados a través de la planta y el resto es eliminado por las hojas en forma de vapor fenómeno que se denomina *transpiración*.

Por medio de esta función las plantas contribuyen a aumentar la humedad del aire y con ello a formar las nubes y a producir la lluvia, mitigando la sequía.

3. RESPIRACIÓN.—Por último, la planta realiza a través de sus hojas, lo mismo que nuestro organismo a través de los pulmones, el intercambio de gases respiratorios, tomando el oxígeno del aire para quemar con él los compuestos orgánicos y devolviendo el anhídrido carbónico y el vapor de agua resultantes de esta combustión (pág. 25).

Obsérvese que *respiración* y *función clorofílica* son fenómenos antagónicos, puesto que en la última se forman compuestos orgánicos a partir de agua y anhídrido carbónico, desprendiéndose oxígeno, mientras que en la respiración se destruyen estos compuestos por la acción del oxígeno, convirtiéndose en anhídrido carbónico y agua.

4. Con frecuencia sirven también las hojas, lo mismo que las raíces y los tallos, como *órganos de reserva*, siendo entonces gruesas, carnosas. En la cebolla y en otras muchas plantas, estas hojas carnosas salen de un tallo subterráneo cortísimo y forman alrededor de él una voluminosa yema denominada *bulbo* (fig. 165).

**La flor. Su misión. Partes de la flor.**—La flor es un conjunto de hojas especiales agrupadas en el extremo de una ramita corta y encargadas de reproducir la planta (figs. 166 y 167). La ramita (P) se denomina *pedúnculo* de la flor; su terminación dilatada (T), *tálamo* o *receptáculo*, según los casos, y las hojitas florales insertas sobre el tálamo, citadas de fuera adentro, *sépalos* (s), *pétalos* (p), *estambres* (♂) y *carpelos* (♀). Al conjunto de sépalos se le llama *cáliz*; al de pétalos, *corola*; al de estambres, *androceo*, y al de carpelos, *gineceo*.

Los *sépalos* son casi siempre de color verde y su misión es proteger a las restantes piezas florales.

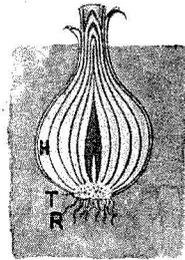


FIG. 165.—Bulbo de la cebolla: R, raíz; T, tallo; H, base carnosas de las hojas.

Los *pétalos* ostentan, en general, bellos colores, y su papel es hacer que la flor sea muy vistosa para que acudan a ella los insectos (fig. 168). Esta

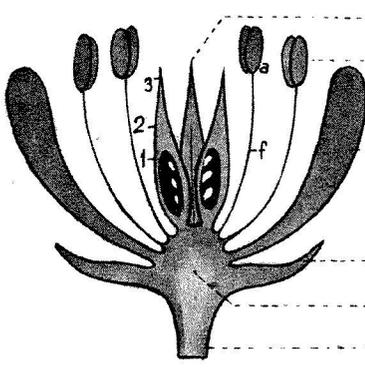


FIG. 166.—Esquema de una flor en la que cada carpelo forma un pistilo.

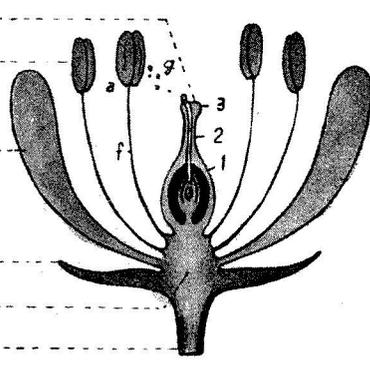


FIG. 167.—Esquema de una flor en la que todos los carpelos forman un solo pistilo.

En las dos figuras: P, pedúnculo floral; T, tálamo; s, sépalos; p, pétalos; ♂, estambres, y en ellos: f, filamento; a, antera; ♀, carpelos cerrados formando pistilos, en los que 1 es el ovario, con los óvulos en su interior; 2, el estilo, y 3, el estigma.

En la figura 167 se ve una antera abierta y el polen (g) saliendo de ella; uno de estos granos ha germinado sobre el estigma, y creciendo a través del estilo penetra en el ovario y alcanza al óvulo para fecundarlo.



FIG. 168.—INSECTOS Y FLORES. — Los insectos acuden a las flores para libar el néctar que producen y las distinguen entre las demás partes de la planta por su perfume y su colorido. Al volar de una flor a otra transportan "sin querer" los granos de polen, realizando la *polinización*.

misma función de reclamo tienen el perfume que exhalan muchas flores y el jugo azucarado (néctar) que producen.

Los *estambres* son los órganos masculinos de la flor y constan de un hilito (f) llamado *filamento* y de una dilatación terminal (a) denominada *antera*, en cuyo interior se desarrollan unos granitos (g) designados con el nombre de *polen*, que son los gérmenes masculinos.

Los *carpelos* son los órganos femeninos y cada uno de ellos (fig. 166) o todos juntos (fig. 167) forman una especie de botellita denominada *pistilo*, cuya parte basal (1) se llama *ovario*; su porción intermedia (2), *estilo*, y su terminación (3), *estigma*. En el interior del

ovario se desarrollan unos granitos denominados *óvulos*, que son los gérmenes femeninos.

**Polinización. Fecundación de los óvulos.**—Para originar una nueva planta, los gérmenes masculinos han de unirse a los óvulos y fecundarlos. Con este objeto se abren las anteras y dejan en libertad al polen (fig. 167), el cual cae sobre el estigma de la propia flor o es transportado por el viento o los insectos (fig. 168) hasta el estigma de otras flores. Allí germina, y creciendo a través del estilo penetra en el ovario y cada granito alcanza a un óvulo y le fecunda (fig. 167). El transporte del polen desde las anteras hasta el estigma, preliminar necesario de la *fecundación*, se llama *polinización*.

**Desarrollo de la semilla y del fruto.**—En el interior de cada óvulo fecundado empieza a desarrollarse una nueva planta, pero no disponiendo en él de espacio suficiente, detiene su crecimiento en cuanto tiene esbozados sus principales órganos y pasa al estado de vida latente (\*), con lo cual quedan los óvulos transformados en semillas. A la vez, la flor se marchita, excepto las paredes del ovario que siguen creciendo y se transforman en fruto. Por consiguiente, el *fruto* es el *ovario fecundado y maduro* y encierra en su interior las semillas; y las *semillas* son los *óvulos fecundados y maduros* con el embrión de una nueva planta en su interior.

**Constitución del fruto. Clases de frutos.**—En un fruto (fig. 169) se distinguen dos partes: el *pericarpio* o pared del mismo (*P*) y las *semillas* (*S*). El pericarpio puede ser seco, como en la bellota y en la avellana, o carnoso, como en la uva y en la pera, y de acuerdo con esto los frutos se pueden dividir en *secos* y *carneosos*. El número de semillas puede ser pequeño o grande, y atendiendo a este carácter los frutos se clasifican en: *monospermos* o *uniseminados*, si contienen una sola semilla, y *polispermos* o *pluriseminados*, si contienen dos o más. Finalmente, los frutos secos con numerosas semillas se abren en la madurez para diseminarlas, y se dice que son *dehiscentes*; todos los demás permanecen cerrados, con las semillas en su interior: son *indehiscentes*.

De la consideración conjunta de estos tres caracteres resultan cuatro tipos fundamentales de frutos, cuyos nombres y caracteres reseñamos a continuación:

(\*) El fenómeno es semejante al que ocurre en el desarrollo de las larvas de triquina y de tenia, que no teniendo posibilidades de desenvolverse completamente entre las fibras musculares pasan al estado de vida latente y quedan recluidas en un quiste. (Ver págs. 86 y 87.)

I. CÁPSULAS.—Frutos secos con numerosas semillas, que se abren para diseminarlas. Ejemplo, las *legumbres*, como la del guisante (fig. 169, 1).

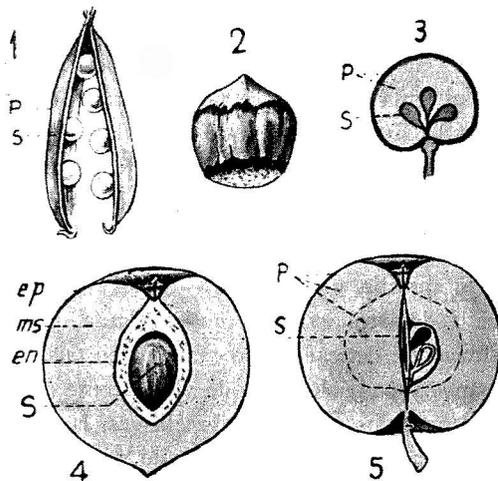


FIG. 169.—CLASES DE FRUTOS. 1, fruto capsular (legumbre) del guisante; 2, aquenio (avellana); 3, baya (uva); 4, drupa (melocotón); 5, pomo (manzana). En todas las figuras: *P*, pericarpio; *S*, semilla. En 4 se detalla la constitución del pericarpio de la siguiente manera: *ep*, epicarpio o parte externa (piel); *ms*, mesocarpio o parte intermedia (pulpa); *en*, endocarpio o parte interna ("hueso").

2. AQUENIOS.—Frutos secos con una sola semilla e indehiscentes. Ejemplos: avellana (fig. 169, 2), bellota, castaña, grano de trigo.

3. BAYAS.—Frutos carnosos, polispermos e indehiscentes. Ejemplos: uva (fig. 169, 3), tomate, sandía.

4. DRUPAS.—Frutos carnosos, indehiscentes, con una sola semilla y, además (fig. 169, 4), con la parte interior (*en*) del pericarpio endurecido, formando un "hueso" alrededor de ella. Ejs.: melocotón, albaricoque, cereza.

Frutos intermedios entre los dos últimos tipos son los POMOS (fig. 169, 5), que tienen, como las bayas, semillas numerosas y, como las drupas, la parte interior del pericarpio más dura que el resto, formando alrededor de ellas un "pipero". Ejs.: pera, manzana, membrillo.

**Constitución de las semillas. Clases de semillas.**—Las semillas están formadas por dos partes (fig. 170, 4): el *tegumento* o piel (*T*) y el *embrión*

de la nueva planta (E) contenido en ellas. Entre ambas suele haber una sustancia de reserva denominada *albumen* (A) encargada de nutrir al embrión durante la germinación. Se llaman *semillas con albumen* a las que poseen esta sustancia (fig. 170, 1, 2 y 4) y *sin albumen* a las que carecen de ella (fig. 170, 3).

En el embrión se reconocen las partes normales de una planta (fig. 170, 1, 2, 3 y 4): la *raicilla* (R), el *tallito* (P) con su *yema terminal* (G) y la primera o las primeras hojas (C), que aquí se llaman *cotiledones*. Si tiene un solo cotiledón (fig. 170, 4), la planta es *monocotiledónea*, como el trigo; si tiene dos, *dicotiledónea*, como el ricino y el garbanzo (fig. 170, 2 y 3, respectivamente), y si más de dos, *pluricotiledónea*, como los pinos (fig. 170, 1).

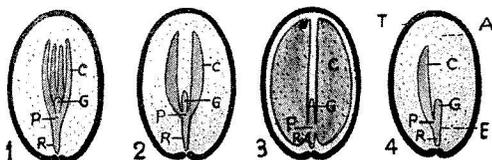


FIG. 170.—CLASES DE SEMILLAS.—1, 2 y 4, semillas con albumen; 3, semilla sin albumen (designación impropia, porque lo sucedido es que el albumen ha sido absorbido por los cotiledones, que actúan en este caso como órganos de reserva, por lo que son muy gruesos). 1, semilla de planta pluricotiledónea (por ej., un piñón); 2 y 3, de plantas dicotiledóneas (por ej., del ricino y la judía, respectivamente); 4, de planta monocotiledónea, como el trigo.



FIG. 171.—PÁJAROS Y FRUTOS.—Lo mismo que las flores atraen a los insectos con sus colores y perfumes y les ofrecen el néctar a cambio del transporte de polen, los frutos carnosos atraen a los pájaros con su colorido y a veces también con su aroma y les ofrecen su jugosa pulpa, con frecuencia dulce, a cambio de la diseminación de las semillas. Puede decirse que las flores vistosas y perfumadas han nacido para los insectos, y los frutos carnosos para los pájaros.

**Diseminación de los frutos y semillas.**—El fruto tiene al principio la misión de proteger las semillas, y, cuando éstas han madurado, la de dispersarlas para que no germinen todas en el mismo lugar. Por esta razón se abren las cápsulas, encomendando al agua, al viento o a los animales la diseminación de su contenido; los aquenios se diseminan ellos mismos con su semilla en el interior utilizando los medios antes citados, y los frutos carnosos encomiendan la dispersión de las suyas a los animales, especialmente a los pájaros (fig. 171).

**Germinación de la semilla. Desarrollo de la nueva planta.**—Las semillas diseminadas germinan cuando la humedad y la temperatura ambientes son

apropiadas. Esta germinación consiste en que el embrión contenido en ellas abandona su estado de reposo y prosigue sus desarrollo, convirtiéndose en una planta independiente. Para ello se nutre con el albumen que le circunda, o el contenido en sus cotiledones, y, creciendo, desgarrando la cubierta seminal y sale al exterior: primero la raíz (figs. 172, 1 y 177), que se hunde

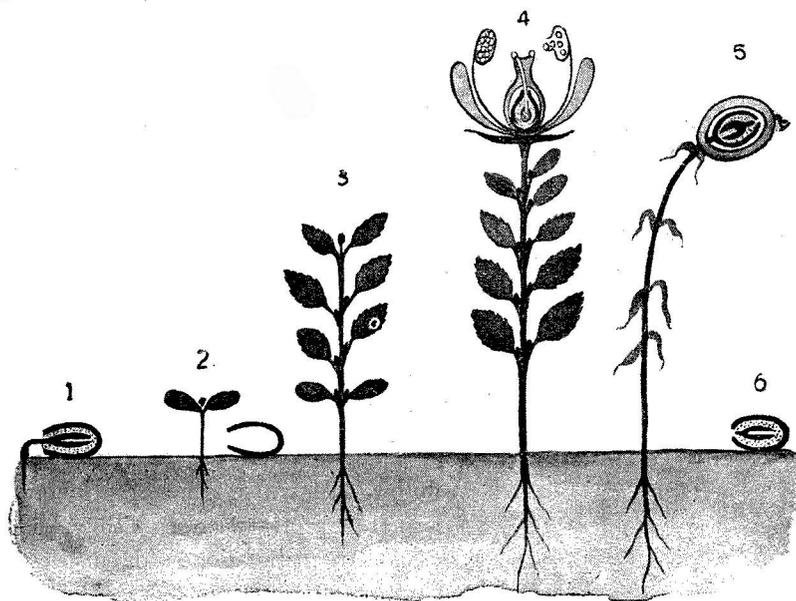


FIG. 172.—ESQUEMA DEL DESARROLLO DE UNA PLANTA CON FLORES.—1, semilla germinante con la raíz saliendo de ella y hundándose en tierra, y el tallo y los cotiledones todavía en interior, nutriendo al embrión a expensas del albumen; 2, plántula fuera de la semilla, con los cotiledones desplegados en el aire para elaborar los primeros suministros de savia bruta que le procura la raíz; 3, planta con hojas normales y cotiledones ya inservibles destinados a caerse; 4, la misma con las hojas terminales transformadas en flor; 5, la misma fructificada y marchita; 6, semilla dispersada preparada para germinar.

en tierra para atender al abastecimiento de savia bruta; después el tallo (figuras 172, 2, y 177), que extiende en el aire sus primeras hojas, o los propios cotiledones para elaborar la savia que le suministra la raíz. De esta manera el embrión abandona la semilla y se convierte en una plantita autónoma (*plántula*) que, continuando su nutrición clorofílica, completará su desenvolvimiento. La figura 172 esquematiza el ciclo completo de una planta con flores y a la vez resume gráficamente los principales conceptos expuestos en este capítulo sobre estas plantas.

**Historia natural de las plantas con flores.**—Las primeras fanerógamas que poblaron la Tierra eran plantas parecidas a los grandes helechos (criptógamas) de las selvas tropicales y a los pinos, tenían flores muy poco llamativas y formaban, en unión de los helechos de la época (árboles con aspecto de palmera) y de otras criptógamas, los primeros grandes bosques que cubrieron los continentes (portada de esta sección), a expensas de los cuales se ha formado el carbón de las minas. Después aparecieron fanerógamas con flores más vistosas y con ellas los insectos polinizadores y los pájaros encargados de diseminar las semillas de sus frutos, formando las especies arbóreas bosques más frondosos y animados, que son los que predominan en la actual población vegetal del Globo.

## 2.—Las plantas cultivadas

Todas o casi todas las plantas nos rinden inmensos beneficios por las consideraciones expuestas al tratar de las funciones de sus hojas (págs. 94 y 95); pero un gran número de ellas son, además, particularmente útiles, porque nos sirven como alimento, de alimento a nuestros animales domésticos o para los más variados usos industriales. Por esta razón se las cultiva.

**Origen del cultivo de las plantas.**—El cultivo de las plantas, como la domesticación de los animales, fué iniciado por el hombre primitivo, especialmente en los países que bordean el Mediterráneo. Estos hombres aprovechaban al principio las especies silvestres; pero observarían cómo los frutos y semillas almacenados o abandonados germinaban, y esto debió sugerirles la idea de cultivarlas (\*), convirtiéndose en verdaderos agricultores.

Entre las plantas primeramente utilizadas y cultivadas figuran los *frutales* (fig. 173) y los *cereales*; pero también especies como el *lino*, que sirvió para fabricar las primeras telas destinadas a reemplazar a la piel de los animales como vestido (véase pág. 125).

**Los tres espacios de cultivo de las plantas.**—Cuando el hombre decidió cultivar las plantas, casi todos los lugares que habitaba estaban cubier-

(\*) En realidad, venían cultivando las plantas sin proponérselo, pues enterraban ya a los muertos y les dotaban de abundantes provisiones, entre las que figuraban frutos y semillas, pensando que realizaban un largo viaje, durante el cual tendrían necesidad de alimentarse; semillas que germinarían en inmejorables condiciones en los sepulcros, poblando los cementerios con una vegetación exuberante, convirtiéndolos en los primeros campos de cultivo.

tos de bosques (*forests*) (\*), y tuvo que destruir el arbolado (*desforestar*), probablemente mediante el fuego, para establecer los primeros campos de cultivo.

En los países templados, como los de la región mediterránea, en los que el hombre vive preferentemente y desde los tiempos más antiguos, esta desforestación no ha cesado hasta nuestros días a causa, principalmente, de un excesivo aprovechamiento del bosque. Con ella, el dominio de las plantas silvestres se ha reducido a las montañas y riberas, formando el *monte* (\*\*), y han quedado para las plantas cultivadas extensas comarcas de suelo raso, pelado, que, lejos del curso de los ríos, constituyen los campos para el cultivo de secano, el *agro* (\*\*\*), y junto a los ríos, los fértiles terrenos de regadío, la *huerta*.

Pero el hombre no explota solamente los dominios de la huerta y el campo. Se sirve también de ciertas especies silvestres de importancia económica muy grande, y para que no desaparezcan las apro-

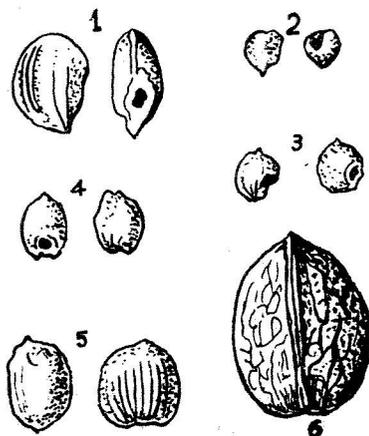


FIG. 173.—Restos de frutos cultivados encontrados en las viviendas del hombre primitivo.

vecha ya ordenadamente (“ordenación de los montes”) y las repone en todos los lugares desforestados que han resultado impropios para el cultivo agrícola (“repoblación forestal”), haciendo de ellas un cultivo incipiente, a veces un verdadero cultivo.

En consecuencia, disponemos de tres áreas, de tres espacios para el cultivo de las plantas:

1. El **monte**, en donde se cuida a las especies silvestres que aun subsisten o se cultivan otras diferentes, por lo general arbóreas.

2. El **agro**, extensos campos de secano, no beneficiados por otras aguas que las de lluvia, destinados al cultivo de las especies más rústicas y menos exigentes en cuidados; y

(\*) Aunque *foresta* no es término académico, el uso constante de otras palabras derivadas de él, como *forestal*, lo relativo a los árboles, y *desforestación*, supresión del arbolado, hacen inevitable su empleo.

(\*\*) *Monte* no tiene en este caso el significado de elevación del terreno, sino el de superficie poblada por plantas silvestres, especialmente árboles, siendo sinónimo de *foresta*, *bosque* y *selva*.

(\*\*\*) Del latín *ager*, el campo, de donde *agricultura*, cultivo del campo.

3. La **huerta**, terrenos de regadío en los que se cultivan las plantas más delicadas o exigentes.

En la Península (fig. 174), estas tres zonas están distribuídas de la manera siguiente:

**MONTE:** Todas nuestras montañas y riberas, especialmente del Norte, la llamada *España húmeda* o *lluviosa* o región de los bosques y praderas.

**AGRO:** Resto del país, la llamada *España árida* o *seca*, pero más concretamente las dos Castillas y los valles del Ebro y del Guadalquivir, que constituyen la típica *España arcillosa* o *de labor*, las tierras para el cultivo de las especies genuinamente mediterráneas: cereales, vid, olivo.

**HUERTA:** Vegas de todos los ríos y todos los terrenos de regadío, localizados preferentemente a lo largo del litoral mediterráneo: región de Levante o del naranjo y de los cultivos tropicales y subtropicales. A esta zona se pueden referir las Islas Canarias.



FIG. 174.—Los tres espacios de cultivo de las plantas en España. (Explicación en el texto.)

**Grupos de plantas cultivadas.**—De acuerdo con las consideraciones precedentes, todas las plantas explotadas por el hombre pueden dividirse en tres grandes grupos: *forestales*, *agrícolas* y *hortenses*.

Esta clasificación no es, sin embargo, suficiente, porque es ineludible relacionarlas también por sus aplicaciones y considerar el parentesco de unas especies con otras. Pero si se tomaran en cuenta a la vez, todos estos extremos, resultarían clasificaciones muy artificiosas e inútilmente complicadas. En atención a lo cual haremos de las plantas cultivadas grupos más o menos homogéneos y familiares, y los expondremos siguiendo, aproximadamente, el orden de los tres grandes grupos establecidos al principio.

Se cultivan en la actualidad más de mil especies de plantas diferentes, de las cuales estudiaremos únicamente las de interés económico primordial, sobre todo en España.

## 1. ARBOLES FORESTALES

Estas plantas representan un residuo de los bosques antiguos, que perduran a pesar de las destrucciones humanas, y a las que ahora, conocidos los perjuicios que la destrucción del arbolado acarrea (recuerda las funciones de las hojas) y los beneficios que su metódica explotación reporta (\*), se cuida en su propio ambiente, aprovechándolas con orden y reponiéndolas.

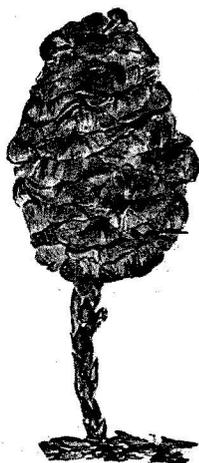


FIG. 175.—Piña de *Sequoia*. Obsérvense las hojas reducidas a escamas aplicadas contra las ramas.



FIG. 176.—La misma piña de la figura anterior, madura y abierta para diseminar las semillas.

La riqueza forestal de España no es grande, porque, como en todos los países mediterráneos, la deforestación ha sido muy extremada. Por otra parte, zonas muy extensas del país, despojadas de los árboles, han resultado luego inservibles para el cultivo agrícola y están abandonadas, convertidas en eriales o semidesiertos (desertizados), que deben ser repoblados.

Considera, por ejemplo, los cerros de Castilla erguidos sobre la Meseta como “monumentos levantados a la Miseria”; o la mayoría de nuestras cordilleras, incluso del

(\*) El aprovechamiento desordenado del monte conduce a la deforestación y con ella al agotamiento del bosque como fuente de riqueza. Su explotación ordenada, metódica, conserva al bosque indefinidamente y es como si se le hiciera producir una renta constante.

Norte, desnudas en gran parte de vegetación, con zonas de bosque reducidas y áreas más raquíticas aún acotadas para el cultivo en medio de extensos pedregales en donde sólo puede prosperar el árbol.

Aunque entre estas plantas figuran árboles y arbustos, nos ocuparemos principalmente de los primeros.

**Las dos clases de árboles forestales.**—En nuestro país y en todos los países templados y fríos hay dos clases principales de plantas forestales las *coníferas* o *resinosas* y las *frondosas*.

Las primeras se llaman *coníferas* por tener frutos cónicos, las *piñas* (figs. 175, 176, 186 y 187), y *resinosas*, porque producen un jugo de aspecto

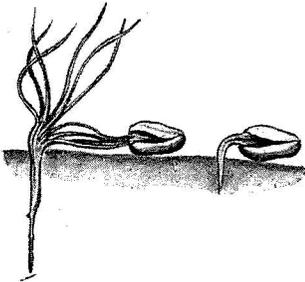


FIG. 177.—Germinación de una semilla (piñón) del pino piñonero. A la derecha, salida de la raíz. A la izquierda, salida del tallito con los doce cotiledones que se extienden en el aire para iniciar la nutrición clorofílica. Nótese la forma acicular (de aguja) de dichos cotiledones, que es la misma que suelen tener las hojas normales de la mayoría de las coníferas. (Compárese con la figura 172, 1 y 2.)

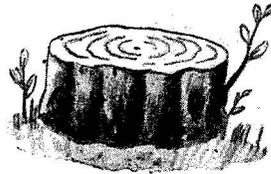


FIG. 178.—Para reproducir las frondosas no es necesario emplear sus semillas, pues cuando se les corta brotan de cepa (*amcollan*, como se dice en términos forestales) y originan un nuevo árbol. Esto hace muy ventajosa su explotación, porque el bosque talado se restablece antes y con más seguridad que cuando tiene que brotar de semilla.

de miel, la *miera* o *resina*, que se les extrae (fig. 179) para obtener de ella el aguarrás y otros productos. Además, su copa suele ser también cónica muy característica (figs. 182, 183 y 184) y tienen hojas muy particulares, alargadas como agujas (figs. 177, 181, 186 y 187) o reducidas a escamas (figs. 175 y 176). Finalmente, cuando se talan, la base del tronco que se deja en tierra (cepa o tocón) es incapaz de brotar para originar un nuevo árbol, teniendo que utilizar necesariamente sus semillas para reproducirlas (figura 177). Son plantas propias de los países fríos y de las altas montañas, sobre todo del hemisferio boreal, y las de mayor importancia en todo el mundo son los *pinos* y los *abetos*.

Las *frondosas* carecen de piñas y no producen resina; su copa es, por lo general, amplia, globulosa (de aquí su nombre) (\*), y tienen hojas laminares, corrientes. Además, cuando se las tala, el tocón vuelve a brotar y origina una nueva planta (fig. 178), haciendo innecesarias las semillas para su reproducción. Son más abundantes en los países templados y cálidos y los de mayor importancia en Europa y, por consiguiente, en España, forman la familia de las plantas *cupulíferas*, así llamadas porque sus frutos están parcial o totalmente envueltos en un órgano especial denominado *cúpula* (figuras 188 a 193). De ellas, las más difundidas son los *robles* y el *haya*, y en nuestro país, además, la *encina*, el *alcornoque* y el *castaño*. Como frondosas parecidas a las cupulíferas estudiaremos el *avellano* y el *nogal*, que son a la vez frutales y especies forestales, y los *árboles de ribera*.

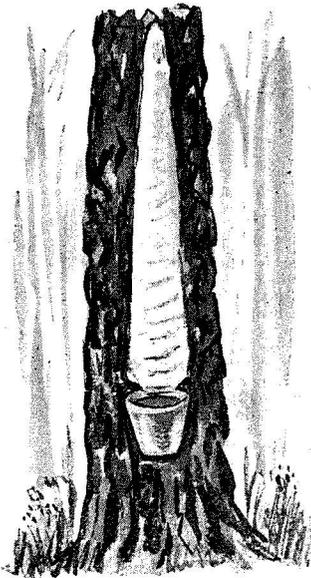


FIG. 179.—Manera de sangrar un pino: se hace una rozadura profunda en la parte baja del tronco y se coloca en la base de ella un recipiente adecuado para recoger la resina que fluye lentamente por la herida.

**Los pinos.**—Son las coníferas de mayor importancia económica en todo el mundo. En nuestra Península hay seis especies diferentes, siendo las tres más notables las que siguen:

1. El **pino silvestre** (fig. 186), uno de los árboles forestales más importantes de Europa. Habita todas nuestras montañas a gran altura, pero más especialmente la cordillera Central y el Norte, desde el Pirineo hasta Galicia. Su madera es excelente.

2. El **pino resinero** (fig. 179), propio de la región mediterránea y el más abundante en nuestro país, extendiéndose de preferencia por los lugares más bajos. Por otra parte, es el mejor productor de resina y el más indicado para repoblar la mayoría de nuestras comarcas desertizadas, por lo que constituye una importantísima fuente de riqueza española.

3. El **pino piñonero** (fig. 180), propio también del Mediterráneo y extendido por los lugares más bajos, sobre todo del occidente pen-

insular. Sus semillas son comestibles (piñones) y es un árbol muy hermoso; pero su importancia económica es tan pequeña que no debe plantársele más

(\*) Abundante *fronda*, es decir, muchas ramas y hojas.

que en los jardines, como planta de adorno, y en los suelos arenosos en los que el resinero no arraigue bien.

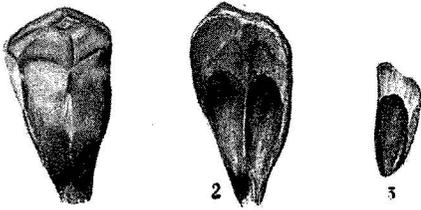


FIG. 180.—Pino piñonero. 1, una escama de su piña vista por el envés; 2, la misma vista por el haz, en la que pueden observarse las depresiones de los lugares en que estuvieron los piñones; 3, piñón aislado, dotado de una expansión laminar en forma de aleta para diseminarse por el viento.

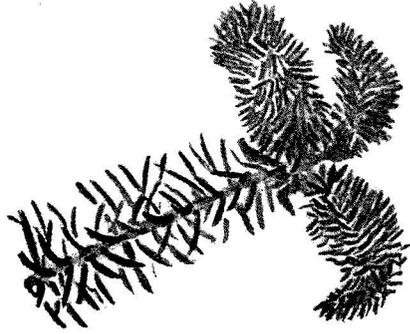


FIG. 181.—Ramita de pinsapo. Es muy característica su terminación en cruz. Estas crucecitas dan a las copas de este árbol un aspecto singular, haciéndole inconfundible.

Otra especie española de mucho interés es el *pino de Canarias* o *pino-tea*, natural de estas Islas y aclimatado ya en muchos lugares de la Península,



FIG. 182.—Cedro del Atlas, con el pinsapo, la más bella conífera de nuestros territorios.

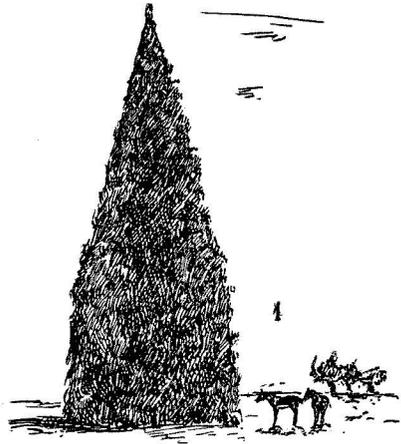


FIG. 183.—*Secuoia*. Cuando este árbol crece aislado, iluminado por todas partes, se desarrolla totalmente cubierto de ramas desde la base, a la manera del ciprés, como ocurre en este ejemplar cultivado de La Granja.

no sólo como planta de jardín, sino también para ser explotado. Su madera, *tea*, es magnífica. Por otra parte, tiene sobre los restantes pinos la ventaja

de brotar de cepa como las frondosas, una vez cortado, lo cual abrevia mucho el restablecimiento del bosque después de la tala de explotación.

En la actualidad tiene también mucha importancia en España una especie extranjera, el *pino papeler*, que puebla ya extensas comarcas del Norte, en particular de Bilbao, y cuya madera, como la de tantos otros árboles, se utiliza para fabricar papel.

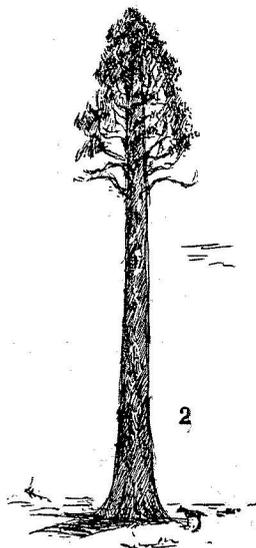


FIG. 184.—*Secuoia*. Cuando se desarrolla en bosque, la lucha por la luz le hace crecer extraordinariamente y las ramas de la base van muriendo, quedando sólo las terminales, como puede verse en este ejemplar de los bosques de California. De todas formas, es uno de los árboles más altos y corpulentos y de más larga vida (hasta 150 m. de altura, 14 de diámetro en la base y dos mil años de edad).

**Abetos y otras coníferas.**—Son especies de una importancia económica muy grande en Eurasia y Norteamérica, pero no en España, por ser muy poco abundantes.

En el Pirineo vive el **abeto blanco** (fig. 187), que es común en Europa. Y en la serranía de Ronda y Marruecos (alrededores de Xauen) existe una especie propia de nuestro país, el *pinsapo* (fig. 181), de madera tan mala (lo cual no es frecuente en las coníferas) que carece de todo interés forestal. En cambio, su porte, muy elegante, le hace estimado como árbol de jardín.

Otra bellísima conífera marroquí, carente de importancia forestal es el **cedro del Atlas** (fig. 182), que se extiende en nuestro Protectorado por el Rif (Ketama) y debe intentarse aclimatarle en la Península, al menos como árbol de parque.

Entre las coníferas exóticas merecen citarse tres plantas del grupo de los **cipreses**: el *ciprés común*, procedente del Mediterráneo oriental y muy cultivado, sobre todo en los cementerios por su aspecto de llama; las bellísimas *araucarias* de América del Sur, sin duda los árboles más elegantes de nuestros jardines, y las colosales *secuoyas*, de América del Norte (figs. 175, 176, 183 y 184), también cultivadas con frecuencia.

**La encina y el alcornoque.**—Entre las frondosas, los árboles peninsulares más característicos son la *encina* y el *alcornoque* (figs. 191 y 190), especialmente el último. Representan dos variedades de una misma especie, propia de los países mediterráneos, siendo más abundante la encina hacia Oriente (Grecia, en donde fué consagrada a *Júpiter*) y el alcornoque hacia Occidente (nuestro país). Formaban antes extensos bosques en toda la *España seca*, hoy convertida en la típica *España agrícola*, por cuya razón han sido las especies más afectadas por la deforestación. (El encinar de El

Pardo, en Madrid, por ejemplo, es un resto de los encinares que en otro tiempo cubrían la Meseta.) Una de las regiones que conservan en mejor estado sus encinares y alcornoques es Extremadura, en donde se aprovechan sus frutos caídos, las *bellotas*, como alimento para el ganado, sobre todo para el cerdo, pastando en el propio monte (*montanera*). La madera recia y dura de la encina es particularmente estimada para obtener carbón vegetal, y en la variedad de bellotas dulces el fruto es comestible. La madera del alcornoque es peor; pero el producto de verdadera importancia en este árbol es la corteza, que constituye el corcho (fig. 185), del cual es España el primer país productor del mundo. En el Riff (Marruecos) tenemos extensos alcornoques inexplorados.

**Los robles.**—De todas las frondosas, los árboles forestales más importantes en Europa son los *robles* (figs. 188 y 189). Se parecen muchísimo a la encina, y al alcornoque, pero difieren de ellos, entre otras cosas, por tener hojas lobuladas. Hay dos especies principales: el *roble*, propiamente dicho (fig. 188), y el *carballo* (fig. 189), este último el más extendido por todo el continente. Los dos habitan el norte de España, siendo más abundante el *roble* en las zonas montañosas altas y hacia el Pirineo y el *carballo* en las partes bajas de las montañas y hacia Galicia. Su madera es la más recia y dura de todos los árboles europeos (por eso son el símbolo de la fuerza: “fuerte como un roble”) y a la vez bellamente vetada, por lo que se emplea por igual en las construcciones resistentes que para delicados trabajos de ebanistería. Sus bellotas sirven de alimento del ganado (*montanera*).



FIG. 185. — Desprendiendo la corteza (corcho) del alcornoque.

**El haya.**—Después de los robles, la cupulífera europea de mayor importancia es el *haya* (fig. 192), árbol muy alto, de tronco plateado, que entre nosotros habita también el Norte. Su madera fuerte y rojiza es muy usada en carpintería, y sus bellotas, denominadas *hayucos*, dan *montanera* de mediana calidad y buen aceite.

**El castaño** (fig. 193).—Es un magnífico árbol, propio de la región mediterránea, muy abundante en España hasta época relativamente reciente, en que ha sido diezariado por la llamada *enfermedad de la tinta*, que no ha podido ser combatida. Su madera se utiliza en carpintería; los frutos (*casta-*

---

## ARBOLES FORESTALES DE LA PENINSULA ESPAÑOLA

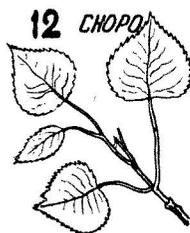
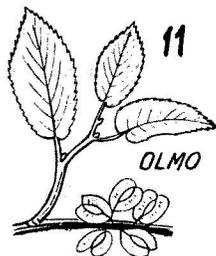
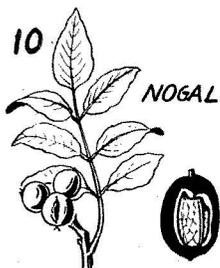
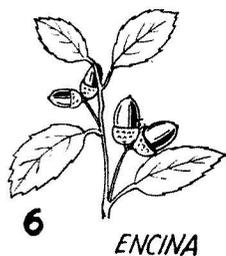
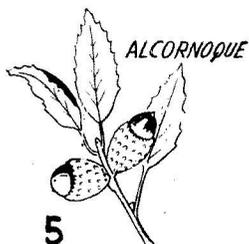
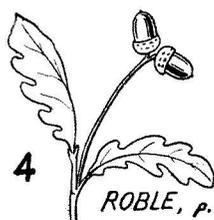
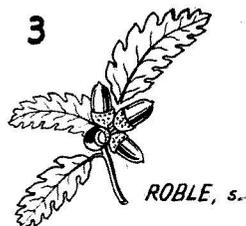
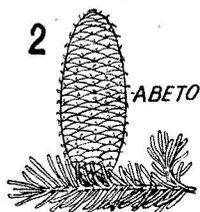
(Figs. 186 a 197)

### Resinosas

1. **Pino silvestre.**—Nótese la forma muy alargada y estrecha (*acicular*) de sus hojas.
2. **Abeto blanco.**—Las hojas son parecidas a las del pino, pero más cortas, y su piña es diferente.

### Frondosas

3. **Roble de frutos sentados o roble verdadero.**—Los frutos (bellotas) están sostenidos por un rabito o pedúnculo muy corto o carecen de él (*frutos sesiles* o *sentados*). Véase la formación característica denominada *cúpula* que envuelve la base de cada fruto como si fuera una copa o dedal.
  4. **Roble de frutos pedunculados o carballo.**—Semejante al anterior, pero con pedúnculos de sus frutos más largos.
  5. **Alcornocue.**—Muy parecido a los robles, pero con el borde de las hojas poco hendido, no lobulado como en aquéllos.
  6. **Encina.**—Semejante al alcornoque, del que puede distinguirse, entre otras cosas, por las escamitas terminales de la cúpula que son menos aparentes.
  7. **Haya.**—Los frutos (*hayucos*) son parecidos a las bellotas, pero angulosos, con tres caras. Cada dos *hayucos* están encerrados en una misma *cúpula erizada* de espinas blandas, que en la figura se dibuja abierta en cuatro valvas, a modo de una flor, dejando ver los dos frutos que contiene.
  8. **Castaño.**—Los frutos (*castañas*) son más parecidos por su forma a los hayucos que a las bellotas. Cada tres de ellos están encerrados en una misma *cúpula erizada* de púas duras, denominada *erizo*, que se abre en la madurez en cuatro valvas, como la del haya, para diseminarlas. A la derecha se dibujan las tres castañas en la posición en que se encuentran en el interior del erizo. Por esta posición, las dos de los lados tienen la cara interior plana y la exterior abombada, mientras que en la central, comprimida por las dos laterales, las dos caras planas.
  9. **Avellano.**—Aunque no es cupulífera, nótese su parentesco con las especies anteriores, en las hojitas que rodean la base de los frutos, formando una especie de cúpula incipiente. Recuérdese además que sus frutos, las *avellanas*, son achenios del mismo tipo que las *bellotas*, los *yucos* y las *castañas*.
  10. **Nogal.**—También parecido a las *cupulíferas*, pero su fruto es una drupa semejante a la del almendro, en la cual la parte carnosa y verde del pericarpio se deseca y puede ser fácilmente desprendida, quedando el hueso limpio. con la semilla en su interior, la *nuez*. A la derecha se dibuja un fruto en el que se ha quitado un trozo de la parte carnosa del pericarpio para ver el "hueso" (cáscara de la nuez), característicamente surcado.
  11. **Olmo.**—Es muy característica de este árbol la desigualdad de los dos lados de las hojas en la base del limbo. También sus frutos, seis de los cuales se dibujan sobre la ramita horizontal; son achenios dotados de un ala diseminadora, como las semillas de los pinos, frecuentemente utilizados por los muchachos en sus juegos con el nombre de *pan* y *quesillo*. Es árbol plantado con profusión en las carreteras.
  12. **Chopo.**—Son muy típicas sus hojas triangulares, que tiemblan en el árbol a la menor brisa, por la débil inserción del limbo en el pecíolo.
-



FIGS. 186-197.—ARBOLES FORESTALES DE NUESTRA PENINSULA.—1 y 2, RESINOSAS; 3-12, FRONDOSAS, y de ellas, 3-8, Cupulíferas. (Explicación en la página adjunta.)

ñas) de la variedad silvestre, como montanera, y los de la forma cultivada, como alimento humano de gran valor nutritivo.

**El avellano y el nogal.**—Especies a la vez forestales y frutales de cierta importancia, y parecidas a las cupulíferas, son el *avellano* y el *nogal*.

El *avellano* (fig. 194) es un arbolillo difundido por toda Europa y entre nosotros, particularmente cultivado en Tarragona y Asturias por sus frutos: las *avellanas*. La madera de sus ramas, muy flexible, tiene, además, numerosas aplicaciones.

El *nogal* (fig. 195) es un árbol muy frondoso, propio de los países mediterráneos y cultivado en los barrancos y riberas de toda España para el aprovechamiento de sus frutos, las *nueces*, y de su excelente madera, una de las más estimadas para muebles.

**Arboles de ribera.**—Además de las frondosas citadas, todas ellas típicamente de monte, viven en las riberas de los ríos otros árboles y arbustos de importancia forestal. En nuestro país son, ante todo:

- 1.º, el **olmo**, mal llamado álamo negro (fig. 196);
- 2.º, los **álamos**, con el *álamo blanco*, y, sobre todo, el *chopo* (fig. 197), al que corresponde con toda propiedad la designación de álamo negro, y
- 3.º, los **sauces**, entre los que figuran las conocidas *berdagueras* y *mimbreras*, y el *llorón* o *desmayo*, compañero frecuente del ciprés en los cementerios, como símbolo del duelo por sus ramas colgantes.

La madera de todas estas plantas es muy floja, pero de gran importancia, porque al tener escaso valor y ser muy abundante, es usadísima. La de chopo es la más empleada para embalajes y para fabricar papel; las ramas muy flexibles de las mimbreras se utilizan en cestería, etc.

Como frondosas de los bosques tropicales podemos citar el **éban**, de la India, y la **caoba**, de las Antillas, los dos de madera finísima (del primero deriva la palabra ebanistería). De las selvas del Amazonas es importantísimo el **árbol del caucho**, seguramente el de mayor importancia industrial del mundo: sangrándole como a los pinos vierte un líquido lechoso denominado látex, del que se extrae el *caucho* o *goma*.

En las posesiones españolas de Guinea existen grandes bosques poco explotados por la dificultad de comunicaciones, que constituyen una importante fuente de riqueza todavía no bien aprovechada.

## 2. FRUTALES

**Especies cultivadas en la Península.**—Todos los frutales de alguna importancia en nuestra Península, excepto el naranjo y el limonero, son propios de la región mediterránea, en la que aun viven sus antecesores silvestres; pero la mayoría de ellos no proceden de nuestro país, sino de los países mediterráneos orientales. Entre ellos figuran las especies primeramente cultivadas por el hombre (fig. 173). Los de mayor importancia, incluidos el naranjo y el limonero, pueden distribuirse en cuatro grupos:

1. **Frutales de pepita.**—Se distinguen porque su fruto es un *pomo* (página 98, fig. 169, 5). Pertenecen a este grupo el *peral* y el *manzano* (figuras 198 y 199), muy cultivados en Galicia y Asturias, y el *membrillero* (figura 200), menos importante. El zumo de manzana fermentado es la *sidra*. Los membrillos se destinan, en general, a la fabricación de carne o dulce de membrillo.

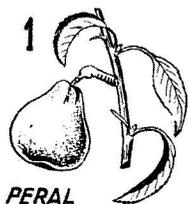
2. **Frutales de hueso.**—Su fruto es una *drupa* (pág. 98, fig. 169, 4). Aunque existen otros frutales con este mismo tipo de fruto (nogal y olivo, por ejemplo), los que forman este grupo son el *almendro* (fig. 201) y sus parientes: *ciruelo*, *quindo*, *cerezo*, *albaricoque* y *melocotón* (figs. 202-205).

En el *almendro* la parte carnosa del pericarpio se deseca en la madurez, como en el nogal, y lo que se utiliza del fruto es la semilla o *almendra*, que se usa entera, triturada o molida, según los casos, para el consumo directo o para fabricar pastas, turrones, mazapán, etc.

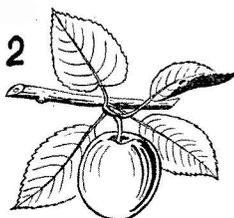
En los demás, la pulpa del fruto permanece jugosa y es la única parte comestible del mismo, pues sus almendras excepto en el albaricoque de "hueso dulce" de Toledo, son muy amargas.

3. **Los agrios.**—Forman este grupo el *naranjo* (fig. 206), el *limonero* (fig. 207) y otras especies parecidas, caracterizadas por tener como frutos unas *bayas* especiales con las cavidades en que se alojan las semillas (gajos), invadidas por una pulpa jugosa, que constituye su parte comestible. Sus flores son el *azahar*, y de ellas se extrae la esencia del mismo nombre.

Proceden del lejano Oriente, y entre nosotros su cultivo debió ser iniciado por los árabes en Andalucía, extendiéndose luego por Levante, que es donde mejor se han aclimatado. El naranjo constituye hoy la principal producción de Castellón y Valencia, y con ello una de nuestras más impor-



PERAL



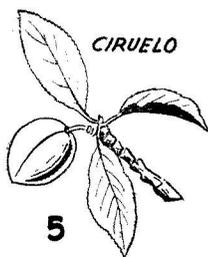
MANZANO



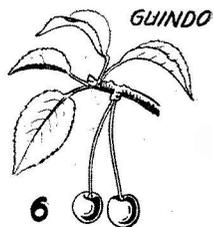
MEMBRILLERO



ALMENDRO



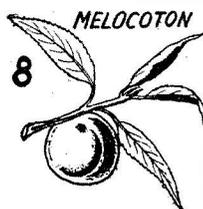
CIRUELO



GIUNDO



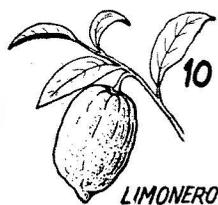
ALBARICOQUE



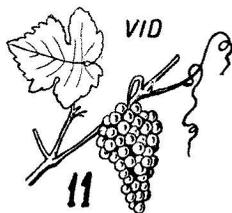
MELOCOTON



NARANJO



LIMONERO



VID



OLIVO

FIGS. 198-209.—FRUTALES CULTIVADOS EN LA PENINSULA.—1, 2 y 3, FRUTALES DE PEPITA; 4, 5, 6, 7 y 8, FRUTALES DE HUESO; 9 y 10, AGRIOS; 11 y 12, VID y OLIVO. Todos, menos los agrios, proceden de los países orientales del Mediterráneo; el naranjo y el limonero, del Extremo Oriente.

tantes fuentes de riqueza, pues destinándosele menos superficie que a otros frutales, produce mucho más que ellos.

**4. La vid y el olivo.**—Estos dos frutales son los de mayor importancia económica en España y los de cultivo más antiguo y extenso.

La *vid* (fig. 208) es un arbusto trepador cultivado en todo el país y con frecuencia asilvestrado (recuerda el caso de los caballos cimarrones de América). Sus frutos, las *uvas*, son bayas típicas (pág. 98, fig. 169, 3), y aunque se consumen mucho como fruta, se les destina principalmente a la elaboración del *vino*, que es su zumo (*mosto*) fermentado.

El *olivo* (fig. 209) es el frutal de más larga vida (acaso hasta dos mil años) y uno de los árboles más típicos de la región mediterránea y cultivado desde los tiempos más antiguos. Sus ramas son el símbolo bíblico de la paz, y en la antigua Grecia se le consagró a la diosa Minerva, que, según la Mitología, le hizo brotar del suelo al golpe de su lanza. Desciende del acebuche, extendido entre nosotros por Andalucía y Marruecos, procedente quizá de formas de cultivo asilvestradas. Tiene como área de cultivo la mitad sur de la Península, siendo Jaén la provincia más olivarera. Sus frutos, las *aceitunas*, son drupas típicas (pág. 98, fig. 169, 4), cuya pulpa se carga de aceite en la madurez. Se consumen directamente como aperitivo y entremés, pero son más empleadas para la obtención del *aceite de oliva*, el aceite por excelencia, casi el único que se consume en España y del que hemos sido siempre el primer país productor del mundo. La madera del olivo es excelente para ebanistería.

**Frutales cultivados en Canarias y en las posesiones españolas de Africa occidental.**—En las provincias españolas de Canarias y en las posesiones de Africa occidental se cultivan diversos frutales tropicales y subtropicales de todo el mundo, de los cuales los de mayor importancia para la economía del país son los que siguen: en Canarias, el *plátano*, que constituye en la actualidad su principal producción y una copiosísima fuente de ingresos, y en los territorios africanos, el *plátano*, el *café* y el *cacao*.

El *plátano* (fig. 210) procede de la India y se cultiva desde muy antiguo en todos los países tropicales del Viejo Mundo. En los tiempos del descubrimiento de América pasó de Guinea a Canarias y de aquí a las Antillas, desde donde se le extendió por los demás países tropicales del Nuevo Continente, que son en la actualidad los primeros productores de plátanos

del mundo. La producción de Canarias abastece el mercado nacional y aun se dedica gran parte a la exportación.



FIG. 210.— *Platanera*. Esta planta con apariencia de árbol es, en realidad, un simple brote nacido de un tallo subterráneo o rizoma y equivale al grupo de hojas que se dibuja en la figura 161. La diferencia es que, en el caso del plátano, las hojas son enormes y quedan abrazadas por sus pecíolos, formando un falso tronco, en tanto que sus limbos, característicamente desfilcados por el viento, se extienden para formar una amplia copa. En la época de la floración, la yema terminal del brote crece por el interior del "tronco" y origina un largo pedúnculo que sobresale entre los limbos desfilcados y desarrolla en su terminación otras hojas diferentes, moradas, en cuyas axilas se forman grupos de flores que se convierten en el racimo de plátanos que cuelga de la planta en la madurez. Una vez cortado el racimo, se tala también el "árbol" ya inservible y se deja para reemplazarle uno de los nuevos retoños producidos por el rizoma, previamente seleccionado de entre todos los que nacieron en torno a la planta vieja. El acierto en esta selección es un factor muy importante en la producción del platanar.

En la ilustración: 1, es el brote del año anterior ya cortado; 2, el que le sucedió, ya fructificado, y 3, el retoño seleccionado para suceder al 2. La gente dedicada a este cultivo diría que el "árbol" 1 es "padre" del 2 y éste del 3, o bien que el brote 3 es "hijo" del 2 y éste del 1. Lo cierto, sin embargo, es que son "hermanos" de distinta edad, nacidos de un mismo rizoma en tres años sucesivos.

(Dibujo de Riaño.)

uno de los cuales contiene dos semillas. Estas semillas tostadas son los *granos de café*, que triturados sirven para preparar la conocida infusión del mismo nombre, de consumo universal.

La planta del plátano o *platanera* no es un árbol, como suele creerse, sino una hierba gigante, mejor dicho, un *brote* de hojas de porte arbóreo nacido de un tallo subterráneo o rizoma. (Explicación en la fig. 210 con ayuda de la figura 161). Sus frutos son bayas especiales con las cavidades en que se alojan las semillas rellenas de una pulpa carnosa que constituye su porción comestible. Las semillas son los granitos oscuros que se ven como puntos en el eje de la pulpa. Por influencia del cultivo se han hecho tan pequeñas que ya no sirven para reproducir la planta (semillas abortadas). Esta se multiplica, produciendo cada año nuevos *brotes* o *retoños* que convenientemente trasplantados pueden servir para iniciar el cultivo en una nueva parcela. Cada *brote* vive un año, produce un racimo de plátanos y muere, siendo reemplazado por otros nuevos formados por el mismo rizoma. Por lo tanto, una vez establecido el platanar, se mantiene indefinidamente sin más que seleccionar de entre los *retoños* de cada año aquellos que deben reemplazar a los que ya han fructificado, arrancando los demás y cortando éstos para que no entorpezcan el desarrollo de los seleccionados.

El *café* (fig. 211) es un pequeño árbol africano que tiene por frutos unas bayas rojas, dulces, con el aspecto de pequeñas cerezas, cada

Aunque es originario de Africa. éste ha sido el último continente en que se le ha cultivado. Se cultivó primero en Arabia y desde allí se extendió por Asia tropical. Luego se llevó a América, aclimatándose tan bien, que hoy son los países tropicales del Nuevo Mundo los que más café producen especialmente la América Central y Brasil. Finalmente se ha introducido su cultivo en Africa, siendo una de las principales producciones de la Guinea española.

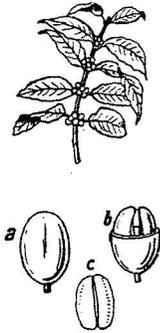


FIG. 211. — Ramita de cafeto fructificada. Debajo de ella: a, fruto entero; b, el mismo despojado de la mitad superior de su parte carnosa para ver las dos semillas que contiene (granos de café); c, semilla aislada vista por su cara plana, con su característico surco central.



FIG. 212. — Porción superior del tronco del cacaoero con numerosos frutos, y debajo, fruto cortado mostrando las numerosas semillas que contiene.

El **cacao** (fig. 212) es un árbol de América Central, y, aunque su importancia es muy grande, no se le ha logrado aclimatar en muchos países, figurando entre los pocos en que prospera bien fuera de su patria nuestra Costa de Oro y Fernando Poo. Sus flores nacen sobre las ramas más viejas y el tronco y desarrollan unas bayas de aspecto de pepino que contienen numerosas semillas parecidas a judías o almendras. Estas semillas, despojadas de su piel, tostadas y molidas, dan la manteca de cacao y el polvo de cacao, este último utilizado en infusión como el café y en la fabricación del chocolate, para lo que se le mezcla con azúcar y se aromatiza la mezcla con vainilla o canela, según se prefiera.

### 3. LOS CEREALES

Reciben el nombre de *cereales* las plantas que se ofrecían en la antigüedad a la diosa Ceres (\*), a saber: *trigo*, *centeno*, *cebada* y *avena* (\*\*), y, por analogía con ellos, otras especies, como el *maíz* y el *arroz*.

Todos pertenecen a la familia de las *gramíneas*, caracterizada, entre otras cosas, porque las especies que comprende tienen como tallo una *caña* o *paja*, hueca o rellena de un medula blanda, y por fruto, un aquenio especial (*grano*) en el que el pericarpio está soldado a la piel de la semilla, con lo cual el fruto y semilla vienen a ser casi la misma cosa.

Son plantas básicas para la alimentación del hombre y de los animales domésticos en todos los países. En España se cultivan, en primer lugar, las cuatro especies de su región: *trigo*, *centeno*, *cebada* y *avena*, a las que, de acuerdo con su carácter estepario, se les destinan las tierras de secano; y, en segundo lugar, los cereales de otras regiones del Globo que por su importancia económica han merecido ser introducidas en la explotación de nuestro suelo, como el *maíz*, traído de Méjico, al que se le cultiva tanto en secano como en regadío, y el *arroz*, procedente del Oriente lejano, que sólo puede cultivarse en tierras encharcadas. Pertenecen también a las gramíneas importadas la *caña de azúcar*, originaria de Asia tropical, que a pesar de no ser cereal será estudiada con ellos.

**El trigo.**—El trigo fué el primer cereal cultivado por el hombre; es el que más se ha extendido por el mundo, y constituye la base de la alimentación humana en todos los países templados. Todo esto, unido a que procede de tres especies silvestres diferentes, es la causa de que presente muchísimas razas distintas (\*\*\*) .

Se distinguen habitualmente dos grupos de trigos: las *escañas* y los *trigos verdaderos*.

Las *escañas* o *trigos vestidos* se caracterizan: 1.º, porque sus granos permanecen en la madurez encerrados en el cascabillo que los envuelve, cosechándose "vestidos", como los de la cebada; y 2.º, porque el eje o raquis de la espiga se hace muy frágil al madurar y quiebra, cayendo ésta en pedazos o completa para diseminar sus semillas.

(\*) Diosa de la Agricultura, porque, según la Mitología griega, enseñó a los hombres a cultivar la tierra.

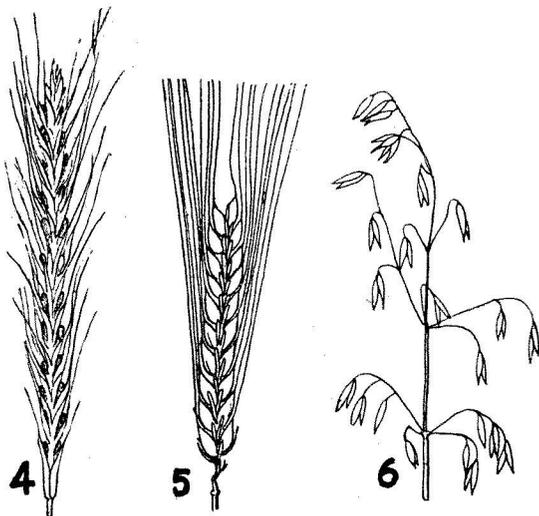
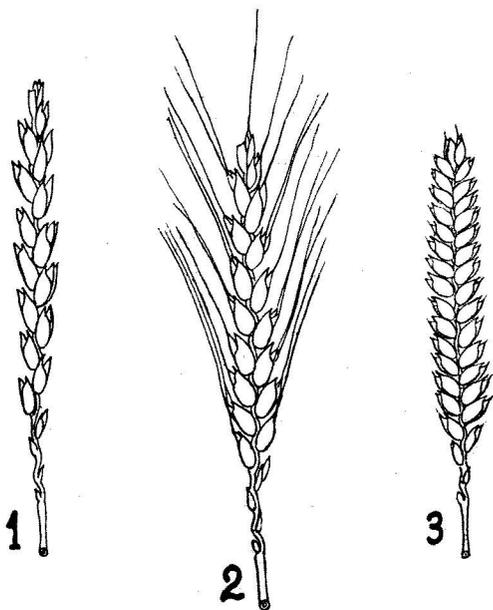
(\*\*) Las cuatro genuinamente mediterráneas y, con los frutales de esta misma región, las primeras especies cultivadas por el hombre. Además, lo mismo que sucede con casi todas las plantas mediterráneas de cultivo, su patria es el Asia próxima, y de allí pasaron a Grecia.

(\*\*\*) Por las razones expuestas al hablar de las modificaciones de los animales por la domesticación (pág. 68), que son igualmente aplicables a las plantas cultivadas.

Existen tres escañas diferentes, que descienden de tres especies silvestres distintas: la *escaña menor*, apenas cultivada y utilizada para alimento de ganado; la *melliza*, cuya harina se estima en pastelería, y la *mayor*, la más cultivada, sobre todo en Asturias, con los mismos usos que la melliza.

Los *trigos desnudos o verdaderos* se distinguen porque el raquis se ha hecho muy tenaz y no se rompe en la madurez para diseminar los granos, sino que son éstos los que abandonan la espiga saliendo del cascabillo que les envuelve (granos desnudos).

Existen dos clases de trigos verdaderos: los *duros o semoleros*, de espiga densa, terminación del tallo maciza y alburon de sus granos *duro*, quebradizo, y los *trigos blandos o tiernos* que tienen por el contrario espiga clara, ápice del tallo hueco (como todo él) y alburon de sus granos *blando*. Los primeros descienden de la *escaña melliza* y su harina es inadecuada para elaborar el pan, utilizándose en la fabricación de galletas, pasta para sopa, etc. Los segundos descienden de la *escaña mayor* (figura 213) y su harina es la más adecuada para la panificación por lo que son los más



FIGS. 213-218.—Cereales de la región mediterránea cultivados en el secano español. 1, *escaña mayor* mocha; 2, trigo blando aristado, como el *candeal de la Sagra* (Toledo); 3, trigo blando mocho, como el *pelón* de Extremadura o el *chamorro* de Segovia; 4, centeno; 5, cebada de dos carreras; 6, avena.

cultivados; de ellos, unos poseen aristas en sus espigas (*trigos candeales*, fig. 214) y otros carecen de ellas (*trigos mochos*, fig. 215).

La paja trillada de todos los trigos, y en general de todos los cereales y leguminosas, se utiliza como *pienso* del ganado.

**Centeno, cebada y avena.**—Se cultivan en los mismos lugares que el trigo y se destinan principalmente a la alimentación del ganado.

El *centeno* (fig. 216), tiene cada día menos importancia y se le dedican las peores tierras (tierras centeneras). En las comarcas pobres y en época de escasez se le destina a la panificación y su paja para fabricar papel.

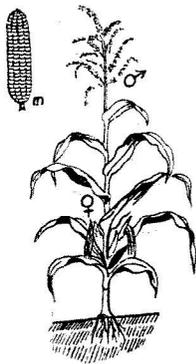


FIGURA 219.  
Maíz.



FIGURA 220.  
Arroz.

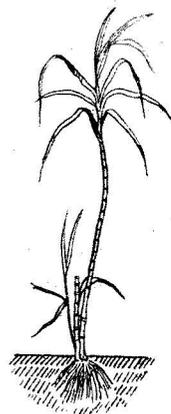


FIGURA 221.  
Cañamiel.

La *cebada* (fig. 217) se cultiva mucho y es muy productiva. Sus granos germinantes tostados son la *malta* usada como sucedáneo del café y en la fabricación de la cerveza.

La *avena* (fig. 218) es poco cultivada por su irregular producción ("quien siembra avena siembra la pena", dice el refrán), pero es muy nutritiva y sus granos contienen una sustancia denominada *fitina* que es un buen reconstituyente, por lo que se van incorporando ahora también a la alimentación humana, preparados de diversas maneras.

**Maíz** (fig. 219).—Se le cultiva bastante en España, en particular en Galicia y Asturias. Sirve en verde como *forraje*; sus granos, para el engorde de los animales, y su harina (maicena), para la alimentación humana.

**El arroz.**—Así como el trigo es la base de la alimentación del hombre en los países templados, el arroz lo es en los países cálidos. Pero mientras que el primero, por su condición mediterránea, se conforma con los sue-

los más áridos y puede cosecharse en casi todos los lugares, el arroz exige para su desarrollo suelos encharcados (fig. 220) y ambiente muy caluroso, y esto limita su cultivo a determinadas comarcas tropicales y subtropicales que reúnen estas dos condiciones. Sin embargo, es muy productivo y su cosecha mundial iguala a la de trigo. En España se le cultiva en Levante y ahora también en Sevilla, y es notable que nuestros arrozales valencianos son de los más productivos del mundo.

En los países de origen, Japón, China y la India, en los que se cosecha desde tiempo inmemorial es el alimento único de muchos millones de seres. Además fabrican con él bebidas alcohólicas, y los chinos elaboran con su paja, desde tiempos remotos, un papel buenísimo, el *papel de arroz*.

**La caña de azúcar.**—La *caña de azúcar* o *cañamiel* se cultiva extensamente en todos los países cálidos para obtener el azúcar contenida en la médula dulce de su tallo. En la Península, el clima no permite cosecharla más que en algunos puntos del litoral mediterráneo y en Marruecos; en cambio, es muy adecuado para ella el clima de las Islas Canarias y fué la primera planta de importancia cultivada extensamente en ellas; hace mucho tiempo, sin embargo, que su cultivo carece allí de interés por no haber podido resistir la competencia de la producción azucarera de América (\*).

**Otras gramíneas de importancia económica.**—Además de los *cereales* y de la *caña de azúcar*, tienen interés económico, entre otras gramíneas, el *esparto* o *atocha* (a él debe su nombre el barrio de Atocha de Madrid), del que nos ocuparemos en el estudio de las *plantas textiles* (pág. 125), y todo un conjunto de especies que forman los prados o que se cultivan incluso como pasto (*gramíneas pratenses*), de gran importancia para la alimentación del ganado.

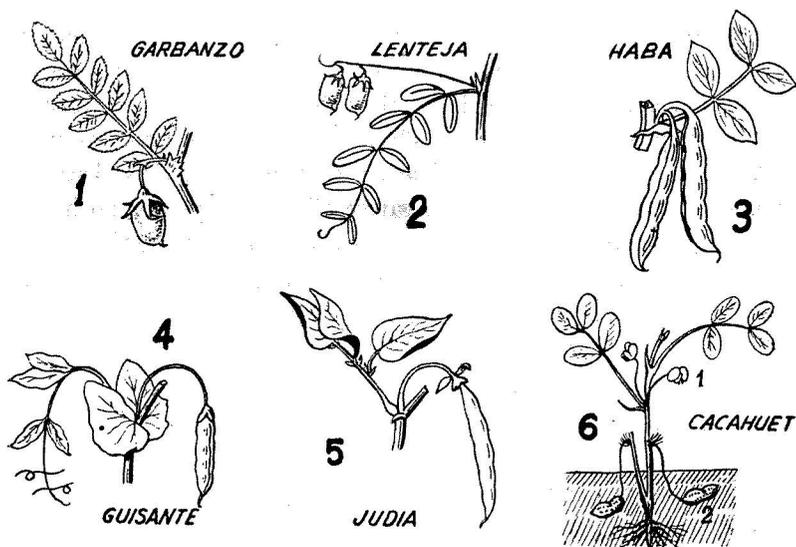
#### 4. LEGUMINOSAS

El nombre de *leguminosas*, como el de *gramíneas*, designa a un elevadísimo número de plantas, caracterizadas en este caso por tener unos frutos capsulares propios, denominados *legumbres* (pág. 98, fig. 169, 1) (\*\*). Constituyen, con los cereales, la base de la alimentación humana y de los animales, utilizándose en la primera los frutos verdes o las semillas secas, y para la segunda toda la planta en verde (forraje) o seca y trillada (pienso).

(\*) Tan floreciente fué en otro tiempo la industria azucarera canaria que llegaron a existir 32 *ingenios* (fábricas de azúcar). Sin embargo, este cultivo fué perjudicial porque dejó arruinada la riqueza forestal del Archipiélago, por la leña utilizada para las calderas de las fábricas. Hoy los bosques más importantes están en la Isla de la Palma, predominando en ellos el pino del país.  
(\*\*\*) Corrientemente se aplica el nombre de *leguminosas* o el de *legumbres* sólo a un determinado grupo de especies de cultivo, pero aquí desestimaremos esta distinción.

En el secano español, alternando con los cereales, se cultivan las especies mediterráneas, entre las que descuellan, por su importancia para nuestra alimentación, el *garbanzo* y la *lenteja* (figs. 222 y 223), seguidas del *haba* y el *guisante* (figs. 224 y 225), que se cultivan también en regadío, y para la de los animales, entre otras, la *algarroba* y la *alcarceña*. En los terrenos de regadío se cultivan principalmente plantas importadas, siendo la más importante la *judía* (fig. 226), que es una enredadera americana, y en Valencia y Andalucía el *cacahuet*, o *maní* (fig. 227), una hierba del Brasil.

Otras muchas leguminosas forman parte de los prados, e incluso se cultivan como pasto o forraje (*alfalfa*, *alverja*, *tréboles*, etc.) con lo cual tienen también gran importancia económica.



FIGS. 222-227.—Principales léguminosas cultivadas en España como alimento humano. 1, 2, 3 y 4, especies de nuestra región; 5 y 6, importadas de América. El *cacahuet* se cultiva muchísimo en todos los países tropicales, especialmente de África, y es notable porque sus flores (1), una vez fecundadas, crecen hacia abajo y se entierran desarrollando sus frutos bajo el suelo, hurtándolos así a la voracidad de sus enemigos y dejando sembradas las semillas. Estas son un alimento excelente y de ellas se extrae aceite muy bueno.

## 5. PLANTAS DE HUERTA

Reunimos aquí las hierbas alimenticias cultivadas en regadío y no incluídas en ninguno de los grupos anteriores. Veremos cómo las especies más importantes son siempre extranjeras. Nuestra región mediterránea nos ha dotado de las mejores y más re-

sisten'es especies para el secano, pero no ha podido surtirnos igualmente de plantas para el regadío, que es un espacio de cultivo extraño a su propia naturaleza, creado por el hombre como oasis en el seno de la desolada aridez de esta región.

**Raíces.**—La planta más importante, utilizada por su raíz, es la *remolacha* (fig. 228). Procede del sur de Europa y se cultiva en todos los países templados, principalmente para extraer el azúcar que contiene.

Puede decirse que la cañamiel es la productora de azúcar en los países cálidos: la remolacha en los templados. Se cultiva en España en más de la mitad de las provincias, de manera que la mayor parte del azúcar que aquí se consume es de remolacha.

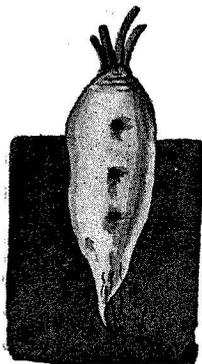


FIG. 228.—Remolacha semiazucarera (ver figura 159 y su correspondiente explicación en el texto, pág. 92).

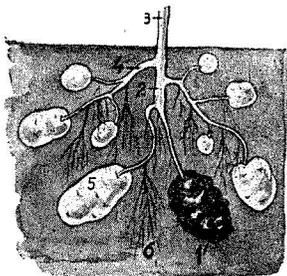


FIG. 229.—Patatera (ver figura 162 y su correspondiente explicación en el texto, página 93).

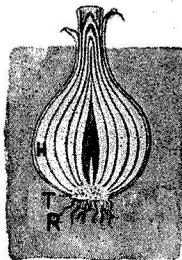


FIG. 230.—Cebolla (ver fig. 165 y su correspondiente explicación en el texto, pág. 95).

**Tubérculos.**—La planta más importante cultivada por sus tubérculos es la *patata* (fig. 229). Procede de los Andes y se cultiva en todos los países. Es la tercera de las producciones agrícolas canarias actuales (plátano, tomate, patata).

**Bulbos.**—Las especies de mayor interés de este grupo son los *ajos* y las *cebollas* (fig. 230), los dos de Asia Central.

**Verduras.**—La parte que se utiliza de estas plantas es el tallo, las hojas o las flores. El tallo, por ejemplo, en la *esparraguera* (fig. 231), difundida en estado silvestre por toda Eurasia. El tallo, las rojas o las flores (con frecuencia también la raíz), en las *coles* (fig. 232), originarias de la costa

atlántica centroeuropea, y sin duda las especies más importantes de este grupo (las típicas hortalizas). Las flores, asimismo, en la *alcachofa* (fig. 233), mediterránea.

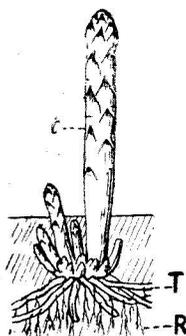


FIG. 231.—*Esparraguera*. T, rizomas; R, raíces; t, brote aéreo joven (*espárrago* o *turión*), que constituye la parte comestible. Los espárragos de cultivo (*pericos* de Aranjuez, por ejemplo) son más gruesos y se les cubre de tierra (*aporcado*) para que no tomen color verde.

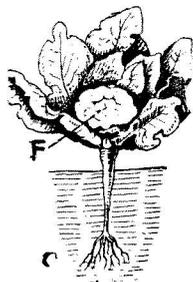


FIG. 232.—*Coliflor*, una de las innumerables variedades de coles cultivadas (*repollo*, *lombarda*, etc.). La parte comestible son las flores abortadas que constituyen la masa blanca carnosa (F) que se ve rodeada por las hojas.



FIG. 233.—*Alcachofa*. La planta es un cardo cuyos tallos se terminan en estas cabezuelas o *alcachofas*, formadas por las flores representadas por la masa blanquecina que hay en el interior de la cabezuela, rodeada de numerosas hojitas.

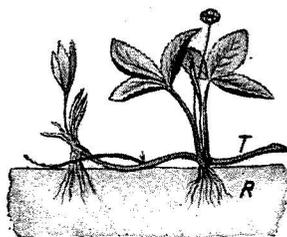


FIG. 234.—*Fresa* (ver fig. 160 y su correspondiente explicación en el texto, pág. 93).

**Frutos de huerta.**—*Berenjena*, *tomate* y *pimiento*, las tres muy afines a la patatera y precedentes: la primera, de la India, y las otras dos, de América, de donde, como la patata, fueron traídas al Viejo Mundo por los españoles. *Calabaza*, de América tropical; *pepino*, de la India; *melón*, de la India y de África tropical, y *sandía*, de África del Sur, todas ellas muy afines, pertenecientes a la familia de las *cucurbitáceas*. *Fresa* (figura 234), de Europa; *fresones*, de las dos Américas, etc.

## 6. OTROS GRUPOS DE PLANTAS CULTIVADAS

Hemos tratado hasta aquí de los árboles forestales y de las plantas alimenticias. Nos ocuparemos por último de algunas especies vegetales cultivadas para otros usos.

**Plantas textiles.**—Son aquellas que poseen pelos o fibras utilizables para elaborar hilos y para fabricar tejidos. Del *algodonero*, por ejemplo, se

emplean unos pelos blancos que envuelven las semillas, y constituyen el *algodón*; del *lino* y del *cáñamo*, las fibras de sus tallos, y del *esparto*, las fibras de sus hojas o las hojas completas.

De todas estas plantas la más importante es el *algodonero* (fig. 235). Es una hierba, un arbusto o un arbolillo de los países tropicales y se le cultiva muy ampliamente, tanto que ha desplazado casi por completo a los tejidos de lino y ha hecho perder mucha importancia a los de lana. El país productor de algodón por excelencia es Norteamérica. Entre nosotros empieza a cultivarse en el valle del Guadalquivir.

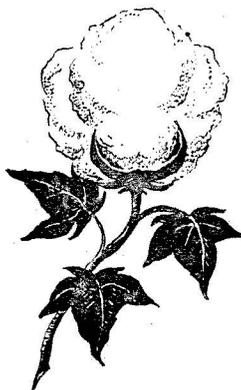


FIG. 235.—Fruto abierto del *algodonero*. Es una cápsula cuyas semillas, del tamaño de guisantes, están envueltas en una borra de fino pelo blanco encargada de diseminarlas mediante el viento. Esa borra es el algodón. En la figura se ve el conjunto de semillas sobre la cápsula abierta antes de ser dispersadas, formando a manera de un gigantesco copo de nieve.

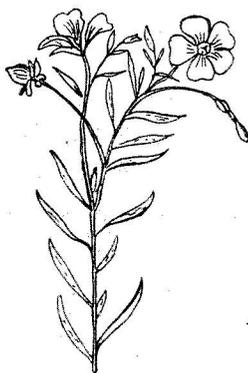


FIG. 236.—*Lino*, la planta textil de cultivo más antiguo y la más usada a través de los siglos. Para tejer las fibras obtenidas de sus tallos se usaba la *rueca*. De las semillas de esta hierba se obtiene un aceite (*aceite de linaza*), que se seca muy rápidamente en contacto con el aire (*aceite secante*), por lo que es utilizado en pintura (*pintura al óleo*).



FIG. 237.—*Cáñamo* hembra. En esta especie unos ejemplares llevan flores masculinas (con estambres, sin carpelos) y otros, como el de la figura, flores femeninas (con carpelos, sin estambres). Por consiguiente, estos últimos son los únicos que producen frutos. Las semillas de esos frutos son los *cañamones*, usados para la alimentación de los pájaros de jaula.

El *lino* (fig. 236) es una hierba eurasiática cultivada antes que ninguna otra como planta textil y *usadísima* a través de los siglos; pero, aunque sus tejidos son excelentes, no pueden competir en precio con los de algodón y ha perdido casi toda su importancia.

El *cáñamo* (fig. 237) procede de Asia Central y sus fibras se utilizan para fabricar tejidos bastos (lienzos, lonas) y, sobre todo, en cordelería.

En cuanto al *esparto*, es una hierba esteparia del Mediterráneo occidental, por lo mismo de mucha importancia en España, y se le emplea para los objetos de la industria a que da nombre (*espartería*) y ahora, además, para fabricar papel.



FIG. 238.—Tabaco.

**El tabaco.**—El tabaco (fig. 238) es una hierba americana de la misma familia que la patata, el tomate y el pimiento, y, como éstos, fué traída al Viejo Mundo por los españoles. Sus hojas desecadas y fermentadas son el *tabaco*. Se cultiva muchísimo en todos los países. Entre nosotros principalmente en Canarias, aunque hace mucho tiempo que perdió allí toda importancia; en cambio, se ha extendido bastante en la Península. Es notable que siendo tan perjudicial para la salud sea una de las plantas de mayor importancia económica del mundo.

**Plantas officinales.**—Muchas plantas producen sustancias que sirven como medicinas y se las califica por eso de *officinales* o *medicinales*. Sin em-



FIG. 239.—*Adormidera*, llamada así porque de ella se extrae el opio, que adormece.



FIG. 240.—*Quina*, nombre con que designaban a este árbol los indios del Perú, que ya le usaban contra las fiebres masticando su corteza.



FIG. 241.—*Digitalis* o *dedalera*, denominada así por la forma de sus flores.

bargo, la mayoría de esas sustancias pueden ser ya producidas también por el hombre en sus laboratorios y, por lo mismo, las plantas officinales tienen

cada día menos interés. Entre las especies que más importancia conservan pueden citarse:

La *adormidera* (fig. 239), amapola asiática cuyo látex desecado es el *opio*, del que se extrae la morfina, calmante del dolor.

La *quina* (fig. 240), árbol de los Andes de cuya corteza se extrae una sustancia denominada *quinina*, que se usa contra las fiebres, especialmente contra las del paludismo; y

La *digital* (fig. 241), hierba europea de cuyas hojas se extrae una sustancia llamada *digitalina*, que modera los latidos del corazón.

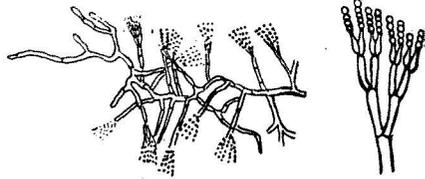


FIG. 242.—*Penicillium*, y a la derecha, detalle del mismo aumentado unas 500 veces.

Pero las plantas medicinales de verdadera importancia en la actualidad no son Fanerógamas, sino Criptógamas muy pequeñas, del grupo de los mohos y de las bacterias (microbios). Entre las primeras figura el ya famosísimo moho verde denominado *Penicillium* (fig. 242), del que se obtiene la *penicilina*; y entre las bacterias, el *Streptomyces*, productor de la *estreptomicina*. Naturalmente, estas plantas no se cultivan en tierra, sino en caldos especiales de los que se extraen luego las sustancias que producen.

### 3.—Las plantas parásitas

Lo mismo que los animales parásitos, un considerable número de plantas vive a expensas de otros seres vivos, perjudicándolos: *plantas parásitas*.

Entre las *Fanerógamas* son poco frecuentes. Hay malas hierbas, como la *amapola*, la *neguilla* y la *cizaña*, que se instalan en los sembrados y disputan a las especies cultivadas el alimento del suelo: son perjudiciales, mas no parásitas. Pero existen otras que, no conformándose con esto, empalman sus raíces con las de las plantas cultivadas y les roban la savia: son parásitas y muy dañinas; de las peores, el *espárrago de lobo*, tan acomodado a esta manera de vivir que sus semillas no germinan sino cuando están en contacto con las raíces de la planta nodriza. Constituye con él un verdadero azote para los sembrados la *cuscuta*, que sustrae la savia del tallo del patrón, arrollándose a él y clavando chupadores en todos los puntos de contacto.

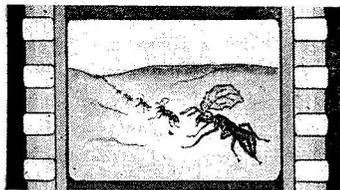
Pero las más importantes especies parásitas no son *Fanerógamas*, sino *Criptógamas* de los dos grupos microbianos ya citados: *mohos* y *bacterias*.



FIG. 243.—Bacteria o bacilo de la tuberculosis (los bastoncitos o filamentos), aumentado 600 veces.

Los primeros viven de preferencia sobre otras plantas y producen en ellas funestas enfermedades (la de la tinta del castaño, por ej., pág. 109). Las bacterias parasitan principalmente a los animales y al hombre y son los agentes de las enfermedades más graves: tuberculosis (fig. 243), tifus, etcétera.

Véase cómo entre los Microbios, al lado de las especies más benéficas para la Humanidad (*Penicillium* y *Streptomyces*; citados en la página precedente, y otros muchos, benéficos por otros conceptos), figuran también las especies más funestas, como detallaremos en otros cursos.



## E R R A T A S

---

| Página | Línea | Fig. | Dice                       | Debe decir                      |
|--------|-------|------|----------------------------|---------------------------------|
| 11     | 2     |      | compuestos del carbono     | compuestos de carbono           |
| 11     | — 13  |      | abajo                      | debajo                          |
| 24     | — 3   |      | desprende                  | desprenden                      |
| 35     |       | 39   | y de mares                 | y los mares                     |
| 54     | — 3   |      | zíngulo                    | <i>zíngulo</i> o <i>cíngulo</i> |
| 55     | 12    |      | zíngulo                    | — —                             |
| 56     | 1     |      | dente                      | diente                          |
| 66     | — 4   |      | librando                   | liberando                       |
| 68     | 3     |      | recogieron                 | recogieran                      |
| 69     | — 7   |      | del cruce del perro y lobo | del cruce de perro y lobo       |
| 70     | 4     |      | para lo que es             | para lo que está                |
| 80     | — 1   |      | que puedan criar           | que pueda criar                 |
| 83     |       | 144  | <i>set-set</i>             | <i>tsé-tsé</i>                  |
| 83     | — 3   |      | <i>set-set</i>             | <i>tsé-tsé</i>                  |
| 88     | — 2   |      | <i>set-set</i>             | <i>tsé-tsé</i>                  |
| 113    | 17    |      | albaricoque                | albaricoquero                   |
| 113    | 17    |      | melocotón                  | melocotonero                    |
| 114    |       | 204  | albaricoque                | albaricoquero                   |
| 114    |       | 205  | melocotón                  | melocotonero                    |
| 117    | 4     |      | la América Central         | América Central                 |
| 127    | 16    |      | Entre las primeras         | Entre los primeros              |
| 127    | — 5   |      | les roban                  | las roban                       |



**Precio: 30 ptas.**