

*C. ARÉVALO*

*PRINCIPIOS DE  
HISTORIA NATURAL*

*PROBLEMAS DEL ESTUDIO DE LA VIDA*



EROS

23

o

X

B FACN

30





**PRINCIPIOS DE HISTORIA NATURAL**

T23/23

T.23/23

PRINCIPIOS  
DE  
HISTORIA NATURAL

---

PROBLEMAS GENERALES  
DEL ESTUDIO DE LA VIDA

POR

CELSO ARÉVALO CARRETERO

CATEDRÁTICO EN EL INSTITUTO DEL CARDENAL CISNEROS  
JEFE DE LA SECCIÓN DE HIDROBIOLOGÍA EN EL MUSEO  
NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES



MADRID  
1927

Obj - 924

---

imp. de A. Marzo.—San Hermenegildo, 52 dnydo

## PRÓLOGO

El presente libro espero podrá ser de utilidad para la preparación de mi programa del nuevo curso de Historia Natural, creado para los niños del Bachillerato elemental.

Bien que haya procurado escribir un libro sencillo, aunque moderno, he huído de emplear un lenguaje añinado, como es frecuente en los libros destinados a alumnos jóvenes, pues en esta edad los escolares están tan necesitados de adquirir ideas, como vocabulario para expresarlas, y los libros escritos en este tono desvirtúan la ciencia y no forman al niño para proseguir su estudio, haciéndome el mismo efecto que esos padres que hablan a sus hijos con los mismos balbuceos que ellos emplean en la época de adquisición del lenguaje.

Muchos de los grabados de este libro están tomados de mis obras de enseñanza; pero, entre los nuevos, se han utilizado varios de los más distinguidos dibujantes naturalistas españoles; citemos entre ellos las figuras 7, 22, 24, 25 y 95, de doña Luisa de la Vega; la 68, tomada del profesor Nonidez; 46, 108 y 109, del profesor Rioja Lo Bianco; 4, 9, 53, 54, 61, 65, 66, 82 y 86 a 92, de D. Santiago Simón, que tanto viene distinguiéndose en la ilustración de mis investigaciones hidrobiológicas, y doña Carmen Simón; 3, 52 y 62, de D. Santiago Graner, y 106, de D. Serapio Martínez.

Si este libro fuese de utilidad para la divulgación de las Ciencias Naturales en nuestro país, donde tan poco predicamento tienen aún estos estudios, el autor se sentiría satisfecho de haberlo escrito.





## CAPÍTULO PRIMERO

**La individualidad; regeneración y polaridad.**—La materia viva se ofrece a nuestra vista como formando *individuos*; es decir: seres que parecen bastarse a sí mismos, y que necesitan su integridad para seguir viviendo. Es a esta última propiedad, la de no poder ser divididos, a la que alude la denominación de individuo. Un análisis más detenido de la cuestión nos demostrará que la definición de individualidad no puede tomarse como absoluta, porque, además de existir, como vamos a ver, grados diversos de ella, los seres pueden sobrevivir a mutilaciones más o menos importantes, y, con frecuencia, son capaces de completarse, fenómeno conocido con el nombre de *regeneración*. Puede hasta ocurrir que no sólo el ser mutilado recobre la parte destacada, sino que ésta, a su vez, regenere un ser completo, hasta el punto de que a esto se reduce en esencia esa función prodigiosa, tan propia de los seres vivos, llamada *generación* o propiedad de originar seres semejantes a ellos, y que, en síntesis, no es otra cosa que la regeneración de un nuevo individuo a expensas de una parte espontáneamente segregada de otro preexistente (*generación asexual*) o de la fusión de dos partes elementales separadas de individuos semejantes, cuando no del mismo (*generación sexual*).

En realidad, los individuos vivientes que nosotros observamos son una asociación de pequeños individuos, llamados *células*, cuya existencia ha sido advertida gracias al empleo de un precioso aparato para la visión amplificante, llamado *microscopio* (fig. 1), pues, dada su pequeñez, pasan desapercibidas a la simple vista. Como hasta el presente, al menos,

la célula se nos presenta como la unidad viviente, ya que existen seres formados por una sola célula (desde luego sólo estudiables mediante el microscopio por su pequeño tamaño), ésta constituye para nosotros la individualidad de primer orden.

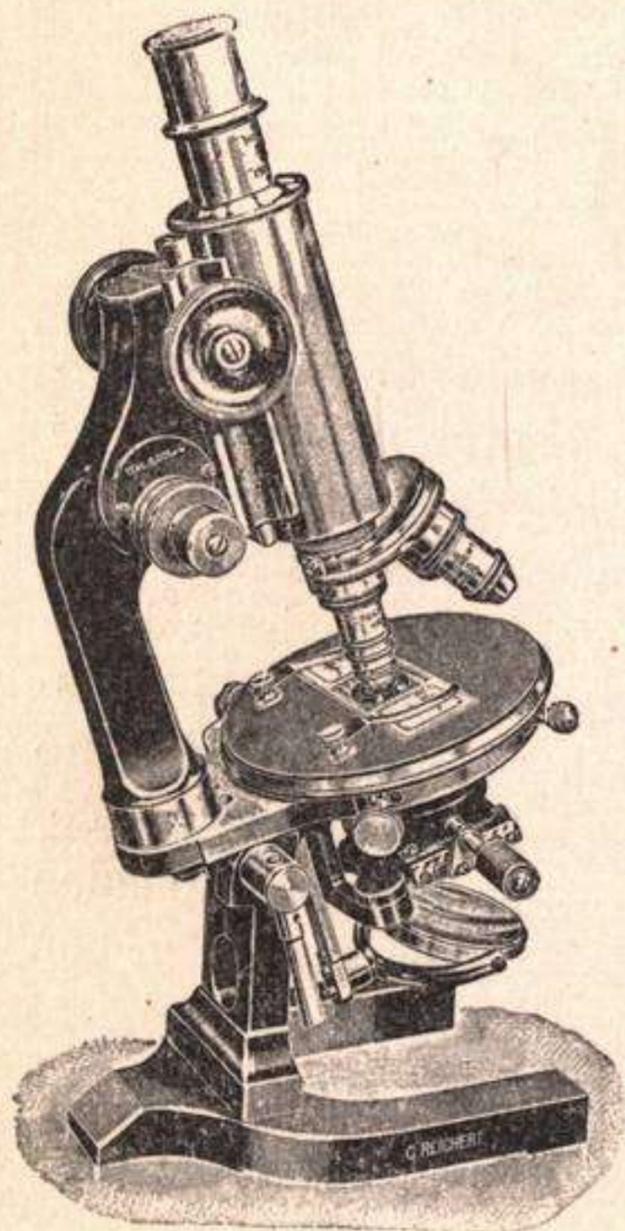


Fig. 1.—El microscopio, precioso instrumento, que llamó Michelet el sexto sentido del hombre, nos ha permitido ver las individualidades primarias de los seres vivos, que son las células.

Los seres que observamos, las hierbas, los árboles, los pájaros, los insectos, etc., y nosotros mismos, no son otra cosa que congregaciones de células. Estos individuos de segundo orden pueden, a su vez, presentarse asociados, a veces de modo tan íntimo, que constituyen lo que en Biología se llama una *colonia*, en la cual, los distintos organismos han ido surgiendo por proliferación de un fundador, y por no llegar a separarse mantienen entre sí íntimas relaciones. Tales cenobios constituyen un tercer orden de individualidad. En el coral (fig. 2), los individuos de segundo orden, llamados pólipos (a su vez constituidos por individuos primarios o células, como puede comprobarse mediante la observación micros-

cópica), están en tan estrecha relación que se mantienen sujetos por comunicaciones tubuliformes (protegidas en el interior de una masa pétreo, que es la parte esquelética utilizada como precioso material de joyería), enlazando sus cavidades digestivas, lo cual permite el intercambio alimenticio entre los pólipos, con lo que los colocados en situación desfavorable para la adquisición del alimento lo reciben de los sobrealimentados. Esta solidaridad comunal hace de la

colonia una verdadera individualidad. Aun en el caso de seres que vagan sueltos, la individualidad no es nunca absoluta. Muchos son sociables, y su solidaridad tan necesaria como a los pólipos del coral; así, aun cuando las avispas se muevan aisladamente, pareciendo disfrutar de una gran individualidad, su asociación es tan necesaria que, una de ellas aislada de las demás y puesta en condiciones de no poder reunirse a sus compañeras, muere indefectiblemente. El avispero (figura 3) constituye, pues, una individualidad de tercer orden, constituida lo mismo que, a su vez, sus individuos, de segundo orden, de individualidades asociadas solidariamente y de los productos de su actividad.



Fig. 2.—Un fragmento del polípero del coral mostrando los pólipos cenobitas, como ejemplo de colonia.

En el ejemplo de la avispa la asociación es de carácter familiar, ya que todos los individuos reunidos proceden de la misma madre, la llamada reina, que en la primavera, después de pasar el invierno aletargada, funda la colonia.

En ocasiones los individuos asociados no están unidos por el vínculo del parentesco; así las cigüeñas, antes de emprender su viaje de regreso del veraneo hacia los países cálidos, se reúnen en grandes bandadas de conterráneas, que hacen el viaje juntas, y tal asociación en bandadas parece indispensable para los fines emigratorios. Muchos ejemplos pueden citarse de animales con hábitos gregarios; así los *osos marinos*, especies de focas que viven en el mar de Bering, se reúnen en la isla de Pribylow, cerca de la costa de

Alaska, en la época del celo, en cantidades tan enormes, que los buscadores de pieles no mataban menos de 100.000 ejemplares al año, y todavía, a pesar de las grandes carnicerías que de ellos se han hecho y a beneficio de algunas leyes restrictivas que se han promulgado para evitar su exterminación, se siguen reuniendo grandes manadas, cuya presencia se advierte desde lejos por los rugidos insólitos que dan los

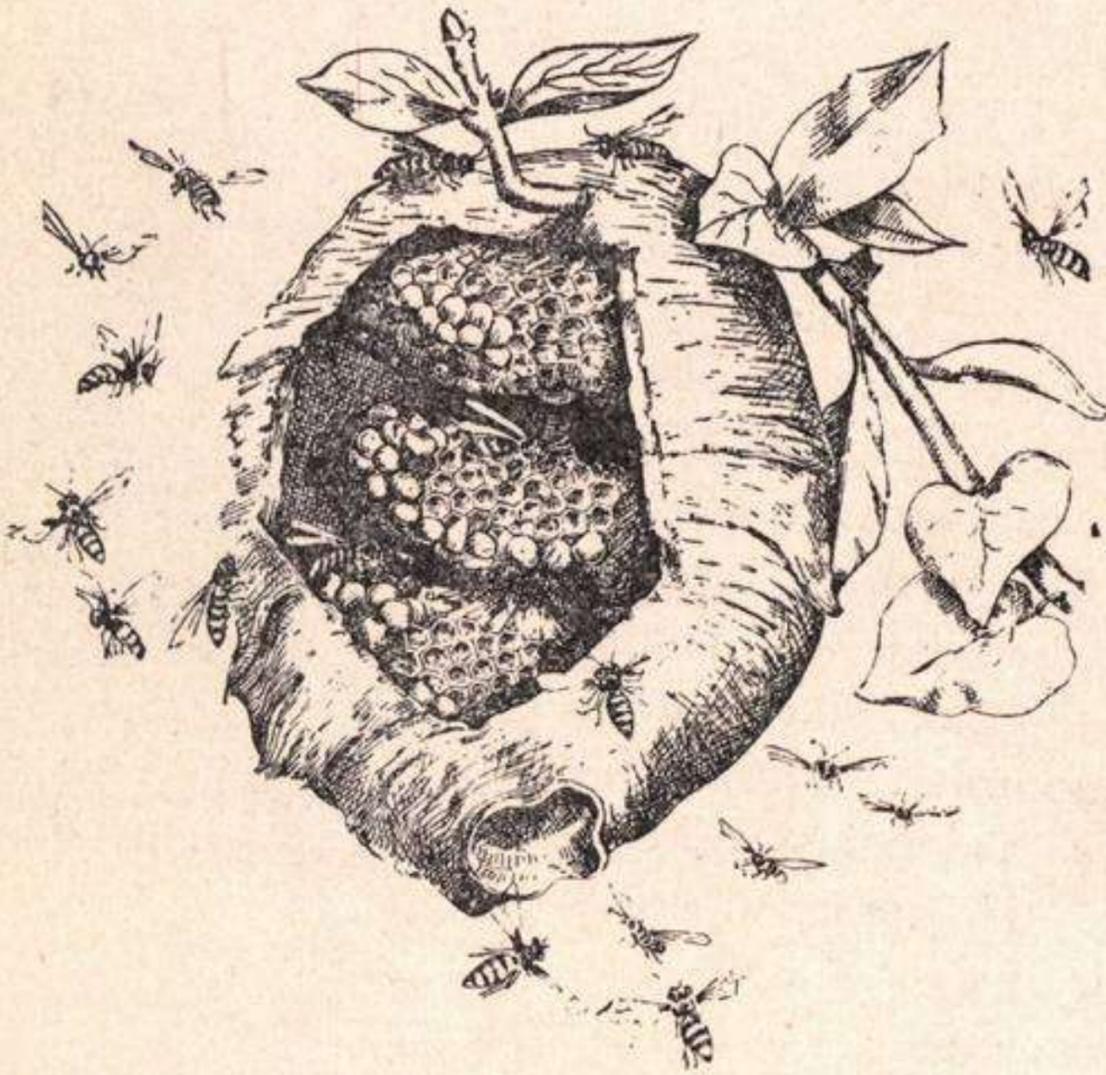


Fig. 3.—Avispero cortado para ver en su interior los panales en cuyas celdas se crían las larvas.

machos y por el hedor que se desprende de tales hacina-  
mientos.

Entre las aves se pueden citar las enormes acumulaciones de palmípedas que se reúnen en los acantilados de los mares polares, de aves marinas en las islas de guano, de flamencos en las marismas en que anidan, etc. Citemos, para apuntar algún ejemplo entre los animales marinos, los bancos enormes de algunos peces sociables, como el bacalao, el atún, la sardina, etc.; este último, por ejemplo, se muestra a su

vez en consonancia con acúmulos de seres microscópicos en cantidades tan enormes que llegan a teñir de rojo las aguas del mar (*purga de mar* de nuestros pescadores gallegos) y a comunicarle una luminiscencia, resultado de ser individualmente fosforescentes, de modo, que la débil luz que desprende el mar en ciertas noches es la resultante de un número incalculable de invisibles y tenues lamparitas vivientes que en él flotan.

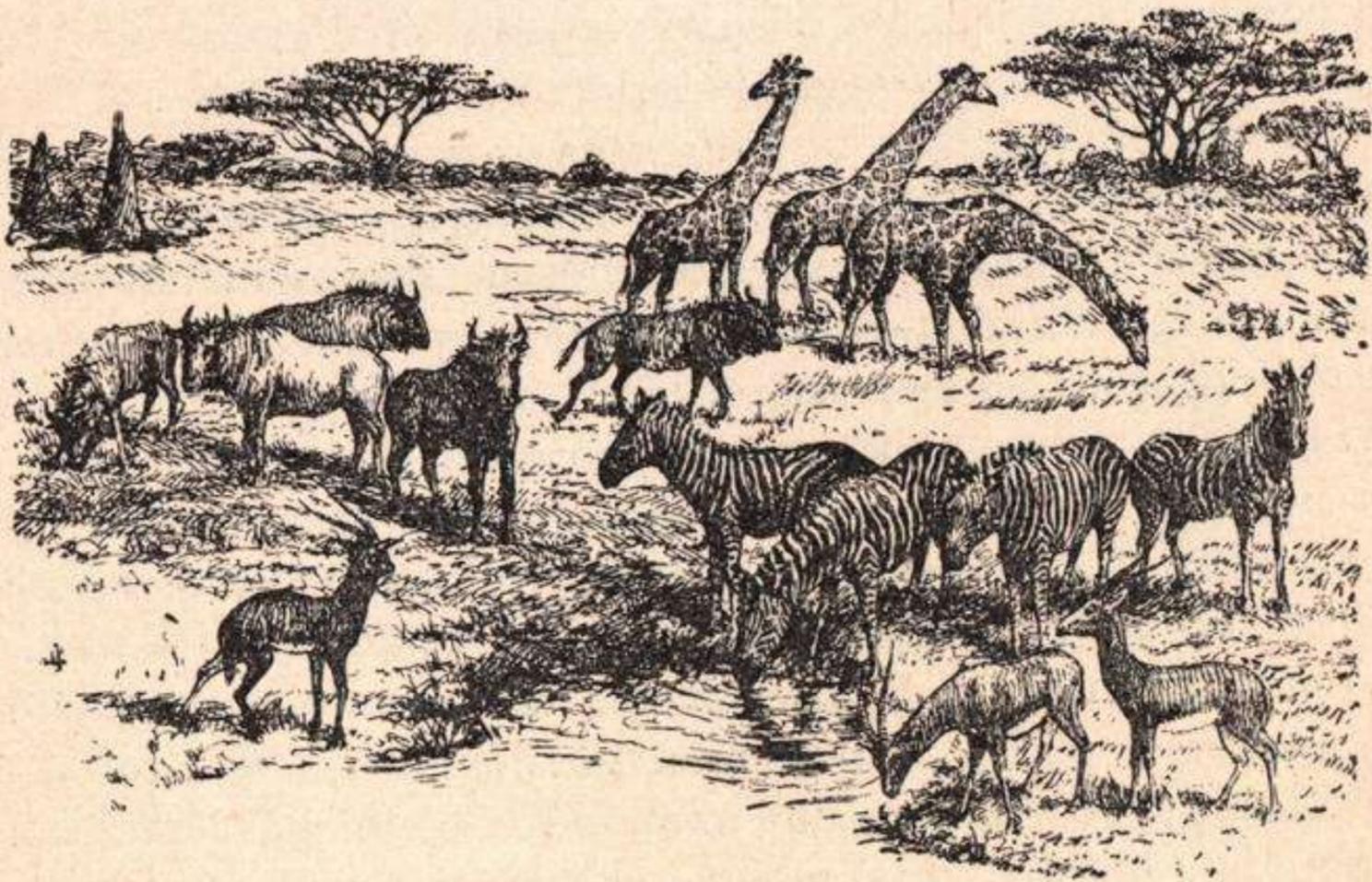


Fig. 4. Rebaños de caza mayor en las sabanas africanas, constituídos por varias especies, que parecen asociarse voluntariamente y ser útiles entre sí.

Por último, de asociaciones vegetales nos dan buen ejemplo los bosques constituídos por la repetición de una especie: los pinares, por ejemplo.

No es raro que la asociación se verifique entre individuos de distintas especies; así una pradera resulta de la asociación de un determinado número de especies herbáceas, y para citar un ejemplo del reino animal, mencionemos los rebaños de herbívoros que en las sabanas africanas se observan, compuestos de antílopes, cebras, búfalos y jirafas (fig. 4), cuya

asociación, por ser beneficiosa para todos, parece como si fuese resultado de un acuerdo tácito.

A continuación se resumen las clases de individualidades:

Individualidades: { De primer orden. Células.  
De segundo . . . . Organismos.  
De tercero . . . . Colonias y Sociedades.

Agreguemos, por último, que las individualidades de primero y segundo orden, más o menos independientes, así como las colonias y sociedades mismas, no son sino elementos de una individualidad de grado superior, que es el medio.

La individualidad de los diferentes órdenes no es un carácter absoluto como ya indicábamos, y aun los que se ofrecen más refractarios a seguir viviendo después de fragmentados presentan la divisibilidad espontánea de la reproducción. Así en las individualidades de tercer orden los lazos que unen a los individuos de la comunidad pueden ser más o menos fuertes. En ciertos casos son tan débiles que el individuo recobra fácilmente su independencia y la mantiene sin gran mengua; pero en otros, por el contrario, son tan firmes que el individuo no puede vivir, o lo ha de hacer muy precariamente sin la asociación, y sin embargo, aun en ellos hay la escisión espontánea generativa; así una abeja de las colmenas está tan adaptada a la vida social que no podría vivir sola, y por tanto, la colmena se nos presenta como una unidad indivisible; pero al nacimiento de una nueva reina la colmena se escinde por emigración de una de las dos reinas, seguida del enjambre de sus secuaces para fundar una nueva colonia. Tal es el procedimiento normal de multiplicación de las colmenas.

De la misma manera la individualidad en los organismos puede ser tan poco manifiesta, que una lombriz puede ser partida en lonchas y cada una de ellas, por un procedimiento regenerativo, dar una lombriz completa; un árbol puede ser podado, y las ramas cortadas clavadas en tierra podrán regenerar sendos árboles; pero en los seres muy especializados no es posible hacer vivir una parte separada del resto, y, sin

embargo, en un cierto momento una célula destacada, ya por sí, ya unida a otra, originará un nuevo organismo.

De la misma manera hemos de ver que es la partición el procedimiento normal de multiplicación de la individualidad celular (fig. 5), y, por tanto, en realidad la individualidad, lejos de ser indivisible, como parece a primera vista, es en realidad por esencia divisible.

El estudio de la regeneración de partes, espontánea o experimentalmente, destacadas de los organismos nos muestra modalidades muy interesantes de este fenómeno. Muy frecuentemente los seres se desembarazan espontáneamente de partes muertas que regeneran; así las serpientes, los cangrejos y los insectos jóvenes se desprenden de la envuelta superficial vieja, que se queda estrecha por razón del crecimiento del animal; las aves y los mamíferos mudan la pluma y el pelo, respectivamente, al cambio de estación; como los árboles de follaje caduco de hoja cuando se marchita por efecto del frío. Otras veces la pérdida de órganos se verifica por consunción, como es el caso de la cola de los renacuajos (figura 6), que se va reduciendo durante su metamorfosis en rana; este fenómeno recibe el nombre particular de *atrofia* y no es seguido de regeneración.

Ciertos seres pueden desprenderse espontáneamente de miembros cuando son inquietados; así las arañas pueden destacar sus patas, fenómeno llamado *autonomía*, generalmente seguido de regeneración; las holoturias expulsan las vísceras por la boca, que vuelven a regenerar, y en las estrellas de mar, cuando se las sujeta por uno de sus brazos, se desprenden de él, y no sólo lo regeneran, sino que el brazo a su vez regenera una nueva estrella.

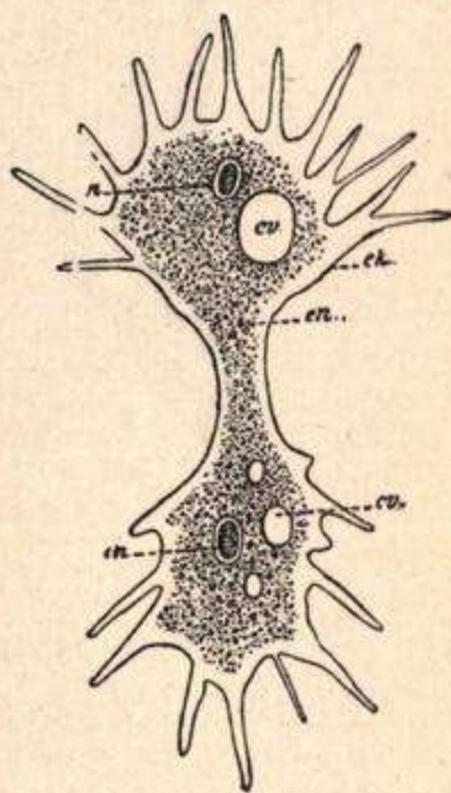


Fig. 5. Ser unicelular partiéndose espontáneamente para originar dos individuos independientes.

Los cangrejos, llamados en Cádiz bocas de la isla (figura 7), presentan una notable asimetría de las dos pinzas de sus patas anteriores, y cuando se los sujeta por la pinza grande saben sacrificarla para escapar, y si bien la regeneran, la que adquiere ahora gran desarrollo es la pinza contraria indemne, y si se mutila, la asimetría vuelve a la condi-

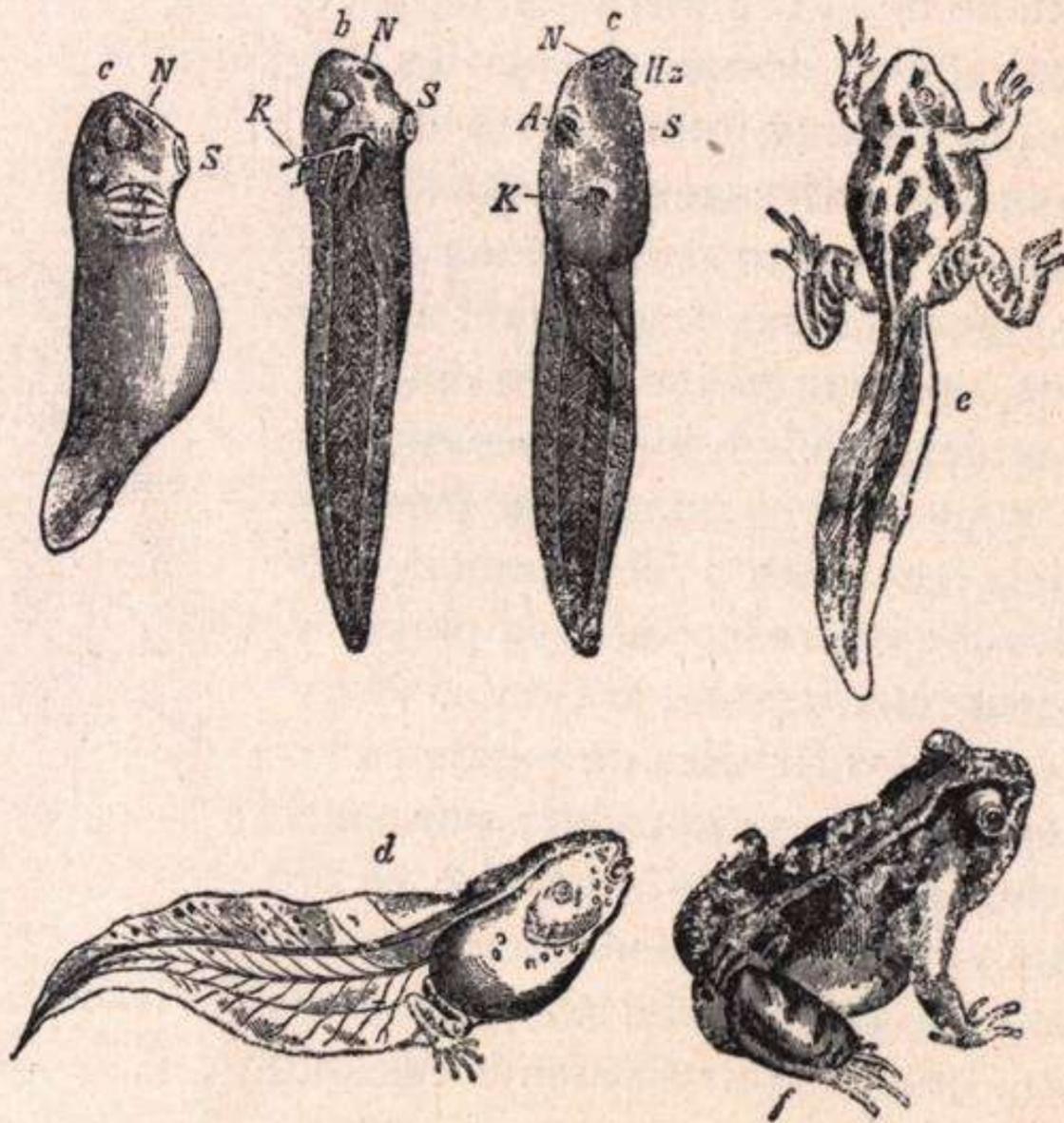


Fig. 6.—Desenvolvimiento de la rana desde su nacimiento en forma de renacuajo hasta el adulto; obsérvese la atrofia gradual de la cola, mientras las patas se desarrollan progresivamente.

ción primera; tales particularidades son aprovechadas por los pescadores gaditanos de estos animales, que sólo recolectan pinzas, que es la parte más comestible, dejando a los animales para que regeneren nuevas *quelas*.

La regeneración de partes perdidas se hace de una manera más o menos defectuosa, lo que se presta a la obtención

artificial de monstruosidades; así, en ciertos cangrejos, la estirpación del ojo con su pedúnculo provoca la regeneración

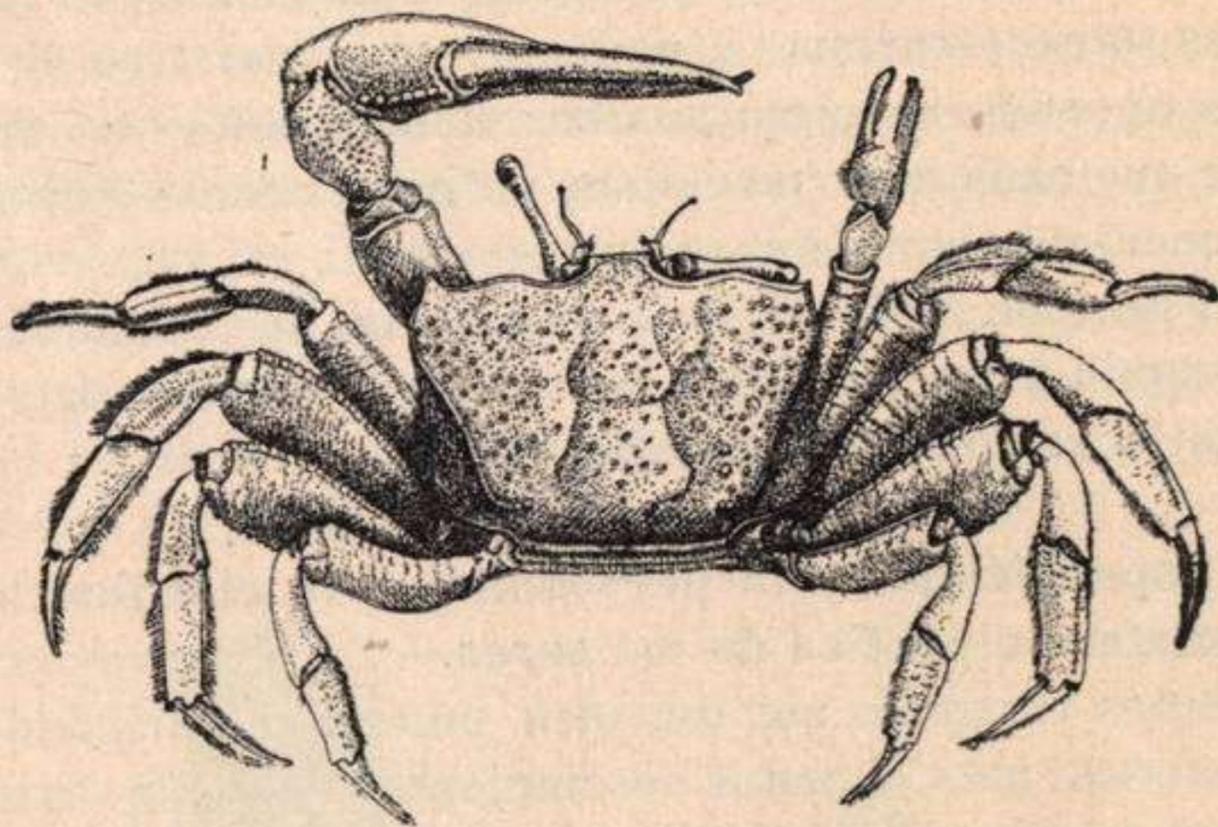


Fig. 7. —Cangrejo gaditano, llamado bocas de la isla, que ofrece en las dos primeras patas una gran asimetría de sus pinzas, que pueden regenerarlas cuando se le arrancan. Obsérvese la gran longitud de los pedúnculos oculares.

de un apéndice en forma de antena, y en ciertos insectos se ha conseguido arrancando una antena que se forme por regeneración una pata en el sitio de la amputación. La regeneración, en suma, es una proliferación que origina un órgano en lugar del desaparecido, del cual puede diferir muy ostensiblemente.

El fraccionamiento experimental de los organismos ha conducido a poner de manifiesto la curiosa propiedad de ellos, llamada *polaridad*. Si se corta un fragmento transverso de una planaria gusano, cuyo aspecto puede verse en la figura 8, regenera el animal de forma que el borde anterior *a b* pro-

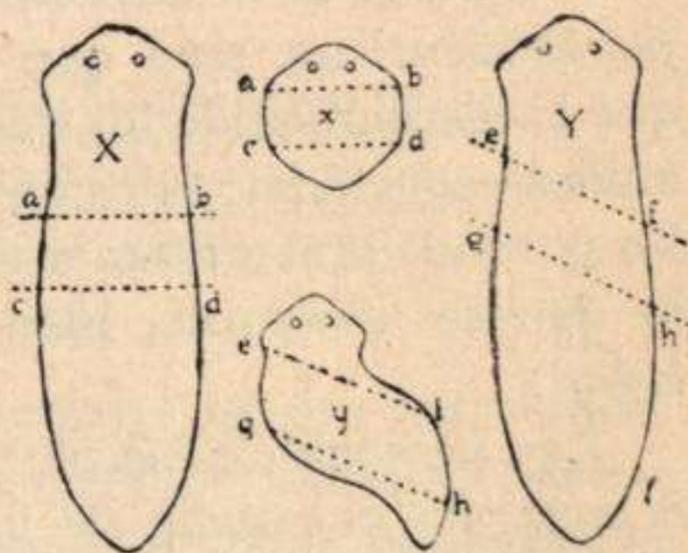


Fig. 8. —Experiencias de Morgan sobre la regeneración en las planarias, pequeños gusanos que viven en el agua dulce.

duce el extremo cefálico, mientras el posterior *c d* el caudal. De la misma manera, una rama de chopo dará ramas en su parte distal y raíces en el proximal. Sin entrar en grandes detalles sobre este asunto, podemos observar que los organismos se conducen como una barra imantada rota en pedazos, en que cada uno viene a ser un imán con los polos orientados como estaban en el imán completo.

Si la sección de la planaria es oblicua, la cabeza se forma en el ángulo avanzado, pero con una asimetría que conduce a la rectificación del animal (fig. 8).

**La especificidad y la personalidad; la clasificación y la nomenclatura científica de los seres.**—La observación de los organismos vivientes nos muestra una gran variedad de organizaciones más o menos desemejantes; pero la existencia de una determinada conformación implica la de otras muy análogas, entre las cuales se verifica la reproducción sexual. El conjunto de seres de una analogía manifiesta, y entre los cuales se opera la reproducción que conduce al nacimiento de formas de la misma conformación, constituye lo que se llama una *especie*.

Los seres de la misma especie, aunque análogos, no son jamás idénticos, sino que cada uno ofrece particularidades que lo distinguen de los demás, dentro de los caracteres comunes específicos; tales caracteres se denominan individuales porque caracterizan a un determinado individuo y definen lo que se denomina, bien que impropiamente, su *personalidad*.

Las personalidades parece no poder fundirse, como nos demostrará el estudio de la herencia y como ponen de manifiesto algunas experiencias, mediante las cuales se ha conseguido en ciertos seres formados de una célula, mutilarlos, observándose que los fragmentos procedentes de la misma célula podían soldarse de nuevo, mas no los que derivaban de células distintas.

Aun cuando se ha conseguido mediante *transplantacio-*

nes de órganos de un ser a otro y de *injertos* hacer vivir, constituyendo un solo organismo, seres no sólo diferentes, sino hasta pertenecientes a distinta especie (fig. 9), ambas guardan su independencia aun influyéndose mutuamente, y en el caso de ciertas plantas en que se han logrado ramas intermedias entre las dos especies asociadas, coexisten con otras retrogradadas a las dos especies constitutivas; en estas *quimeras*, que así se denominan, se ha visto que los individuos celulares no ofrecen fusionados los caracteres de ambas especies, sino que pertenecen a la una o a la otra, por lo que no de-

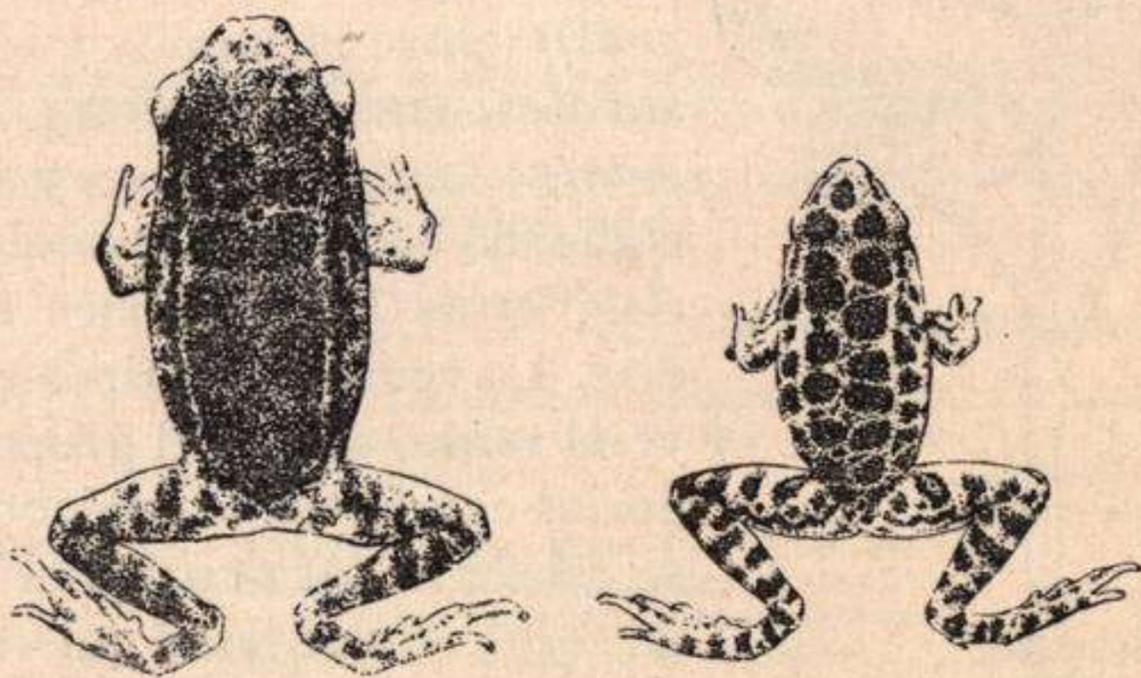


Fig. 9.—La rana de la izquierda se ha obtenido de una larva de una especie de rana como la representada a la derecha, que fué decapitada, e injerta la cabeza de un ejemplar de otra especie. El animal se desarrolló viviendo ciento cuarenta y tres días, de los cuales diecisiete ya adulto.

ben mirarse tales quimeras como fusiones de dos individuos, sino como asociaciones de individualidades celulares de dos especies (fig. 10). El caso más interesante de estas quimeras es el de algunas leguminosas arbustivas, en las que coexistiendo con ramas de flores intermedias, hay flores de las dos especies asociadas. También son interesantes a este respecto los estudios de *Biozonosis* o soldadura de individuos diferentes, ya natural o artificial.

Ciertas especies son muy análogas y hasta pueden llegar a reproducirse los individuos de una con los de otra; así, por

ejemplo, ocurre con los solípedos (caballo, asno, cebra, etc.). Sin entrar ahora en el estudio de la hibridación, nos limitaremos a consignar que con tales especies próximas se forma un grupo de superior categoría: el *género*. La reunión de géneros análogos constituye la *familia*; la de familias, el *orden*; la de

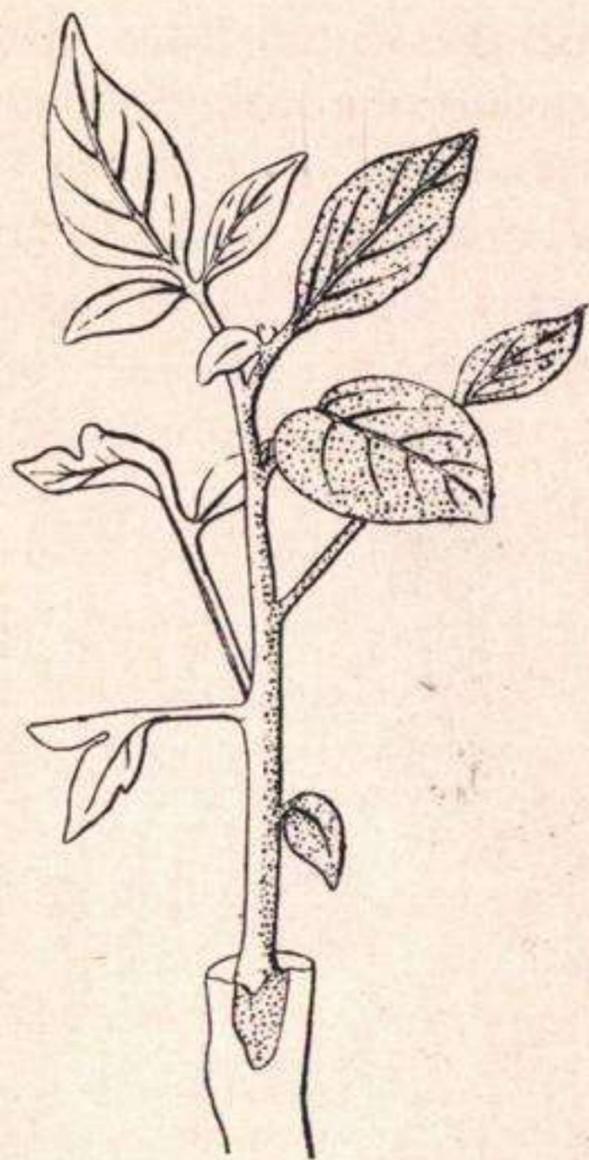


Fig. 10. Quimera de tomate y hierba mora. La rama lleva a la derecha hojas de tomatara, y a la izquierda de la segunda, mostrando que ambos individuos de especies próximas, aunque parecen fusionados, guardan su independencia y, por tanto, su personalidad.

órdenes, la *clase*, y la de clases el *tipo*. Para las asociaciones de valor intermedio se emplean las palabras *subgénero* (intermediario entre la especie y el género); *subfamilia* (entre el género y la familia); *suborden* (entre la familia y el orden); *subclase* (entre el orden y la clase); *subtipo* (entre la clase y el tipo), pudiendo emplearse, cuando es preciso, otras agrupaciones intermedias. La reunión de tipos constituye el *reino*, que es el grupo de superior categoría. La palabra *grupo* se conserva para cualquier reunión de seres en que no se quiera expresar su categoría. El conjunto ordenado de todos estos grupos constituye la clasificación de los seres, cuyo establecimiento es el objeto de la parte de la Historia Natural que se denomina la *taxonomía*.

Se llama *glosología* a la ciencia que da reglas para la denominación de los seres. Para las especies vivientes se utiliza la llamada no-

menclatura binaria, ideada por el famoso naturalista sueco Linneo (1707-78), que consiste en designarlas por el nombre genérico en latín o latinizado seguido del nombre específico, que es un adjetivo o un sustantivo en genitivo o en aposición (en todo caso un determinativo). Así, las diferentes especies

vivientes de solípedos, todos pertenecientes al género *Equus*, se designan: *Equus caballus*, el caballo; *E. asinus*, el asno; *E. hemionus*, el hemion; *E. onager*, el onagro; *E. cebra*, la cebrá montés; *E. quagga*, la cebrá cuaga; *E. Grevgi*, la cebrá real; *E. Przovalskii*, el tarpán o caballo salvaje de Mongolia.

La clasificación en grandes grupos de los seres se expone a continuación, junto con los más importantes caracteres que les distinguen; sobre ellos hemos de insistir más adelante:

## PLANTAS

Seres sin movimientos espontáneos, en general de color verde por poseer una sustancia característica, la clorofila; que absorben el alimento disuelto.

- |             |   |   |  |
|-------------|---|---|--|
| TALOFITAS   | Plantas formadas exclusivamente de células, sin tallos ni hojas, sin raíces ni flores y, por tanto, sin semillas . . . . .                            | } | Sin clorofila . Algas.<br>Con clorofila. Hongos. |
| BRIOFITAS   | Plantas exclusivamente celulares, con tallos y hojas, sin raíces ni flores y, por tanto, sin semillas . . . . .                                       |   | Musgos.  |
| TERIDOFITAS | Plantas que, además de células normales, poseen otras transformadas en fibras y vasos. Con raíces, tallos y hojas, pero sin flores ni semillas. . . . |   | Helechos.  |
| FANEROGAMAS | Plantas fibrovasculares, con raíces, tallos, hojas, flores y semillas. . . . .  |   | Hierbas v Arboles                                |

## ANIMALES

Seres con movimientos espontáneos, aunque a veces son fijos. Sin clorofila, que capturan alimento orgánico y que digieren antes de absorberlo.

- |   |             |
|---|-------------|
| ⊕ Unicelulares, o sea formados de una sola célula. . . . .  | PROTOZOOS   |
| ⊕ Pluricelulares, o constituidos por la asociación de células.  |             |
| ▲ Cuerpo en forma de saco con una cavidad interna en comunicación con el exterior por un solo orificio. . | CELENTÉREOS |
| ▲ Cavidad digestiva en comunicación con el exterior por dos orificios opuestos.                           |             |
- |   |   |
|---|---|
| } | <p><i>Eponjas.</i><br/>Superficie perforada por multitud de poros que conducen el agua a la cavidad interior.</p> <p><i>Corales y medusas.</i><br/>Superficie no perforada por poros. Orificio digestivo rodeado de tentáculos.</p> |
|---|---|

- |  |  |
|--|--|
| □ Forma estrellada, o al menos radiada . . . . . EQUINODERMOS  | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Estrellas de mar.</i><br/>Forma estrellada.</li> <li><i>Erizos de mar.</i><br/>Globulosa, erizados de espinas.</li> <li><i>Holoturias.</i><br/>Cuerpo alargado, sin espinas, con tentáculos bucales.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Forma bilateral.</li> <li>✱ Seres en general alargados y blandos . . . . . GUSANOS</li> <li>✱ Seres con esqueleto.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Tenias.</i><br/>Gusanos planos.</li> <li><i>Lombrices.</i><br/>Gusanos cilíndricos.</li> </ul>   |
| ♣ Esqueleto externo consistente en una concha caliza, que rara vez falta . . . . . MOLUSCOS  | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Bivalvos o almejas.</i><br/>Concha de dos piezas articuladas.</li> <li><i>Univalvos o caracoles.</i><br/>Concha de una pieza, en general arrollada.</li> <li><i>Cefalópodos o pulpos.</i><br/>Sin concha frecuentemente, y con brazos provistos de ventosas.</li> </ul>  |
| ♣ Esqueleto quitinoso externo, patas articuladas. ARTRÓPODOS   | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Crustáceos o cangrejos.</i><br/>Respiración acuática.</li> <li><i>Miriápodos o ciempiés.</i><br/>Respiración aérea. Muchos pares de patas.</li> <li><i>Insectos</i> (escarabajos, mariposas, moscas, etc.)<br/>Respiración aérea. Tres pares de patas.</li> <li><i>Arácnidos</i> (arañas, etc.)<br/>Respiración aérea. Cuatro pares de patas.</li> </ul>   |
| ♣ Esqueleto interno óseo . . . . . VERTEBRADOS   | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Peces.</i><br/>Respiración acuática toda la vida. Miembros en aletas.</li> <li><i>Batracios</i> (ranas, salamandras, etc.)<br/>Respiración acuática en la edad joven. Miembros en patas.</li> <li><i>Reptiles</i> (lagartos, serpientes, tortugas, cocodrilos)<br/>Respiración aérea. Cuerpo escamoso.</li> <li><i>Aves.</i><br/>Respiración aérea. Cuerpo con plumas.</li> <li><i>Mamíferos</i> (cuadrúpedos, ballenas, murciélagos, monos, hombre).<br/>Respiración aérea. Con pelos.</li> </ul> |

## CAPÍTULO II

**La constitución celular de los seres.**—Como ya hemos indicado, la investigación de los seres mediante el microscopio ha demostrado que todos los organismos vivientes están formados por la asociación de unidades, también vivientes, llamadas células. En virtud de esta concepción, los seres vivos se imaginan como una colonia de individuos vivientes elementales, asociados de forma que sus actividades están armónicamente coordinadas para asegurar la vida de la colectividad.

Cada una de estas células (fig. 11) consta, en esencia, de una compleja masa flúida, llamada *protoplasma*, que aloja en su interior un cuerpo vesiculoso en general, el *núcleo*, que contiene en su interior una sustancia especial que, por teñirse fuertemente con ciertos colorantes, se ha denominado *cromatina*.

Muy frecuentemente, las células, que están envueltas por una fina y flexible membrana, la refuerzan con productos de desecho, formando una gruesa cápsula de secreción, dentro de la cual vive encerrada la célula más a cubierto de las ac-

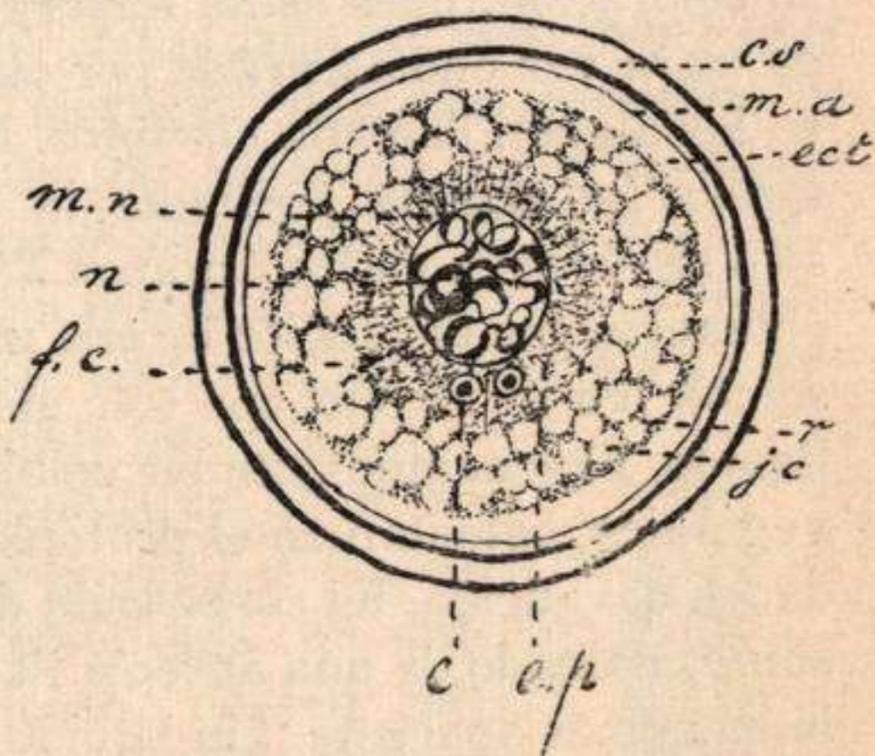


Fig. 11. — Célula aislada, mostrando su protoplasma, su núcleo y su cápsula de secreción, *c s*; *f c*, filamento cromático; *c*, centrosoma en estado de división; *j c*, vacuolas de jugo celular.

ciones exteriores y que define su forma, que puede ser redondeada, poliédrica, asterioforme, etc. En las plantas, esta cápsula es de una sustancia característica de ellas: la *celulosa*, de la misma naturaleza que el papel, que ha de fabricarse por eso con sustancias vegetales. Es a esta coraza a la que se debe que el protoplasma vegetal quede más incomunicado de los estímulos exteriores y no desenvuelva las aptitudes sensitivas y locomotivas, que tan alto grado de perfección alcanzan en los animales. El protoplasma puede contener diferentes clases de corpúsculos, y, entre ellos, son particularmente interesantes los que existen en los tejidos verdes de los vegetales, llamados *cromatóforos*, y a los cuales deben su coloración, pues están impregnados de una sustancia verde (rara vez enmascarada por otra coloración, como ocurre en las algas), llamada *clorófila*. Esta sustancia sólo la pueden formar las plantas mediante la acción de la luz, y por eso sólo se observa en los órganos aéreos de las plantas, y puede obtenerse una disolución de ella utilizando la propiedad de ser soluble en el alcohol con sólo macerar hojas verdes en dicho líquido. Frecuentemente las células, lo mismo animales que vegetales, ostentan en el protoplasma, pero en las proximidades del núcleo, un corpúsculo diminuto llamado el *centrosoma*, rodeado de una aureola llamada *esfera atractiva*, que le hace más aparente. Un líquido transparente, el *jugo celular*, forma finas gotas, las *vacuolas*, esparcidas en el protoplasma, pero que se van congregando por la edad, haciéndose más grandes y escasas.

**Los organismos unicelulares.**—La individualidad propia de la célula es bien patente en el caso de seres que, por estar constituídos por una sola, se llaman *unicelulares* o *protistos*. De ellos, unos, por tener envuelta celulósica y frecuentemente clorófila, se consideran como vegetales, constituyendo el grupo llamado *protofitas*, mientras otros, sin celulosa ni clorófila, se incluyen entre los animales y forman el primer tipo de ellos, los *protozoos*. La distinción de ambos grupos no es

siempre fácil, pues existen formas unicelulares donde una indeterminación en el sentido vegetal o animal demuestra que no se han diferenciado francamente en ninguno de ambos sentidos.

Tan sencillos organismos, pues su organización se reduce a la de una célula, y por tanto de diminuto tamaño, siendo preciso para poder ser vistos y estudiados mirarlos a través de un buen microscopio, realizan, sin embargo, todas las funciones generales de la vida dentro del agua que habitan.

Unos parecen carecer de núcleo (antiguamente llamados *moneras*); pero, en realidad, existe en forma difusa, pues la cromatina está difundida por el protoplasma. Otros carecen de membrana, moviéndose mediante contracciones protoplasmáticas, que les hacen estar continuamente deformándose y emitiendo prolongamientos motrices, llamados pseudópodos (figura 5), merced a los cuales son capaces de una reptación lenta, movimiento llamado *amiboide*. Otros, por último, están envueltos de una membrana resistente, a veces reforzada por un caparazón mineral que les limita, obligándolos a mantener una forma determinada y específica.

Estas células sueltas, provistas de membranas, pueden trasladarse merced a las corrientes e impulsos del medio; mas, en ocasiones, poseen medios propios de locomoción, bien consistentes en uno o varios filamentos (figura 12) largos, dota-

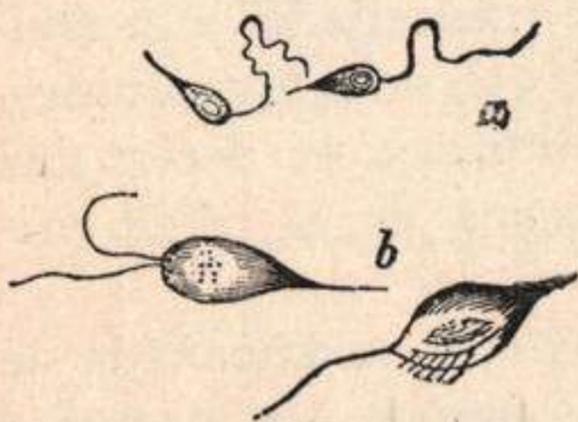


Fig. 12.—Protistos flagelíferos.

dos de un movimiento helicoidal que les impulsa en sentido opuesto al que están

localizados los *flagelos*, como se llaman estos apéndices, bien de numerosísimos y cortos pelitos, llamados *pestañas vibrátiles* (fig. 13), cuya continua agitación, que recuerda a

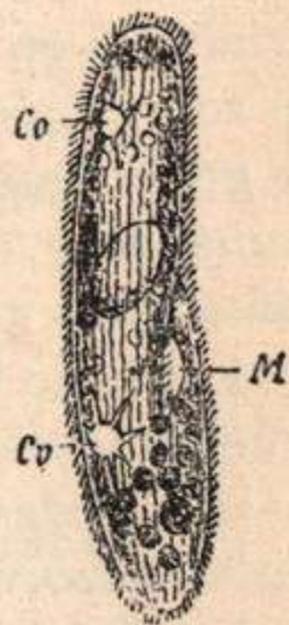


Fig. 13.—Ser unicelular, provisto de pestañas vibrátiles.

la de un campo de trigo movido por el viento, les hace progresar. Este movimiento, llamado *vibrátil*, es mucho más rápido y eficaz que el amiboideo debido a los pseudópodos.

Se alimentan absorbiendo las sustancias nutritivas difundidas en el medio o atrapando pequeñas partículas orgánicas (figura 36), aun más diminutas que ellos, englobándolas dentro del protoplasma en pequeñas burbujitas, llamadas vacuolas digestivas, dentro de las cuales las digieren, desapareciendo por explosión la vacuola y expulsando de esta manera los residuos indigeribles. Respiran absorbiendo el oxígeno disuelto en el agua ambiente a través de su membrana, y a través de ella expulsan el gas anhídrido carbónico, y se multiplican estrangulándose su protoplasma, así como el núcleo, originándose dos células que pronto se separan, constituyendo dos seres, que pronto, creciendo, alcanzarán la talla normal y estarán en condiciones, a su vez, de dividirse (fig. 5). Este fenómeno de *división* puede ser desigual, formándose dos células, una mayor y otra menor, que parece surgir como un tumor de la primitiva (*gemmación*), o verificarse de una manera múltiple, formándose varias células a expensas de la primitiva en el interior de la membrana de ella, hasta que por su rotura quedan las nuevas células en libertad, procedimiento generalmente designado con el nombre de *esporulación*, llamándose *esporas* a las células resultantes. En realidad, todos estos procedimientos pueden ser asimilados a la división, ya que la gemmación no es más que una división desigual, y la esporulación una división múltiple; es decir: una división repetida al abrigo de la membrana de la célula primitiva esporuladora.

La división de las células va, en general, acompañada de curiosos cambios en la estructura del núcleo, que vamos a reseñar brevemente. La célula que comienza a dividirse (figura 14) ofrece un núcleo grande, en el que la red de cromatina se hace más aparente al mismo tiempo que el centrosoma se hace bien visible, así como su esfera atractiva, formada de una serie de fibrillas que irradian en todos sentidos. El

ovillo cromático se resuelve fragmentándose en un cierto número de segmentos, llamados *cromosomas*, que se engruesan y acodan en horquillas, mientras la membrana envolvente del núcleo se desvanece. El centrosoma se divide en dos *centriolos*, que se colocan diametralmente opuestos con respecto

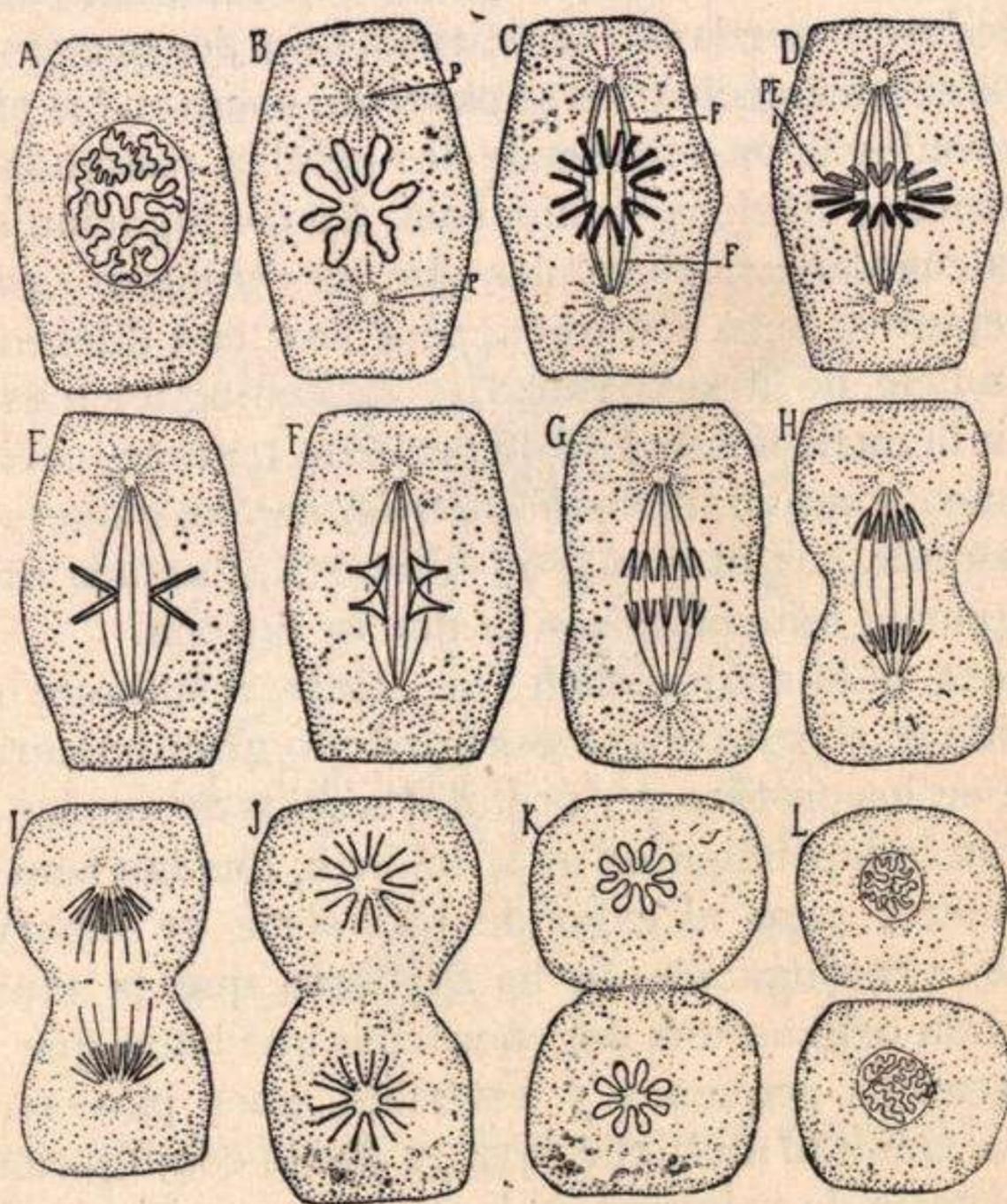


Fig. 14.—Esquema de las transformaciones íntimas que sufre la célula durante el proceso de la división.

al núcleo y forman las dos puntas del llamado *huso acromático*, formado por filamentos encorvados que los enlazan, y en cuyo plano ecuatorial se disponen los cromosomas con los codos vueltos hacia el centro del núcleo, los cuales se parten hendiéndose longitudinalmente en otras tantas horquillas, dirigiéndose cada mitad a su centrosoma respectivo, que son

los centros de formación de los nuevos núcleos, caminando a lo largo de los filamentos del huso. Cada núcleo queda, pues, constituido por el mismo número de cromosomas que el inicial, los cuales, soldándose por sus extremos, constituyen dos nuevos ovillos cromáticos que se envuelven de sendas membranas nucleares, al tiempo que el protoplasma se divide, repartiéndose y quedando constituidas las dos nuevas células.

En los seres unicelulares se observa, como en los pluricelulares, la conjugación o fusión de dos células, confundiendo sus protoplasmas y núcleos en una sola. La conjugación se llama *isogama* cuando las dos células que se conjugan (*gametos*), son semejantes; pero con frecuencia hay una diferenciación, primer indicio de la sexualidad, y la conjugación es *heterogama*, en la cual, una célula de pequeño tamaño, casi reducida al núcleo y móvil, llamada *microgameto* o gameto masculino, es atraída por otra mayor e inmóvil, llamada *macrogameto* o gameto femenino, con la que se fusiona.

Después de la conjugación, la célula resultante es apta para dividirse repetidamente, originando gran número de células que en los protozoos y protofitas, lejos de quedar unidas, se declaran independientes o, a lo más, quedan reunidas en corto número; pero al cabo de una serie de biparticiones reaparece la conjugación. Se ha supuesto que la multiplicación repetida origina una degeneración que hace que los engendros sean ya pequeños y estériles, pues parecen haber agotado la facultad multiplicativa, y que la conjugación obraría una especie de rejuvenecimiento que permitiría a la célula, así vigorizada, multiplicarse de nuevo, y también parece haber una cierta relación entre estos fenómenos y las variaciones del medio, en sentido propicio o adverso, para la vida de las células.

Citemos, entre los seres unicelulares o protistos más notables las *cianofíceas* o algas azules, con la clorófila difundida por el protoplasma y enmascarada por un pigmento de color azul, muy comunes, flotando en las aguas dulces; las *bacterias* de formas redondeadas, alargadas y espirales, sin

núcleo ostensible, como las anteriores y como ellas envueltas en una vaina gelatinosa o cética, pero frecuentemente movibles por cirros que poseen, y muchas de las cuales nos provocan enfermedades, así como a los animales; en efecto, a ellas pertenecen los microbios de la tuberculosis, tifoidea, cólera, etcétera. Las *amebas* (figuras 5 y 36) o masas protoplásmicas con movimiento por pseudópodos, que viven en las aguas estancadas. Los *foraminíferos* (fig. 15), en general marinos, con

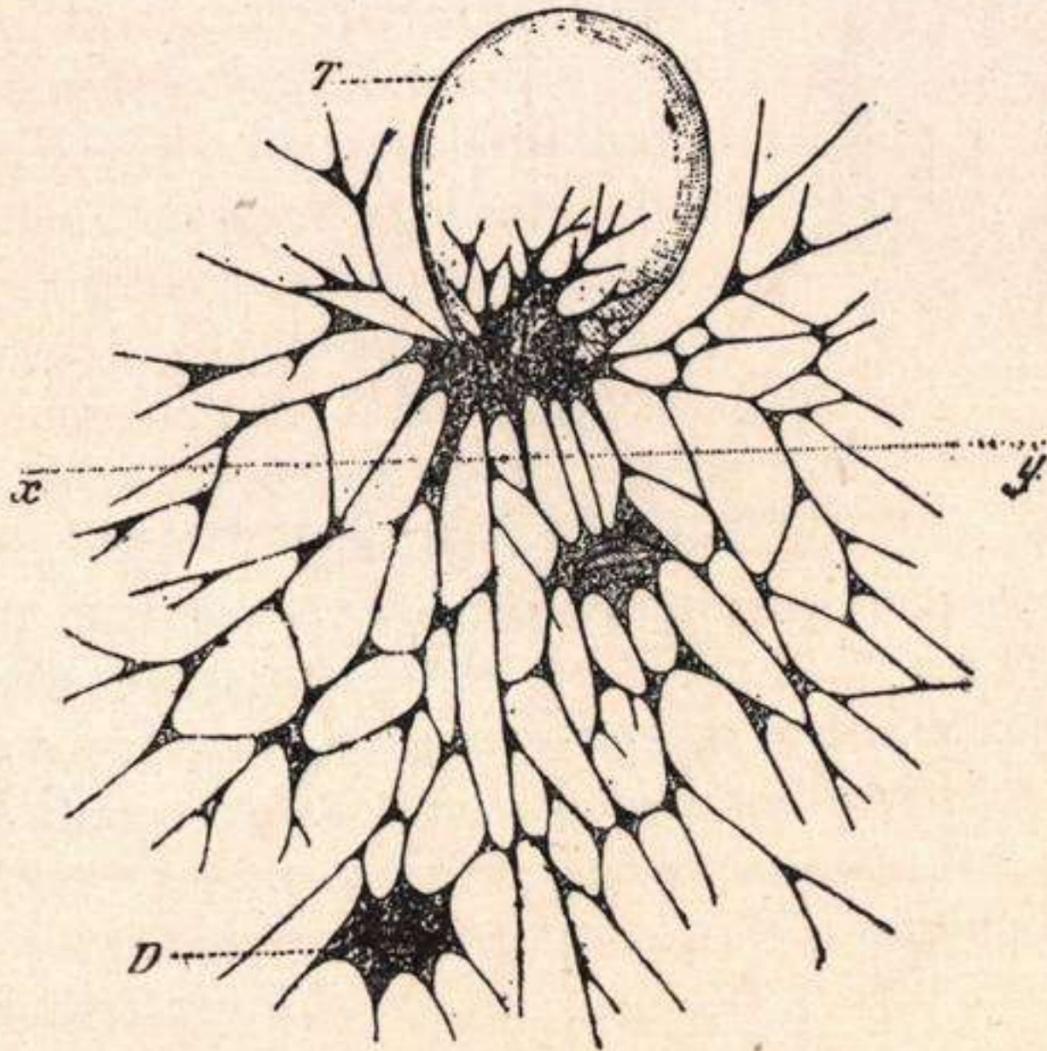


Fig. 15.—Foramífero fluviátil emitiendo pseudópodos fuera del caparazón.

el cuerpo protoplásmico, envuelto por una concha perforada por donde emiten pseudópodos finos. Los *radiolarios* (fig. 16), también marinos, con finas espículas en general. Los *mohos*, formados por filamentos incoloros entrecruzados, que esporulan y se desarrollan sobre las sustancias orgánicas húmedas, así como otros *hongos* que causan enfermedades a las plantas y aun a los animales, y que por no tener clorófila pueden vivir en la oscuridad; pero necesitan materia orgánica de que nutrirse. Los *flagelados* (fig. 12), así designados por moverse

con la ayuda de flagelos, y entre los que se cuentan algunos marinos fosforescentes y otros, parásitos, como el que produce la enfermedad del sueño, que, inoçulada por moscas, está haciendo grandísimos estragos en el África tropical. Los *esporozoarios*, entre los que se cuenta el que, parásito de la sangre del hombre y transmitido por el mosquito, nos produce las fiebres palúdicas. Los *infusorios* (fig. 13), los más perfeccionados de todos los seres unicelulares, como corresponde a su

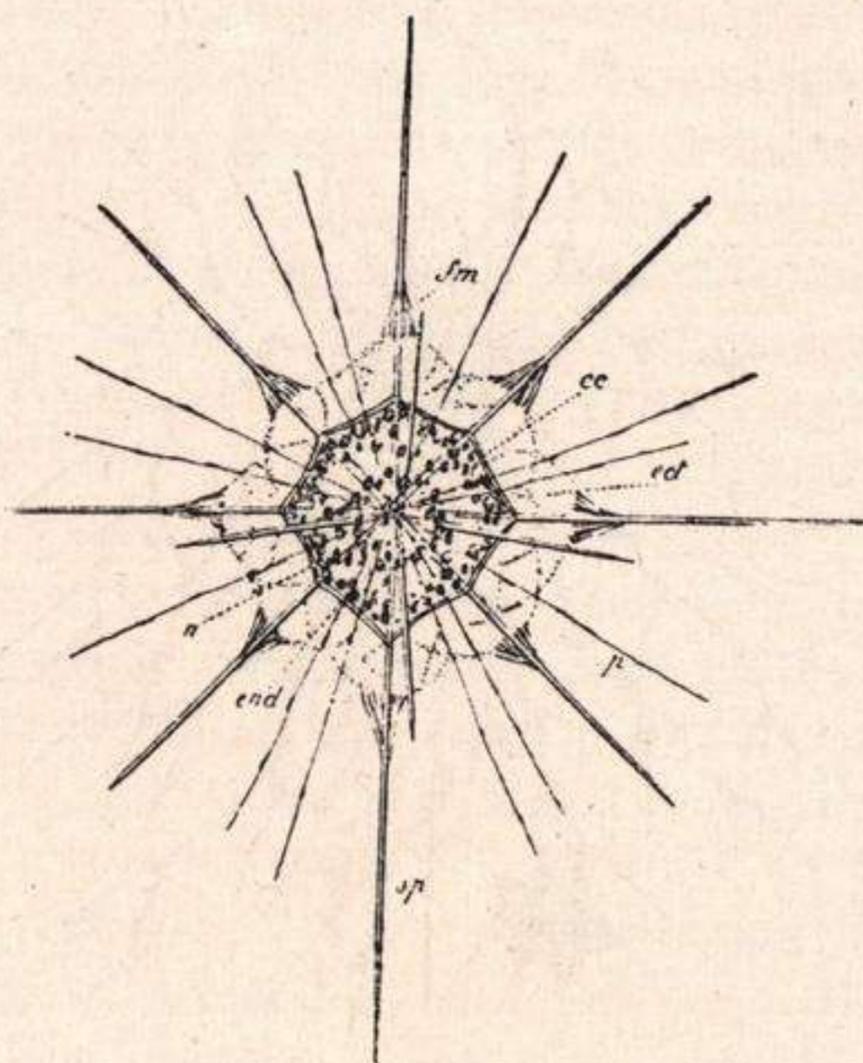


Fig. 16.—Radiolario ostentando sus espículas.

vida libre y carnícora, pues se alimentan de pequeñas presas y se mueven mediante pestañas vibrátiles, de las cuales, frecuentemente, hay un círculo de fuertes pestañas alineadas que sirve para producir un remolino para atraer las partículas alimenticias a un orificio de la membrana que actúa de boca, pues por ella entran a formar la vacuola digestiva; tales pestañas son las únicas que existen en las formas que, por ser fijas, no las necesitan para el movimiento, y, por último, las *algas*, cuyas células poseen la clorófila, impregnando

do, no el protoplasma, sino corpúsculos que en él existen y que se llaman *cromatóforos* o cuerpos clorofílicos, frecuentemente redondeados, pero, a veces, de formas extrañas, en estrella o en bandas espirales. Entre las algas unicelulares citemos las *diatómeas* (fig. 58), con la membrana formada por dos valvas siliciatadas, esculpidas de tan finos dibujos que ponen a prueba la buena fabricación y condiciones de las lentes de los microscopios, y que, a pesar de su pequeñísimo tamaño, abundan de tal manera en las aguas, que llegan a formar, depositándose sus diminutos caparzones, que resisten a la putrefacción por su naturaleza mineral, potentes bancos de una roca, llamada *tripoli* o *harina fósil*, que ha hecho manejables, por su poder absorbente, explosivos líquidos tan útiles, pero peligrosos de manejar como la nitroglicerina, tan fácil de usar transformada así en dinamita. También los foraminíferos y radiolarios llegan a formar grandes depósitos marinos; así, de los caparzones de unos foraminíferos gigantes, pues llegan a alcanzar el tamaño de monedas, y que existieron en otras épocas geológicas (fig. 17), están edificadas las pirámides de Egipto.

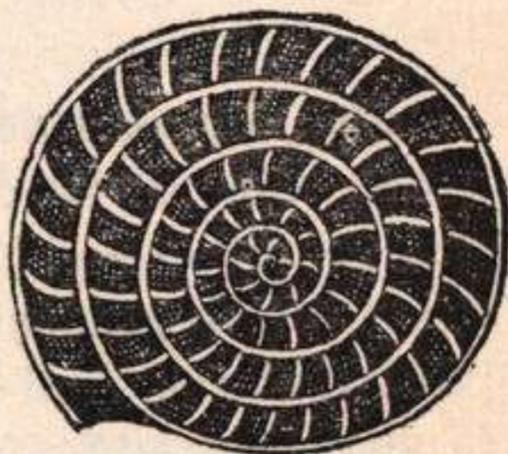


Fig. 17.—Foraminífero fósil de tamaño natural.

### CAPÍTULO III

**Las colonias celulares y la división del trabajo fisiológico.**—Cuando las células que resultan de la multiplicación de una primitiva se disocian, derivan los organismos unicelulares o desintegrados de que hemos hablado; pero en los seres pluricelulares, cual son todos los que alcanzamos a ver con la vista, y también muchos más o menos microscópicos, la primitiva célula de un ser, llamada célula, *huevo*, *zigoto* o *gametospora*, si es de origen sexual, es decir, si procede de conjugación de los gametos, prolifera por una división repetida sin que las células resultantes, llamadas *blastomeros*, se separen, sino al contrario, permaneciendo unidas para constituir el cuerpo del ser pluricelular. Este, según pertenezca al mundo vegetal o animal, pertenece, respectivamente, a las metafitas o a los metazoarios. El número de células que componen estos organismos es muy variable; los más primitivos son paucicelulares, pudiendo estar constituido de muy pocas células; pero la mayor parte están formados de un número tan prodigioso de ellas, que sería inútil representarle por un guarismo cuyo valor queda fuera de nuestro poder de comprensión. Así se estima que el cuerpo humano posee un centenar de cuatrillones de células; para formarnos idea de este número extraordinario, basta que pensemos en que, a pesar de su pequeñez, supongámoslas unas con otras de un diámetro de diez micras (milésimas de milímetro), puestas una a continuación de otra, formarían una fila de una longitud tan enorme que es mucho mayor que la que nos separa del Sol; hasta tal punto, que dicha distancia, recorrida por un automóvil sin parar, a una velocidad de 100 kilómetros a la

hora, emplearía más de diez mil millones de siglos en recorrerla. Es buen ejemplo de la grandeza que hay en nuestra pequeñez.

Los seres pluricelulares se distinguen de las colonias de protozoos y protofitas, que también son consorcios pluricelulares, en que éstas constan de individuos todos semejantes, mientras que entre las células de los metazoos y metafitas se establece una diferenciación, especializándose en diversas funciones y modificando su forma correlativamente, de lo que resultan diversos *tejidos*; es decir: conjuntos de células semejantes por haber sufrido la misma diferenciación. Tal es el resultado del proceso de *división del trabajo fisiológico* en virtud del cual las células de todo ser pluricelular, en principio semejantes, se van afiliando a uno de los diversos tejidos que constituyen el ser. Esta división del trabajo se observa

en todas las colectividades especializadas; así, las colonias de pólipos ofrecen frecuentemente diversas formas de éstos, por especializarse en distintas funciones (fig. 18), habiéndolos nutritores (*p*), reproductores (*M*), defensores (*Sk*), ofensores (*S*), y en las colmenas, una diferenciación bien manifiesta existe en tres clases de individuos: las obreras o hembras estériles, la reina o hembra fértil y los zánganos o machos.

En las colonias de unicelulares, por el contrario, los diversos individuos que las componen quedan semejantes, y no existen tejidos ni, por tanto, órganos, y aunque la asociación resulta generalmente de la

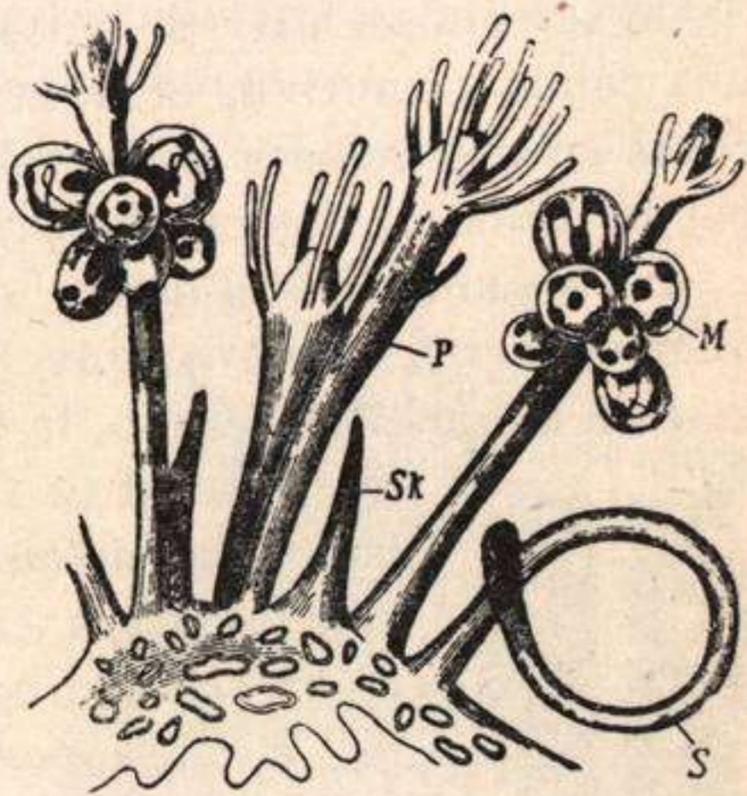


Fig. 18.—Colonia de pólipos diferenciados: *P*, individuos normales; *M*, reproductores; *Sk*, defensores, por su forma aguda, y entre los cuales se acogen los demás en casos de peligro; *S*, ofensivos, por ser móviles y provistos de células irritantes.

multiplicación de un primer individuo, fundador de la colonia, en ocasiones se origina por reunión de células aisladas, que se asocian para vivir juntas, constituyendo lo que se llama un *cenobio*. A veces, las células que constituyen el cenobio tienen confundidos sus protoplasmas, pero la fusión no alcanza a los núcleos, de forma, que el número de individuos asociados puede advertirse por el de núcleos, mientras que en ocasiones tales células multinucleadas han resultado de la multiplicación del núcleo, de la que no ha participado el protoplasma, que queda por eso *pro indiviso*; mas en todo caso se ha originado una estructura, llamada celular continua para distinguirla de la ordinaria o estructura celular tabicada, en la que el campo protoplásmico de cada célula está perfectamente deslindado por la membrana.

**Los seres pluricelulares: celenterados y celomados.**— Todo ser pluricelular se constituye por la proliferación de una célula primitiva, el huevo o gametospora (salvo en los casos en que resulta por multiplicación asexual), originada por la fusión de dos células progenitoras o gametos.

En los animales el huevo se multiplica, originando gran número de blastomeros, que frecuentemente acaban por formar un aglomerado hueco, la *blastula*, que por invaginación de la pared se transforma en un saco de doble pared (la *gástrula*), limitando una cavidad interior la futura cavidad digestiva del adulto, en comunicación con el exterior por un solo orificio, el *blastoporo* o boca de la gástrula.

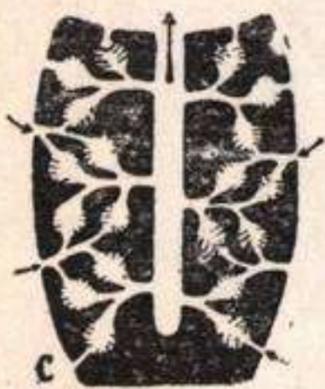


Fig. 19.—Esquema de la circulación del agua ambiente en una esponja.

Los animales pluricelulares más sencillos quedan toda su vida con este tipo de organización, y con ellos se forma el tipo de los celentéreos; a ellos corresponden las esponjas, que son gástrulas fijas que por multiplicación vienen a ser coloniales, las cuales poseen la pared del cuerpo (fig. 19) perforada por multitud de pequeños orificios, llamados poros inhalantes porque por ellos pe-

netra el agua en que viven, arrastrando el oxígeno disuelto que utilizan para la respiración, y las partículas alimenticias

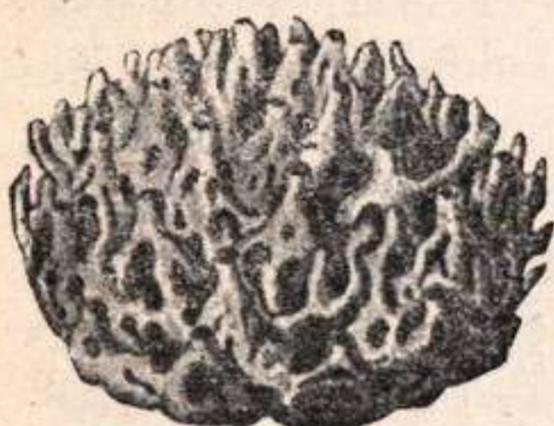


Fig. 20. — Esponja constituida por individuos concrecentes.

que engloban mediante células flagelíferas, situadas en el recorrido del agua a través de su pared, teniendo, pues, como los protozoos, una digestión intracelular, puesto que la cavidad interior no sirve para tal fin, sino que es el sitio adonde converge el agua exhausta, que es expulsada al exterior por un gran orificio, el ósculo, cuyo número nos delata el de individuos, más o menos concrecentes

(figura 20), según las especies, de la colonia. Muy frecuentemente las esponjas poseen piezas esqueléticas en forma de espículas, a veces unidas por filamentos de una materia elástica; las especies en que queda reducido a estas fibras son las que se utilizan para los usos domésticos.

Otros celentéreos, los llamados nidarios, tienen la pared imperforada, y toman el alimento por el único orificio digestivo (fig. 21), que sirve también para expulsar los residuos no digeridos y los productos sexuales. Para los fines de la captura del alimento, la boca está rodeada de tentáculos, particularmente ricos en ciertas células de la capa exterior del cuerpo, que pinchan e inoculan una sustancia irritante, con las que matan sus presas y hacen que se sienta, cuando se toca alguno de estos seres, un vivo escozor, que les ha valido el nombre de ortigas de mar. A ellos pertenecen formas de aspecto elegante, como las medusas

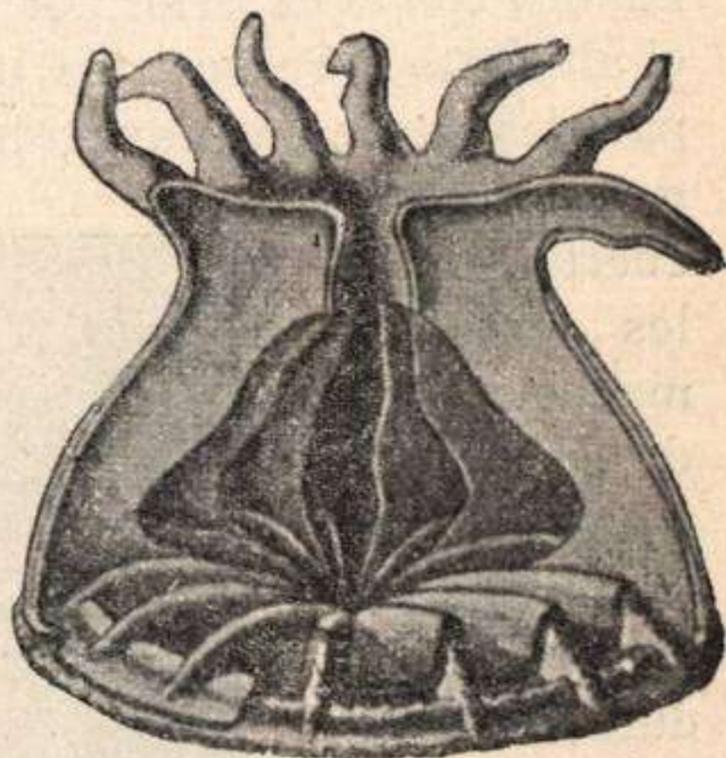


Fig. 21. — Pólipo de una madrepora.

(figura 22), de aspecto umbeliforme, transparentes y a veces fosforescentes, y los pólipos, fijos como las vistosas actinias

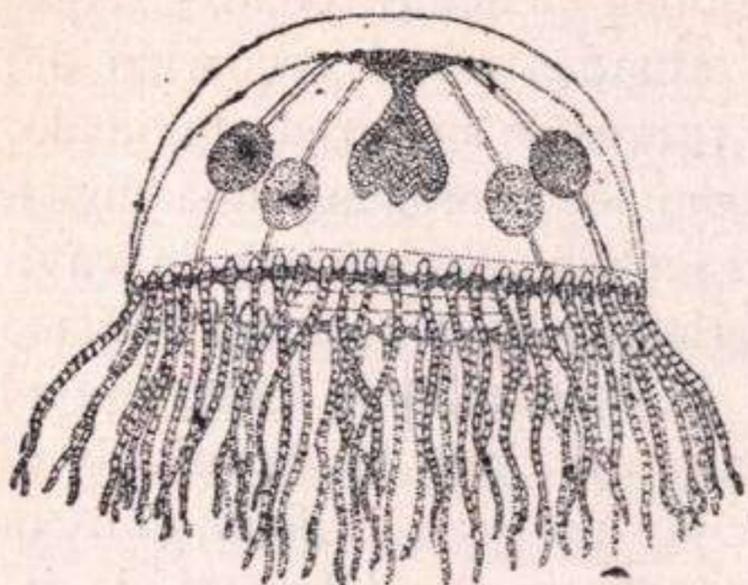


Fig. 22. — Medusa. Estos animales se llaman así porque por los filamentos que penden del borde de su umbela se han comparado con las serpientes de la cabeza de la Medusa de la leyenda.

o flores de mar, y diversas formas coloniales, unas flotantes, como los sifonóforos, otras fijas, como los corales y madreporas (fig. 23); estas últimas edificadoras de islas y arrecifes en los mares tropicales.

Los restantes animales poseen, además de las dos capas de la gástrula, la exterior o *exodermo* y la interior o *endodermo* una intermedia o *mesodermo* que, subdividiéndose,

da dos hojas: una que, adosada al ectodermo, constituirá en el adulto la pared del cuerpo, y otra que, unida al endodermo, formará la pared del tubo digestivo, el cual comunica con el exterior por dos orificios opuestos, por lo que el alimento le recorre en una sola dirección. Entre ambas paredes queda una cavidad que se llama *coloma* o cavidad general del

cuerpo. En tales seres, llamados celomados, la fase de gástrula es transitoria y sólo la ofrecen durante el desarrollo embrionario. A los celomados co-

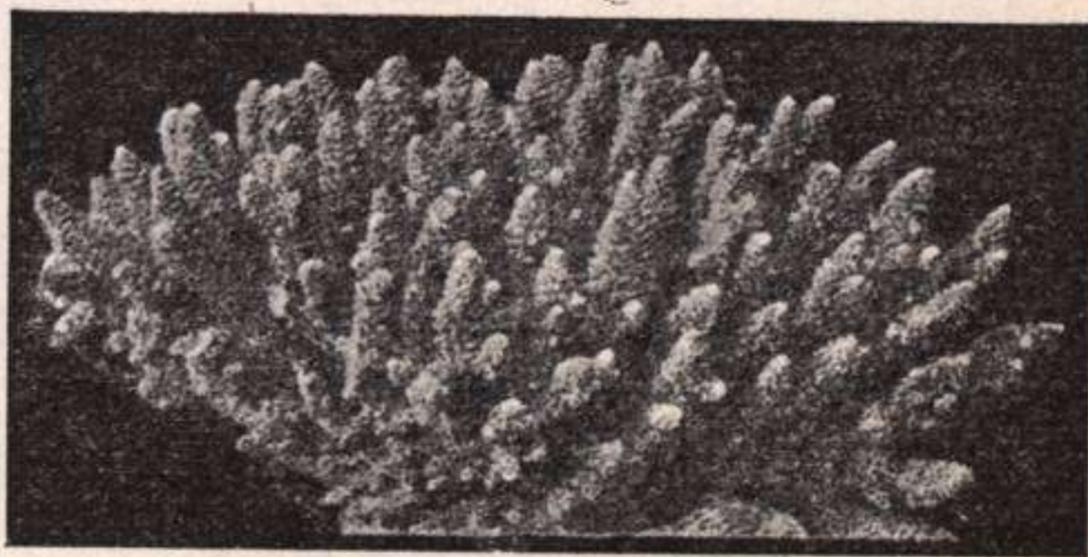


Fig. 23.—Polípero de madrepora.

rresponden algunas formas de aspecto radiado, como son las estrellas (fig. 24) y erizos de mar (fig. 25), así como las

holoturias, seres marinos de organización singular; pero la mayor parte son bilaterales: es decir: que son simétricos con relación a un plano que les divide en una parte derecha y otra izquierda simétricas, mientras no lo son la parte anterior y posterior, ni la dorsal con la ventral. A este grupo corresponden los *gusanos* (fig. 26) de cuerpo blando, frecuentemente segmentado, cual es el caso de las lombrices; los *moluscos* (fig. 27),

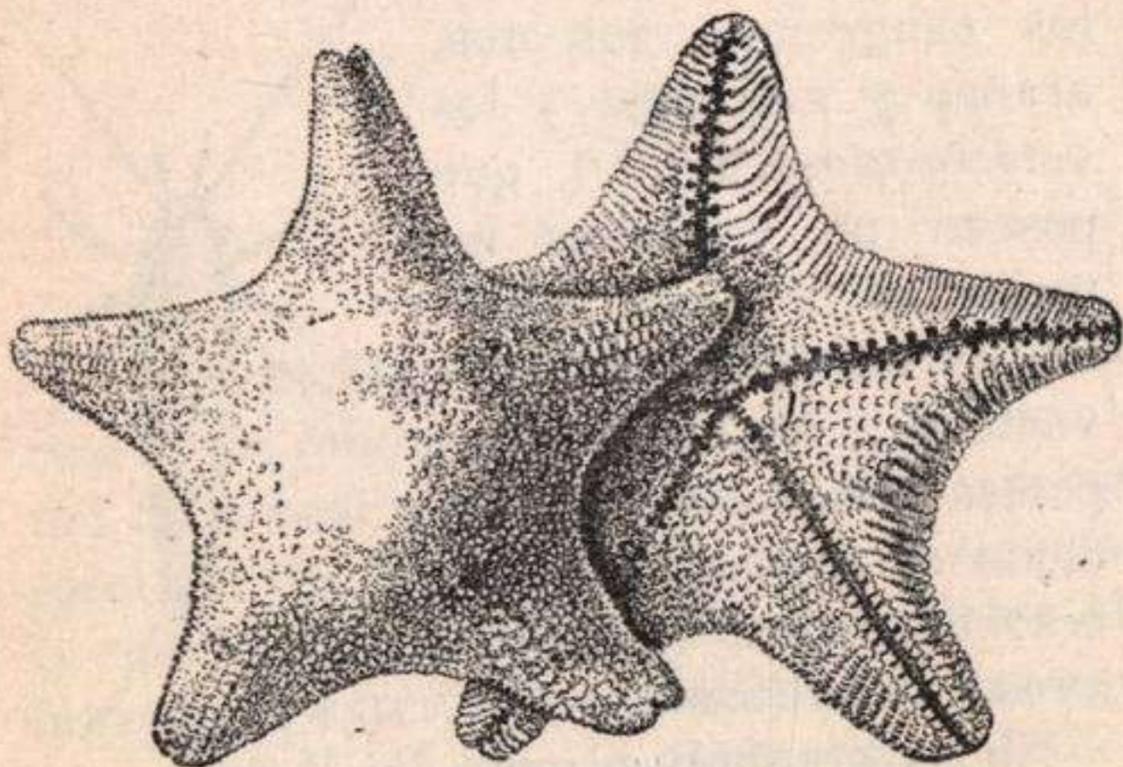


Fig. 24.—Estrella de mar vista por sus dos caras.

protegidos de una concha caliza bivalva, como las almejas, o de una sola pieza, frecuentemente arrollada, como es el

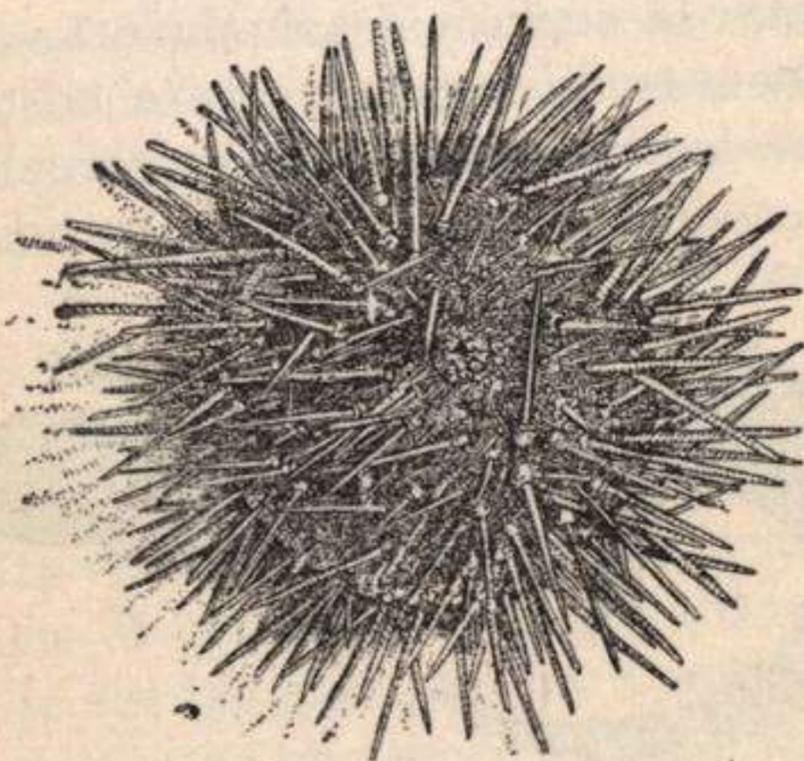


Fig. 25.—Erizo de mar.



Fig. 26.—Gusano anillado.

protegidos de una concha caliza bivalva, como las almejas, o de una sola pieza, frecuentemente arrollada, como es el

caso de los caracoles, y que puede faltar, como ocurre en el pulpo; los *artrópodos* (fig. 28), de envoltura quitinosa y



Fig. 27. — Molusco (cefalópodo).

patas articuladas, como los cangrejos, insectos, arañas y ciempiés, y los *vertebrados* (fig. 29), que poseen un esqueleto interior, cuya pieza maestra es un eje, la columna vertebral, segmentado en partes llamadas vértebras, como acontece en los peces, batracios, reptiles, aves y mamíferos.

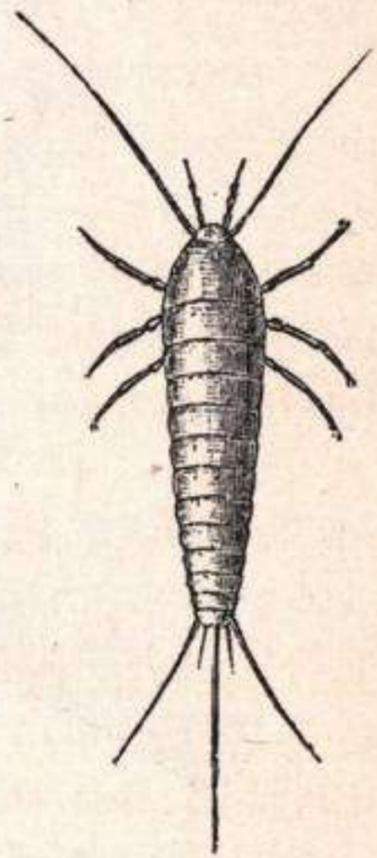


Fig. 28. — Artrópodo (insecto).

En las metafitas, el cuerpo puede estar formado de células poco diferenciadas,

como ocurre en las *briofitas* o muscíneas, a las que corresponden los musgos, plantas de pequeño tamaño que ya poseen un eje con expansiones planas de parénquima clorofílico para aumentar la superficie asimiladora, que son las hojas, o con elementos diferenciados para sostén, llamados fibras leñosas, que les consienten mayor corpulencia, y otros en canales de conducción de la raíz a las hojas, los vasos. A estas plantas fibrovasculares pertenecen las hierbas y los árboles. Las *teridofitas* y las *fanerógamas* poseen, pues, además de tallos y hojas, raíces absorbentes, y se distinguen entre sí

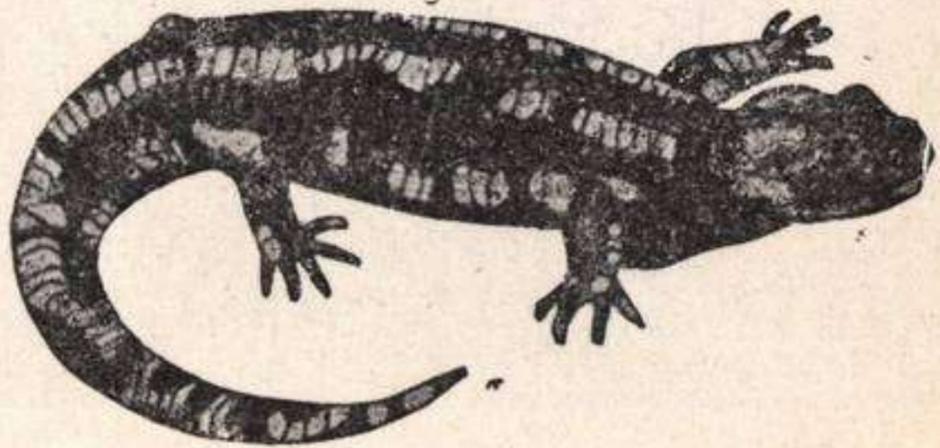


Fig. 29. — Vertebrado (batracio).

porque las primeras dejan caer esporas a tierra, mientras que las segundas producen flores, en las que se forman las semillas.

## CAPÍTULO IV

**La nutrición en los seres vivos; sus formas.**—La nutrición es un fenómeno general de la materia viviente, en virtud de la cual toma continuamente materiales del medio (absorción), con los que edifica su propia sustancia (asimilación), la cual, destruída en los procesos vitales (desasimilación), es lanzada al exterior (excreción) por su condición de inútil y aun perjudicial. Tan característico de la vida es el proceso nutricional, que Claudio Bernald ha podido decir, con razón, que nutrirse y vivir son expresiones sinónimas.

Este doble trasiego de materiales entre la materia viva y el medio no se hace en balde, pues la materia asimilada posee una energía potencial que es la fuente de las actividades que la vida despliega, reaccionando a los estímulos del medio; actividades que, como vemos, carecen de espontaneidad, por lo que se puede decir que la materia viva no obra, sino que reacciona.

El proceso nutritivo es un fenómeno de índole osmótica; es decir: un paso de materiales disueltos a través de membranas orgánicas, como el que se opera siempre que se separan dos disoluciones distintas por una de estas membranas. La vida es por eso un fenómeno esencialmente acuático, ya que el agua es el vehículo siempre de la actividad nutricional. Es verdad que muchos seres no solamente no viven en el agua, sino que morirían si se les sumergiera en ella; pero sus células son acuáticas, pues viven en un medio interno de esta naturaleza. Así, el hombre es un ser esencialmente terrestre; pero la sangre, en que viven sus células, es un líquido acuoso, con sales disueltas, con una composición muy análoga a la del

agua del mar, de lo que resulta que nuestro medio vital es tan marino como el de las esponjas, cuyas células viven bañadas por el agua del mar. Como los seres están continuamente perdiendo agua, no sólo por evaporación sino también por necesitar expulsarla para arrojar los materiales excrementicios, la condición acuática de todo ser vivo se traduce por una necesidad de agua para mantener su vida, y, por esto, las manifestaciones vitales son tanto más escasas cuanto más seco es un territorio, hasta el punto que los lugares más secos son casi desiertos, pues apenas ciertos seres raquíuticos y adaptados a perder escasa cantidad de agua, y por lo que no necesitan su abundancia, pueden habitar en semejantes parajes. La vida, se ha dicho por eso, es un moho que ha salido a la tierra, expresión muy justa no sólo por poner de relieve la insignificancia de los seres vivos en relación con las dimensiones del planeta, sino porque muestra que sólo en las partes húmedas de la superficie de la Tierra puede desarrollarse, y aun indica la necesidad de

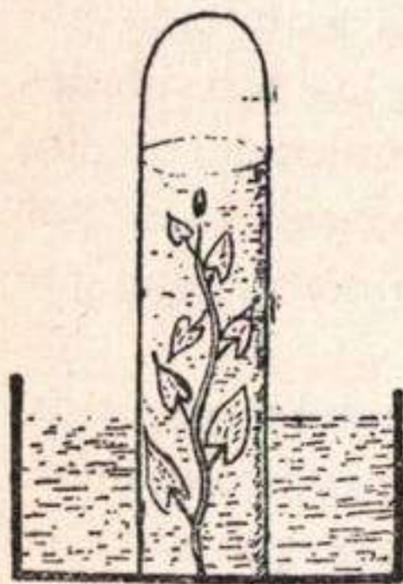


Fig. 30. — Emisión de oxígeno por una planta verde expuesta a la acción de la luz, el cual se recoge en la parte superior de una campana llena de agua.

otro factor, cual es el de una temperatura apropiada, pues los mohos sólo se desarrollan en un ambiente templado y húmedo.

Se conocen tres modalidades distintas de la nutrición: la clorofílica, la difusa y la vacuolar.

Las células que poseen clorófila son susceptibles de combinar con el auxilio de la energía lumínica que reciben del Sol los materiales del mundo inorgánico que absorben (anhidrido carbónico de la atmósfera y sales disueltas del agua), fabricando con ellos la materia orgánica. Este medio de nutrición sólo lo pueden ofrecer los vegetales verdes, o sea cloro-

filicos, durante el día, y se traduce por una emisión de oxígeno (fig. 30), por ser función más intensa que la respiración.

Suponían los antiguos por esto que la respiración de los vegetales era contraria a la de los animales, ya que absorben anhídrido carbónico y desprenden oxígeno, al contrario que éstos; pero durante la noche las plantas ofrecen el mismo fenómeno que los animales; es decir: absorben oxígeno y desprenden gas carbónico, viciando la atmósfera como ellos, y si por el día tal función no es ostensible, no es porque no se realice, sino porque está enmascarada por la función asimiladora contraria, en virtud de la cual purifican el aire. La respiración es, pues, un fenómeno general a todos los seres vivos; algunos, sin embargo, no necesitan el oxígeno del aire, sino que mueren en presencia de él; tal es el caso de algunas bacterias y levaduras, que se llaman *anaerobios*, por oposición a los seres normales o *aerobios*, que necesitan el oxígeno atmosférico. No quiere esto decir que no respiren, pues toman el oxígeno de las materias orgánicas que descomponen, y esta vida anaeróbica o asfíxica parece ser un recurso de que disponen todas las células cuando las falta el oxígeno.

La nutrición clorofílica se verifica sencillamente a través de la membrana celular en las plantas unicelulares o formadas de pocas células que poseen dicha sustancia verde; mas en cuanto aumenta el tamaño de la planta, en las mismas algas, aparece la forma ramificada o foliácea, como medio de aumentar la superficie asimiladora, que disminuiría proporcionalmente al aumento de volumen. En las plantas superiores sabemos que el aumento de la superficie asimiladora queda asegurado mediante la existencia de

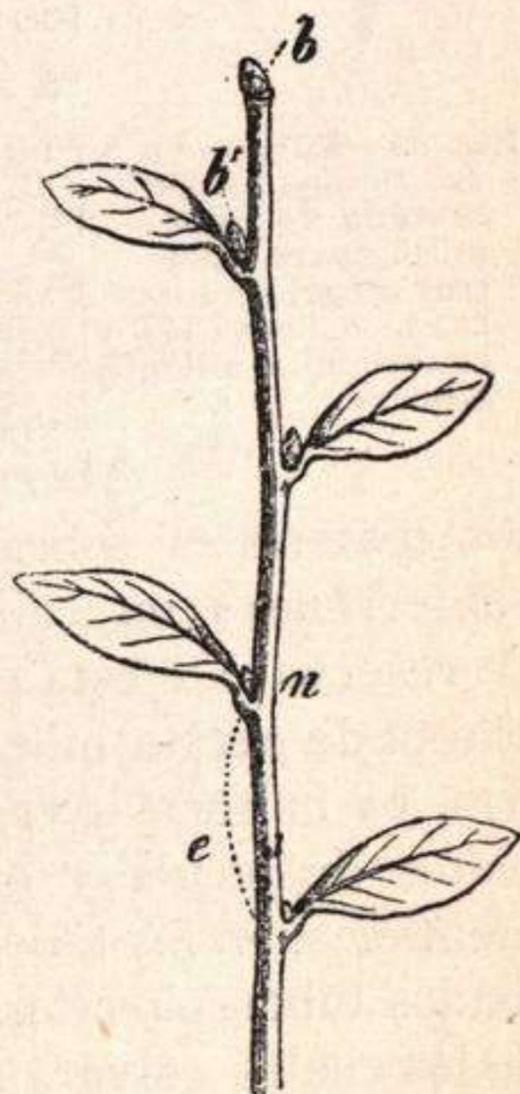


Fig. 31. — Divergencia de las hojas consecutivas para no darse sombra y orientar la posición de las nuevas ramas que saldrán por desarrollo de las yemas de sus axilas.

órganos laminares aéreos, llamados hojas, escalonados a lo largo del eje y sus ramificaciones, variando de dirección

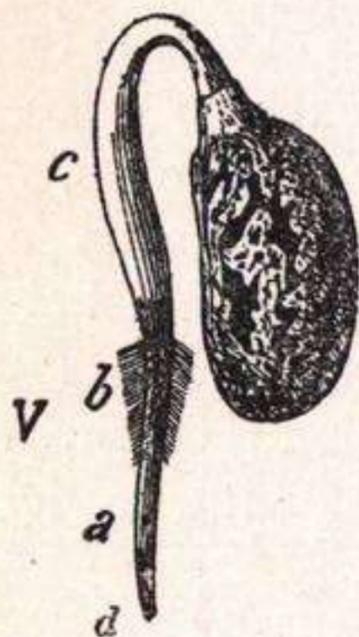


Fig. 32.—Raíz joven de ricino, recién brotada de su semilla para mostrar los pelos radicales *b*, por los cuales la semilla absorbe.

(figura 31) para darse menos sombra. En las plantas vasculares, el aparato de sostén, la raíz con sus ramificaciones, está adaptado para absorber el agua con las sales disueltas del terreno, y a este fin las finas ramificaciones poseen cerca de su punta, que está protegida por una especie de dedo de guante, pelos absorbentes (fig. 32), formados por células exertas y vasos leñosos por los que ascienden los jugos absorbidos (figura 32) y que constituyen la llamada savia bruta o ascendente, hasta las hojas, donde se verifica la asimilación, originándose la savia elaborada que

desciende por los vasos llamados cribosos o liberanos, acumulándose los materiales sobrantes en las partes subterráneas en calidad de materiales de reserva. De esta manera, cuando una planta de patata muere al sobrevenir el frío, ya ha formado engrosamientos, repletos de fécula y otros materiales alimenticios, en los tallos subterráneos, llamados tubérculos (fig. 34), y a expensas de los cuales volverá a brotar una nueva planta a la llegada del tiempo favorable

Las plantas no clorofílicas, como los hongos, bacterias y otras plantas que viven parasitas, es decir, a expensas de otro ser, así como todos los animales, han de alimentarse de materia orgánica ya elaborada, pues no poseen la facultad de fabricarla de la materia mineral, y pueden, por eso, desenvolverse en la os-

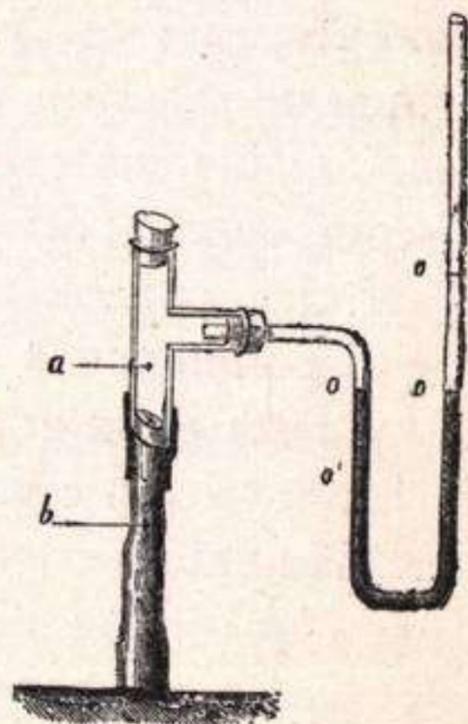


Fig. 33. — Manera de demostrar la ascensión de la savia en un tronco recién decapitado. El mercurio depositado en el tubo doblado ascenderá por la rama abierta.

curidad. Las bacterias saben desdoblar la materia orgánica, reduciéndola a partes más sencillas, que absorben, tanto ellas como otros seres que se aprovechan de su trabajo, nutrién-



Fig. 34.—Planta joven de patata mostrando los engrosamientos con yemas de los tallos subterráneos, llamados tubérculos, repletos de materiales alimenticios. El punto *c* señala la separación entre la raíz y el tallo.

dose así de dicha materia en descomposición (saprofitas) o a costa de organismos vivientes (parásitas); pero los animales no parásitos, de vida libre y activa, saben digerir como las bacterias, realizando esta operación, siempre con su con-

curso, en su tubo digestivo, en el que vierten líquidos segregados por glándulas anejas a él, destinados a solubilizar y descomponer el alimento.

La facultad de digerir no es exclusiva de los animales y los protistas no clorofílicos, pues ciertas plantas superiores, llamadas carnívoras, no sólo son capaces de digerir animales,

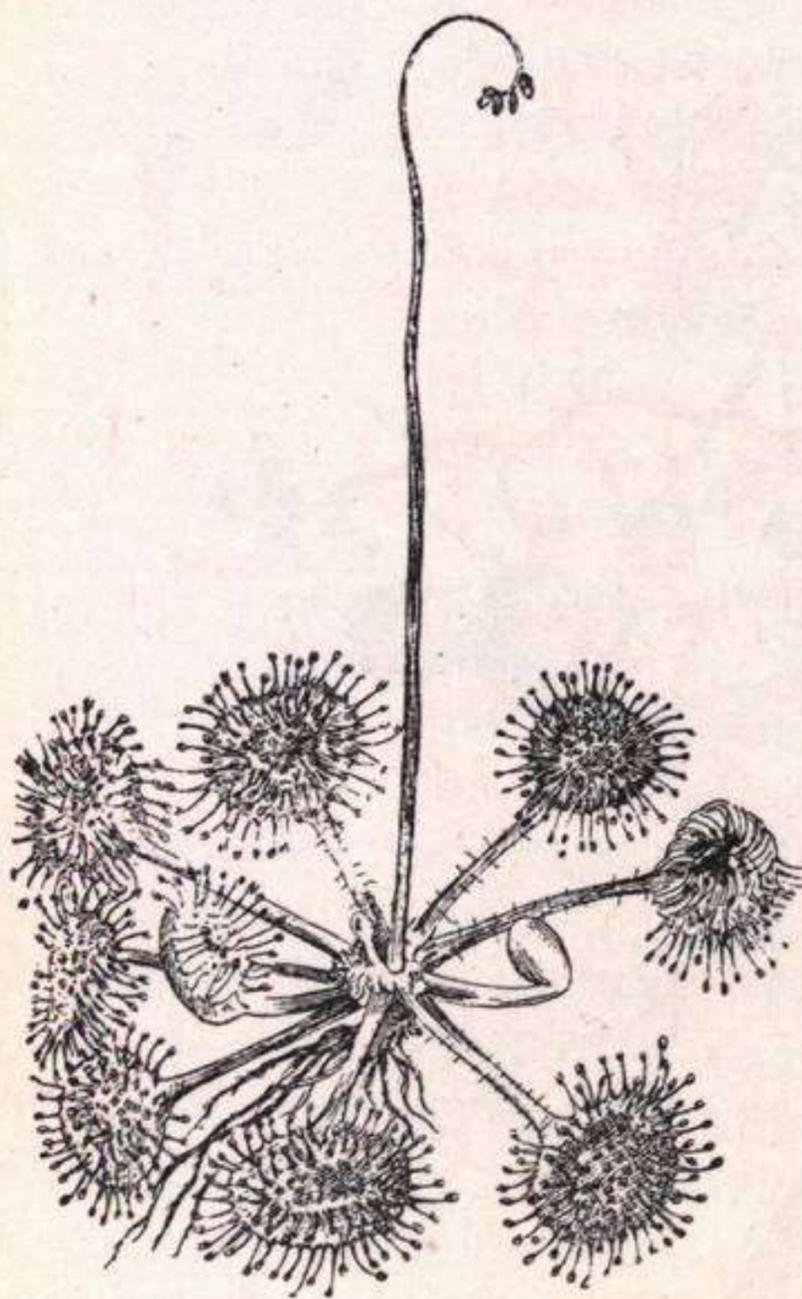


Fig. 35.—Drosera, planta carnívora, con sus hojas atrapamoscas.

sino que ofrecen muy ingeniosos dispositivos destinados a atrapar las presas. Así, la drosera (fig. 35) ofrece una roseta radical, de hojas espatuladas, erizadas de pelos irritables que, al pararse un insecto sobre la hoja, se abaten sobre él y le sujetan al tiempo que empieza la secreción de un líquido que digiere el insecto. Otras plantas carnívoras tienen el rabo de la hoja hueco y con abundante líquido digestivo, aplicándose el limbo como una tapadera cuando algún insecto penetra. No sólo los insectos son víctimas de las plantas carnívoras, pues las hay acuáticas, como la utricularia, que ofrece unos odre-

cillos con un orificio guarnecido de pelos reflejos, que obran como un garlito, pues dejan penetrar a los menudos seres que pululan en el agua para no permitirles salir.

Las células sueltas no clorofílicas digieren englobando en su protoplasma (fig. 36) la materia alimenticia y formando las llamadas vacuolas digestivas; tal es el modo de nutrición

llamado vacuolar o intracelular, que ofrecen también, entre los metazoos, las esponjas; pero en todos los demás la sustancia digerida en el tubo digestivo es absorbida, traspasando la pared de éste y pasando al medio interno (sangre), de donde la absorben las células (nutrición difusiva), expulsando también a la sangre los materiales de excreción, que son separados por el aparato excretor destinado a expulsarlos al exterior.

Toda la energía vital es, pues, mantenida por el Sol, que manda a la Tierra, bajo la forma de luz solar, una energía que las plantas verdes utilizan para la formación de su propia materia, y que almacenan, poniéndola en libertad y desprendiéndola en forma de calor y aun de luz y electricidad, los animales. El mundo animal vive a merced de las plantas, o sea a sus expensas, ya que sin ellas no podrían existir los seres vegetarios, y por ende tampoco los carnívoros. La materia que forman, pues, los seres vivos sale del suelo y de la atmósfera, y a él vuelve con sus excreciones y con su muerte y la energía que despliegan del Sol; de forma, que cuando nosotros vemos a una fiera saltar violentamente sobre su presa para conseguir su alimento, no presenciemos más que una manifestación de la energía que las plantas capturan con su clorófila a la luz solar. Si el Sol, pues, se apagara, la vida desaparecería por completo de la Tierra.

Si el mundo animal se mantiene a costa del vegetal, es también el sustento de éste, ya que con su respiración los animales están lanzando continuamente a la atmósfera el

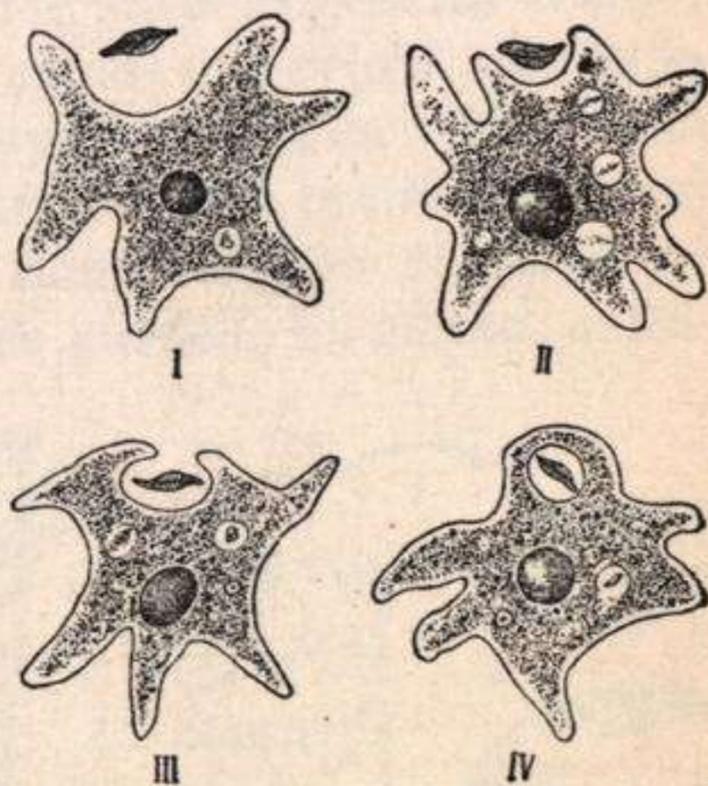


Fig. 36.—Diversas fases del atrapamiento de una partícula alimenticia por un ser amiboide, con formación de la vacuola digestiva.

anhidrido carbónico que las plantas necesitan absorber para edificar su cuerpo, y el cual se agotaría si los animales no le estuvieran continuamente produciendo. Ambas clases de seres, que parecen enemigos, se necesitan mutua e imprescindiblemente, pues, a su vez las plantas, además de proporcionar a los animales su sustento, están purificándoles continuamente la atmósfera, y sin ellas morirían asfixiados en una atmósfera pobre en oxígeno y cargada de gas carbónico.

## CAPÍTULO V

**La multiplicación y la conjugación de los seres; la sexualidad.**—El estudio de la regeneración nos ha mostrado que en un organismo viviente una parte puede regenerar el todo, siempre que esa parte sea por lo menos una célula, que es la unidad viviente, y que ésta no haya perdido, en virtud de la división del trabajo fisiológico, su facultad proliferante; tales, en esencia, el principio de la multiplicación de los seres. Muchos organismos pluricelulares pueden, en efecto, multi-

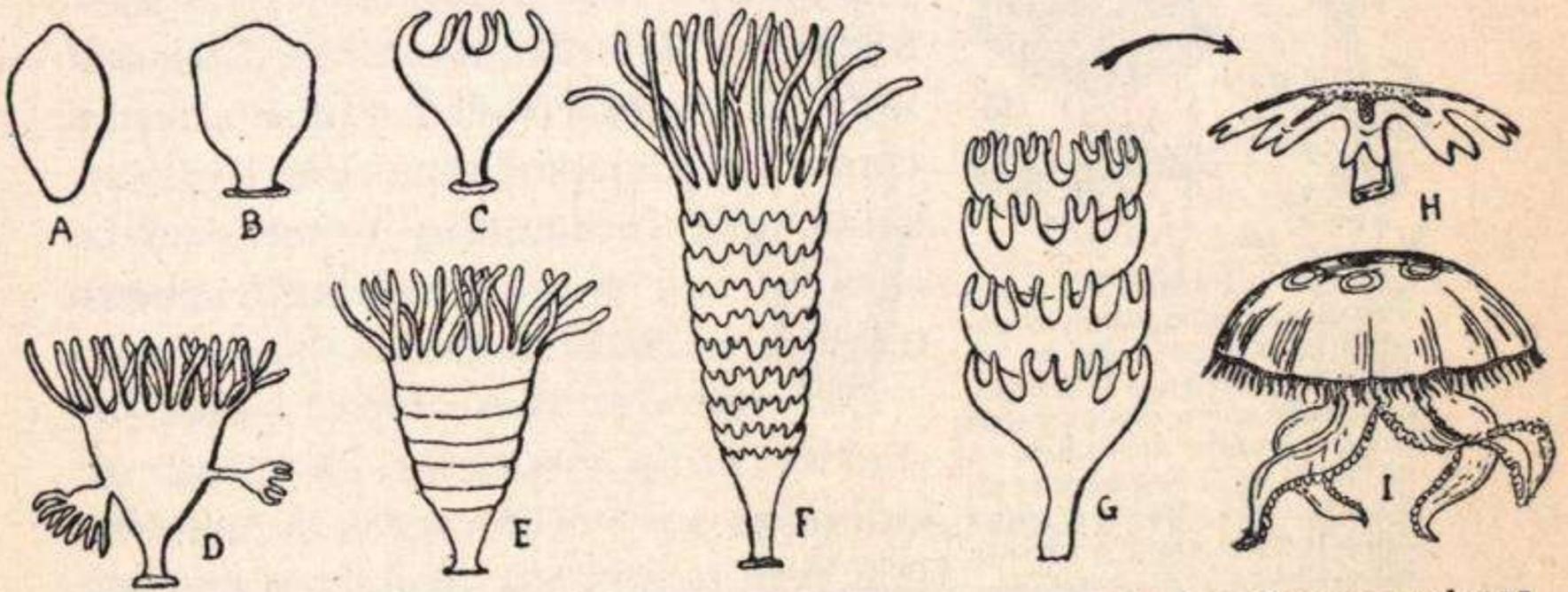


Fig. 37.—División múltiple de una larva fijada de medusa para dar las jóvenes medusas libres.

plicarse espontáneamente por escisión, gemmación o división múltiple, como las células, o bien diferenciar células especiales, que, separadas del organismo formador, originarán un nuevo ser sistema muy corriente en las plantas, en las que se da el nombre de *esporas* a tales células. Todos estos procedimientos se reúnen bajo el título de *reproducción asexual* o multiplicación.

La fresa, por ejemplo, da ramos rastreros, cuyos nudos

pueden echar raíces y venir a ser otra planta, separándose de la primera; este procedimiento, llamado *acodo natural*, es un caso de división. Los pólipos de agua dulce, llamados hidras, producen una yema lateral que, desarrollándose, formará una pequeña hidra que se separa de la primera (fig. 37 D); he aquí un caso de gemmación. En las medusas las larvas que originan se fijan y constituyen un pólipo que, segmentándose (figura 37 F. G), originará tantas medusas como segmentos se van

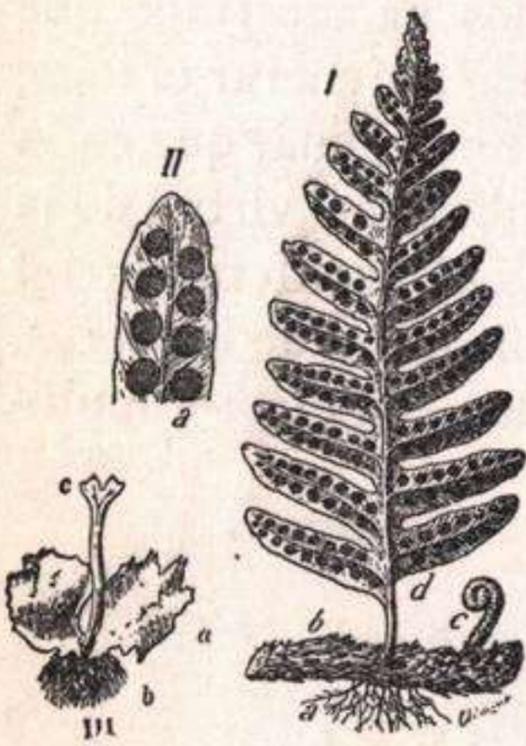


Fig. 38.—I. Fronde de helecho dando esporas en el envés (la fronde nace de un tallo subterráneo (rizoma), de donde salen raíces y una nueva fronde arrollada en cayado).—II. Segmentos de fronde.—III. Fase celular nacida de la espora (protalo), dando nuevo helecho.

destacando; éste es, pues, un caso de división múltiple. Los helechos (fig. 38) producen en el envés de sus frondes un polvillo constituido por celulitas o esporas, cada una de las cuales en tierra originará una planta celular, de la que brotará un nuevo helecho; he aquí un ejemplo de producción de células asexuales en las plantas, procedimiento muy corriente en ellas y que alterna con el sexual, siendo normal en las setas, que forman sus esporas en la cara inferior del sombrerillo, frecuentemente cruzada de láminas radiantes.

La *reproducción sexual* sabemos consiste en la formación de un nuevo individuo por proliferación de una célula resultante de la fusión de dos células especiales o gametos, los cuales

se diferencian de las células normales por haber perdido, en virtud de una división especial llamada madurativa, la mitad de los cromosomas, a fin de evitar su duplicación incesante en cada conjugación, de lo que resulta que el número de cromosomas queda siempre específico.

Cuando la conjugación es heterógama, es decir, cuando los gametos están diferenciados en un macrogameto y un microgameto, la sexualidad aparece; pero ambos pueden producirse en un mismo individuo, y en este caso no existe se-

xualidad en el organismo, que se llama *hermafrodita*; pero en el caso de seres *unisexuales* o *dioicos* existen individuos masculinos o productores exclusivamente de microgametos, y femeninos, de macrogametos, los cuales difieren no solamente por sus órganos genitales, sino también por multitud de caracteres más o menos relacionados con ellos. Este hecho de existir para cada especie dos clases de individuos se denomina *dimorfismo sexual*, y puede ser, como veremos, más o menos manifiesto.

En algunas especies existe un verdadero *polimorfismo sexual*; así, en cada colmena de abejas, además de una hembra fértil o reina y los machos o zánganos, existen hembras estériles u obreras; y en las hormigas blancas, que tanto abundan en el Africa tropical, donde edifican enormes y curiosísimos hormigueros, existen hasta cuatro formas (fig. 39) dentro de cada especie; a saber: la *reina*, los *machos*, las hembras estériles u *obreras* y los machos estériles, que reciben el nombre de *soldados*.

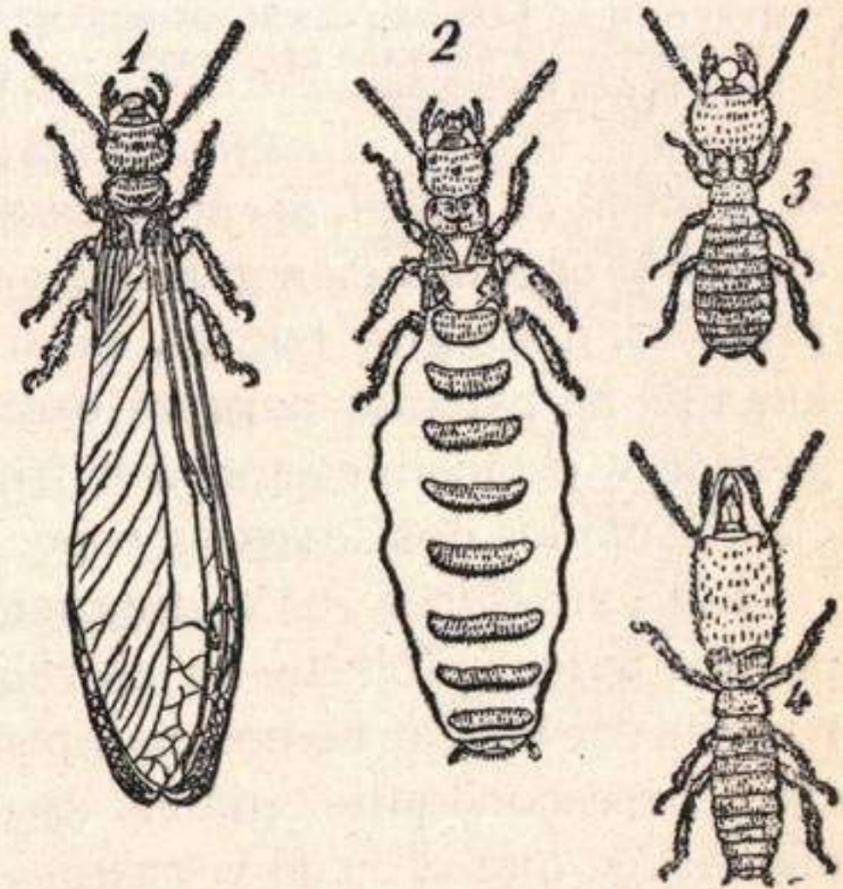


Fig. 39.—Polimorfismo sexual de las hormigas blancas: 1. Macho.—2. Hembra grávida con el abdomen enormemente distendido y después de haberse cortado las alas.—3. Hembra estéril y sin alas (obrero).—4. Macho estéril y no alado (soldado).

En ciertas formas hermafroditas se observa un curioso diformismo, pues existen unos individuos estériles, vectores de los gametos, que poseen una organización anómala muy simplificada, ofreciendo tamaño reducido con relación al de los individuos normales hermafroditas. Dichos individuos, a pesar de no formar gametos, reciben el nombre de *machos complementarios*, en atención a su misión fecundante de trasladar los microgametos al ór-

gano femenino; tal ocurre en los percebes y otros crustáceos marinos fijos de su grupo. Un papel análogo de machos complementarios realizan los insectos en las flores, a las que

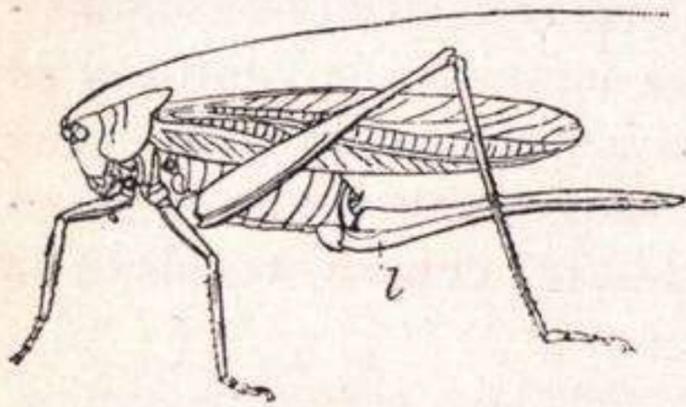


Fig. 40. — Hembra de un insecto del grupo de los saltones, con su oviscapto en la terminación del cuerpo para poner los huevos.

son de gran utilidad, dada la inmovilidad de las plantas, función que se llama *polinización*.

Se denominan *caracteres sexuales secundarios* aquellos que, sin pertenecer al aparato genital, sirven para distinguir a los machos de las hembras. Existen, en efecto, seres en que la diferenciación del macho de

la hembra es difícil, si no se recurre a la anatomía para descubrir la organización genital, y así no es fácil, sin una cierta práctica, distinguir por las características exteriores una paloma de un palomo; pero en otros casos la diferencia es tan grande y ostensible, que con frecuencia los naturalistas han clasificado los dos sexos en especies distintas.

Los caracteres que distinguen los machos de las hembras pueden tener un cierto fin en relación con la reproducción o pueden ser más o menos independientes de ella. Al primer caso corresponden las glándulas mamarias, que ofrecen las hembras de los mamíferos, en relación con ser ellas las encargadas de nutrir y cuidar los recién nacidos; las bolsas inguinales que ofrecen los kanguros, zarigüeyas y otros mamíferos marsupiales, donde están en ellos las mamas y donde se acogen los jóvenes al menor peligro o alarma; los oviscaptos (fig. 40) y taladros que ofrecen las hembras de muchos insectos para depositar, más o menos profundamente, los huevos; las cámaras incubadoras que ofrecen las hembras

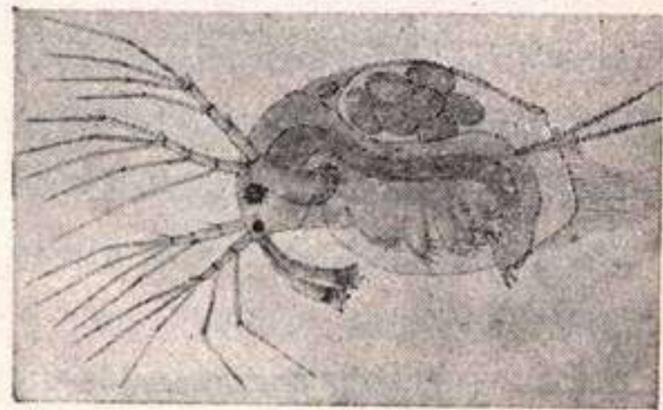


Fig. 41. — Hembra de un pequeño crustáceo de agua dulce, llevando en el dorso la cámara incubadora con los huevos.

de muchos crustáceos (fig. 41), y en las que se embrionan los huevos, y las que ofrecen los machos, que son muchas veces los encargados de la incubación, como es el caso de algunos peces que los incuban en la boca, o del sapo partero, que los lleva en las patas de atrás, a las que se enredan los cordones gelatinosos en que están aglutinados, o en cámaras especiales, cual es el caso del caballo marino y otros peces análogos, que poseen en el vientre repliegues de la piel que forman una especie de bolsillo, en el que se verifica la incubación (fig. 42).

Otras veces la diferencia entre los sexos está en relación con la atracción sexual, siendo especialmente frecuente en las hembras la posesión de aparatos que las permiten anunciar su presencia en relación con órganos determinados del macho, de percepción y de locomoción; así, en el gusano de luz el macho posee alas, mientras la hembra está privada de ellas; pero, en cambio, es la que dispone del curioso aparato luminiscente que la permite anunciar su presencia en la noche; las mariposas nocturnas parece que despiden un olor muy sutil que nosotros no logramos percibir, y que sirve para atraer a los machos, que deben poseer un olfato finísimo, no sólo porque son atraídos a gran distancia, sino también a juzgar por la delicadeza y complicada estructura de sus antenas, que son plumosas, a diferencia de las hembras. Los aparatos cantores en las insectos y en las aves responden a las mismas causas, y todo el mundo sabe que en éstas el canto de los machos es mucho más armonioso, y que el ruiseñor despliega sus habilidades cantoras que tanta fama le han dado, preferentemente cuando la hembra está atendiendo a la incubación.

Con frecuencia las diferencias entre los sexos se traducen por caracteres que no parecen tener la menor intervención

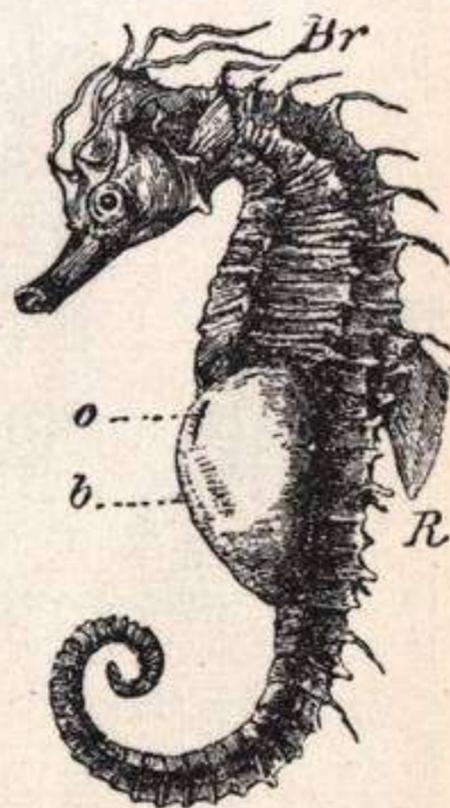


Fig. 42.—Macho de caballo marino con el bolsillo ventral incubador.

en la reproducción; se trata a veces de diferencias de coloración; así, en un lindo escarabajo, con el que a veces se han adornado los sombreros de las señoras, la *Hoplia coerulea*, el macho es azul, como indica el nombre específico, pero la hembra es roja; la oropéndola, ese pájaro tan común en nuestras estepas, tiene un plumaje que es en el macho de un color amarillo vivo, adornado de un negro intenso, mientras que en la hembra es de un tono uniforme verdoso que en nada se parece al del macho. Frecuentemente, como ocurre

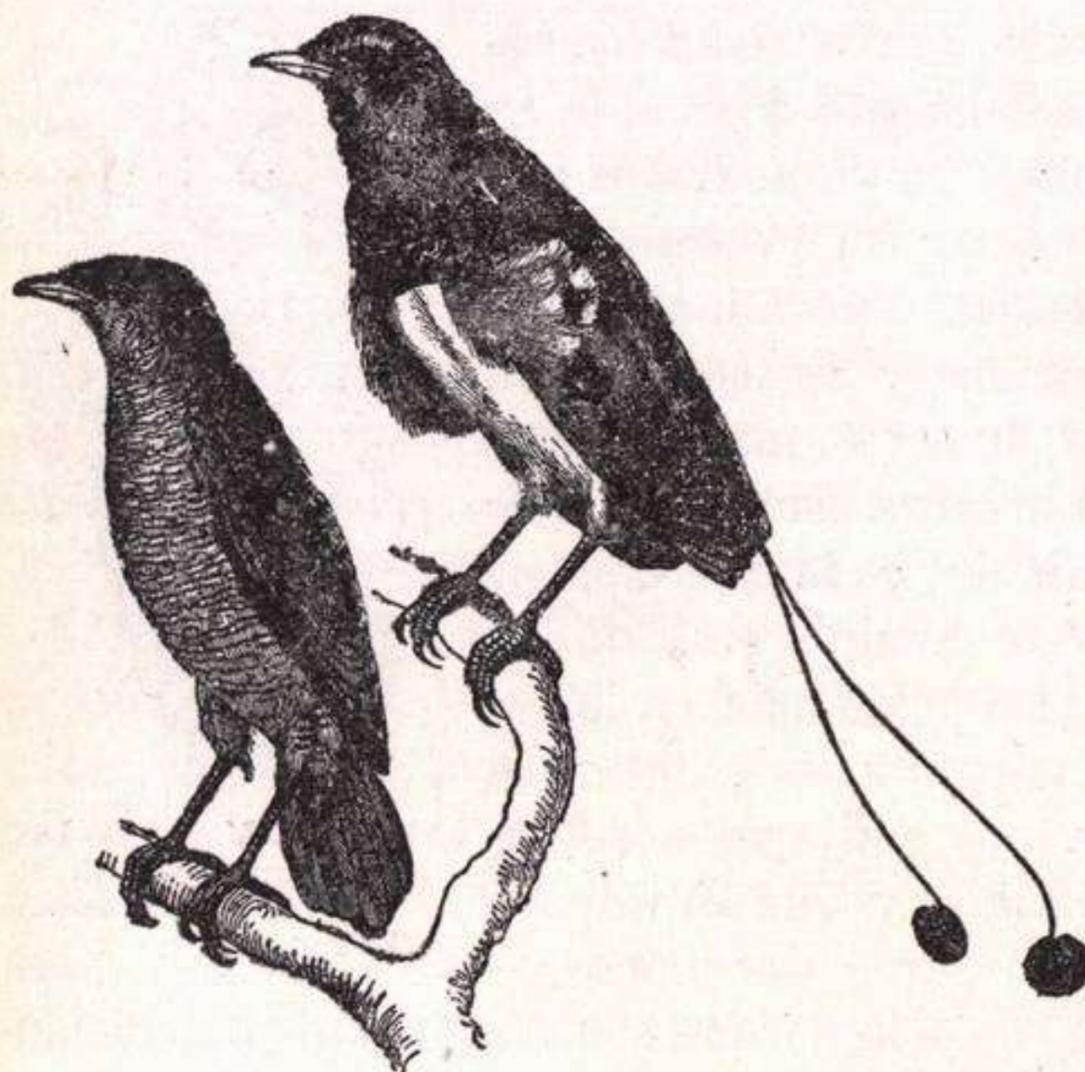


Fig. 43.—Dimorfismo sexual en una especie de ave del Paraíso,

en la gallina, no sólo hay diferencias en el colorido y la forma del plumaje, sino todavía en los otros órganos (cresta, carúnculas, espolones, etc.). Las mayores diferencias entre los machos y las hembras en las aves las ofrecen las especies de aves del Paraíso (figura 43), que

habitan todas en la región malaya y que son famosas, no sólo por la belleza singular de su plumaje, sino por la leyenda que sobre alguna de sus especies, cuyas plumas se estiman mucho en Europa como adorno, se ha hecho, creyéndola el ave fénix de los antiguos.

Con frecuencia las diferencias se acentúan en la época del celo, lo que se observa muy manifiestamente en ciertos batra-

cios y peces. En éstos el diformismo sexual suele ser pequeño; pero, sin embargo, la figura 44 nos muestra un caso en que es muy señalado.

Es frecuente que una de las diferencias sea relativa al tamaño; en los artrópodos es el femenino el sexo fuerte, en relación con la mayor eficacia que este sexo ha de desplegar en la tarea que exclusivamente le compete de la puesta, y así, no es raro en las

arañas y en muchos insectos, como los mantis, que las hembras devoren a los machos o que simplemente los maten, como es el caso de las obreras de abejas, que matan a los zánganos con sus agujas cuando, por ser ya inútiles, sólo servirían para consumir miel. En las aves es, como ya hemos dicho, el masculino el sexo bello; pero la cooperación que se prestan ambos sexos no exige una gran diferencia de fortaleza; ésta, sin embargo, existe en favor de los

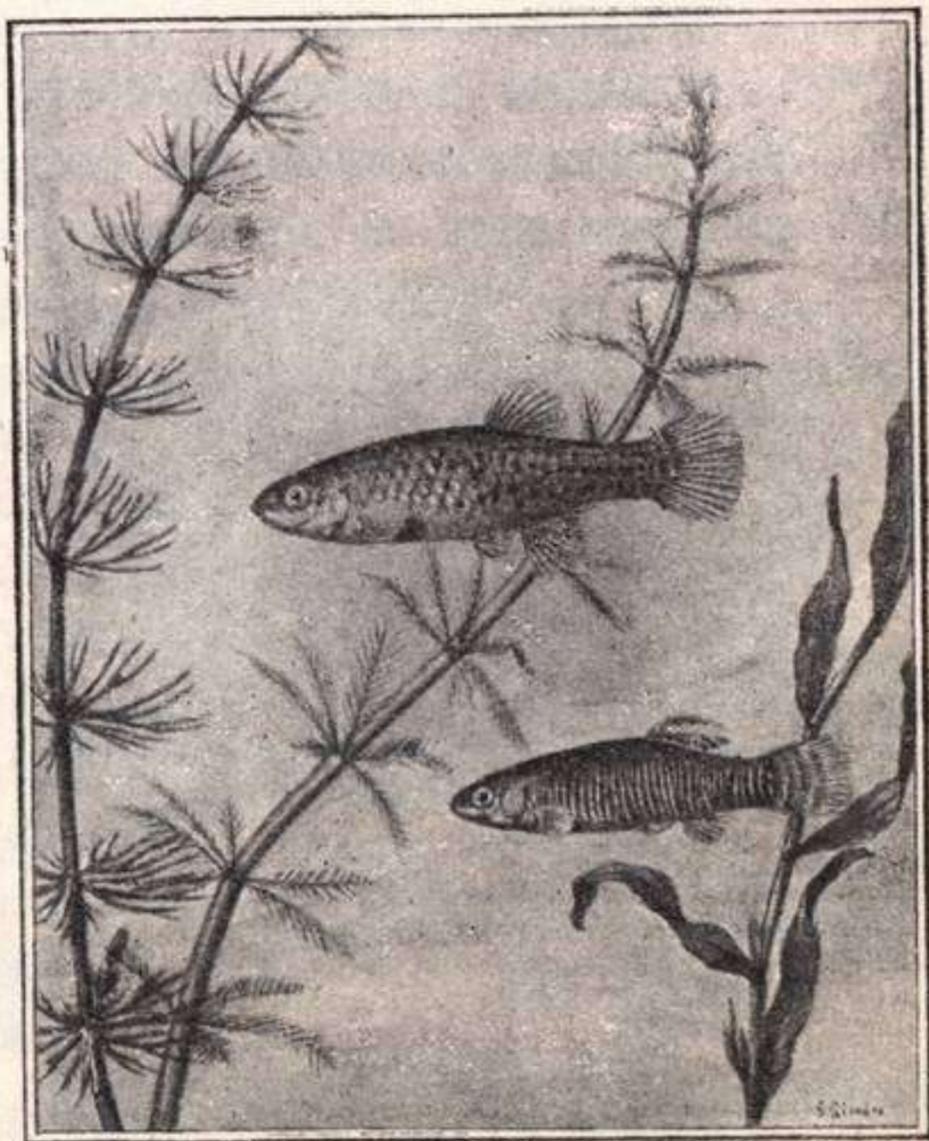


Fig. 44.—Pez de las aguas dulces del Levante de España, que presenta un marcado diformismo sexual; los machos, más pequeños, ofrecen bandas transversas, mientras las hembras son moteadas.

machos, como en todos los vertebrados superiores, especialmente acusada en los mamíferos, donde muchos, más robustos que las hembras, toman frecuentemente a su cargo la defensa de éstas y de los jóvenes contra toda clase de enemigos y contra los mismos machos de su especie, puesto que no son raras estas peleas en las aves, especialmente en el llamado comba-

tiente, y entre los mamíferos, como ocurre en los ciervos, en los que a veces dos machos, a consecuencia de una de estas luchas, queden tan sólidamente entrelazados por sus cuernos que mueren de hambre sin lograr separarse. Las diferencias sexuales en los mamíferos son muy manifiestas y variadas, aparte del tamaño; citemos, por ejemplo, la melena del león, los cuernos de los ciervos, la cara roja del macho de los monos llamados maimones, sobre el color azul único que existe en la hembra.

Es curioso en ciertos insectos la presencia de individuos llamados *ginandromórficos*, en los que se superponen ambos caracteres sexuales en un mismo individuo, frecuentemente

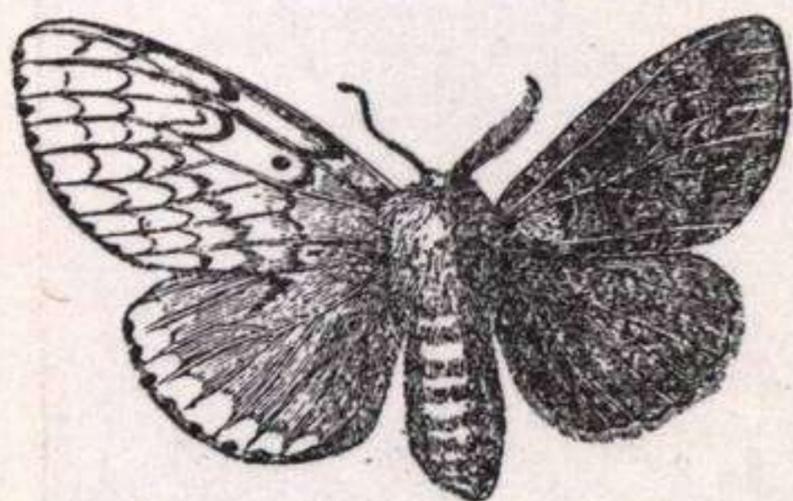


Fig. 45.—Ejemplar de mariposa nocturna en que el lado derecho es macho y el izquierdo hembra.

ofreciendo la mitad del cuerpo con caracteres de macho y la otra mitad de hembra (figura 45). Estos individuos intersexuales, que se han observado también en pájaros, en mamíferos y en la misma especie humana, son, en general, individuos de un determinado sexo con algunos caracteres del contrario, y así no es raro en los insectos

hembras que ofrecen un determinado carácter masculino.

Para investigar las causas de la divergencia de forma entre ambos sexos ha arrojado gran luz el procedimiento experimental de la *castración*, que consiste en la extirpación de las glándulas genitales de un individuo joven para estudiar las modificaciones que sufre el adulto, ya que los caracteres diferenciales secundarios no suelen existir en los jóvenes y se van desarrollando con la edad. Así, la castración en los gallos jóvenes da lugar a los llamados capones, cuyo aspecto recuerda a las gallinas. La castración parece producir menos efectos morfológicos en las hembras, lo que prueba que los de éstas no son caracteres especiales, sino supervi-

vencias de los juveniles. En los artrópodos la castración parece haber dado resultados muy contradictorios; pero, en cambio, se ha observado en ellos un curioso fenómeno, llamado la *castración parasitaria*, según la cual el agotamiento nutricional producido por la acción de un parásito que vive a expensas de un macho provoca en éste la aparición de caracteres femeninos; así, el cangrejo de mar común sufre una enfermedad provocada por un parásito que, situado debajo del abdomen, le produce una especie de tumor, cuyas raíces absorbentes se extienden por todo el cangrejo, habien-

do observado Giard que en los machos que están parasitados el abdomen se ensancha, como en las hembras, y desarrolla las pequeñas patitas que están atrofiadas en el macho y que en las hembras sirven para retener los hue-

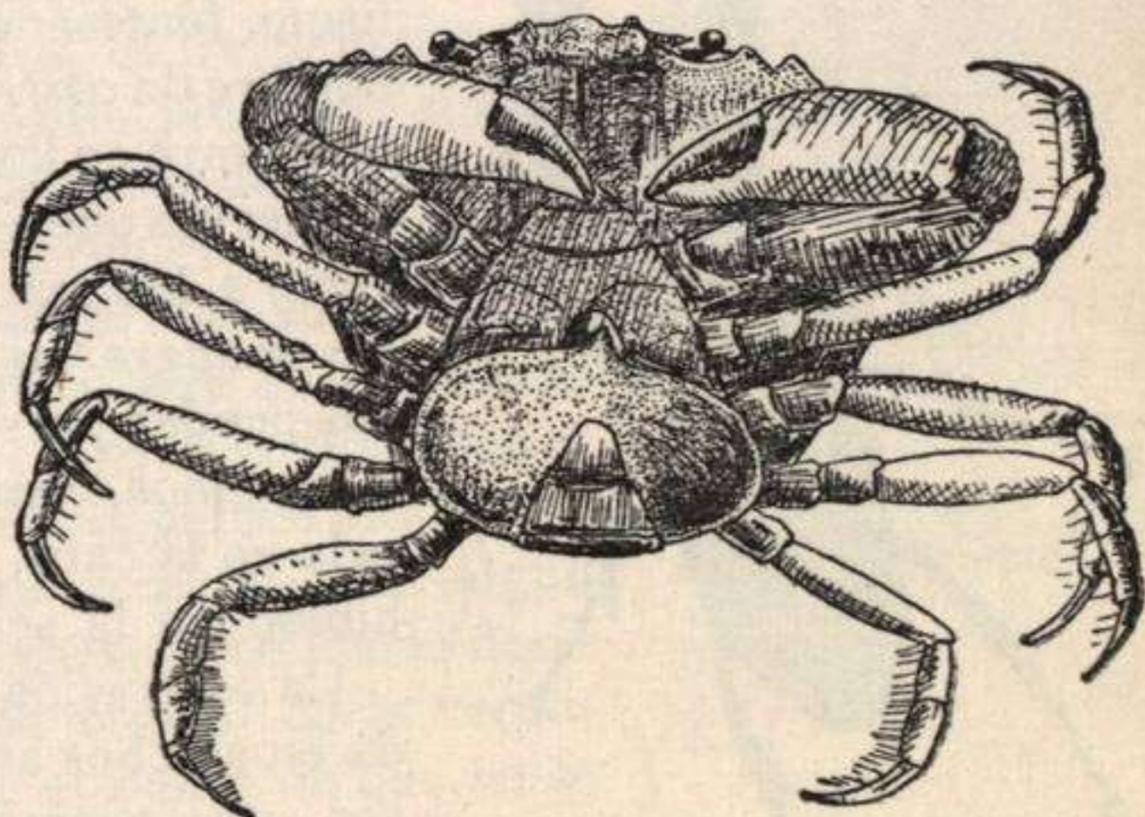


Fig. 46.—Cangrejo de mar parasitado. Obsérvese el tumor que lleva debajo del abdomen.

vos. Se admite que las glándulas genitales vierten a la sangre productos u *hormonas* que provocan el desarrollo de ciertos órganos, o, al contrario, inhiben el crecimiento de otros, por lo que la castración da lugar a que no se desarrollen los que habían de desarrollarse, y, en cambio, toman incremento otros que no habían de acentuarse; pues si a un individuo castrado se le injertan debajo de la piel glándulas genitales en forma que no puedan ser funcionales, los caracteres sexuales secundarios se desarrollan por existir entonces la hormona, y hasta reaparecen los instintos sexuales, que estaban más o

menos inhibidos a pesar de que el individuo no puede procrear.

Cuando la castración es tardía no produce efecto morfológico patente, puesto que ya se habían manifestado los caracteres del sexo, y cuando es parcial, también lo son sus efectos, como cuando existe una falta de desarrollo en los órganos genitales.

La vejez, al producir la cesación del funcionalismo de las



Fig. 47.—Macho de ciervo volante para que pueda apreciarse el enorme desarrollo de sus mandíbulas.

glándulas genitales, hace cesar los efectos formadores e inhibidores, con detrimento del dimorfismo, fenómeno conocido con el nombre de *castración senil*. Así, no es raro en las hembras viejas de ciervos que les salgan cuernos como a los machos. De la misma manera las mujeres ancianas pueden presentar caracteres masculinos, como desarrollo del pelo en la cara, que ya no es inhibido por la secreción ovárica.

La castración ha sido utilizada en muchos animales domésticos, unas veces para el engorde; otras, para evitar el desarrollo de ciertos caracteres secundarios psíquicos que les hace menos manejables; con tal fin se viene practicando en los caballos y toros, que son menos dóciles cuando están enteros. En el hombre también ha sido posible estudiar los efectos de la castración, por ser esta práctica habitual en algunos pueblos de Oriente. Los castrados o *eunucos* ofrecen menor desarrollo del sistema piloso, y falta de calcificación de la laringe, por lo que la voz no evoluciona con caracteres masculinos. Análogos caracteres ofrecen los *eunucoides*, es decir los que en

ellos y toros, que son menos dóciles cuando están enteros. En el hombre también ha sido posible estudiar los efectos de la castración, por ser esta práctica habitual en algunos pueblos de Oriente. Los castrados o *eunucos* ofrecen menor desarrollo del sistema piloso, y falta de calcificación de la laringe, por lo que la voz no evoluciona con caracteres masculinos. Análogos caracteres ofrecen los *eunucoides*, es decir los que en

virtud del poco desarrollo de las glándulas genitales los caracteres secundarios se manifiestan con poca intensidad.

El desarrollo de un carácter sexual secundario, en relación con la talla, que es también en general un carácter de esta especie, conduce a lo que se ha llamado una *disarmonía*; es decir: que cuanto más patente es la sexualidad, mayor desproporción orgánica se manifiesta. Así, el ciervo volante, (figura 47) ofrece en el macho unas mandíbulas enormemente desarrolladas; pero la relación entre el tamaño de ellas y la talla del animal es tanto mayor cuanto más grande es el ejemplar.

En muchos seres, y especialmente en los artrópodos, es frecuente que el huevo sea capaz de proliferar sin haber sido fecundado; es decir, sin previa conjugación con el microgameto, fenómeno que se ha llamado *partenogénesis*, mientras que en la mayor parte el huevo, si no se conjuga con el elemento antitético, parece incapaz de vivir, degenera y muere. En algún caso la partenogénesis se puede decir que es la forma normal de la reproducción, hasta el punto de que no se conoce la reproducción sexual. Así, los apus (fig. 48), aparecen en primavera en las aguas estancadas y se reproducen partenogenéticamente de manera tan rápida y prolífica, que vienen a ser extraordinariamente abundantes en los sitios en que hicieron su aparición; pero cuando las aguas se desecan ponen huevos capaces no sólo de resistir la sequedad, sino que parecen necesitarla para poder después desarrollarse, conservando durante muchos años la facultad germinativa; como estos huevos los depositan en la tierra en el límite máximo a que han llegado las aguas, asegurando el que hayan de desecarse, puede ocurrir que sobrevengan años en que

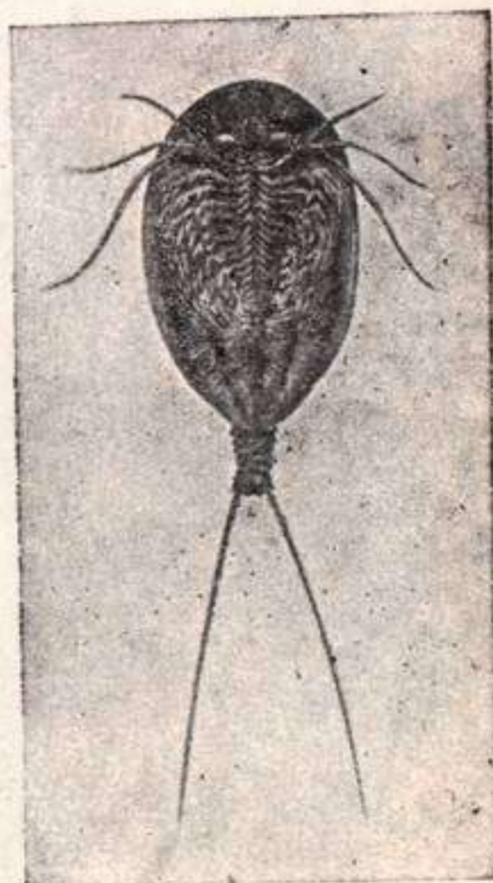


Fig. 48.—Apus, crustáceo partenogenético de las aguas dulces.

las aguas no alcancen ese nivel, y los apus dejan de manifestarse en aquel país hasta que a la llegada de un año lluvioso de gran crecida de agua los apus se manifiestan otra vez en extraordinaria abundancia. Los naturalistas antiguos, que habían observado estas apariciones después de largas épocas de desaparición, no podían explicárselas sin acudir a su origen espontáneo.

Frecuentemente la partenogénesis está en relación con las estaciones, pues durante las épocas favorables a la vida

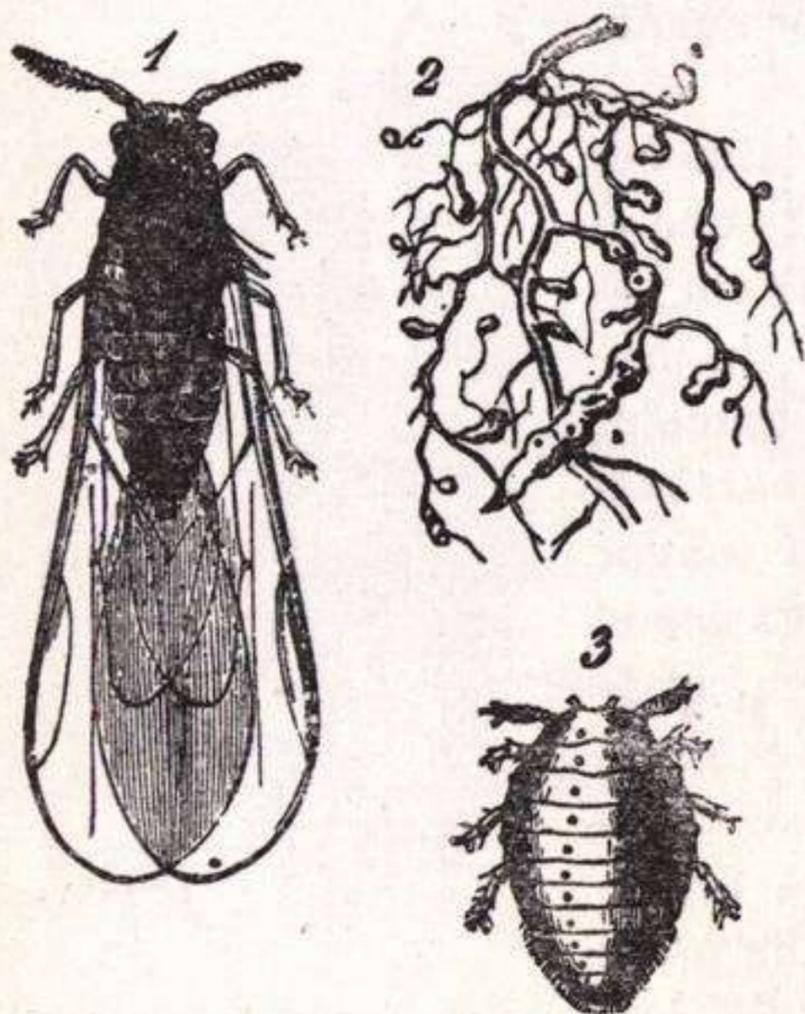


Fig. 49.—Filoxera.—1. Hembra alada.—2. Nudosidades de la raíz producidas por las hembras sin alas.—3. Aptera

no se encuentran más que hembras partenogenéticas, cuyos huevos vírgenes se desarrollan inmediatamente, dando lugar a una extraordinaria abundancia de individuos; pero al sobrevenir las condiciones adversas aparecen los machos y hembras sexuales, que producen por fecundación huevos destinados a resistir el frío y la sequedad y a conservar la cualidad germinativa durante toda la mala estación, hasta que a la vuelta de las condiciones propicias se desenvolverán,

dando hembras partenogenéticas que reanudarán el ciclo; tal es lo que ocurre en los pulgones. El ciclo análogo de la filoxera es sobradamente conocido por el interés que tiene el estudio de este insecto americano que tantos estragos ha causado en los viñedos europeos; las hembras apteras y partenogenéticas de las raíces (fig. 49) dan, después de varias generaciones, hembras aladas, que salen al exterior y dan hembras y machos apteros que originan huevos durables. En

unos pequeños crustáceos, llamados pulgas de agua (fig. 50), cuando en el curso del año hay dos estaciones desfavorables, como es para estos animales las aguas muy frías en invierno y muy cálidas en verano, la especie se hace bicíclica; es decir: que ofrece dos ciclos y, por tanto, dos épocas de producción de huevos durables durante un año; y en las especies que por habitar pequeños recipientes pueden encontrar varias épocas desfavorables, ya que el agua en pequeñas masas puede calentarse en invierno, la especie se hace policíclica.

En otros casos la partenogénesis está en relación con la fecundación, como ocurre en insectos sociables como las abejas, en las que según el huevo resulte fecundado o no da lugar a una hembra o a un macho. En seres en que no se presenta la partenogénesis ha podido provocarse artificialmente (*partenogéne-*

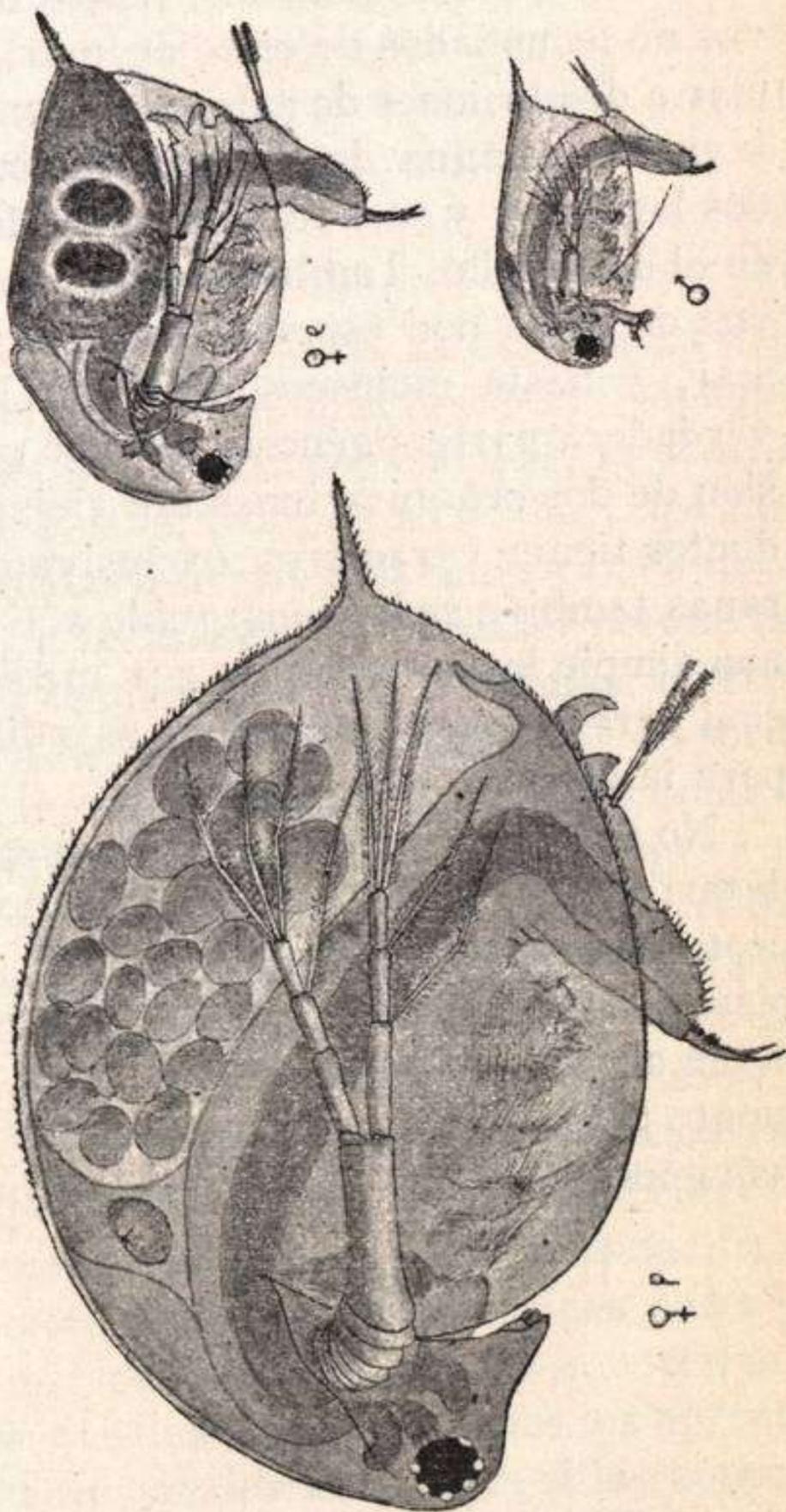


Fig. 50.—Polimorfismo sexual de las dafnias. El ejemplar de gran tamaño es una hembra con la cámara incubadora llena de huevos partenogénéticos; a la izquierda, encima, una hembra con dos huevos durables; a la derecha, un macho.

*sis experimental*). Huevos no fecundados, que en condiciones normales no se desarrollan, se ha conseguido activarlos mediante excitantes químicos, físicos o mecánicos. Así, los huevos no fecundados de erizo de mar, trasladados del agua de mar a disoluciones de sales de magnesia o de otras sustancias y vueltos al agua de mar, evolucionan, pasan algunos estados larvarios y se obtienen engendros bastante adelantados en el desarrollo. También se ha conseguido fecundar los huevos de erizo por especies muy alejadas, como estrellas de mar, y hasta moluscos bivalvos, lo que se considera una verdadera partenogénesis, no sólo porque no es posible la fusión de dos organizaciones tan alejadas, sino porque los productos tienen caracteres exclusivamente maternos. En las ranas también se ha conseguido activar sus huevos mediante una simple lesión obtenida por medio de una aguja, todo lo cual parece demostrar que no es indispensable la fecundación para la activación del huevo.

No se conoce ningún caso en que el gameto masculino se desarrolle por sí solo, ni quizá es posible por su escasez de protoplasma; pero se ha conseguido, incorporándole el protoplasma de un huevo enucleado, el desarrollo y la constitución de un ser en que la cromatina tiene un abolengo exclusivamente paterno. Estos fenómenos, por contraposición a la partenogénesis, se han llamado *efebogénesis*.

## CAPÍTULO VI

**La variación y la variabilidad.**—Los seres, aun los más parecidos, por pertenecer no sólo a la misma especie, sino por ser consanguíneos, jamás son idénticos, sino que, al contrario, esencialmente diferentes en todo; es decir: que tales diferencias, por poco acentuadas que estén, se muestran en todas sus partes y caracteres, y se llaman individuales porque caracterizan al individuo y le distinguen de los demás. Merced a tales diferencias individuales podemos distinguir en sociedad a unas personas de otras y permiten a un pastor conocer y distinguir perfectamente las ovejas de su rebaño, que a un observador superficial se le antojarían todas iguales. Estas diferencias individuales son tan menudas que exigen un examen muy atento de los seres para ser apreciadas; pero una vez que nos damos cuenta de ellas, de tal forma las exageramos en nuestro espíritu, que parecen borrarse las grandes semejanzas, oscurecidas por las pequeñas diferencias, en razón a la utilidad que éstas nos prestan para la diferenciación de los individuos. Es por esto por lo que los parecidos entre las personas se sacan tan mal por aquellos que las conocen muy bien, mientras que los que las conocen menos los aprecian fácilmente, y puede hacer que les confundan si las conocen poco o hace tiempo que les han dejado de ver. En términos sociales la capacidad de observación para apreciar y retener las diferencias individuales la expresamos diciendo que el individuo es buen fisonomista.

La variación es un fenómeno tan universal que demuestra que la igualdad no existe en la Naturaleza, y que es una abstracción utópica de nuestra mente, ya que no existe nada

igual en el mundo. Esta diversidad de los individuos vivientes es el fundamento de la personalidad o conjunto de atributos individuales que definen un ser y permiten distinguirlo de los demás, por muy semejantes que sean.

Mas los límites de la variación son sumamente diversos, según las especies, y al lado de algunas muy homogéneas, es decir, que sus individuos difieren muy poco, existen otras muy polimorfas, o sea que ofrecen muchas y marcadas variaciones. La especie lineana, fundada sobre un estudio forzosamente superficial de los caracteres, no puede satisfacer a los especialistas modernos, que afinan en el análisis y exageran, por tanto, la importancia de las débiles diferencias, sin contar con que con dicho análisis descubren constantemente nuevas variaciones no conocidas, aparte de las no advertidas, y por esto muchas especies lineanas han sido divididas en gran número de especies modernas y con frecuencia han adquirido la categoría de familias y aun de grupos superiores. Pero este potente análisis amenaza continuamente con llegar a considerar cada individuo como una especie distinta, no siendo ya raro el que una especie sea descrita a base de finas diferencias encontradas en un solo ejemplar. Así, un naturalista francés, Locard, estudiando las variaciones de la almeja de agua dulce de Francia, describe, solamente para este país, 226 especies. De estas conchas, sólo en la Albufera de Valencia, sin haber sido objeto de una exploración detenida en este asunto, se han encontrado 18 especies, que realmente no son sino dos muy polimorfas.

Para evitar el caos con que amenaza sumir a las ciencias naturales la multiplicación incesante del número de especies, ciertos naturalistas se han esforzado en encontrar criterios que puedan servir de idea directriz a los investigadores de especies nuevas, y justo es reconocer que, sin llegar a resolver el problema, han dado criterios que son de utilidad en estas investigaciones taxonómicas. Cuvier había definido la especie como el conjunto de individuos que se reproducen entre sí, dando productos con los mismos carac-

terres que les son comunes; la especie quedaba, pues, definida por dos criterios: el de semejanza y el de la capacidad reproductiva. Como este último no es fácilmente utilizable, ya que la observación de un naturalista se tiene frecuentemente que limitar a seres muertos, y puesto que las especies próximas pueden cruzarse, dando productos de fecundidad variable, se ha buscado resolver el problema, valiéndose exclusivamente del criterio de semejanza; pero dando normas para que éste no quede a la apreciación personal. Consideraremos dos individuos de distinta especie cuando difieran en todos sus caracteres de modo que la existencia de un carácter, por muy acentuado que esté, si el resto de los caracteres independientes de él son iguales, no debe hacer que se considere al individuo que lo posee como perteneciente a una especie distinta, sino en el caso de ser excepcional, como una *monstruosidad*, o sea como un carácter individual muy marcado, y en el caso de ser hereditario y, por tanto, venir a ser colectivo, si es frecuente en otros individuos de la misma especie que le ofrecen, aun viviendo en el mismo lugar que los que no lo poseen, y no pareciendo influir en dicho carácter las diversidades del medio, como una *variedad*. Las diferencias colectivas pueden tener por base la acción del medio, que modifica, dentro de ciertos límites, los organismos, fenómeno que recibe el nombre de *variabilidad*, y que no hay que confundir con el de *variación*, ya que éste tiene un origen intrínseco, mientras que el de aquél es extrínseco; así, las plantas de sitios húmedos difieren de las de la misma especie y variedad de sitios más secos; una misma planta (fig. 51), cultivada en planicie, ad-



Fig. 51. —La misma especie, a la derecha, cultivada en montaña, y a la izquierda, en la llanura, donde el tallo no se desarrolla.

quiere caracteres diferentes que cultivada en montaña, de lo que resulta que los individuos de una cierta estación biológica pueden ofrecer caracteres colectivos que los distinguan, formando con ello lo que se llama una *raza local*; mas cuando una especie habita una área muy extensa, como los diversos países tienen condiciones de vida distintas, resultará que, comparando formas de estaciones semejantes, podrán presentar, no obstante, caracteres diferentes, que responden a los caracteres de clima, de alimentación, etc., distintos, los cuales se manifestarán más, puesto que la distancia o la aparición de barreras que impidan la relación entre ambas formas hacen imposible el cruzamiento; tales diferencias constituyen la base de las llamadas *subespecies o razas geográficas*.

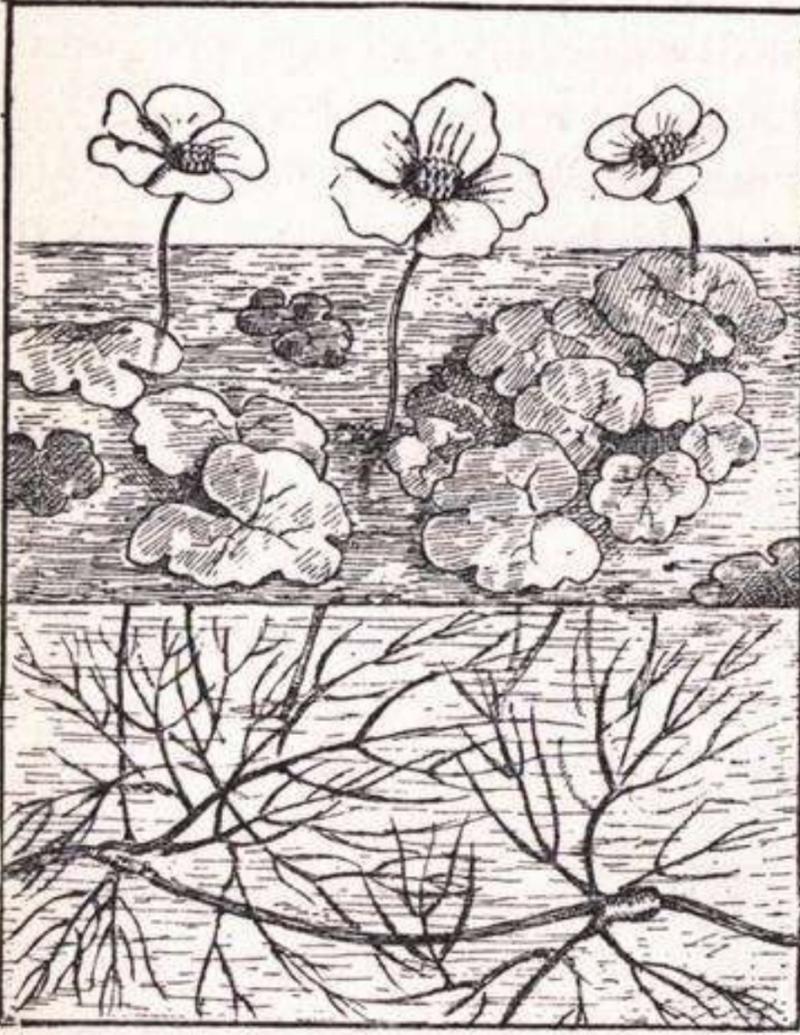


Fig. 52.—Ranúnculo acuático: Planta anfibia que da hojas sumergidas lineares y aéreas con limbo ancho.

quiere caracteres diferentes que cultivada en montaña, de lo que resulta que los individuos de una cierta estación biológica pueden ofrecer caracteres colectivos que los distinguan, formando con ello lo que se llama una *raza local*; mas cuando una especie habita una área muy extensa, como los diversos países tienen condiciones de vida distintas, resultará que, comparando formas de estaciones semejantes, podrán presentar, no obstante, caracteres diferentes, que responden a los caracteres de clima, de alimentación, etc., distintos, los cuales se manifestarán más, puesto que la distancia o la aparición de barreras que impidan la relación entre ambas formas hacen imposible el cruzamiento; tales diferencias constituyen la base de las llamadas *subespecies o razas geográficas*.

Algún ejemplo podrá servir para aclarar estas cuestiones. El caballo, el asno y la cebra son especies diferentes, aun cuando hayan podido cruzarse por ser próximas; pero todos sus caracteres son diferentes. Será, pues, impropio decir que la cebra es un asno o un caballo de piel a rayas, pues fijándonos vemos que ella es diferente en todos sus detalles. En ocasiones se ha observado que algún potro presentaba una piel con rayas acebradas; he aquí una monstruosidad que nos prueba la proximidad de ambas especies; pero el ejemplar no deja por eso de ser un caballo, ya que todos sus caracteres son de tal, y ninguno, aparte de éste, es de cebra. Aun cuan-

do nosotros consideráramos el asno y la cebra pertenecientes a la misma especie, sus diferencias no las podíamos achacar al medio, sino que la coloración de la cebra es un carácter intrínseco, y nos lo prueba el hecho de que en las estepas del Africa oriental viven ambas formas de modo que habríamos de mirarlas como una variedad; mas el hecho de no reproducirse entre sí y de ser muy diferentes en todo, nos decide en favor de no ser simples variedades, sino especies distintas. Los asnos africanos ofrecen caracteres distintos de los asiáticos, aun cuando son muy análogos a ellos; la falta de formas intermediarias la podemos atribuir a su separación por el Mar Rojo, y la pequeña divergencia de caracteres, a la diversidad que existe entre los países que habitan; y así decidiremos que el asno de Nubia es una subespecie o raza geográfica del de Mesopotamia, del onagro de la India y del hemión del Turquestán, el cual en las regiones montañosas del Thibet ofrece caracteres especiales que consideraremos, en general, como una raza local. Las diferentes formas de caballos domésticos son, en cambio, variedades que el hombre ha cuidado de multiplicar cuando los individuos le parecían útiles a los fines que él perseguía.

Las comparaciones para el establecimiento de estas subdivisiones de la especie es conveniente hacerlas entre individuos comparables; es decir: del mismo sexo, edad, etc.; no sólo porque en virtud del dimorfismo sexual existen en las especies dioicas dos formas, más o menos divergentes, dentro de cada especie, sino también porque un mismo individuo no queda semejante durante el curso de su vida, variando los caracteres con la edad. En ciertos casos los cambios durante el curso de la vida son tan acusados, que el individuo joven puede diferir grandemente del adulto, hasta el punto de que las formas jóvenes han sido frecuentemente clasificadas como especies distintas. Las modificaciones más patentes las ofrecen aquellos seres que presentan *metamorfosis*, es decir, grandes cambios durante el crecimiento; y así, ¡qué diferencia entre la oruga y la mariposa; entre el renacuajo y la rana

adulta!, etc. Además de la edad, los cambios de medio que puede sufrir durante el curso de su vida les hacen también variar. Ciertas plantas acuáticas ofrecen formas muy diversas entre las hojas sumergidas, alargadas y estrechas, y las flotantes y aéreas, anchas, como puede apreciarse en la figura 52. Es indudable que la planta ofrecerá aspectos muy distintos, según las fluctuaciones de nivel de las aguas. Como muchas de las variaciones del medio son periódicas, los caracteres del animal dependientes de él ofrecen una pe-



Fig. 53.—Lagopus de los Pirineos.  
Gallinácea salvaje en plumaje de verano.



Fgi. 54.—Lagopus de los Pirineos.  
Gallinácea salvaje en plumaje de invierno.]

riodicidad, y así vemos a un árbol ofrecer un aspecto muy distinto en verano que en invierno; el pelaje de un armiño ofrecer cambios periódicos de coloración; el plumaje de un gallo salvaje de los Pirineos ofrecer grandes diferencias en la época del calor (fig. 53) y en la de las nieves (fig. 54). Tales variaciones reciben el nombre de *variaciones estacionales*.

Cuando la vida de un ser es muy efímera y varias generaciones se desarrollan durante el año, las variaciones estacionales no las ofrece el individuo, pero sí la especie, lo que

nos puede llevar a mirar como especies o variedades distintas lo que no son más que formas de una evolución cíclica de la especie; este curioso fenómeno se llama *ciclomorfosis*. Así, en los anima-

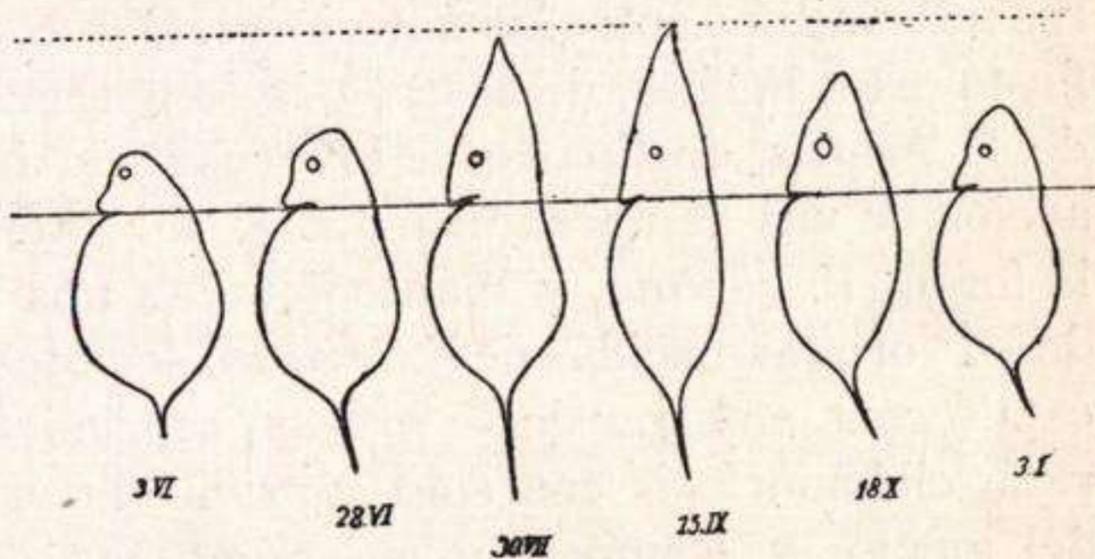


Fig. 55.—Siluetas de un pequeño crustáceo flotante en las aguas en diversas épocas del año. Cada dibujo posee debajo la fecha en que fué recogido durante la época de abril a enero. Obsérvese la cresta y la gran longitud de la espina durante las épocas calurosas.

les que viven flotando en el agua, como ésta cambia de densidad y de viscosidad con las estaciones, por la temperatura, las diferentes generaciones que se suceden rápidamente, van variando de forma para mantenerse en flotación, de forma que al calentarse el agua aumentan los apéndices que aumentan su superficie, y por tanto, el frotamiento, y con él la resistencia al hundimiento, hasta que al volver a la misma época del año vuelve la forma primitiva. La figura 55 muestra los grandes cambios de contorno en un pequeño crustáceo ciclomorfo.

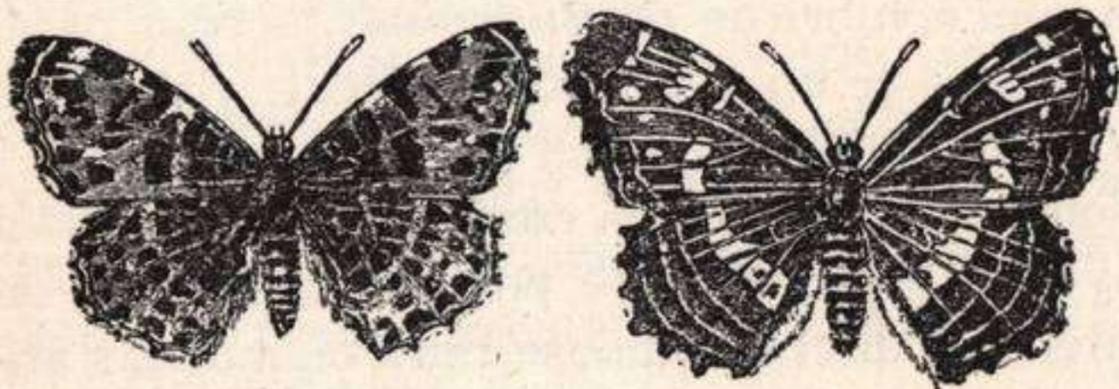


Fig. 56 — Polimorfismo estacional: A la izquierda la forma de primavera (*Vanessa levana*), y a la derecha la forma estival (*V. prorsa*).

Un caso muy conocido es el de tres formas de mariposas que fueron clasificadas como especies distintas: *Vanessa levana*, *Vanessa prorsa* y *Vanessa porima*, las cuales ofrecen caracteres completamente distintos que justificaban el considerarlas como tales con la misma razón que otras especies de mariposas, hasta que se demostró que *V. levana* era la forma prima-

5

veral (fig. 56); sus huevos, desarrollándose en verano, daban en julio *V. prorsa*, cuyos huevos podían evolucionar y dar orugas, cuyas mariposas otoñales eran *V. porima* de caracteres intermedios entre las anteriores. Beree, que puso de manifiesto estos hechos, demostró que sometiendo orugas nacidas de *V. prorsa*, destinadas a invernar y a dar *V. levana*, a la acción de una temperatura dulce, se obtenían mariposas de la forma *V. porima*, y manteniendo a una temperatura baja de  $-1^{\circ}$  orugas nacidas de *V. levana*, se obtenían mariposas de esta forma, en lugar de *V. prorsa*, suprimiendo de esta manera la ciclomorfosis con sólo suprimir la variación periódica del medio, y Rhumer no solamente ha demostrado que el mismo resultado se obtiene actuando sobre las crisálidas, sino que ha obtenido una serie de intermediarios, entre ellas *V. porima*, colocando lotes de crisálidas a temperaturas intermedias.

**Variaciones continuas y discontinuas. Correlación.**— Hemos reconocido dos clases de variaciones que poseen un origen distinto: unas se producen por la acción del medio y son por ello graduales, de forma que se pueden siempre encontrar todos los intermediarios entre dos formas diversas, ofreciendo además el carácter de no ser hereditarias; tales variaciones han recibido el nombre de *fluctuaciones*, porque parecen oscilar en derredor de un tipo medio o ideal, y también *variaciones continuas*, por la seriación que ofrecen.

Otras variaciones dependen de la constitución misma del ser y se constituyen al formarse éste por la combinación de los caracteres paternos, diferenciándose muy bien de las anteriores, en primer lugar por no ofrecer intermediarios, y en segundo lugar por tener influencia hereditaria, llamándose a estas variaciones *mutaciones* o *variaciones discontinuas*.

Evidentemente ambas se combinan de forma que los caracteres de un ser dependen de dos factores: las mutaciones innatas, más o menos acentuadas, y las fluctuaciones circunstanciales. Todo ser es el asiento de una mutación y una fluc-

tuación, que son las que definen su personalidad; pero sólo cuando ofrecen gran intensidad, es decir, cuando se produce un tipo aberrante, es cuando se la tiene en cuenta; así, cuando nosotros encontramos una fluctuación límite, es decir, que se separa mucho del tipo medio, y que, como vamos a ver, son raras, se dice que es un *acomodado*, y cuando se observa un mutante muy diferente de los demás es cuando se dice que es una *mutación*, sin pensar que todo ser es un mutante más o menos señalado.

Si tomamos una colección numerosa de individuos de la misma especie y variedad, hermafroditas, o del mismo sexo, en el caso de ser dioicos, de la misma edad y cogidos en la misma época; es decir, si estudiamos un material homogéneo para eliminar las diversidades que pueden resultar de la variedad, el sexo, la edad, la época, etc., y apreciamos un carácter en cada uno de ellos cuantitativamente, es decir, que pueda ser expresado por un número, contando o midiendo, como puede ser el peso o dimensión, o bien el número de detalles, como, por ejemplo, el número de flores en un crisantemo, el de foliolos en hoja de acacia, el de escamas en la línea lateral de un pez, etc., encontraremos valores que estarán forzosamente comprendidos entre los que ostentan dos individuos extremos; es decir: entre un máximo y un mínimo, tanto más separados cuanto mayor poder de fluctuación ofrezca la forma. Por otro lado, veremos que la mayor parte ofrecen valores que se aproximan al valor medio más frecuente, mientras que los términos de valor alejado son raros, y siendo tanto más frecuentes cuanto menor es la divergencia.

Agrupando los valores encontrados en clases definidas por valores equidistantes, si sobre una raya horizontal marcamos puntos igualmente distanciados que representen los valores crecientes del carácter, y levantamos perpendiculares proporcionales a su frecuencia, obtendremos, uniendo los extremos de estas perpendiculares, una línea, que es la que se llama *curva de la variación fluctuante*. La figu-

ra 57 representa una de estas curvas de la variación fluctuante. La clase de más frecuencia, es decir, la que posee mayor número de variantes, se llama la *moda*, que es la representada por la perpendicular más alta, y la media aritmética de los valores de las distintas variantes será el *tipo*, es decir, la variante ideal que representa el canon medio de dicho carácter dentro

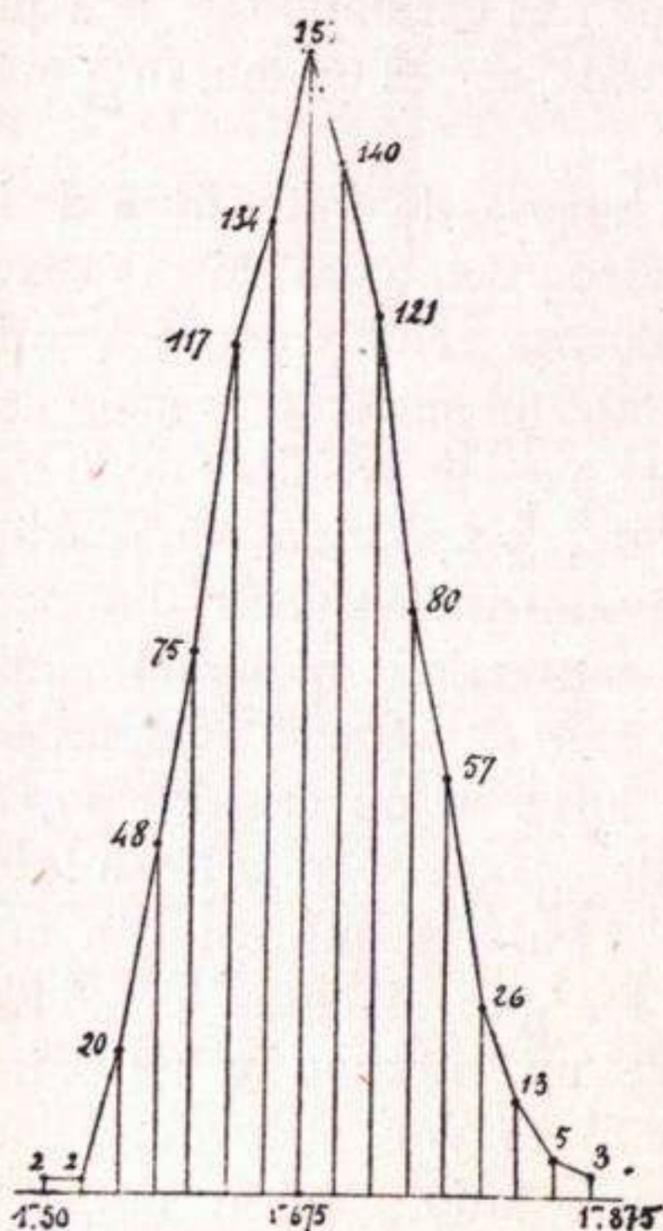


Fig. 57.—Curva de la fluctuación de la talla de los soldados de un ejército.

de la especie, o sea el individuo normal con respecto a ese carácter, en derredor del cual, y dentro de los valores máximos y mínimos, oscilan los caracteres de todos los individuos. Evidentemente el tipo puede no coincidir con la moda, puesto que depende de la distribución a ambos lados de las variantes y de sus frecuencias. La oscilación del carácter la mide la diferencia entre la variante máxima y mínima. Como dos especies pueden, presentando la misma moda y el mismo tipo, diferir mucho por diferir su oscilación, se determina la *desviación*, que es la media aritmética de las oscilaciones de cada variante con respecto a la media. Con estos y otros datos biométricos se puede llegar a definir numéricamente

una especie y determinar si dentro de ella hay dos formas, bien variantes o bien debidas al sexo u otra circunstancia, pues la curva ofrecerá entonces dos máximos; así, la curva de la longitud de la cresta en las gallinas nos ofrecerá dos máximos en relación a las dos formas de cresta que hay dentro de la especie, en consonancia en este caso con el dimorfismo sexual.

Para explicarnos la distribución de las frecuencias en la variación fluctuante ponemos un ejemplo tomado de las diatómeas (fig. 58), algas formadas de una sola célula protegida por dos valvas silíceas, que encaja la una en la otra como una caja en su tapa.

Cuando una de estas algas se divide se forman dos nuevas valvas entre las antiguas, que vienen a montar sobre aquéllas a manera de tapas. Repitiéndose las divisiones y llamando *A* y *B*, respectivamente, a la valva mayor y menor de la primitiva, y teniendo en cuenta que la diatómea da lugar a dos de tamaño diferente, las cuales, partiéndose a su vez, dan cada una dos tamaños, resultará la ley siguiente:

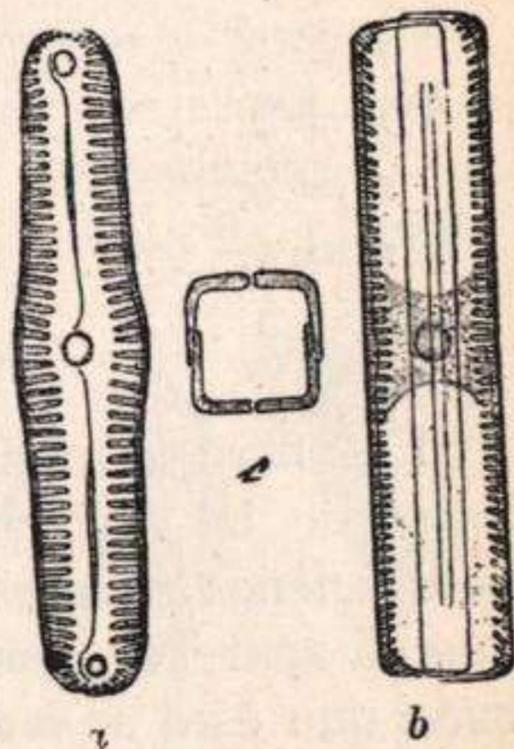


Fig. 58.—Diatómea vista de frente, de perfil y en sección transversa.

Célula primitiva...	A	A
Primera generación.	A                      B	A + B
Segunda...	A    B            B    C	A + 2B + C
Tercera...	A B B C    B C C D	A + 3B + 3C + D
Cuarta.....	A B B C B C C D C D C D D E	A + 4B + 6C + 4D + E

Como vemos, en toda generación la distribución de la frecuencia es la misma que la que hemos iniciado como característica de la variación fluctuante; a saber: 1.º Los valores extremos son raros. 2.º El valor intermedio es muy frecuente. 3.º Las frecuencias se van rarificando conforme se desvían los valores hacia los límites. 4.º La curva que representa estos valores tiene el mismo aspecto que la curva de variación fluctuante, que coincide más o menos con la llamada por los matemáticos curva del error. Obsérvese que en el caso de las diatómeas los valores de las clases son iguales a los términos

que se obtienen, desarrollando la potencia del binomio  $(1+1)^n$ , en que  $n$  representa la generación.

$$\begin{aligned} n = 1. . . . . & (1 + 1)^1 = 1 + 1 \\ n = 2. . . . . & (1 + 1)^2 = 1 + 2 + 1 \\ n = 3. . . . . & (1 + 1)^3 = 1 + 3 + 3 + 1 \\ n = 4. . . . . & (1 + 1)^4 = 1 + 4 + 6 + 4 + 1 \\ n = 5. . . . . & (1 + 1)^5 = 1 + 5 + 10 + 10 + 5 + 1 \end{aligned}$$

En toda generación las diatómeas responden, pues, a las leyes de la variación fluctuante; mas el tamaño de ellas no desciende progresivamente por impedirlo la conjugación, que, al aparecer, vuelve al tamaño normal de la especie y hace que éste se mantenga invariable. Como el proceso de división y conjugación celular es común a todos los seres, la explicación se extiende a todos, a condición de admitir que al contrario de dividirse los cromosomas en dos porciones exactamente iguales, suposición frecuentemente admitida, pero que cuadra mal con la manera de operar de la Naturaleza, hubiese siempre, por el contrario, una división no equitativa; es decir: que la división desigual, más o menos acentuada, sería un hecho general.

La mutación es particularmente conocida desde los estudios de un botánico holandés, De Vries, de una planta americana naturalizada en Europa, llamada *Oenothora Lamarckiana*. Entre los muchos casos que pueden señalarse de mutaciones, citemos el que ofrece una planta muy común en los bordes de los caminos: la bolsa de pastor, científicamente llamada *Capsella Bursa-pastoris*, cuyo fruto, compuesto, como el de todas las plantas de su familia de las crucíferas, de dos carpelas, tiene la forma representada en la figura 59 P. En 1908 encontró el botánico Viguiet en los Pirineos bascones un solo ejemplar con cuatro carpelos como el que representa la figura 59 V, que, estudiada por Blaringhem, ha dado, de diez plantas vigorosas de la tercera generación, los siguientes resultados:

Número de carpelos de los frutos.	2	3	4	5	6	7	8
Número de frutos.....	3	81	8.750	301	268	24	16

Se ve, pues, que así como *C. Bursa-pastoris* fluctúa en derredor de dos carpelos, la nueva especie, que se ha denominado *C. Viguieri*, fluctúa en derredor del número 4, es decir, que ha venido a ser un nuevo centro de fluctuación y, por tanto, una nueva forma. También se considera como una mutación de la misma especie la *C. Heegeri*, que posee también dos carpelos, pero de forma distinta, como puede apreciarse en la figura, y la cual, recogida ya en Aragón por Wilkom en sus estudios sobre la flora española y denominada *Camelina microcarpa*, ha sido vuelta a encontrar en el Palatinado. Ciertas especies deben su polimorfismo a la multitud de mutaciones que

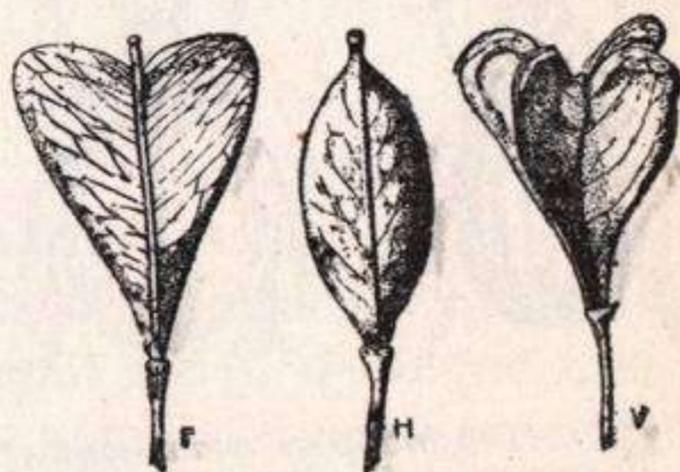


Fig. 59.—Mutaciones de la bolsa de pastor: P. Fruto de la forma tipo *Capsella bursa pastoris*.—H. De *C. Heegeri*—V. De *C. Viguieri* (según Massart).

ofrecen; así, en otra pequeña hierba, *Draba verna*, descubrió Jordán más de 200 formas distintas. Estas formas, que aparecen por mutación y difieren poco del tipo, se las ha denominado *especies jordanianas o elementales*, de las que vemos puede haber muchas en una especie lineana.

En cambio, otras especies deben su polimorfismo a la fluctuación. Así, las liebres de los países mediterráneos forman varias especies, que se distinguen de las de Europa central y septentrional por ser más pequeñas y de coloración más oscura, especialmente en el pelaje de invierno. Jamás en los países septentrionales de Europa surge una liebre de tipo mediterráneo, y ambas formas, aunque muy diferentes, están enlazadas por intermediarios, lo que muestra claramente que se trata de razas geográficas. Estas razas geográficas pueden ofrecerse sin intermediarios cuando los países están incomunicados, y nosotros veremos, a propósito de la vida insular,

cómo las razas geográficas pueden divergir sin intermedios. Por esta razón los barbos, llamados comizos de la cuenca del Guadiana, ofrecen toda clase de gradaciones con la otra especie que coexiste en dicho río con ellos, pero que no con los barbos de especies características de otras cuencas fluviales.

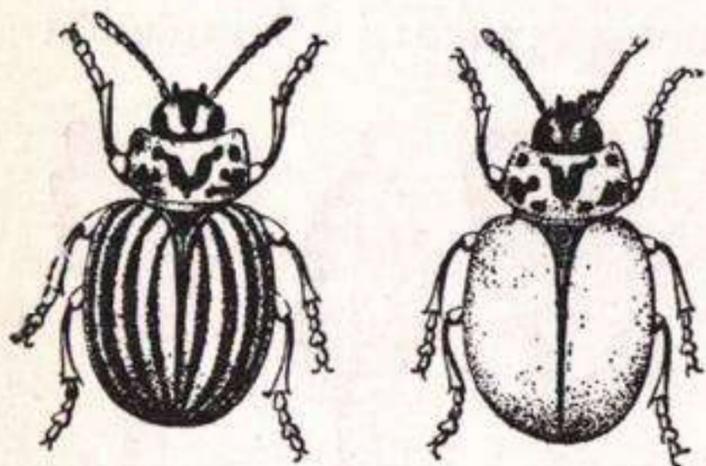


Fig. 60.—*Leptinotarsa decimlineata*.  
Forma primitiva y su mutante.

La distinción entre las mutaciones y las fluctuaciones no es tan absoluta como a primera vista pudiera creerse, como lo prueban las experiencias hechas sobre el escarabajo del colorado (fig. 60), cuyas ninfas, sometidas a diferentes temperaturas, dan mutaciones con el adulto, lo

que parece probar que éstas no son independientes, al menos por completo, de la acción del medio.

Cuando dos caracteres varían de forma que la variación de uno entraña la del otro, se dice que hay correlación, carácter que se presta a estudios biológicos muy interesantes y es también de gran aplicación práctica, pues a los agricultores y ganaderos interesa mucho, a medida que van obteniendo de una especie productos estimables por un determinado carácter, ver cómo se modifican en sentido idéntico u opuesto de los demás que le interesan.

## CAPÍTULO VII

**La herencia.**—Puesto que la vida es un fenómeno que nosotros no vemos principiar, sino continuar, y la formación de nuevos individuos no es más que un caso de regeneración a costa de partes de otros preexistentes, siendo la regeneración un proceso de réplica, más o menos servil de lo que existía, es evidente que las formas vivas han de irse perpetuando en los descendientes, lo cual constituye el interesante fenómeno de la herencia. Ésta no es en suma más que un resultado de la continuidad de la vida, simple continuidad en el caso de la multiplicación asexual y doble continuidad en la reproducción sexual.

En ningún caso el nuevo individuo es exacto a sus ascendientes; en efecto: sabemos que en la regeneración, en lugar de un órgano abolido, puede surgir otro más o menos análogo; y así en la multiplicación asexual la parte segregada de un individuo, al regenerar otro, encuentra factores externos circunstanciales que le harán diferente al progenitor; pero en la reproducción sexual a esta causa de diversificación que encontrará la célula huevo al regenerar el ser, se añadirá el que ella no está constituida por la materia de un preexistente, sino por la fusión de dos con personalidad distinta, y, por tanto, en el mismo proceso de la conjugación se ha elaborado, sin intervención del medio, una personalidad. Los seres de origen asexual no ofrecerán más que fluctuaciones con respecto a los preexistentes, pero los engendrados por vía asexual ofrecerán además mutaciones; es decir: nuevos estados de equilibrio a responder a las modificaciones ambientales.

La herencia, reconocida por todo el mundo desde la más

remota antigüedad (*qualis pater, talis filius* era ya una sentencia romana; *de tal palo, tal astilla*, dice un proverbio castellano), era algo misterioso, que, para explicarlo, precisaba recurrir a las más extravagantes teorías. Citemos entre ellas la de la *preformación*, que, desposeída de su materialismo grotesco, ha sido resucitada por los biólogos contemporáneos; según ella, en el huevo estaba ya constituido el pequeño ser que, en caso de ser hembra, poseía ya huevecillos, los cuales a su vez tenían sus embriones, y así sucesivamente, de forma que en el mundo todo estaba ya formado y no hacía más que evolucionar. El descubrimiento, mediante la observación microscópica, de que el huevo no era más que una célula, y que ésta, dividiéndose, producía el nuevo ser, dió al traste con esta teoría y fué sustituida por la de la *epigénesis*, puesto que en el huevo nada había formado, sino que el nuevo ser había de formarse; pero como por otra parte en el huevo ha de estar en potencia el modo y manera de multiplicarse las células para dar el nuevo ser, ciertos biólogos resucitan la antigua concepción, suponiendo que la cromatina nuclear posee partículas representativas que orientan la división y multiplicación celular.

Para Weismann, ilustre biólogo alemán del siglo pasado, entusiasta de la teoría de las partículas representativas de los caracteres en la célula huevo, que irían repartiéndose entre las células durante las sucesivas multiplicaciones, hasta quedar cada una con la suya determinada, que la especializaría en un determinado sentido, existirían dos estirpes de células: unas, que constituyen el cuerpo o *soma*, que no vivirían más que para servir a las otras, destinadas a dar las células germinales o gametos, y cuyo conjunto formaría el *germen*. Esta teoría, aun cuando haya recibido la confirmación de algunos hechos, como es en ciertos embriones la diferenciación precoz de las células germinales, resulta muy vulnerable a la crítica científica, así como aquellas que consideran la herencia como la memoria específica.

Sin abordar, pues, el difícil problema de la explicación de

la herencia, limitémonos a consignar el hecho de que todo ser transmite a sus descendientes los caracteres esenciales que constituyen su patrimonio específico.

La variación y la herencia se nos aparecen como dos fenómenos antitéticos, puesto que el primero tiende a diversificar los seres, y el segundo, a fijar las semejanzas; pero si se tiene en cuenta que las variaciones por mutación son hereditarias, la herencia se nos aparece, por el contrario, como fenómeno colaborador de la variación en la diversificación de las formas, ya que tiende a perpetuar las variaciones.

**La hibridación y sus leyes.**—Durante el presente siglo un gran número de biólogos se han dedicado con todo ardor a la investigación de las leyes de la herencia por hibridación; es decir: de la transmisión de caracteres de individuos que difieren en algunos de ellos, y cuya suerte en las generaciones sucesivas se analiza, resucitando los trabajos de un religioso silesiano de mediados del siglo pasado, llamado Mendel, en honor al cual estos estudios han recibido el nombre de Mendelismo y también el de Genética.

El mérito de Mendel estriba en que en lugar de hacer cruzamientos de seres que difieren en gran número de caracteres, como habían hecho sus predecesores en los estudios de herencia, cruzó no solamente seres de la misma especie, sino que sólo diferían ostensiblemente en un carácter, con lo que el problema se simplificaba enormemente y hacía fácil la interpretación de los resultados. Además prefirió operar con plantas de flores cerradas y hermafroditas para que, en virtud de la autofecundación, se pudiesen obtener productos de los híbridos sin influencia extraña perturbadora por el nuevo cruzamiento. Operando de esta forma observó, por ejemplo, que cruzando flores de guisantes que había obtenido de semillas amarillas, con otras que procedían de semillas verdes, se obtenían semillas amarillas que en nada diferían de uno de los padres; pero así como las flores de éstos daban solamente semillas amarillas, las de los híbridos, por autofe-

cundación también, daban tres cuartas partes de semillas amarillas y una cuarta parte de semillas verdes.

Mendel interpretaba estos resultados suponiendo que ambos caracteres, el amarillo y el verde, eran incompatibles, y uno dominaba al otro, por lo que los híbridos resultaban

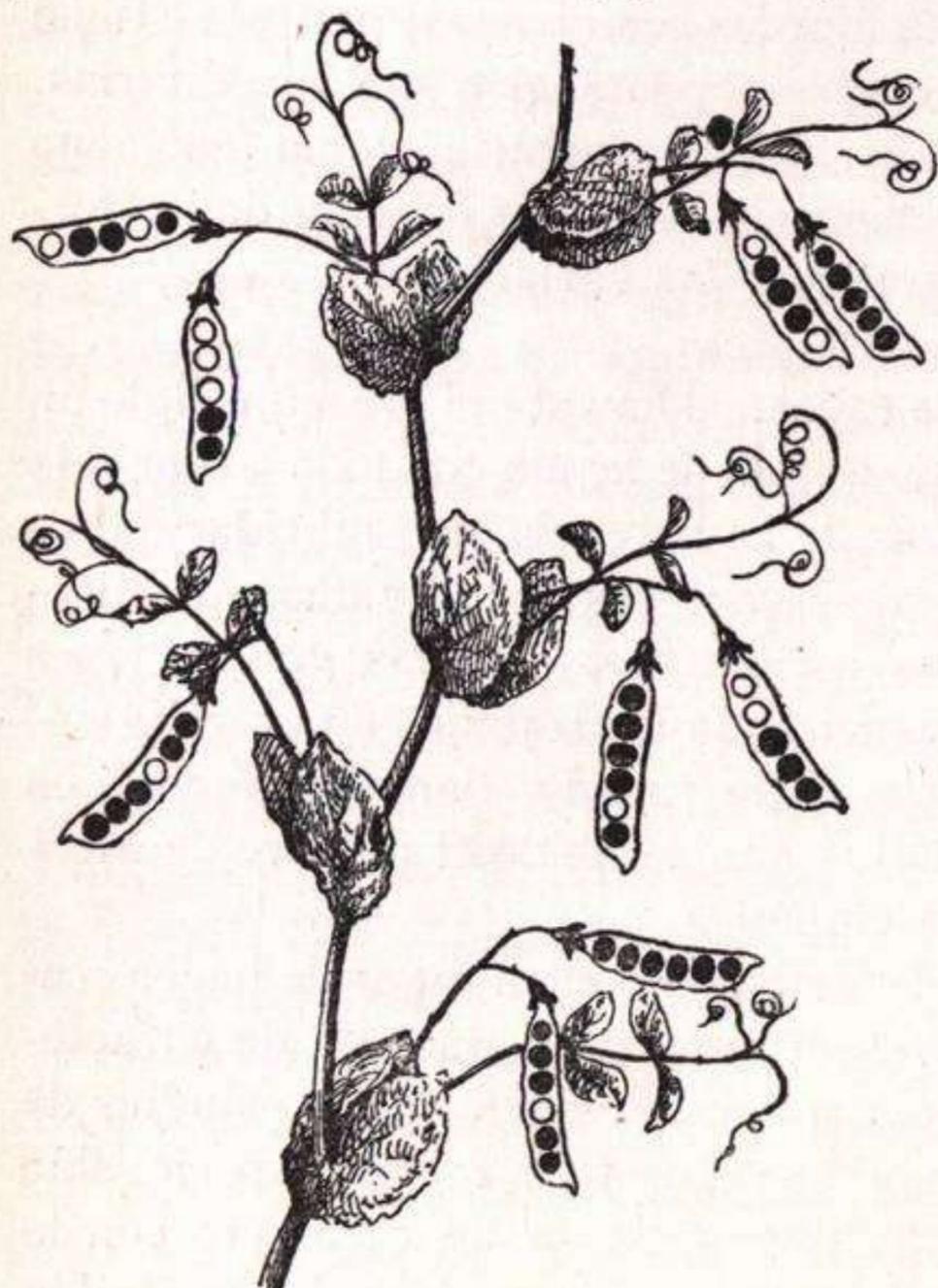


Fig. 61.—Mata de guisantes, resultado de autofecundación de un híbrido, dando semillas de dos clases en la proporción de  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{4}$ .

iguales a uno de los progenitores; pero al originarse los gametos los dos caracteres se disociaban (cosa que ha venido a demostrar el descubrimiento del fenómeno de la reducción cromática, en virtud del cual el gameto posee un heminúcleo; es decir: la mitad de los cromosomas); de forma que si ambos caracteres, el dominante y el recesivo, reunidos en los híbridos los representamos por  $Dr$ , o sea lo que se llama ahora el *genotipo*, y que en virtud de la dominancia de  $D$  sobre  $r$  el híbrido es del mismo aspecto, es decir, pertenece al mismo *genotipo* que el padre, que sólo posee el carácter  $D$ , las combinaciones de los genotipos de la generación de híbridos estarán representados por cuatro igualmente frecuentes; a saber:

$$\begin{array}{c} Dr \times Dr \\ \hline DD \quad Dr \quad Dr \quad rr \end{array}$$

Estos cuatro genotipos pertenecen, pues, a dos fenotipos, pues, en virtud de la dominancia de D sobre r, las dos cuartas partes de genotipos, D r, que se llaman *heterozigotos* por poseer dos caracteres distintos, son del mismo fenotipo que el *homozigoto* D D, y habra por eso tres cuartas partes de fenotipos con semillas amarillas; pero la cuarta parte restante pertenecerá al genotipo r r, o sea de semillas verdes, por tener solamente el

carácter recesivo; es decir: del que no se manifiesta en presencia del dominante D.

Mendel descubrió así el principio de la disyunción de los caracteres, que es la base de los estudios de la Genética actual.

De la misma manera para poner un ejemplo tomado del reino animal, si se cruzan caracoles de la misma especie

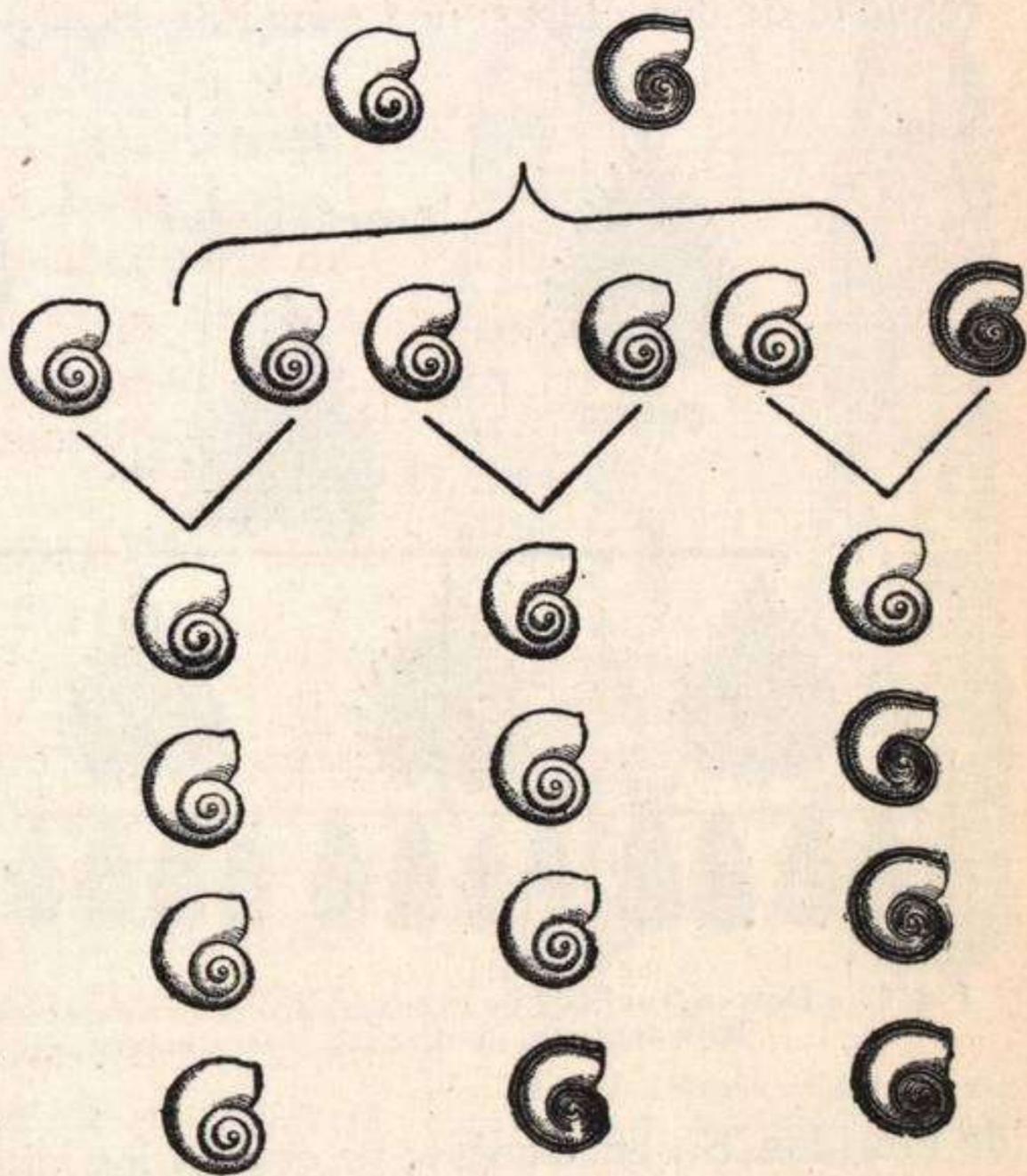


Fig. 62.—Descendencia de un cruce de caracoles para mostrar la herencia mendeliana con dominancia.

(figura 62), unos de concha con coloración uniforme amarillenta, y otros con fajas más oscuras, todos los híbridos se obtendrán de coloración uniforme amarillenta, por ser éste el carácter dominante; pero cuando se cruzan estos híbridos entre sí darán  $\frac{3}{4}$  de ejemplares de coloración lisa y  $\frac{1}{4}$  con fajas.

Si estos híbridos se cruzan con amarillos, que, aunque tienen el mismo aspecto de los híbridos, son de raza pura, darán lugar a las siguientes combinaciones:

$$\begin{array}{c} DD \times Dr \\ \hline DD \quad DD \quad Dr \quad Dr \end{array}$$

y por tanto, todos los productos iguales a sus padres, pero en realidad de dos clases: una mitad de raza pura y otra mitad

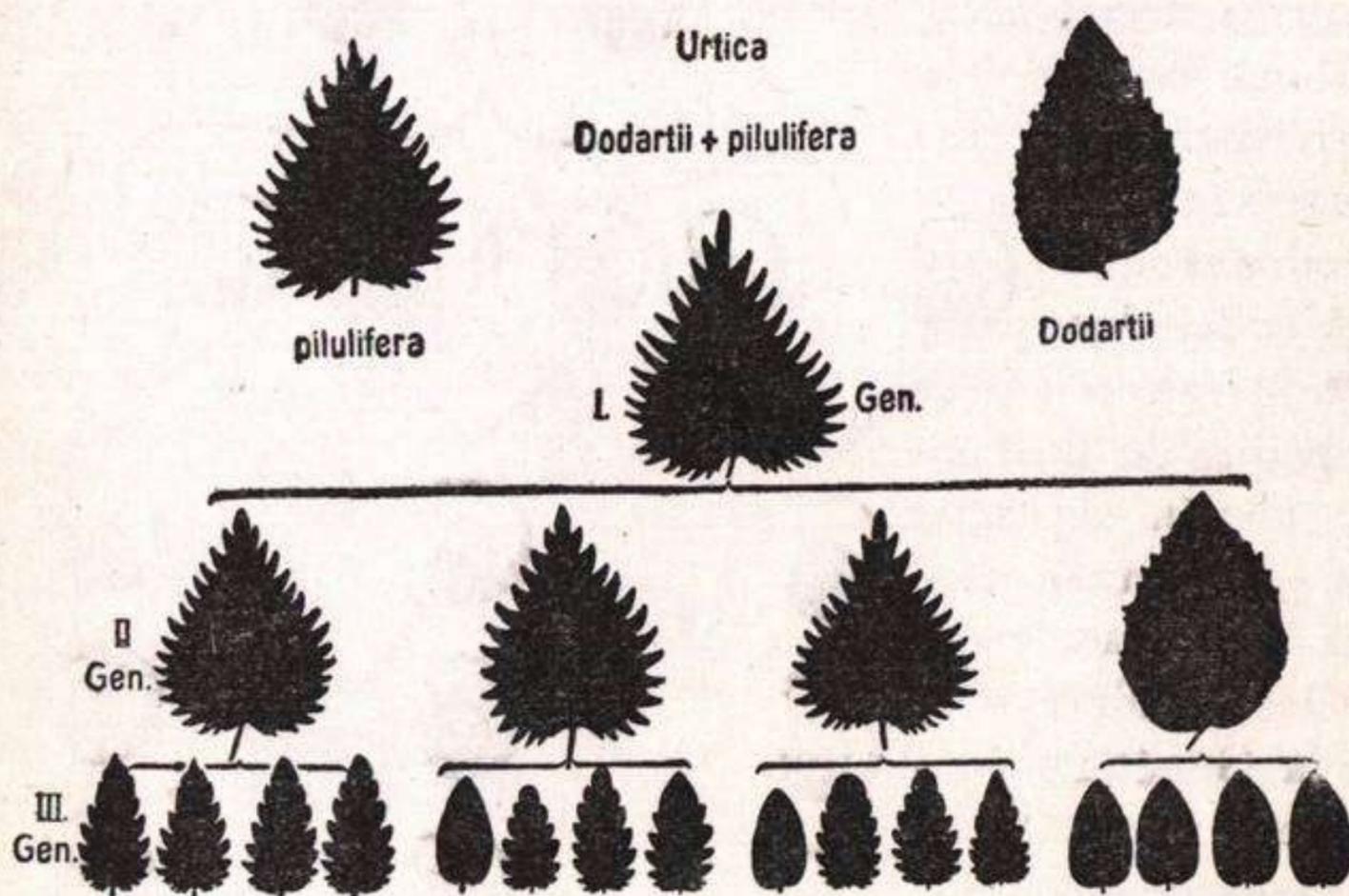


Fig. 63.—Descendencia de un cruzamiento de dos especies de ortigas: una de hoja dentada, dominante, y otra entera, recesiva.

de híbridos. Si, en cambio, se cruzan los híbridos con un recesivo, tendremos ahora

$$\begin{array}{c} Dr \times rr \\ \hline Dr \quad Dr \quad rr \quad rr \end{array} ;$$

es decir, que resultarán dos clases de fenotipos: una mitad de individuos de concha homogénea, híbridos, y otra mitad de recesivos, y, por tanto, con concha a fajas.

Otro ejemplo está representado en la figura 63 para ex-

plicar el resultado del cruzamiento de dos especies de ortigas: una de hoja dentada, y otra con las hojas casi enteras. Los híbridos ofrecen todos la hoja dentada, que es el carácter dominante de los dos *alelomorfos*, como se llaman en Genética los dos caracteres que difieren en el cruzamiento. Estos híbridos, cruzados entre sí, darán lugar a las combinaciones

DD Dr Dr rr

y, por tanto, a dos fenotipos, tres cuartas partes de hoja dentada, de los cuales una tercera parte serán puros; las otras dos, híbridos, y una cuarta parte de recesivos con la hoja entera. Cruzando ahora entre sí estas tres clases de genotipos tendremos

DD DD DD DD  
DD Dr Dr rr  
rr rr rr rr

También cuando se cruza maíz de granos lisos y brillantes, ricos en almidón, con el de granos rugosos, ricos en dextrina, se obtienen híbridos con granos lisos, por ser carácter dominante; si se siembran éstos y se autofecundan la planta, se obtienen mazorcas (fig. 64) con tres cuartas

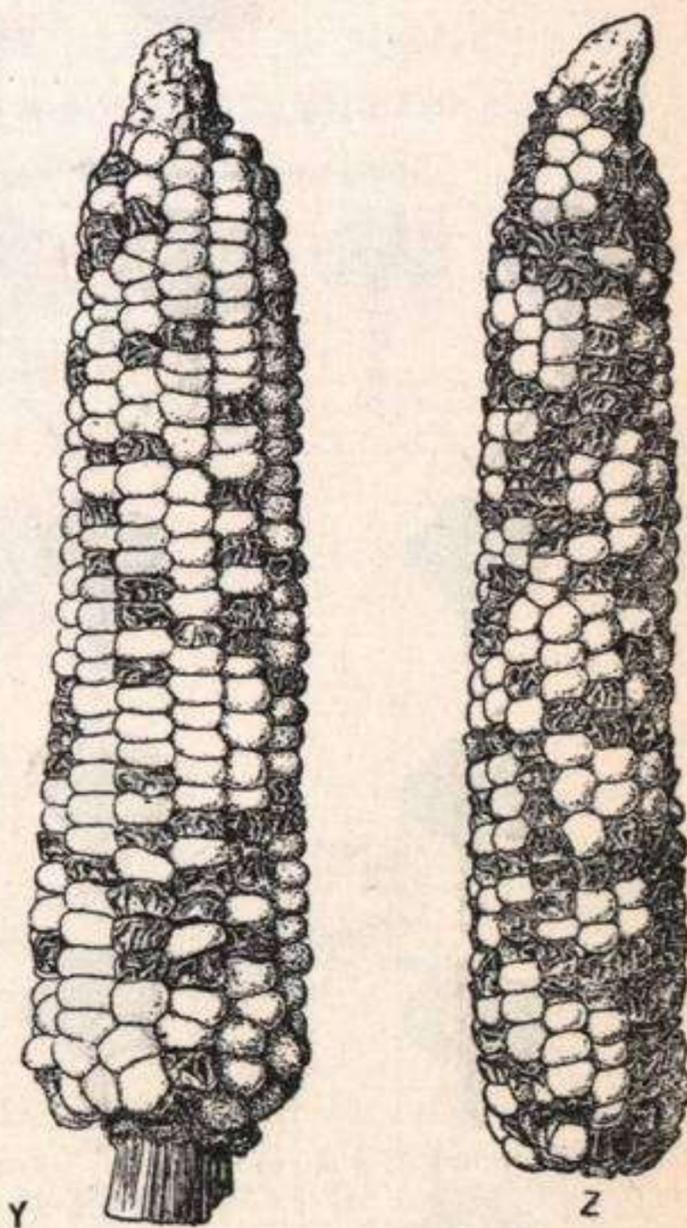


Fig. 64. - Mazorcas con granos lisos y rugosos en la proporción  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$ , respectivamente.

partes de granos lisos y el resto rugosos, mientras que si se fecunda con flor de una planta de granos rugosos, da mazorcas con la mitad de los granos lisos y la mitad rugosos.

La dominancia de un carácter sobre otro, que descubrió Mendel, no es, ni con mucho, una ley general. Con frecuencia el carácter regresivo está débilmente marcado o se presenta sólo en ciertas partes de la superficie del cuerpo (heren-

cia en mosaico), no siendo raro que los dos caracteres mezclados influyan por igual en el descendiente, de modo que se presente éste con una intensidad igual a la de la semisuma de los caracteres paternos, no habiendo ni dominación ni recesividad; pero en todo caso la segregación de los caracteres

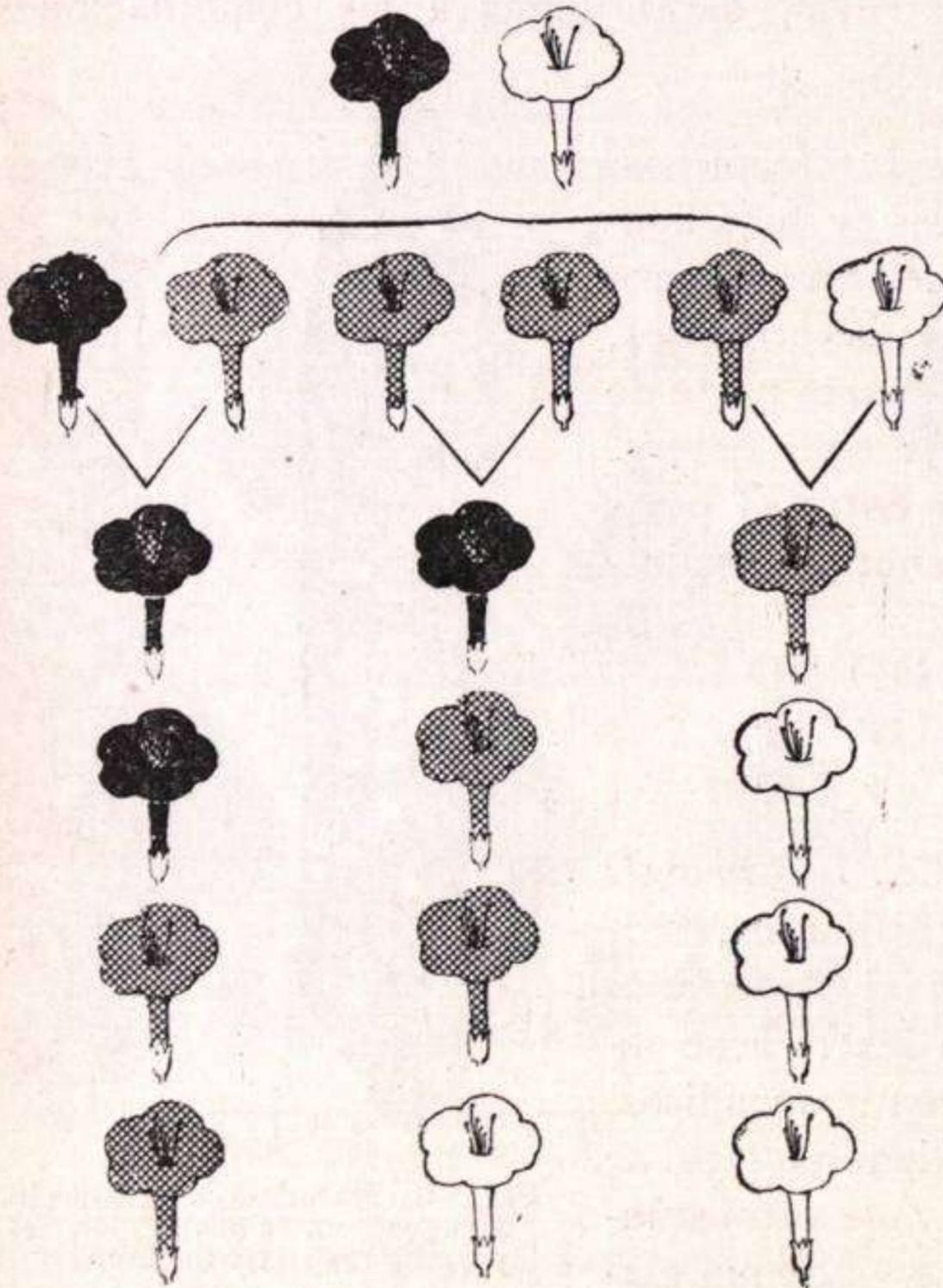


Fig. 65.—Descendencia de un cruzamiento de dondiegos rojos (representados en negro) y blancos. Los híbridos de coloración rosa están representados por un reticulado.

es un hecho. Para aclarar este concepto con un ejemplo analicemos lo que ocurre cuando se cruzan dondiegos blancos y rojos (figura 65).

En este caso los híbridos de la primera generación son todos rosas, de color intermedio entre el rojo y el blanco, como si hubiese aparecido una nueva variedad, que nos demuestra no ser pura, sino cruzada, porque, auto-

fecundados o cruzados entre sí dos híbridos, nos dan una cuarta parte de rojos, como uno de sus abuelos; dos cuartas partes de rosas, como los padres, y la otra cuarta parte blancos, como el otro abuelo. Los rojos, cruzados entre sí, no darán más que flores

rojas y los blancos solamente flores blancas, puesto que son también puros; es decir: homocigotos.

Se comprenderá ahora que difiriendo los padres en gran número de caracteres individuales, la heterogeneidad será grande, lo que hace tan variados los caracteres de los hermanos y tan caprichosos los parecidos familiares que tanto intrigan a la gente.

Por otra parte el cruzamiento da lugar a la aparición de formas nuevas por combinación y entrecruzamiento de sus caracteres, como nos va a demostrar el cruzamiento de dos

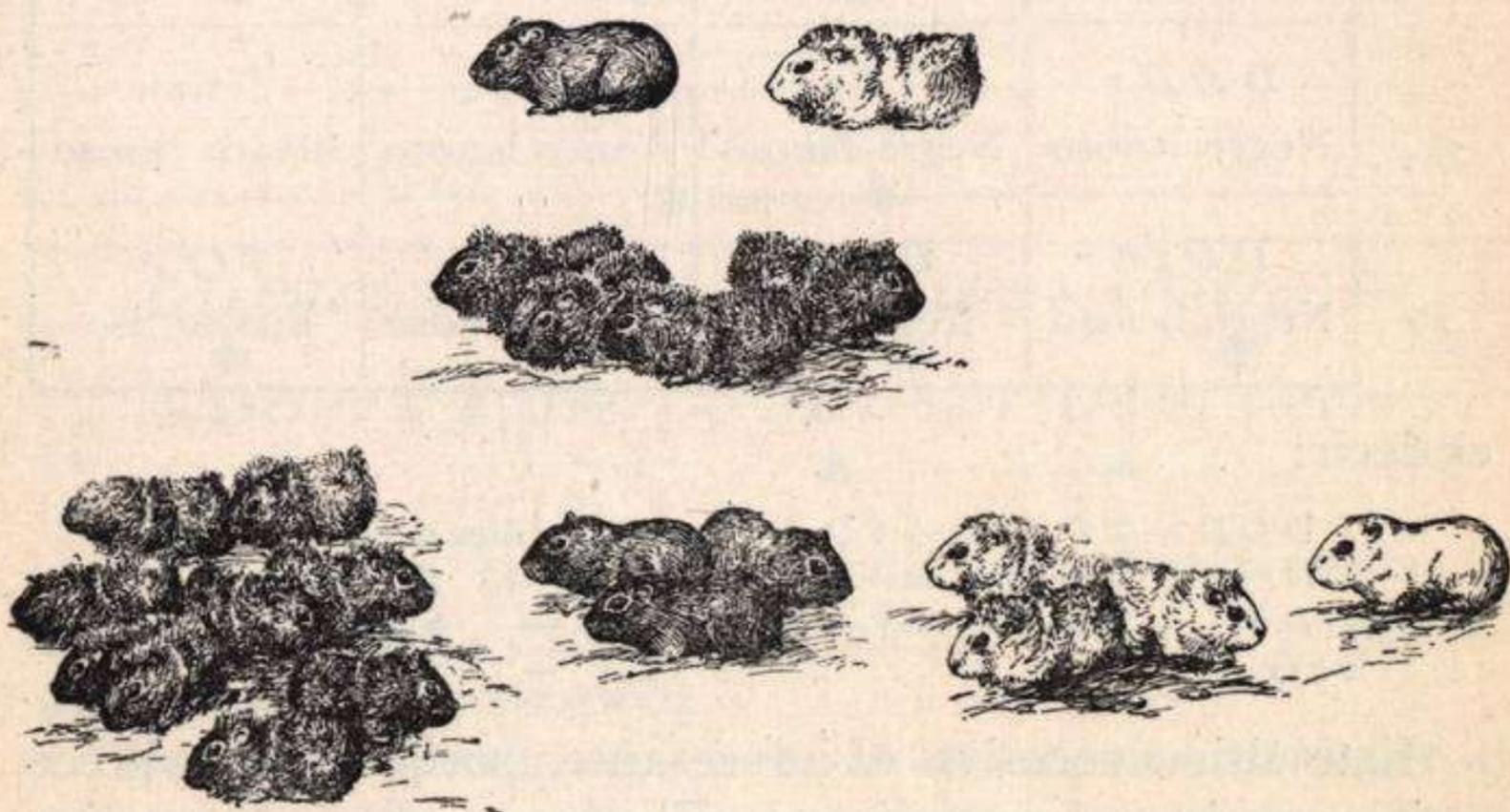


Fig. 66.—Cruzamiento de dos conejillos de Indias que difieren en dos pares de alelomorfos, para mostrar la transmisión de los caracteres en la progenie.

individuos con dos pares de alelomorfos; es decir: que difieren por dos caracteres ostensibles, cuya herencia vamos a seguir en la descendencia. Si se cruza un conejillo de Indias de pelaje negro y liso con otro albino y de pelaje alborotado (fig. 66), aparece una nueva forma con pelaje negro y alborotado, que, por tanto, difiere de ambos padres, pues presentan cada uno un carácter dominante. Si se cruzan ahora entre sí tales híbridos, en que el conjunto de sus alelomorfos puede representarse por  $D r \times D r$ , se originarán cuatro clases de gametos,  $D D$ ,  $D r$ ,  $r D$ ,  $r r$ , que combinándose con las cuatro clases del otro

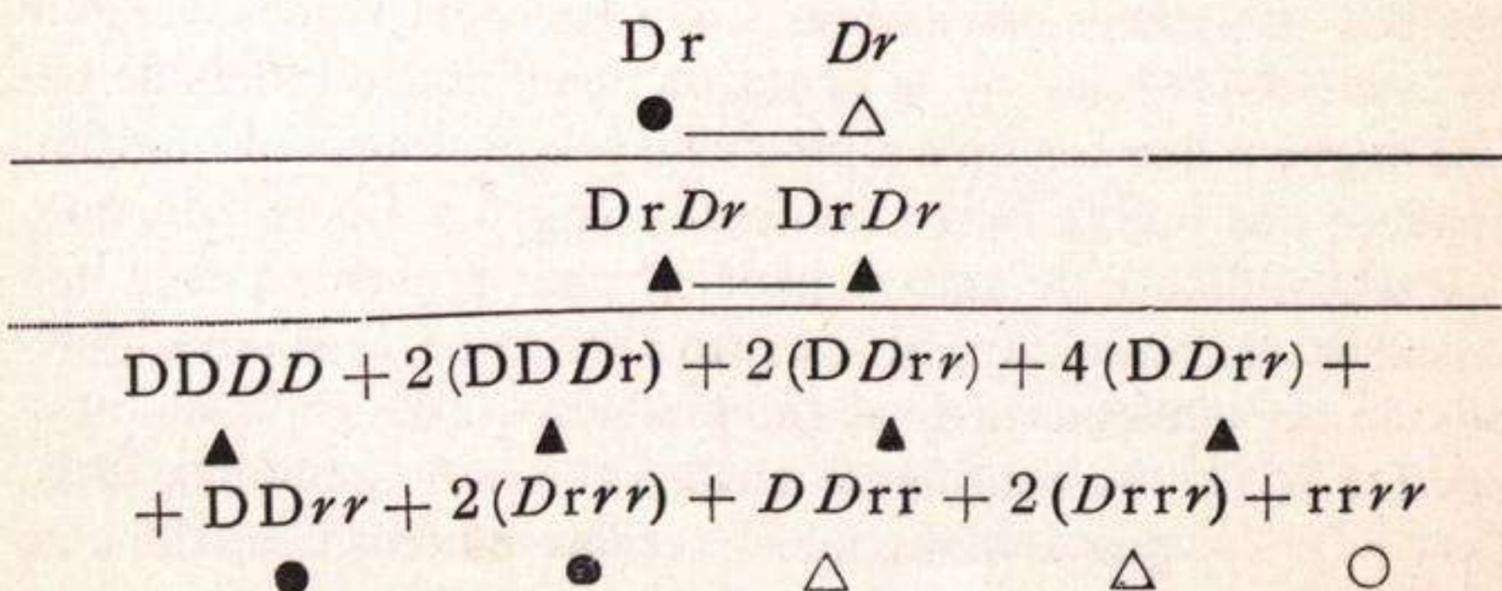
gameto darán lugar a las dieciséis combinaciones, que se obtienen fácilmente por medio del siguiente cuadro, llamado corrientemente tablero de ajedrez:

	<i>DD</i>	<i>Dr</i>	<i>Dr</i>	<i>rr</i>
<i>DD</i>	<i>DDDD</i> Negro lanoso	<i>DDDr</i> Negro lanoso	<i>DDDr</i> Negro lanoso	<i>DDrr</i> Negro lanoso
<i>Dr</i>	<i>DDDr</i> Negro lanoso	<i>DDrr</i> Negro liso	<i>DDrr</i> Negro lanoso	<i>Dr rr</i> Negro liso
<i>Dr</i>	<i>DDDr</i> Negro lanoso	<i>DDrr</i> Negro lanoso	<i>DDrr</i> Blanco lanoso	<i>Dr rr</i> Blanco lanoso
<i>rr</i>	<i>DDrr</i> Negro lanoso	<i>Dr rr</i> Negro liso	<i>Dr rr</i> Blanco lanoso	<i>rrrr</i> Blanco liso

es decir:

$$\begin{array}{rcl}
 DDDD + 2DDDr + 4DDrr & = & 9 \text{ conejillos negros lanosos} \\
 DDrr + 2Dr rr & = & 3 \text{ — negros lisos} \\
 DDrr + 2Dr rr & = & 3 \text{ — blancos lanosos} \\
 rrrr & = & 1 \text{ — blanco liso}
 \end{array}$$

Este último recesivo es interesante, porque no se parece a ninguno de sus ascendientes. El adjunto esquema explica bien la repartición de caracteres en la progenie cuando intervienen dos pares de alelomorfos, no coincidiendo los dominantes en el mismo progenitor:



Es decir: los padres serán un fenotipo nuevo,  $\blacktriangle$ , por entrecruzamiento de los caracteres de los abuelos, el cual ostentará nueve nietos; tres nietos son un fenotipo igual a un abuelo,  $\bullet$ , y otros tres, iguales al otro  $\triangle$ , y por último, un nieto recesivo o no se parecerá a ninguno de la familia, ofreciendo el otro entrecruzamiento de caracteres de los abuelos opuesto al que ofrecían sus padres  $\circ$ .

Si los dos caracteres dominantes coinciden en el mismo abuelo, tendremos:

$$\begin{array}{c}
 DD \quad rr \\
 \bullet \text{-----} \triangle \\
 \hline
 DDr r \quad DD r r \\
 \bullet \text{-----} \bullet \\
 \hline
 \begin{array}{cccccc}
 DDD D & + & 2.(DD D r) & + & 2 (DD D r) & + & 4 (D D r r) & + \\
 \bullet & & \bullet & & \bullet & & \bullet & \\
 + DD r r & + & 2 (D r r r) & + & D D r r & + & 2 (D r r r) & + & r r r r \\
 \circ & & \circ & & \blacktriangle & & \blacktriangle & & \triangle
 \end{array}
 \end{array}$$

Cómo vemos, hay nueve  $\bullet$  como los padres y el abuelo dominante; tres  $\circ$  y tres  $\blacktriangle$  nuevas formas, y uno  $\triangle$  que reproduce el abuelo recesivo.

Cuando el número de pares de alelomorfos es mayor el número de fenotipos va aumentándose y la complicación es grande. El número de individuos y de fenotipos en la segunda generación viene dado, en el caso de haber dominancia absoluta, por el valor y número de los términos del desarrollo de la potencia del binomio  $(1 + 3)^n$ , siendo  $n$  el número de pares de alelomorfos. Habiendo tres pares de caracteres en que difieren los padres, tendremos:

$$(1 + 3)^3 = (1 + 3)^2 (1 + 3) = (1 + 2 \cdot 3 + 3^2) (1 + 3) = 1 + 3 + 3 + 3 + 9 + 9 + 9 + 27.$$

Así, cruzando bocas de dragón, que son flores normalmente irregulares de color rojo, con fondo marfil, con una variedad regular de color cárneo, con fondo amarillo, resultan fló-

res irregulares, rojas, sobre fondo marfil, semejantes a las de uno de los progenitores; de manera que el cruzamiento por la dominancia de todos los caracteres de uno de los reproductores no parece alterar los productos; pero cuando estos trihíbridos se cruzan entre sí, resultan ocho fenotipos en las siguientes proporciones:

- 27 flores irregulares rojas con fondo marfil.
- 9 — irregulares rojas con fondo amarillo.
- 9 — irregulares cárneas con fondo marfil.
- 9 — regulares rojas sobre fondo marfil.
- 3 — irregulares cárneas sobre fondo amarillo.
- 3 — regulares rojas sobre fondo amarillo.
- 3 — regulares cárneas sobre fondo marfil.
- 1 — regulares cárneas sobre fondo amarillo.

En algunas especies las células de los machos poseen un número impar de cromosomas; sea  $2n + 1$ , y al formarse los gametos machos, unos tendrán  $n$  cromosomas, y otros los  $n$  equivalentes, más el impar, que se denomina cromosoma  $X$ , mientras que la hembra posee un número par,  $2n + 2$ , por ejemplo, y por tanto, los óvulos contendrán  $n + 1$  cromosomas. Resulta de esto dos clases de huevos: unos, fecundados por los espermatozoides con cromosoma  $X$ , que tendrán  $2n + 2$  cromosomas, que serán hembras, y otros, fecundados por espermatozoides sin cromosoma  $X$ , que tendrán  $2n + 1$  cromosomas y que originarán machos, en los que, como vemos, el cromosoma impar es siempre de origen materno. Tal es el caso en la especie humana. He aquí una de las más sagaces investigaciones de la biología moderna, que ha dado la clave para la interpretación de ese misterioso proceso de la determinación sexual, que tanto ha preocupado desde la antigüedad a los más famosos filósofos, y que ha demostrado que ella se produce en el óvulo en el momento de la concepción, y que ha explicado luminosamente por qué el número de nacimientos de machos es, próximamente, igual al de hembras, puesto que, formándose el mismo número de gametos mascu-

linos con cromosoma  $X$  que sin él, hay la misma probabilidad de que el huevo resultante sea macho o hembra. En algunos casos el macho tiene también un número par de cromosomas  $2n + 2$ , pero uno de menor tamaño, llamado de cromosoma  $Y$ , y cromosoma  $X$  al otro sexual de tamaño normal, como en la hembra en que hay dos normales. Resultarán unos huevos con dos cromosomas  $X$ , que darán hembras, y otros con dos cromosomas diferentes,  $XY$ , que darán machos. En este caso, como en el anterior, el elemento macho decide del sexo; pero en el primero los cromosomas sexuales son biparentales en la hembra y de origen exclusivamente materno en el macho, mientras que en el segundo los machos poseen también cromatina sexual paterna, bien que en menor cantidad que la materna. Se conocen algunos casos, aunque raros, en que, por el contrario, existen dos clases de óvulos y una de espermatozoides, y en que por tanto, el sexo del huevo está en potencia en aquél.

Como ciertos caracteres parecen vinculados con el cromosoma sexual, la herencia de ellos estará ligada al sexo, no siendo en este caso indiferente que el progenitor que aporta el carácter sea el padre o la madre. Así, en la especie humana ciertas afecciones, como la ceguera para los colores, la hemofilia o propensión a hemorragias, aun por pequeñas heridas, por no formarse costra, etc., parecen no afectar más que al hombre, y por tanto, transmitirse por las madres, que no están, sin embargo, afectas, pero que le han transmitido por el cromosoma  $X$ . Como las madres heterocigotas pueden dar, cuando los padres no están afectados, hembras normales homocigotas, resulta que su descendencia con individuos sanos dará lugar a familias en que se habrá extinguido el defecto. El adjunto esquema indica la transmisión de una de estas afecciones en una familia, representándose los sexos, como es costumbre, por los signos astronómicos de Marte y Venus: en blanco, los individuos normales; en negro, los machos afectados de la dolencia y las hembras sanas homocigotas, transmisoras de la afección, y mitad en negro las hembras sanas heterocigóticas, que también la transmiten:



que resulta interesante, uno de cresta aserrada, que, cruzados entre sí, dan siempre descendientes de este tipo de cresta. Para explicar esto es preciso suponer que del gallo de cresta aserrada, que aun se encuentra salvaje en la India, y que designaremos  $rr$ , han aparecido por mutación los de cresta en

	$DD$	$Dr$	$Dr$	$rr$
$DD$				
$Dr$				
$Dr$				
$rr$				

Fig. 68.—Tablero de ajedrez representativo de la segunda generación de híbridos de gallinas de cresta en roseta y en guisante.

roseta,  $Dr$ , y en guisante,  $Dr$ , de cuyo cruce sólo resultará un fenotipo: el  $DDrr$ , que posee un nuevo tipo de cresta en razón de no poder manifestarse ninguna de las de sus padres por ser ambas igualmente dominantes; pero al cruzar entre sí estos dihíbridos se originará un fenotipo: el  $rrrr$ , que tendrá la cresta aserrada como los primitivos.

## CAPÍTULO VIII

**La mortalidad; sus modalidades.**—Para ciertos autores no podremos llegar a comprender la vida mientras no comprendamos lo que es la muerte, y es de advertir que, aunque se trata de un fenómeno bien asequible a nuestra experimentación, puesto que nos es dado provocarle y estudiar las condiciones en que se realiza, su esencia ofrece aún puntos muy oscuros a los biólogos, que ni aun siquiera están conformes en considerarle como atributo esencial de la vida.

Es, desde luego, evidente que la actividad vital es cosa tan inestable y delicada que fácilmente se destruye, sobreviniendo la llamada *muerte accidental*; pero no es menos cierto que para la mayor parte de los seres, por buenas que sean las condiciones en que su vida se desenvuelva, hay en ellos algo letal intrínseco que les hace perecederos, lo cual se inicia por fenómenos muy variados, según los seres, pero que, en general, son una manifestación de amortiguamiento de la actividad vital y que constituyen la senescencia, y acaban por determinar la llamada *muerte natural*, cuya existencia es sugerida por la observación de que la duración media de la vida es algo específico que nunca se prolonga más allá de un determinado límite, al que muy pocos individuos llegan. Se tiende, sin embargo, hoy día a admitir que toda muerte es accidental, no sólo porque hasta los seres decrepitos mueren siempre por alguna causa accidental, sino porque las causas de la muerte natural son las mismas que determinan la muerte catastrófica; así, los seres acuáticos que viven en charcos, y cuyo ciclo de vida se cumple dentro de la efímera existencia de estos, mueren al secarse, por la misma razón

que los que quedan en seco por una causa fortuita, y aun en el caso de que se admitiera la muerte por senectud, ésta se explica por una autointoxicación lenta, fenómeno del mismo orden que un envenenamiento o una infección, hasta el punto de que éstas provocan con frecuencia estados en un todo comparables a los de senectud, que muchos biólogos modernos se aplican a combatir.

Si toda muerte ha de ser mirada como accidental, la muerte deja de ser un atributo esencial y característico de la vida, opinión vigorizada por el hecho de que los seres unicelulares que se multiplican indefinidamente son virtualmente inmortales, pues cuando un individuo se fracciona en dos se podrá decir que su personalidad ha desaparecido; pero no se puede admitir que haya muerto, puesto que no existe el cadáver y la descomposición de materia orgánica característica de la muerte.

Por otra parte, para aquellos seres en que la muerte es cosa ineluctable, ésta no alcanza a todas sus células; unas murieron ya antes, otras mueren con la colectividad, mientras otras, en buena hora divorciadas de sus hermanas, conquistaron la inmortalidad. Sabemos que, según la teoría de Weisman, habría entre las células de nuestro organismo dos clases de células: unas, destinadas a morir, que constituyen el soma; otras, virtualmente inmortales, que forman el germen, pero cuando por generación asexual se produce un ser, como por ejemplo cuando plantamos un árbol con una rama de uno preexistente, es decir, con un fragmento del soma, no solamente obtenemos otro árbol, del que de nuevo podremos obtener por el mismo procedimiento un número indefinido de ellos, sino que al florecer, sus células, bien que de estirpe bastarda somática, han sido capaces de formar células germinales de carácter inmortal.

Para los biólogos que niegan la muerte natural todas las células serían perdurables; la vida no admitiría fin si no estuviera en condiciones viciosas para desenvolverse, y aun los seres destinados forzosamente a morir por esta razón, dis-

pondrían de células que escaparían a esa organización viciosa y estarían, por ello, destinadas a sobrevivir a sus coasociadas, perpetuando de esta manera la especie.

La longevidad de las células, que constituyen un consorcio pluricelular, es muy variada, así como los motivos de muerte de las células. Muchas mueren cumplida ya su misión, que está limitada a procesos juveniles; otras ofrendan su vida en beneficio de la colectividad, y así, las células de la superficie de nuestro cuerpo murieron para defender con sus cadáveres las células vivas, protegidas debajo de ellas, y cuando sus cuerpos inertes se van destacando, otras células vienen a ofrendar su vida en holocausto a la colectividad; en ocasiones, las células mueren para servir de pasto a sus hermanas, que necesitan nutrirse a expensas de ellas para cumplir sus funciones, siendo muy frecuentes estos casos de canibalismo celular; otras, que están destinadas a formar órganos que han de atrofiarse sin llegar a tener función, viven sin utilidad y mueren sin gloria, y un cultivo de células separadas de un organismo puede sobrevivir a la muerte del individuo del cual proceden, como es también el caso normal de las células germinales que han dado lugar a un nuevo individuo.

Para muchos autores, la muerte irremediable no existiría más que en los seres pluricelulares, en los que constituiría el precio a que han adquirido la especialización celular; así, ciertas algas azules se multiplican siempre en la misma dirección, dando rosarios de células que, cuando son largos, se parten a su vez, y de esta manera la especie se multiplica, siendo todas las células igualmente aptas para dividirse sin reconocer estado de reposo; de modo que en tales seres, como ocurre en las oscilatorias de agua dulce, la muerte natural no existe. Pero en otras algas del mismo grupo, también de forma filamentosa y que se multiplican análogamente, se opera una diferenciación, en virtud de la cual en los rosarios de células normales se intercalan unas de aspecto diferente, llamadas *heterocistos*. Mientras las condiciones del medio son favorables, los filamentos se multiplican análogamente a

los de las oscilatorias; pero cuando las circunstancias del medio le hacen inhabitable para ellas, las células normales mueren, mientras que los heterocistos, rodeándose de una fuerte membrana, almacenan abundantes reservas alimenticias y suspenden su vida, preparándose a resistir la mala estación, hasta que a la vuelta de las condiciones favorables reanudan su vida y dan nuevos rosarios de células que se multiplicarán activamente, y he aquí iniciada la diferenciación de las células en un soma formado por las células



Fig. 69.—Oscillatoria, alga sin heterocistos.

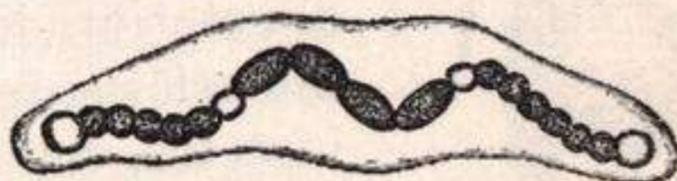


Fig. 70.—Nostoc con su vaina gelatinosa muy desarrollada; alga con heterocistos.

normales y destinado a perecer transportando células germinales imperecederas.

**El ciclo vital.**—La vida de un ser constituye una evolución irreversible, que comienza en el nacimiento y termina, más o menos prematuramente, con la muerte, cuya duración y cuyos incidentes son más o menos específicos y constituye lo que se llama el ciclo vital.

Se considera, en general, el nacimiento como el principio de la vida; pero la vida no es solamente un fenómeno que no empieza, sino que ni siquiera puede considerarse el nacimiento como el comienzo de la personalidad, que sabemos es coetáneo de la concepción o formación de la célula huevo. Los seres en que la célula huevo se desarrolla en el exterior, como ocurre a los celenterados y celomados inferiores, se puede decir que no nacen, reservando esta palabra para aquellos que se organizan dentro de las cubiertas de la célula huevo o dentro del órgano femenino; los primeros se llaman seres ovíparos, tales como los vertebrados inferiores; los segundos

vivíparos, a los cuales pertenecen los mamíferos y las plantas con semilla.

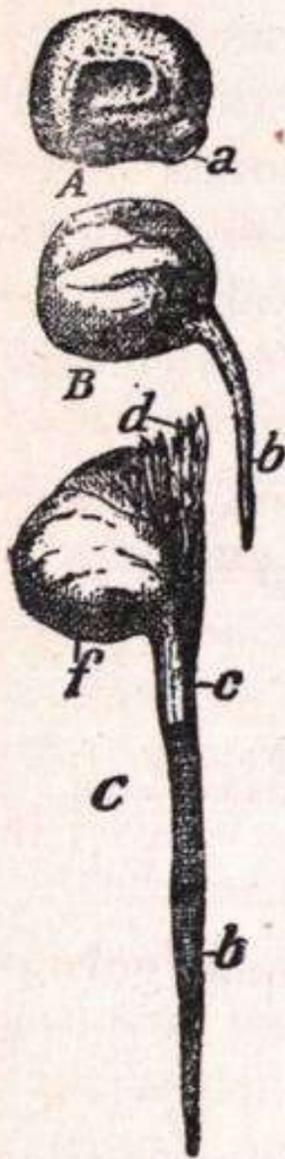


Fig. 71.--Planta naciendo de su semilla, dentro de la cual estaba ya formada.

hecho creer en la existencia de una nueva especie, cual es el caso del ajolote de Méjico. En algunos casos los estados larvarios ofrecen una multiplicación, fenómeno llamado *pedogénesis*.

Las metamorfosis son muy ostensibles en los casos en que el ciclo vital se compone de una fase libre y otra parásita,

Los animales que no nacen ofrecen al exterior grandes cambios de forma correspondientes a los diferentes estados de organización que van atravesando, que se llaman metamorfosis (fig. 37). Los que nacen de un huevo pobre en materiales nutricios, tienen que salir al exterior en una forma atrasada del desarrollo, y sufren también, por tanto, grandes cambios al exterior, diciéndose también que sufren metamorfosis; tal ocurre a muchos crustáceos e insectos, como las mariposas (fig. 72), escarabajos, moscas, etc. y a los batracios (fig. 6). En los seres ovíparos, con huevos ricos en materiales nutricios, y en los vivíparos, los cambios son más pequeños, y se reducen principalmente al aumento de tamaño. Los caracteres que ofrecen al nacer los animales con metamorfosis se llaman larvarios, por llamarse en general *larva* a la fase joven de los animales, y la persistencia de ellos recibe el nombre de *neotemia*, que

frecuentemente ha



Fig. 72.—Mariposa y su oruga (forma larvaria).

durante las cuales el ser ha de desplegar muy diferentes aptitudes. Así, por ejemplo, las almejas de río, que son hermafroditas, después de incubar sus huevos dan larvas que nadan y parasitizan peces de agua dulce, hasta que se desprenden para caer al fondo a llevar su vida adulta. No es raro que en el curso de su ciclo el ser haya de parasitizar dos especies.

En los insectos con metamorfosis la larva, cuando ha llegado a desarrollarse, se transforma en adulto, pasando por un período de inmovilidad o *ninfosis*, durante el cual se organiza, y así, del huevo de una mariposa sale una oruga, frecuentemente llamada con impropiedad gusano, que es la forma larvaria, la cual come vorazmente, creciendo rápidamente y pasando al estado de ninfa, que en ellas recibe el nombre especial de crisálida (fig. 73), de la que surge la mariposa.



Fig. 73. — Crisálida de mariposa.

Muchos seres poseen el recurso, cuando las condiciones del medio son desfavorables, de aislarse de él, suspendiendo su actividad vital y pasando por un estado similar a la muerte, pero que se distingue de ella por no operarse la descomposición y por estar en condiciones de volver a la vida activa a la vuelta de las condiciones favorables. Este estado, llamado de *vida latente*, es muy común en los huevos y esporas, y es el que ofrece la semilla de las plantas superiores, que no es más que una pequeña planta protegida por el órgano materno, cargado de materiales de reserva y en estado de vida latente.

Es a este estado de vida latente a lo que se debe ese aspecto de falta de vida que se observa en la naturaleza durante las épocas de frío o de sequedad y ese resurgir anual de la vida, especialmente marcado en primavera. En realidad, la vida existe lo mismo en invierno que en verano; pero durante el primero muchos seres están en vida latente. Los mamíferos, por poseer un medio interno con temperatura propia constante, independiente de la del medio, no se aletargan durante el invierno, salvo algunos que presentan el llamado

*sueño invernal* o *invernación*, como es el caso de los osos, marmotas, lirones y murciélagos, que se acogen a abrigos,

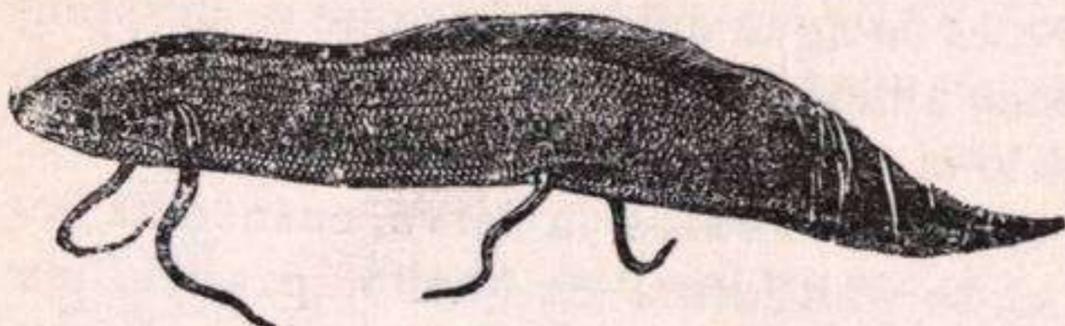


Fig. 74.—Protopterus, pez singular del África tropical, que ofrece la estivación.

frecuentemente con algún alimento, y atenúan con su somnolencia la actividad vital; saliendo, a pesar de eso, famélicos y de-

macrados a la vuelta de la primavera. Las aves, gracias al potente medio de locomoción que es el vuelo, sortean las condiciones climáticas desfavorables emigrando a países favorables, y los mamíferos buenos andadores realizan trashumancias con este objeto; pero en los restantes vertebrados que son de sangre fría, su actividad se puede decir que es función de la temperatura; y así, los reptiles, los batracios y los peces se avivan al calor y se aletargan con el frío. Ciertos peces (fig. 74) que viven en los grandes charcos que se forman en los países tropicales durante la estación de las lluvias y que desaparecen en la estación seca, quedan enterrados en el fango, respirando ahora el aire con su vejiga natatoria; este estado de inmovilidad se llama *estivación* o *sueño estival*. La duración del ciclo vital hemos ya dicho que es muy variable y específica. Ciertos seres son tan efímeros que viven solamente el tiempo necesario para la reproducción; otros poseen una larga vida larvaria; pero en la fase adulta tampoco tienen otra misión, y hasta están desprovistos de órganos digestivos; tal es el caso del gusano de seda y de las efémeras (fig. 75), que salen de su larva acuática por la mañana y mueren a la

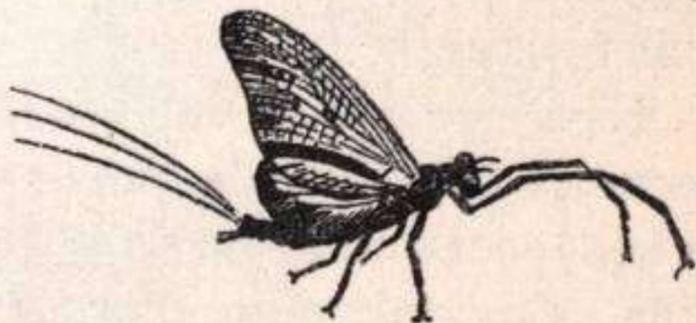


Fig. 75.—Efémara, insecto así llamado porque en estado adulto vive solamente unas horas.

noche, no viendo en su corta existencia adulta más que el sol de un día. Ejemplo también interesante es la anguila, que en las aguas dulces conserva la forma juvenil, no desarrollándose en ella los órganos genitales, por lo que es difícil distinguir los machos de las hembras. Mas la madurez sexual empieza a manifestarse en las que, en las tempestades otoñales, descienden, dejándose llevar de la corriente al mar, donde se hunden en grandes profundidades para reproducirse y morir a continuación. En cambio, en otros seres se observan grandes longevidades, como ocurre a las madreperlas, que alcanzan cien años; ciertas tortugas, que llegan a trescientos, etc. Los casos de mayor longevidad están en las plantas leñosas, y es bien sabido que existen árboles milenarios.

La capacidad de crecimiento es también cualidad específica y, en cierto modo, en relación con la duración vital. En los moluscos es, sin embargo, frecuente lo que se llama el enanismo y gigantismo, o sea, individuos adultos ofreciendo muy exageradas dimensiones en sentido positivo o negativo.

## CAPÍTULO IX

**La perpetuidad de la vida y sus factores.**—Si la existencia de los individuos es forzosamente efímera no sólo en los pluricelulares, en razón de su capacidad limitada para vivir, sino en todos, bajo la amenaza de la multitud de causas de destrucción, la vida es, en cambio, por esencia perdurable, y se mantiene en nuestro planeta gracias a su propia condición, que la hace naturalmente inmortal y tan en consonancia con el medio, que algún biólogo ha dicho que todo se conduce como si la Naturaleza estuviese interesada en la perpetuación de la vida, y es de notar que si la vida perdura, es no sólo a pesar de la caducidad de los individuos, sino también de las especies, ya que, como veremos, éstas pueden ir desapareciendo más o menos completamente, como se observa a través de las épocas geológicas, sin que la vida se extinga, viniendo otras formas a reemplazar a las desaparecidas.

Estas consideraciones bastarán para comprender que la reproducción no es solamente el medio de perpetuar la especie, ya que ésta puede también desaparecer, sino un continuo ensayo de formación de nuevos individuos, cada vez más aptos a continuar el proceso vital en el curso evolutivo de las circunstancias ambientes. No se crea que la Naturaleza en tales continuas experiencias obra siempre con acierto, sino bien al contrario, muchas de ellas dan lugar a formas raquíticas destinadas a perecer, mientras los individuos de aspecto normal proliferan y se desenvuelven robustamente; con frecuencia las mutaciones originan formas de este tipo y desaparecen en seguida víctimas de incapacidad adaptativa o de su miseria fisiológica propia; en los cruzamientos, con frecuencia se

engendran esos híbridos letales incapaces para la vida; pero, en cambio, otras veces, quizás las menos, surgen individuos con características que les dan una mayor flexibilidad para sortear las condiciones ambientes adversas o para mejor utilizar las favorables, o por lo menos mejor adaptadas a las circunstancias hacia las cuales el medio cambia, ya que la Astronomía nos enseña que la vida física de los astros no se mantiene constante, sino que existe una evolución general del Universo, de la que, como es natural, no escapa el planeta que habitamos, que no es más que una partícula insignificante en la inmensidad grandiosa del espacio.

La desaparición de individuos por causas accidentales es tan manifiesta que, gracias a ella, se contrapesa su prolificidad, que si estuviese solamente compensada por la desaparición

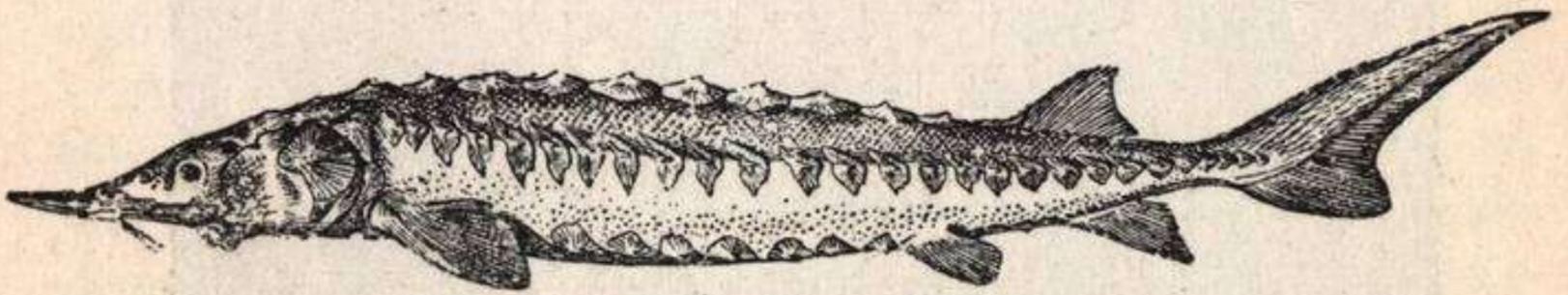


Fig. 76.—Esturión. Las huevas de esta especie de pez constituyen el tan apreciado caviar.

ción de individuos por muerte natural, la cantidad de éstos aumentaría en la mayor parte de las especies de tal forma que, agotado el alimento, sobrevendría la desaparición de la especie, víctima de su mismo desarrollo. Un sencillo cálculo nos bastará para demostrarlo y para darnos alguna idea de la importancia que en la Naturaleza tienen los medios de destrucción de los individuos; el esturión (fig. 76) es un pez que se reproduce en los ríos, y que una hembra normal produce millón y medio de huevos del tamaño de guisantes; pues bien: si suponemos que la mitad de ellos producen hembras y que todas llegaran a su colmo, darían lugar a la segunda generación a más de un billón de individuos, y a la tercera, a medio billón multiplicado por millón y medio; es eviden-

te que no habría ríos ni mar para alojarlos. Es verdad que hay algunas especies poco prolíficas, que desaparecen en cuanto aumentan las causas de destrucción, y así, el elefante, a pesar de su gran longevidad, se reproduce tan lentamente que está en vías de desaparición, y si no ha sido ya exterminado es por las leyes restrictivas que se han dado para su caza; pero los peces de nuestras aguas dulces, como el esturión, aunque enormemente prolíficos,



Fig. 77.—Reconstrucción ideal de los bosques de la época hullera.

tienden a desaparecer, especialmente las especies emigrantes, por la pesca abusiva que de ellos se hace.

Casos hay, sin embargo, en que ciertos seres toman tal incremento a favor de escasez de enemigos o de otras circunstancias favorables, que la vida de la especie llega a estar amenazada, y algunos geólogos explican el empobrecimiento de la flora después de la exhuberancia durante la época carbonífera de las selvas (fig. 77) que han dado lugar al carbón de piedra, porque aquella vegetación tan espléndida que se desarrolló a beneficio de condiciones muy favorables, como

eran el que las tierras en aquella época emergidas eran bajas y húmedas, la temperatura en todo el globo cálida y la atmósfera cargada de anhídrido carbónico, consumió éste, mas con ello prepara la atmósfera para el desenvolvimiento de la vida animal aérea y para el equilibrio, de que hemos hablado, hoy existe entre plantas y animales necesario en virtud de sus necesidades opuestas.

Los factores de que depende el aumento o disminución de individuos de una especie son: su capacidad proliferante, la longevidad individual y las variaciones, en cantidad de sus enemigos y de otras causas de destrucción. El papel de la longevidad es tan importante, que explica el curioso fenómeno de ser las aguas frías de los mares polares más ricas en vida que las templadas de los intertropicales, pues el calor, exaltando el metabolismo, disminuye la duración de la vida, y por ende, la población.

Aunque las causas de destrucción sean, como hemos señalado, favorables a la perpetuidad de una determinada especie cuando su poder proliferante es muy grande, pueden alcanzar un grado, especialmente en el caso de que la proliferación no sea excesiva, que amenace con la exterminación de la especie, especialmente cuando las causas de destrucción sean cósmicas, pues los enemigos, al rarificarse sus presas, tienen forzosamente que disminuir a su vez. En evitación de esto un nuevo factor interviene, cual son los medios de sortear y defenderse de los enemigos y los cuidados de defensa de la progenie. Como más adelante hemos de ocuparnos de los primeros, ocupémonos aquí, aunque ligeramente, de los segundos.

Las atenciones de los padres para asegurar la vida de sus descendientes y librarles de sus enemigos están en cierta relación con las aptitudes de aquéllos. En los insectos, las formas poco inteligentes, que depositan más o menos al azar sus huevos, producen larvas robustas, ágiles, de finos sentidos; es decir: bien condicionadas para vivir; la hembra se limita todo lo más a procurar que la larva nazca en un medio



Fig. 78.—Tres fases del desarrollo del caballito del diablo.

favorable, y así las *libélulas* (fig. 78), cuyas larvas son dulce-aquícolas, ponen sus huevos en las plantas acuáticas, y ciertos pequeños cínifes, cuyas larvas se desarrollan en los huevos de las libélulas, entran valientemente en un medio tan extraño para ellos como el agua a buscarlos y a depositar sus huevos. Las mariposas, que ponen sus huevos en las plantas, lo hacen sobre aquellas que sirven de alimento a sus orugas, las cuales, ya al nacer, se encuentran el alimento a su alcance; sin embargo, la larva necesita aún ciertas facultades para irle buscando; pero en los insectos más inteligentes la hembra prepara el alimento de la larva, la cual no ha de desplegar actividad ni aptitud alguna para desarrollarse, sino únicamente consumirle, pues ya está en cantidad necesaria; y así los escarabajos peloteros (fig. 79), que se les ve arrastrar su bola de excrementos, la han fabricado colocando en su centro un huevo del que saldrá una larva que se alimenta de tan repugnante materia. Mas en donde culminan las atenciones en favor de la proge- nie es en aquellos insectos sociables de instinto maravilloso, como las abejas, que, para mejor atender a las necesidades de sus larvas, forman grandes sociedades, y no sólo fabrican su exquisito alimento buscando y saqueando las flores con una actividad extraordinaria, sino que las fabrican abrigos apropiados, los panales, en los que cada larva tiene su celdi-

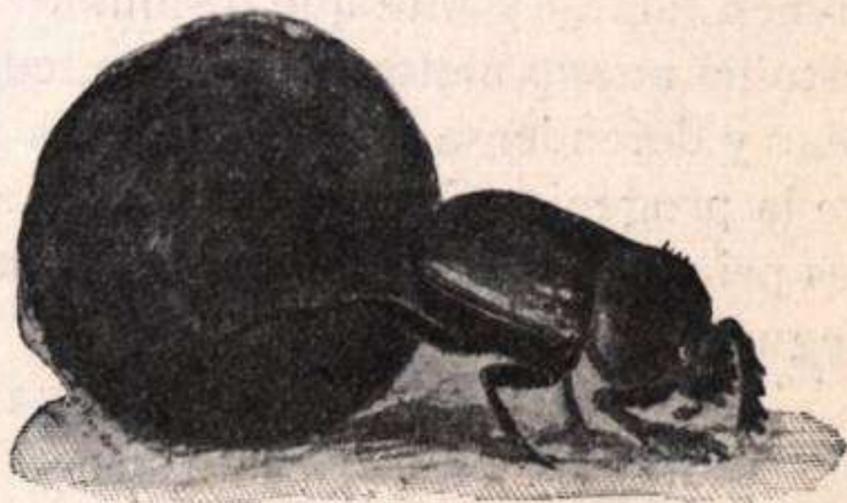


Fig. 79.—Escarabajo sagrado de los egipcios arrastrando la bola de excremento.

lla independiente, y en consonancia con tan cuidadosas atenciones, las larvas, desprovistas de patas y de cualidades sensoriales obtusas, son sumamente degradadas y se desenvuelven en la abundancia y la molicie.

Citemos también en el número de atenciones en favor de la progenie los cuidados relativos a la incubación de los huevos, y así vemos a las hembras de muchos crustáceos no abandonar los huevos, sino llevarlos siempre consigo en bolsas incubadoras, como en el caso del pequeño crustáceo que vive flotando en el agua y que reproduce la fig. 80, o cogidos con las pequeñas patas del abdomen, impropias para nadar, pero más desarrolladas en las hembras, como ocurre en los crustáceos superiores, cual el cangrejo de río. En ciertas especies de peces son los machos, como sabemos,

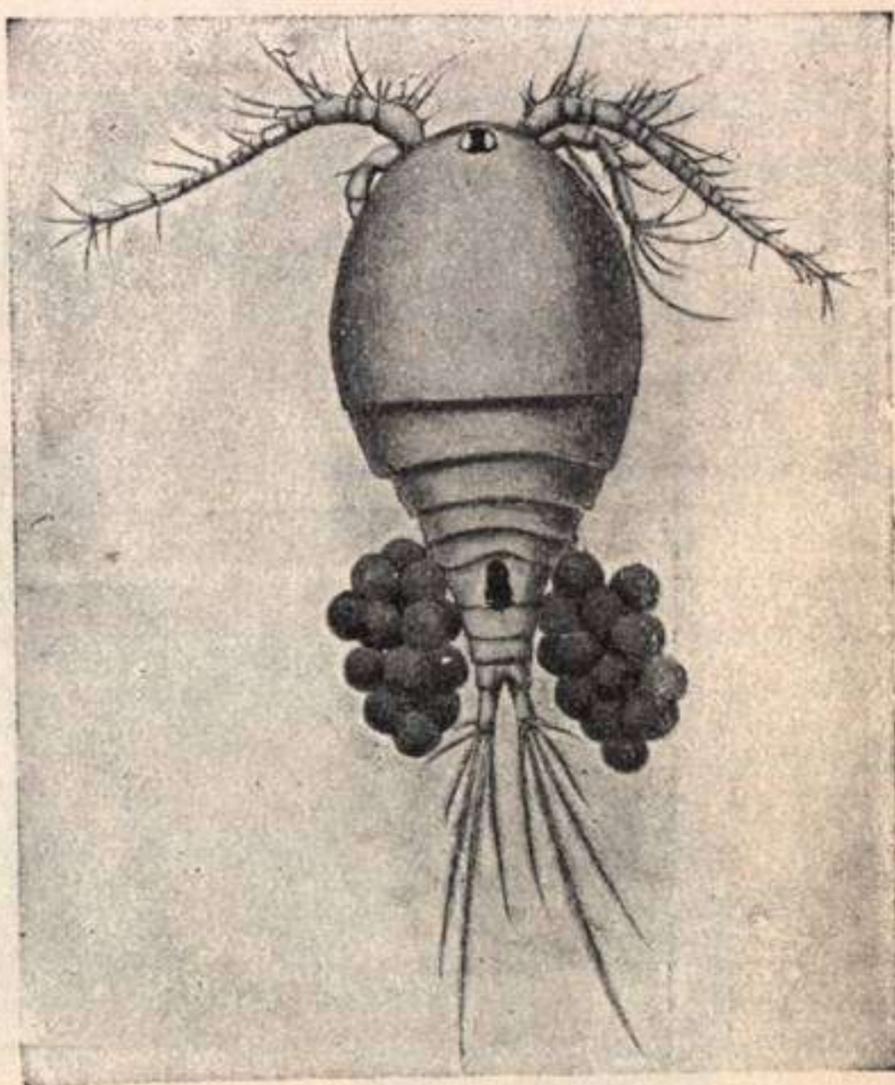


Fig. 80.—Hembra de un pequeño crustáceo de agua dulce transportando los huevos.

los que se encargan de la incubación de los huevos, y algunos los transportan cuidadosamente en su boca para no dejarlos abandonados a merced de los peligros; pero es en el grupo de las aves en el que los cuidados de la incubación llegan a un mayor desarrollo, y si bien ciertas aves se limitan a enterrar los huevos, especialmente en los países cálidos, otras, polares, los llevan continuamente, y la mayor parte empiezan por fabricar el nido adecuado para ella, colaborando

el macho en las faenas de la nidificación en las especies monógamas, es decir, que crían por parejas, así como en la incubación. La nidificación llega a ser en ciertas especies un arte admirable (fig. 81), como es el caso de los pájaros llamados tejedores, propios de África, y es a veces precedida, como ocurre en el pájaro jardinero, de Australia, de curiosas construcciones rústicas, caprichosamente empedradas de objetos brillantes y pintorescos, verdaderas manifestaciones de

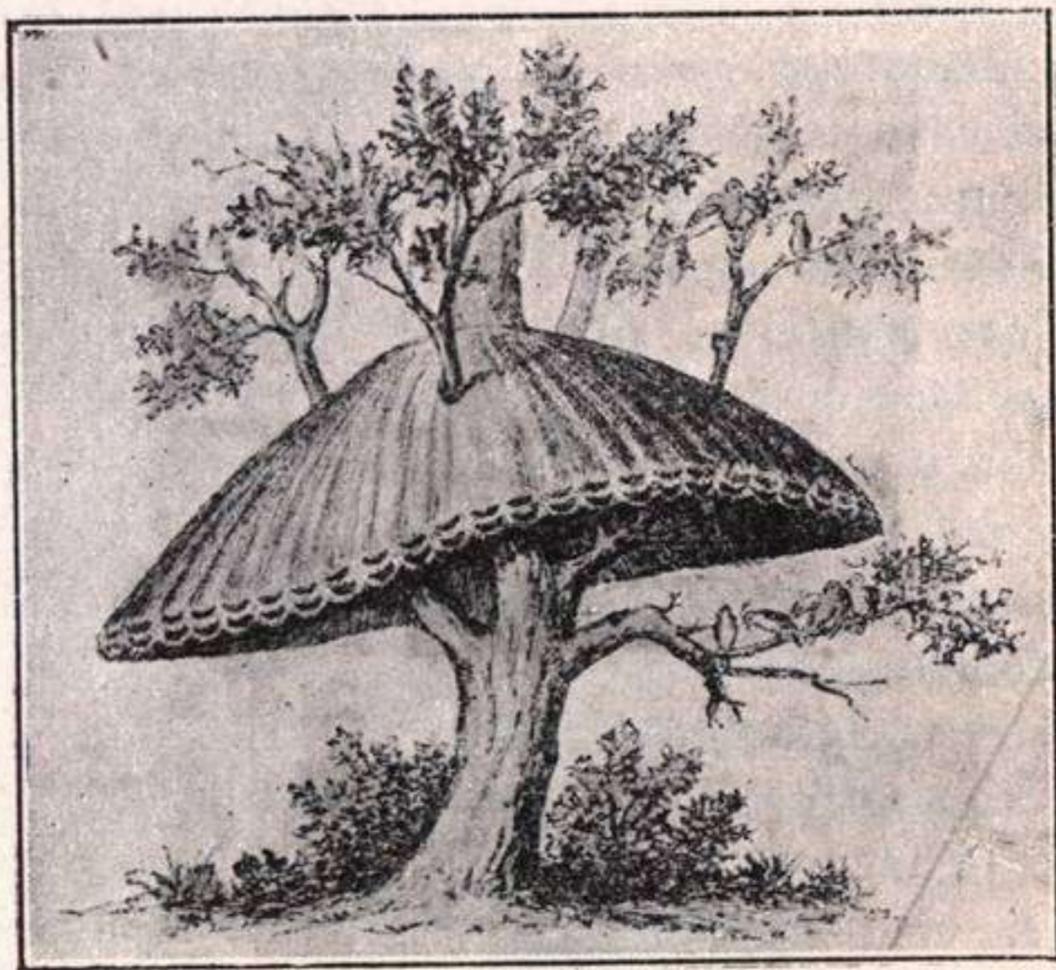


Fig. 81.—Nidificación en sociedad en una especie de gorrión de Africa.

arte arquitectónico, como las habilidades que despliegan en el canto son una manifestación de arte musical.

Ciertas aves que no pueden incubar se desvelan por encontrar para sus hijos excelentes padres adoptivos que los atiendan solícitamente; tal es el caso del cuclillo, cuya hembra, rondando en derredor de un nido, deposita un huevo sin que lo adviertan los pájaros propietarios del que van a comenzar la incubación de los suyos. Los huevos del cuclillo

son de aspecto variado e imitan el aspecto de los del pájaro que ha de incubarlos, pero algo más grandes, de todo lo cual



Fig. 82. - Pingüino transportando el huevo en incubación.

y templados abandonan durante un tiempo mayor o menor los huevos, lo cual no perjudica a su incubación, en las aves polares el frío la suspendería, y por eso los pingüinos (figura 82), aves adaptadas a estos climas, jamás los abandonan, llevándolos siempre consigo en una cavidad incubadora que poseen entre las patas.

En los mamíferos el huevo retenido dentro del organismo materno no necesita de la incubación; pero son bien conocidos los cuidados que las

parece tener gran cuidado la hembra al elegir el nido para parasitarle; y así, cuando nace el poyuelo y el alimento aportado por los pájaros padres viene a ser insuficiente, es bastante fuerte para arrojar a los hijos legítimos del nido y quedar él sólo para recibir todas las atenciones. La madre, a todo esto, no olvida a su hijo, sino que vuela constantemente en derredor del nido, llevándosele cuando ya es capaz de volar. Si las aves de países cálidos



Fig. 83.—Hembra de marsupial, de cuya bolsa asoma un pequeñuelo.

madres, y en muchas especies también los padres, les prodigan. Entre ellos es preciso no olvidar los de educación y entrenamiento, especialmente en aquellas especies que han de desarrollar grandes cualidades para vivir; así los leones entrenan a sus cachorros, que juguetean y saltan sobre la borla terminal de su cola, como juegan los gatos jóvenes con un ovillo; los padres mueven rápidamente la cola, la esquivan para que adquieran la precisión en los saltos sobre una víctima que huye, y después, cuando van siendo mayores, cazan ratones vivos para que se entrenen en matarlos, sacándoles, por último, para que colaboren con ellos en sus cazas cuando son mayores.

Ciertos mamíferos inferiores de la región australiana, los monotremas, ponen huevos y los incuban en el exterior, y en otros, también especialmente abundantes en dicha región, los marsupiales (fig. 83), las hembras les incuban ya en su matriz, como en todos los demás mamíferos; pero no pueden, como ellos, alimentar el embrión pasando a él la sangre de la madre, y le expulsan prematuramente, reteniéndole en una bolsa inguinal que poseen las madres donde están situadas las mamas, y la cual aun sirve, cuando son ya mayorcitos y salen a triscar, para acogerse a ella al menor peligro.

## CAPÍTULO X

**El problema de la adaptación.**—Por adaptación biológica debe entenderse la maravillosa concordancia que se observa entre la conformación de los seres vivos y sus partes con el modo de vida de aquéllos y el funcionamiento de éstas. El reconocimiento de la adaptación hace surgir en nuestra mente la idea de una finalidad; y así, mientras en el mundo físico no nos preocupamos más que del *porqué* de las cosas, en el campo de la biología surge el deseo de conocer además el *para qué* de ellas. Así, por ejemplo, nosotros nos preguntamos por qué el oro es amarillo; pero no nos intriga saber para qué lo es; en cambio, a la vista de un oso blanco no sólo nos interesa saber por qué es su color blanco, sino además para qué ofrece ese pelaje, y quedamos relativamente satisfechos cuando apreciamos que ese color le es útil, pues emite poco calor, circunstancia beneficiosa en los países polares en que vive, y si bien el blanco refleja el calor y por eso nos es útil en los vestidos cuando hemos de sufrir gran sol, eso no es inconveniente en países en que el sol no tiene fuerza y los días en el invierno son tan cortos que durante sus seis meses casi todo el tiempo es de noche; pensamos, por otra parte, que ese color blanco le es útil, viviendo en los témpanos de hielo, para escapar a la vista de sus enemigos y para acercarse cautelosamente a sus víctimas, que son, en general, las focas, sin espantarlas, y poderlas así cazar fácilmente. Es evidente que nosotros no pensamos en que el color amarillo del oro puede serle de utilidad.

La adaptación es una cosa tan evidente que nos basta estudiar la conformación de un ser para descubrir muchas cosas

relativas a su manera de vivir, como nos basta estudiar un órgano para darnos en gran parte cuenta de su manera de funcionar. Así, la analogía de vida crea semejanzas entre

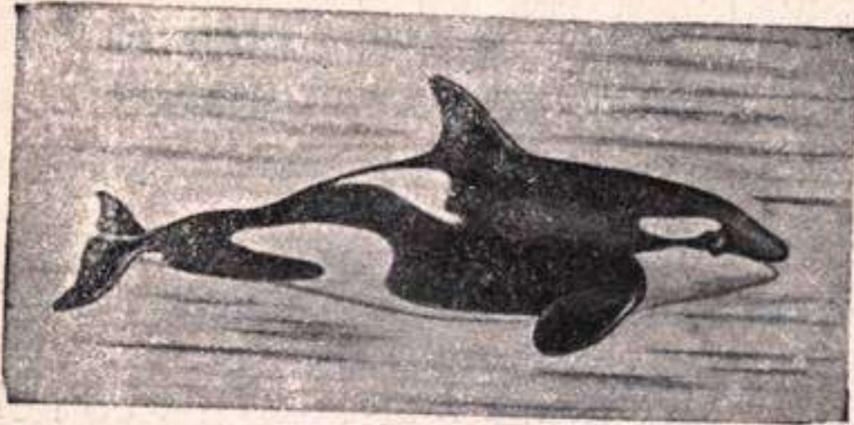


Fig. 84. — Mamífero marino de aspecto de pez.

seres de organización muy diferente, lo cual hace que una ballena, a pesar de ser un mamífero, tenga grandes semejanzas con un pez (figura 84); que la existencia de membranas entre los dedos se ofrezca en organismos nadadores muy diferentes, como ocurre a las nutrias, entre los mamíferos; los patos, por ejemplo, entre las aves; los cocodrilos, entre los reptiles; las ranas, entre los batracios. Estas semejanzas entre organismos muy diferentes, impuestas por la manera de vivir, se llaman *convergencias*. Un caso manifiesto de convergencia, debido a la vida subterránea, se pone de manifiesto en la figura 85, en que aparecen representados un gusano, la lombriz de tierra, un artrópodo del grupo de los miriápodos, un pez que vive enterrado en el fango por el día, como es la anguila; un batracio, también de vida subterránea, y un lagarto con análogo género de vida. De la misma manera

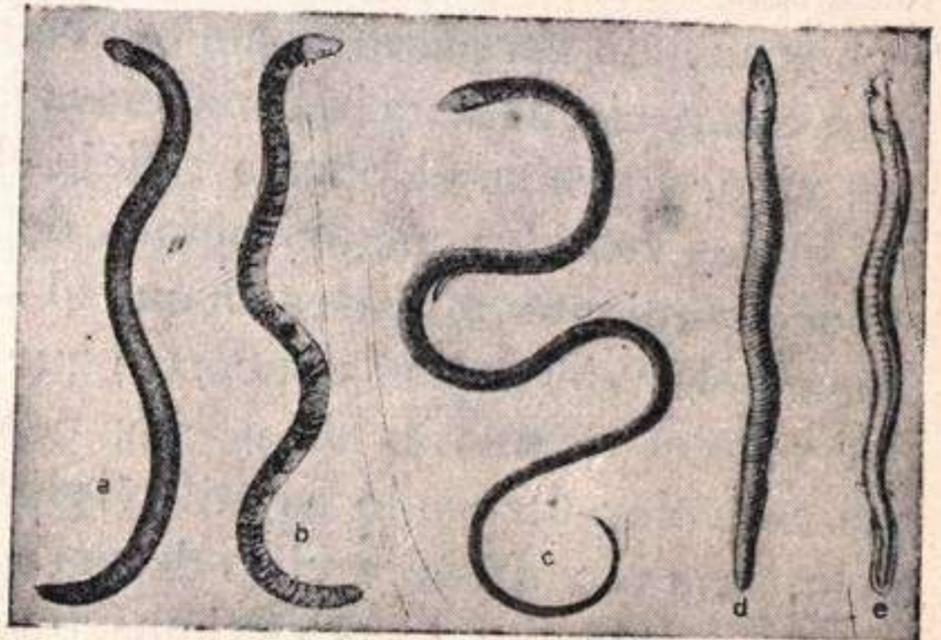


Fig. 85. — Adaptaciones para la vida terrícola.

existen caracteres frecuentes en cada medio. Así, muchas plantas de los desiertos y estepas son crasas y espinosas (figura 98); los animales de las cavernas son de coloracio-

nes sombrías, mientras que los que viven a plena luz ofrecen coloraciones vistosas; y ¿quién duda que hay que acudir a las aves, animales especialmente aéreos, para encontrar los lindos coloridos semejantes a los de las mariposas?

En las grandes profundidades marinas la luz no llega, absorbida por el gran espesor de agua, y la vida vegetal no existe, siendo la animal exclusivamente carnícora en aquellas tenebrosas regiones. Los naturalistas suponían que los

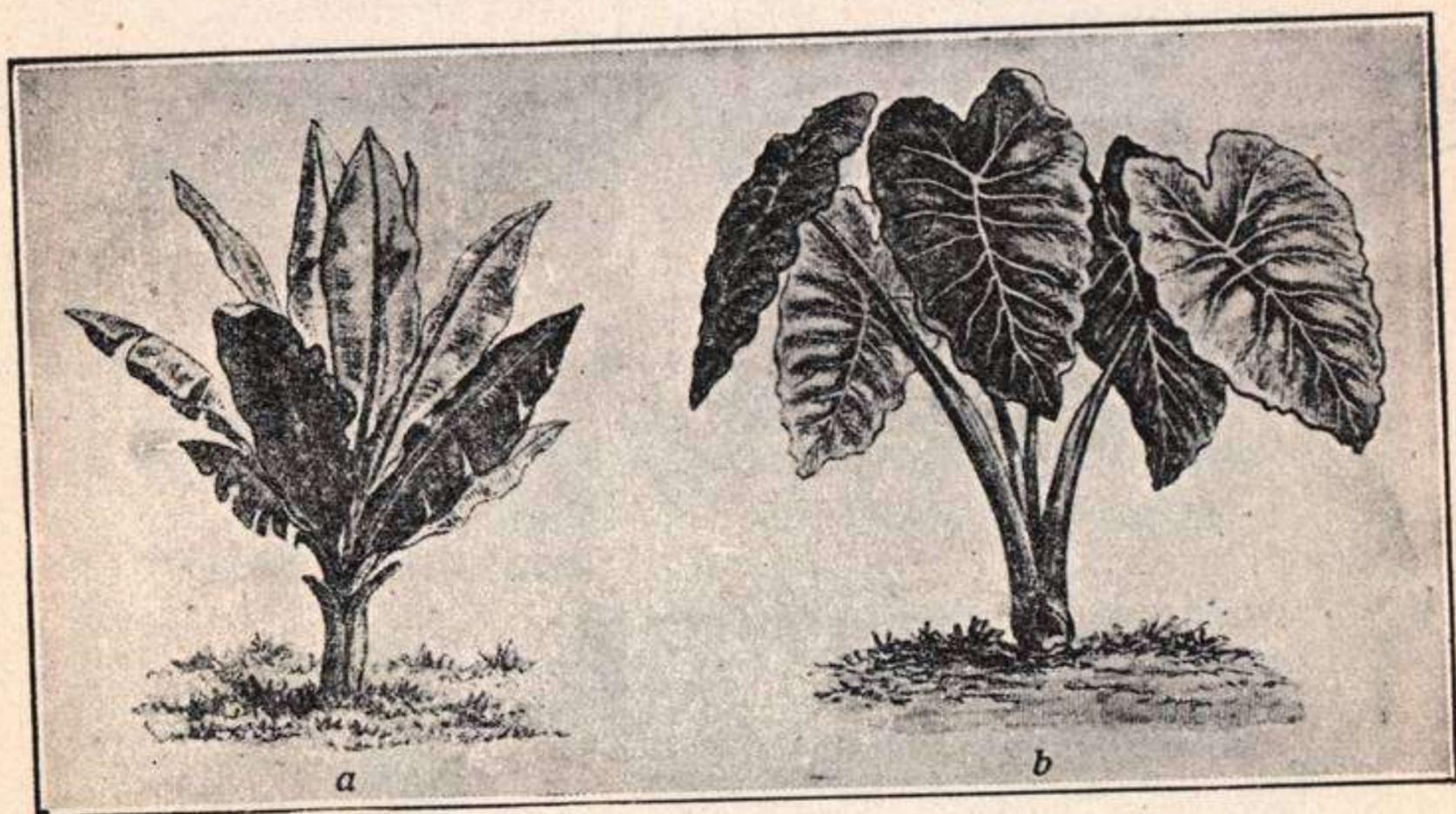


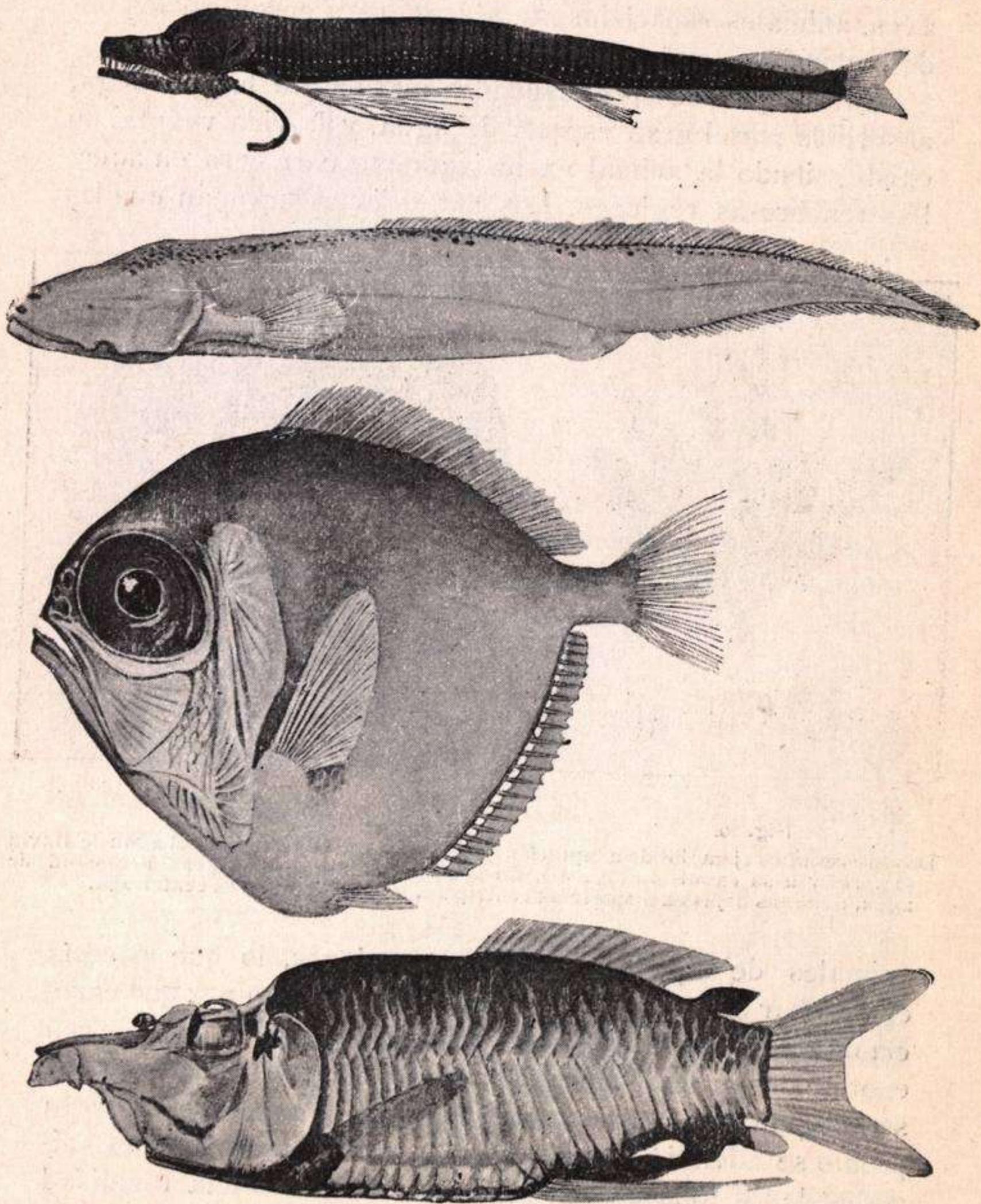
Fig. 86.

Fig. 87.

Dos interesantes ejemplos de adaptación de las hojas a la recogida del agua de lluvia (fig. 86) y a su expulsión (fig. 87). La primera planta, por su gran necesidad de agua, tiene sus hojas en disposición centrípeta, y en la segunda es centrífuga.

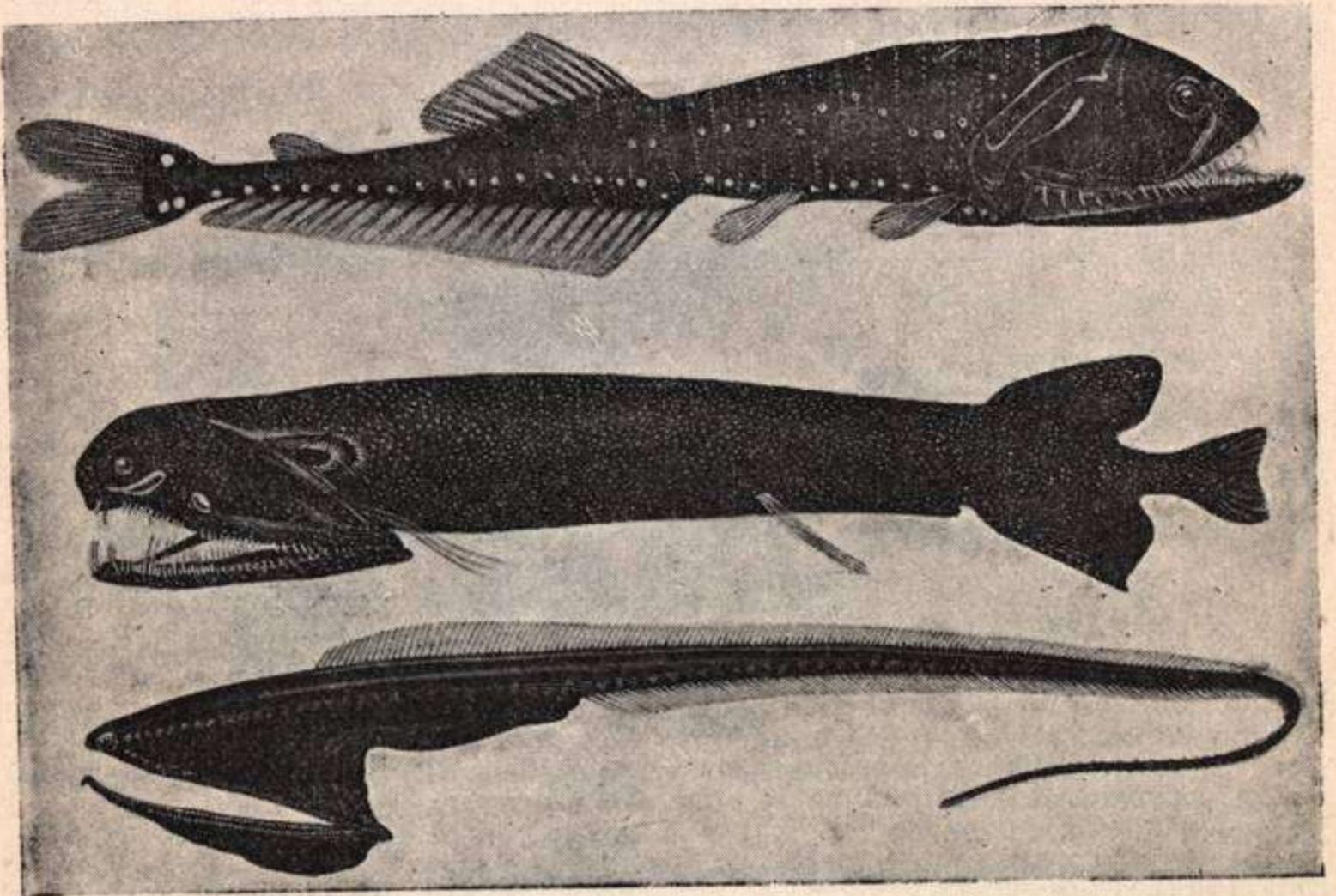
animales de aquellas zonas serían ciegos, lo que parecía comprobar el hecho de haberse extraído algún pez que carecía de ojos; mas se vió que otros los poseían, y a veces con enorme desarrollo (figuras 88, 89, 90 y 91), y los naturalistas se preguntaban *para qué* tenían ojos aquellos seres. Bien pronto se advirtió que los corales y otras vegetaciones animales de los fondos eran fosforescentes, con una tonalidad variada, según las especies, de modo que estos bosques animales deben despedir una luminosidad difusa de tintas varia-

das, que debe recordar los colores de las bengalas, y es evidente que necesitarán un gran desarrollo en los ojos para



Figuras 88, 89, 90 y 91.—Diverso desarrollo de los ojos en los peces abisales.

mejor utilizar esta tenue luz; mas en otros casos el mismo animal lleva su linterna cerca del ojo; pero dirigida para no deslumbrarse; de modo que él mismo se va alumbrando. Con frecuencia, lo mismo los peces que los grandes calamares de profundidad, poseen multitud de pequeños aparatos, cuya distribución cambia con las especies y los sexos, que por su poca potencia y por su posición no parecen serles de gran utilidad para alumbrarse; pero los naturalistas han sabido



Figuras 92, 93 y 94.—Hipertelia de la boca y los dientes en algunos peces de los abismos marinos.

descifrar el para qué de estos aparatos, suponiendo que mediante ellos, y en virtud del poder de cambiar de colorido las luces que emiten, y que hace que estos animales parezcan adornados en la oscuridad de espléndidos rubíes, topacios y esmeraldas inflamados, ellos se relacionan en las tinieblas submarinas como los barcos cambian sus señales luminosas en la noche del combate, y la diferencia entre los sexos hace posible la atracción sexual entre las tinieblas. La falta de vista es en muchos contrapesada por el desarrollo de finos ór-

ganos táctiles y por un desarrollo enorme de la boca, que ofrecen muchos terriblemente armada de ganchudos dientes (figuras 92 a 94). En suma: todos los caracteres de los animales de los grandes abismos marinos nos muestran una adaptación a la vida singular en que viven.

La adaptación, siendo una cosa recíproca entre los seres y el medio, lo mismo podríamos suponer que los seres están adaptados al medio que éste a los seres, y si admitimos lo primero es porque suponemos el medio anterior a la vida; pero entre los seres vivos existen las adaptaciones recíprocas que

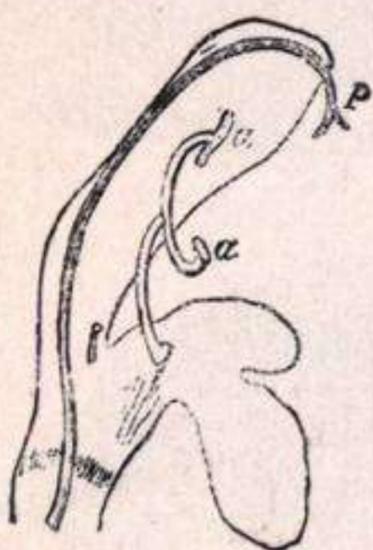


Fig. 95.

Adaptación recíproca de la abeja y la flor de la salvia. En la flor cortada se ven los dos balancines de los estambres y permite comprender cómo el cuerpo belloso, al rozar la maza o antera madura del estambre, recogerá el polen que en ella se forma, y al visitar otra flor se adherirá a la prolongación pegajosa *P*, del órgano femenino llamada estigma.

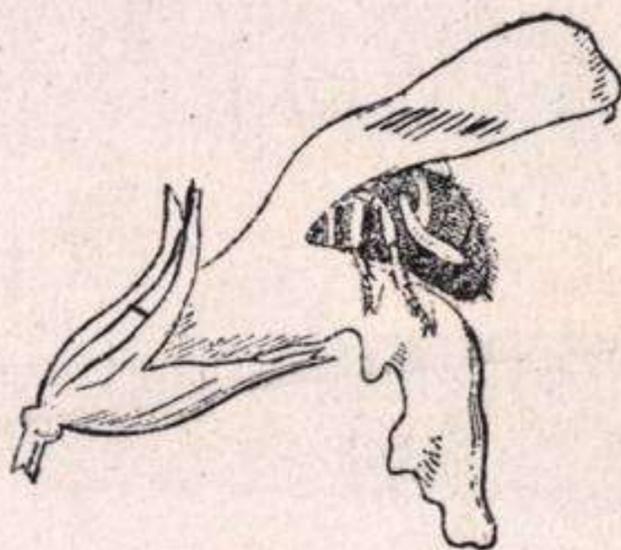


Fig. 96.

res se han adaptado a fecundarse utilizando la visita de las abejas, puesto que se necesitan recíprocamente. Se admite, sin embargo, que hay una más facultativa, que es la primitiva.

Un cangrejo de mar (fig. 97) lleva, en general, encima una esponja, que le sirve para ocultarle; la esponja se encuentra por otra parte mejor transportada por un ser movable que pegada a una roca para sus necesidades alimenticias y respiratorias; la asociación es provocada por el cangrejo, que acepta voluntariamente el transportar la carga; pero sus patas de

se llaman coadaptaciones, porque nosotros no sabemos decidir cuál es la primitiva; así, en la recíproca adaptación entre las abejas y las flores (figuras 95 y 96), nosotros no sabemos decidir si es que las abejas se han adaptado a alimentarse de las flores o si las flo-

atrás, insertas casi en el dorso, muestran que él ya está primitivamente adaptado para llevarla.

La coadaptación existe, por otra parte, entre las piezas de los órganos que frecuentemente manifiestan la misma adaptación recíproca que tiene, por ejemplo, un botón y su ojal, y nos basta observar el cráneo de un cocodrilo para ver el ajuste entre los dientes muy salientes y las escotaduras de la mandíbula destinadas a alojarlos.

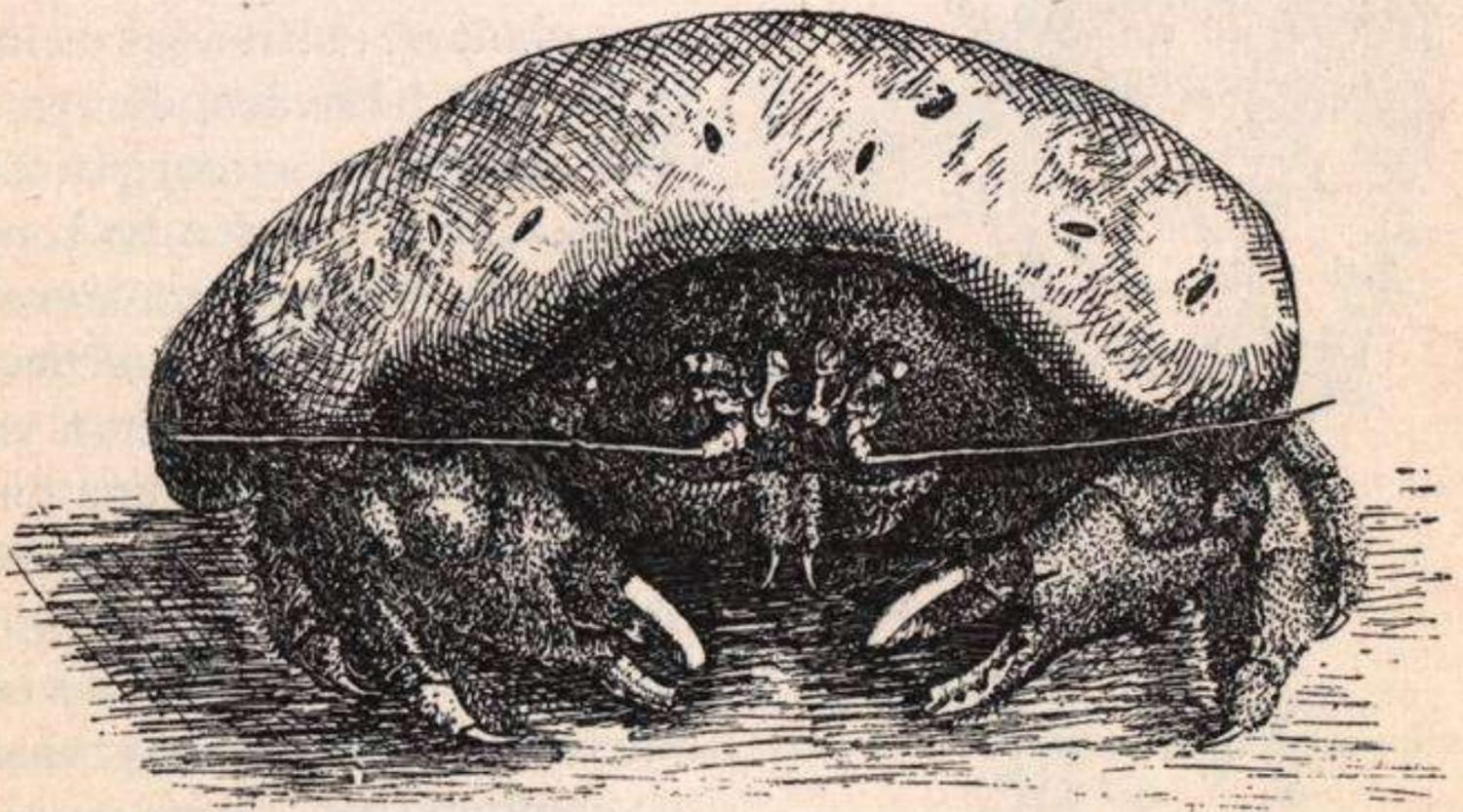


Fig. 97.—Cangrejo adaptado a transportar una esponja.

**Acomodación, naturalización y aclimatación.**— Con la adaptación, propiamente dicha, se confunden frecuentemente conceptos diferentes que conviene puntualizar.

Se llama *acomodación* a la facultad que poseen los organismos de modificarse, más o menos penosamente, a condiciones del medio nuevas y con frecuencia poco apropiadas. Casi todas las plantas que habitan lugares desfavorables a la vida vegetal, tales como las de las salinas, los desiertos, las orillas del mar, son acomodaciones y ofrecen modificaciones más o menos genéricas que dejan de estar acentuadas cuando por tratarse de una planta muy ubicuista se la encuentra también en medios favorables. Así, las plantas de sitios secos son

de gran raigambre, poco follaje, frecuentemente glauco peloso y coriáceo, todo lo cual no es más que una acomodación a la falta de agua, pues así la buscan con su larga raíz a grandes profundidades y pierden poca por transpiración por la poca superficie de hojas que poseen y por la naturaleza de

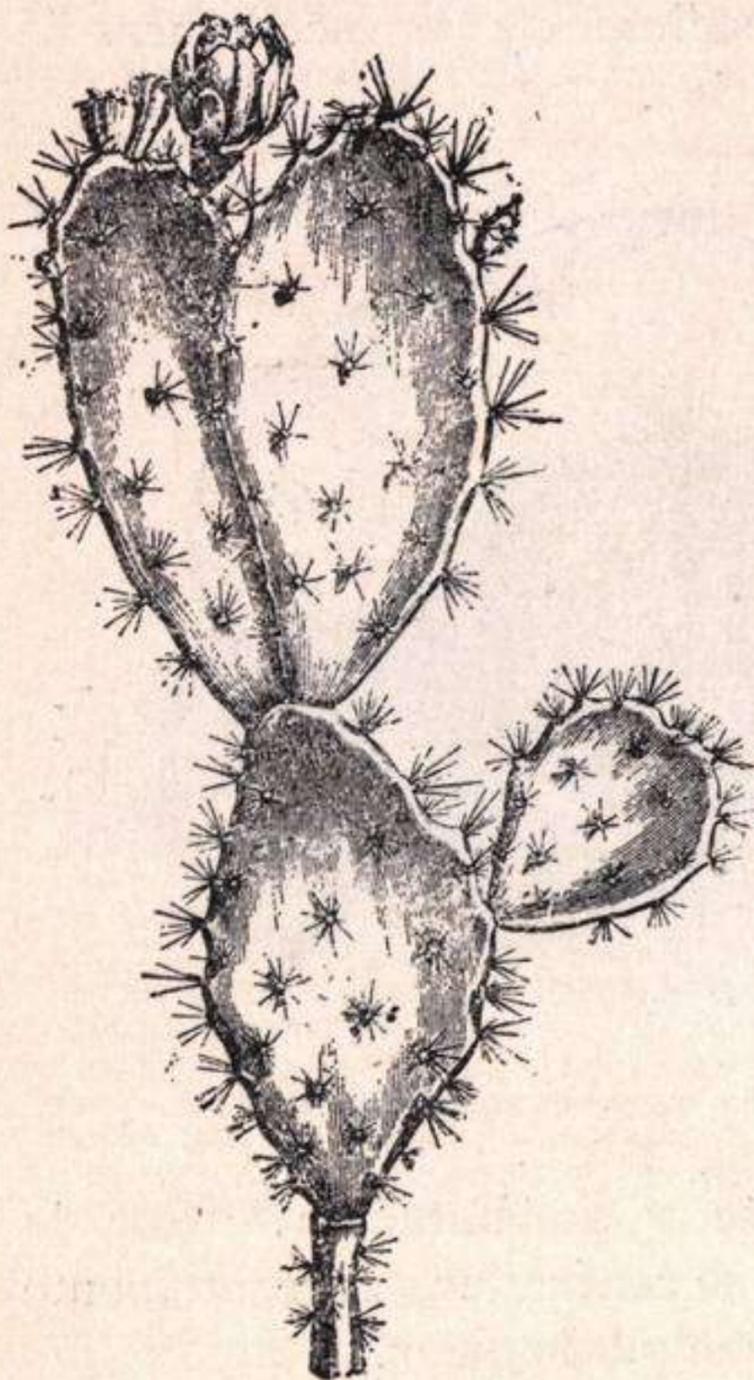


Fig. 98.—Higuera chumba. Planta carnosa, de país seco, naturalizada en la España mediterránea.

ellas; y a veces son carnosas para retener el agua de lluvia a lluvia en los países en que son raras; pero las mismas plantas, cultivadas en lugares más húmedos, dan raíz más somera y se cargan de hojas, que adquieren un tono verde más fresco, caracteres de plantas de sitios húmedos.

Ciertos seres presentan ya una adaptación para una determinada acomodación; otros tienen gran flexibilidad orgánica, y así, mientras seres marinos soportan muy mal los cambios de salazón y viven por eso en alta mar, otros soportan grandes variaciones de ella y se acomodan a la vida en la desembocadura de los ríos.

Cuando la acomodación tiene un valor geográfico se llama *naturalización*, y cuando

ha sido hecha intencionalmente por el hombre, *aclimatación*. Ambas nos prueban que los seres no existen solamente donde hay buenas condiciones de vida para ellos, sino que puede haber lugares excelentes para su vida donde no existen por no haber podido llegar. Así, en toda la región mediterránea se ha naturalizado la higuera chumba (fig. 98), planta ameri-

cana, mientras en América, el caballo, que no existía a la llegada de los españoles, está hoy cimarrón. La posibilidad de hacer vivir seres en puntos muy apartados de donde son originarios ha hecho posibles tan útiles aclimataciones como la gallina, animal índico, hoy esparcido por todos los países civilizados; la patata, oriunda del Perú, tan importante hoy día para la alimentación de los europeos, etc.; pero al lado de éstos y muchísimos ejemplos que pudieran citarse como éxitos de la aclimatación, existen fracasos lamentabilísimos que obligan a no acometer las aclimataciones sin una gran prudencia, pues la introducción de un factor nuevo fácil de naturalizarse puede ser peligrosísimo. Citemos, entre los fracasos, el de la vid americana, que nos importó la filoxera; el conejo en Australia, donde ha encontrado un medio tan adecuado y libre de enemigos que constituye una terrible plaga, etc.

Mencionemos, por último, las verdaderas adaptaciones que ofrecen ciertas especies, apartándose de las demás del grupo, y que reciben el nombre de *especializaciones*. Así las fieras nos muestran por todos sus caracteres su adaptación a cazar; pero entre ellas la nutria se ha especializado para alimentarse de peces, y ofrece por ello caracteres singulares, cuales son su pelaje apretado, la palmadura de sus dedos, etc.

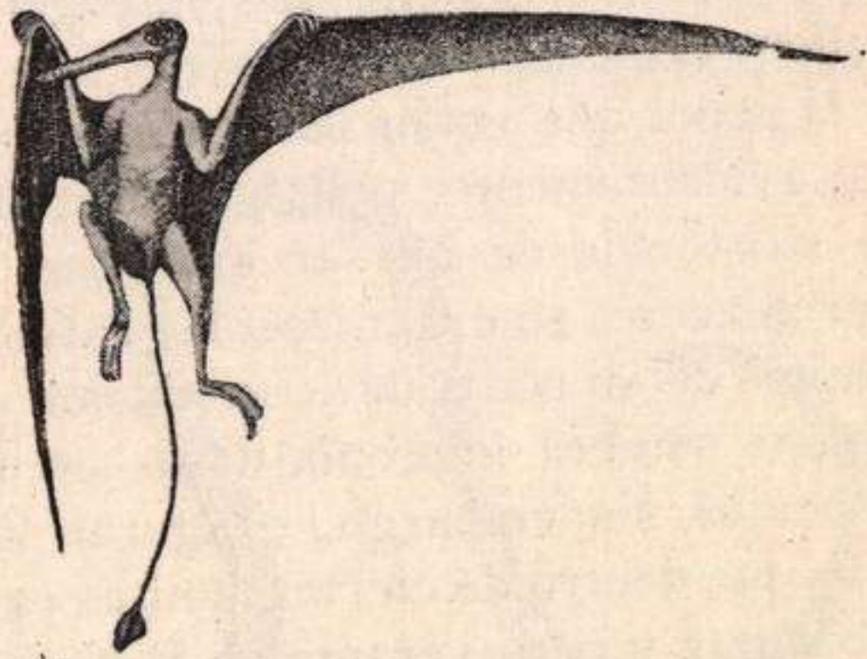


Fig. 99. — Lagarto fósil especializado para volar.

## CAPITULO XI

**Las inadaptaciones: la extinción de las especies.**—El estudio de la adaptación nos ha sugerido la idea de una maravillosa armonía entre los seres y su medio, entre los órganos y el papel que están llamados a desempeñar. Esta armonía es, evidentemente, obligada, pues no nos es posible admitir la existencia de un ser más que viviendo en condiciones apropiadas a su organización, salvo dentro de los estrechos límites de su poder de acomodación, ni un órgano conformado de una manera impropia a sus necesidades funcionales. No debemos, sin embargo, exagerar la idea de la adaptación más que dentro de ciertos límites prudenciales, pues el estudio sagaz y perseverante de la Naturaleza nos descubre verdaderas inadaptaciones, órganos y disposiciones superfluas, inútiles y hasta perjudiciales, y el estudio de los seres que han desaparecido nos muestra cómo las especies de determinados grupos se han ido sucediendo hasta llegar a formas tan inadaptadas, que se vieron obligadas a sucumbir, desapareciendo con ellas el grupo entero a que pertenecían, del que en la actualidad sólo conocemos las reliquias fósiles o alguna pobre muestra confinada en una región aislada del globo, donde a beneficio de ciertas condiciones particularísimas de aislamiento y de circunstancias favorables ha sobrevivido como último representante de un grupo evolucionado hacia formas inadaptables. El ligero estudio que hemos hecho de la variación y la herencia nos ha bastado para descubrir cómo aparecen disposiciones letales y variaciones desafortunadas destinadas irremisiblemente a desaparecer.

Aunque sea siempre expuesto el reputar como inútiles

ciertos órganos, o como superfluas y aun impertinentes ciertas disposiciones, ya que muchas veces la aparente inutilidad es un resultado de nuestra propia ignorancia del verdadero papel que juegan, no se puede negar que existen en la Naturaleza órganos sin función, y que frecuentemente son un verdadero estorbo para el animal y seres mal adaptados en vías de desaparición. La idea se afirma con la comprobación de la existencia muy frecuente en los seres de *órganos rudimentarios*; es decir, en vías de desaparición, que ya no son de ninguna utilidad, pero que tuvieron en formas anteriores una función importante, que ha venido a ser innecesaria; y así,

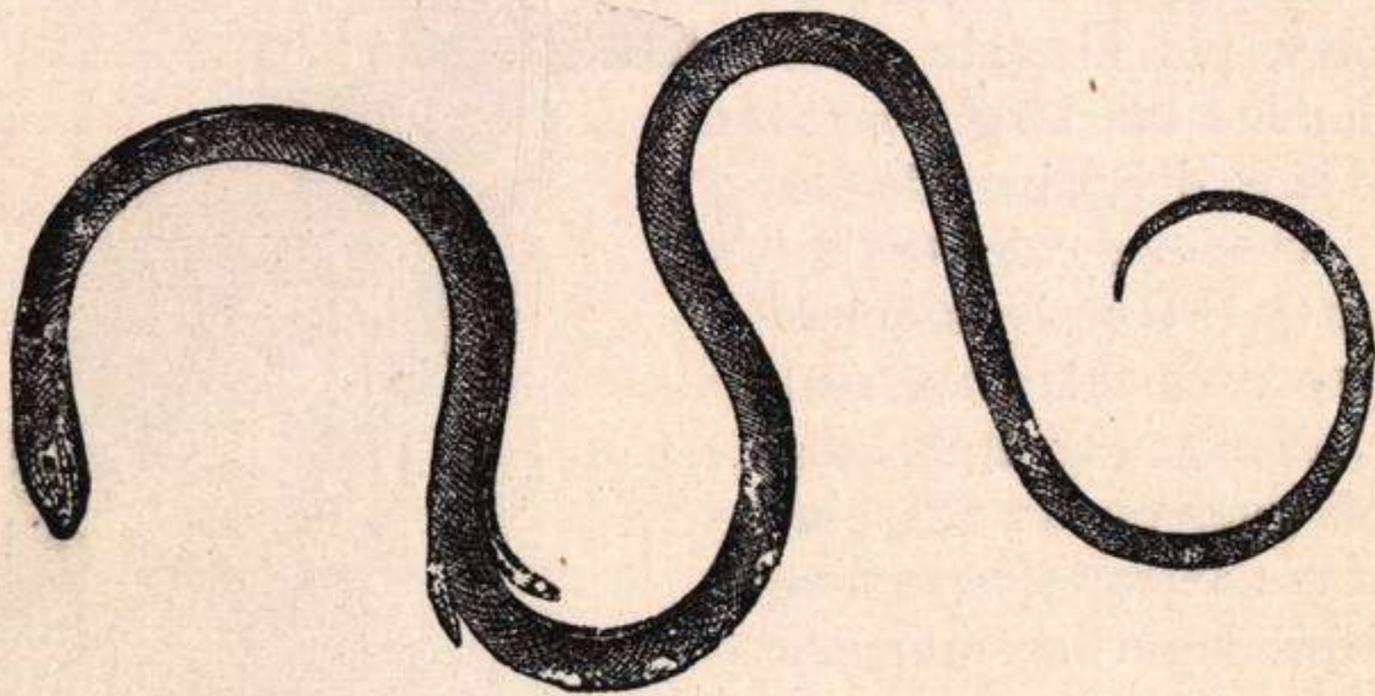


Fig 100.—Lagarto de aspecto de serpiente por poseer sólo las patas anteriores y en estado rudimentario.

muchos insectos ofrecen vestigios de alas, a pesar de no volar; los topos, que son ciegos, conservan, sin embargo, debajo de la piel ojos rudimentarios; algunas serpientes, bien que no necesiten de los miembros, pues se arrastran como las demás, conservan incluidos dentro de los tejidos restos de los huesos de las extremidades, que no pueden jugar ningún papel en la locomoción, etc.

Es verdad que en ocasiones dichos órganos rudimentarios, que mejor debieran llamarse vestigiales o residuales, pueden tener una cierta función o adaptarse a otra; y así bien que las alas sean el órgano de vuelo, en muchas aves son más o

menos rudimentarias, y, sin embargo, no se las puede calificar de inútiles por no servir para el vuelo; y así el avestruz se sirve de ellas para dirigirse en su veloz carrera, y los pingüinos las utilizan como potentes remos para la natación.

Existen, por otra parte, en los seres órganos llamados *hipertélicos*; es decir, con un desarrollo excesivo, a veces tan desmesurado, que su examen nos manifiesta que su desenvolvimiento ha obedecido a causas en nada directamente relacionadas con la utilidad, o cuya utilidad es bien pequeña al lado del estorbo que para el animal representan. Citemos, por ejemplo, esos colmillos tan largos y retorcidos del jabalí de las Molucas; esas colas tan ornamentales de muchas aves, como el pavo real o el ave lira (fig. 102); esos repliegues cutáneos que dan tan extraño aspecto a muchos lagartos; esas patas y antenas tan monstruosas como sin duda molestas al animal que se observan en ciertos insectos.

Es verdad que tales órganos pueden tener una cierta utilidad, y desde luego, por el hecho de existir, no pueden ser totalmente perjudiciales, pues de otra forma las especies hubiesen desaparecido; pero con frecuencia el animal soporta órganos y disposiciones como soporta una enfermedad, aunque sea perjudicial, mientras no llega a ser mortal. En las especies que vivieron en pasadas épocas de la tierra hay muchas que parecen haber desaparecido por el desarrollo o exageración de ciertos caracteres. Citemos los enormes reptiles que vivieron en la época secundaria, y a cuya desaparición no

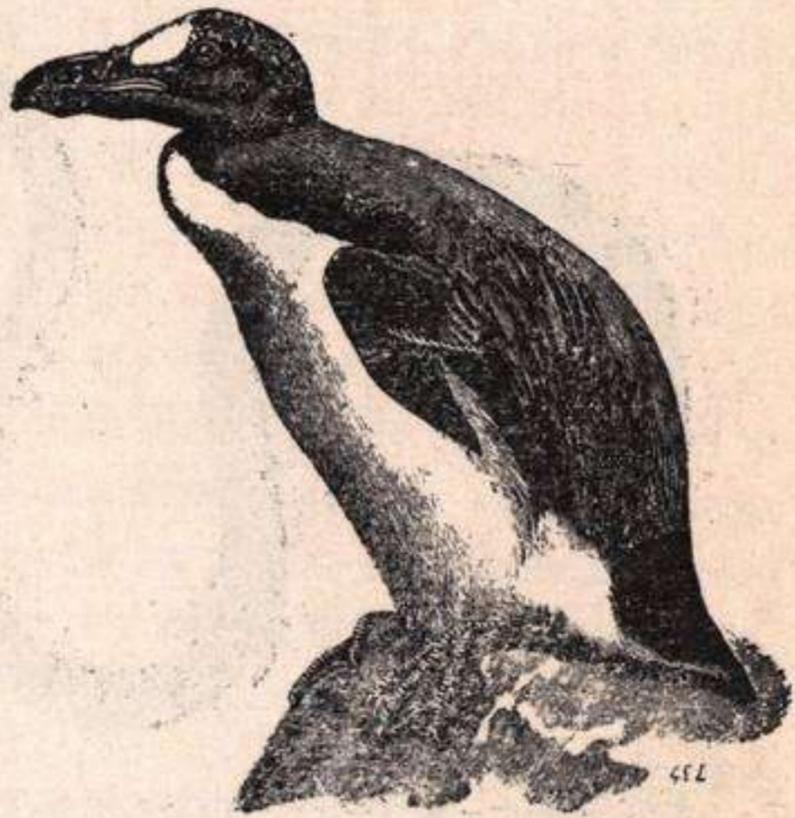


Fig. 101.—Ave extinguida con las alas rudimentarias que utilizaba como aletas.

debió ser extraña la enorme corpulencia que alcanzaron ciertas fieras de un tal desarrollo de colmillos que les hacía impropios; ciertos ciervos, de cornamenta tan desmesurada, que les haría imposible, a pesar de sus ágiles piernas, escapar de la persecución de sus enemigos en el bosque, etc.

Hay por otra parte adaptaciones imprevistas, y a las que es muy difícil conceder un fin utilitario. Mencionemos, por ejemplo, la existencia de animales inmunes a la picadura de serpientes de países muy alejados, y que, por tanto, jamás han de padecer; he aquí un carácter útil y al que no se puede conceder una misión adaptativa.

Con frecuencia se consideran las especies abundantes como bien adaptadas, y las especies raras como mal adaptadas y en vías de desaparición; pero esto no puede admitirse de manera tan rotunda, pues algunas son raras aunque están en vías de tomar incremento, de forma que serán abundantes en lo sucesivo, y otras, si bien son raras por requerir un conjun-

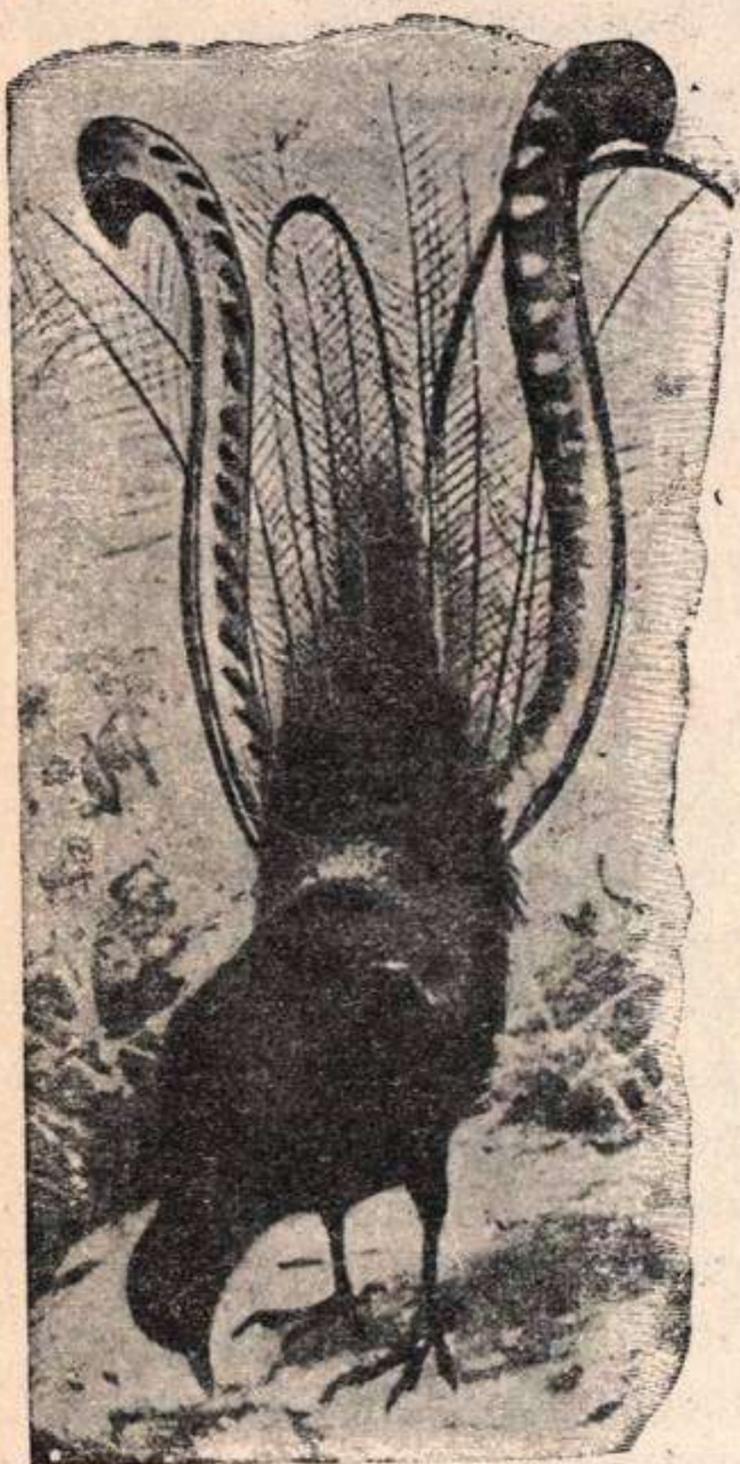


Fig. 102. - Ave lira. Ave australiana de caprichosa cola.

to de circunstancias que no se reúnen más que en sitios muy localizados, en donde éstos se manifiestan, están perfectamente adaptadas y vigorosas; así, no encontraremos el oso blanco más que en los bancos de hielo árticos; pero allí donde las condiciones de vida son tan desfavorables para la mayor parte de los seres, el oso polar vive excelentemente y reina

y triunfa; otras veces la rarefacción es debida a la competencia de otra especie, y así el león viene a ser cada vez más raro en la India occidental, donde aun se encuentra, por la concurrencia de la fiera del Asia oriental, el tigre, que cada vez se extiende más en sus dominios.

Las condiciones de vida de una especie pueden, además, cambiar, y una especie muy frecuente en una comarca venir a ser rara, y aun desaparecer; y así, los hombres primitivos de Europa cazaban el reno, que una dulcificación

de la temperatura hizo que emigrara hacia el Norte, y en tiempos históricos el león existía aún en la península balcánica. Se puede decir que Africa, con su fauna especial de grandes mamíferos, es una reproducción de la Europa de

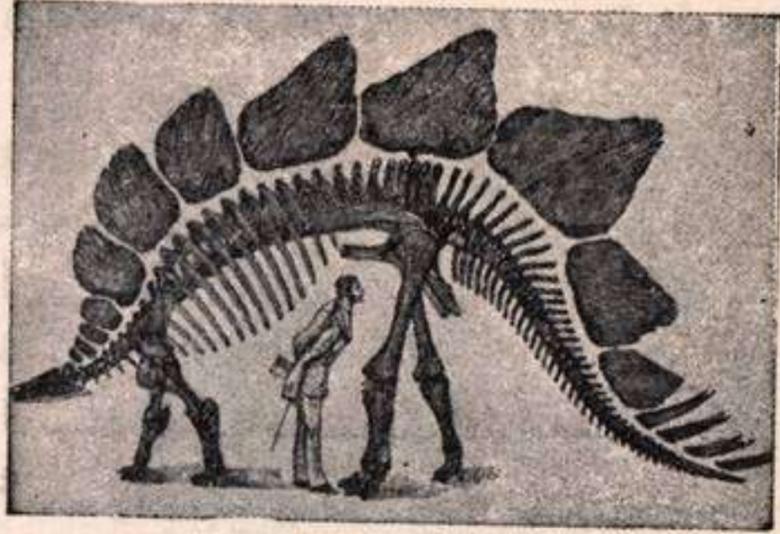


Fig. 103.—Reptil antediluviano de enorme tamaño y cresta mediana de piezas hipertélicas.

los tiempos terciarios, en que existían elefantes, hipopótamos, monos, hoy día sólo representados en ella por la pequeña colonia del Peñón de Gibraltar, jirafas que se han encontrado fósiles en Grecia, etcétera.

En Nueva Zelanda existe aún un lagarto, último resto de un grupo muy antiguo, extinguido en el resto del mundo desde hace millones de

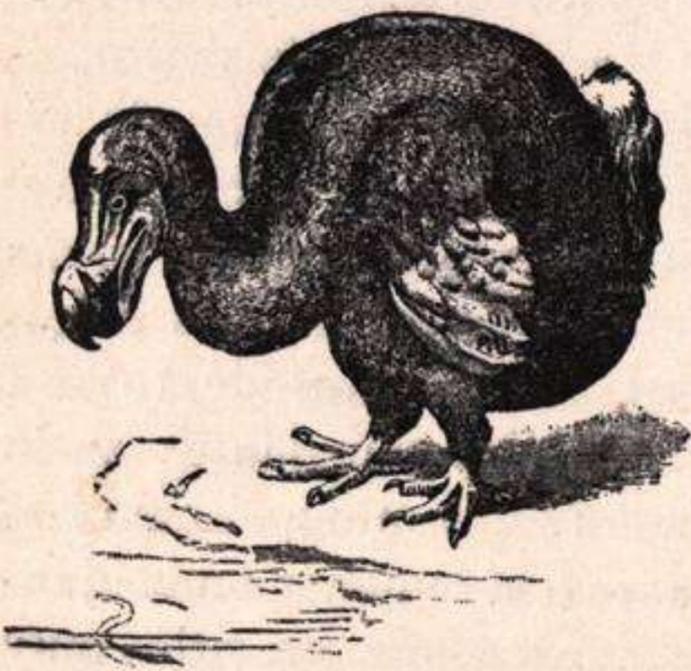


Fig. 104.—Dodo, ave desaparecida, de las islas Mascareñas.

años, y que vive parasitando los nidos de un petrel, aprovechándose de los residuos sobrantes del pescado que trae a sus hijos; pero la importación de aves de presa está ter-

minando con tales petreles, y con ellos desaparecerá el lagarto.

Ciertas formas en desaparición han llegado a una extrema rareza, y así, los coleccionistas de conchas estiman mucho un lindo caracol, *Conus gloria maris*, de Filipinas, del que sólo se conocen 14 ejemplares, y en algunos museos se encuentran todavía ejemplares de un ave ártica, *Alca impennis* (fig. 101), ya desaparecida, así como de la *Ritina*, especie de manatí, descubierta por Bering en 1741, y que en 1767 había sido ya exterminada, y del *Dodo*, especie de paloma que no podía volar, y era comunísimo en las islas Mascareñas, descubierto en 1598, y del que en 1679 existía sólo un ejemplar (fig. 104). Todavía Vasco de Gama llegó a ver las drontas de Madagascar, enormes aves de tres metros y medio de altura, y el capitán Kook, huesos de las moas, aves monstruosas de Nueva Zelanda. En los vegetales existen aún formas que ya no se reproducen, cual es el caso de esas enormes sequoias que se plantan en



ig. 105.—Ciervo desaparecido por la hipertelia cornamental.

parques, y de las que aun existen bosques en California de ejemplares milenarios estériles, y de la misma manera los gingko, esas curiosísimas coníferas de follaje caduco, son árboles singulares que no existen ya más que en los templos orientales y en los jardines europeos.

**La preadaptación.**—Es al naturalista francés Cuenot a quien debemos el desarrollo de la idea de que los organismos, lejos de adaptarse, están predestinados a su medio; es

decir: que en lugar de crear la propia función el órgano, como antes se decía, es el órgano el que determina la función; de manera que lejos de adaptarse los animales a condiciones de existencia, modificándose para ello, que es la idea clásica, de la cual resultaría la adaptación, el animal elige el medio que está a su alcance en relación con sus posibilidades.

Así, en las cavernas existen muchos seres que son ciegos y tienen un gran desarrollo de sus órganos táctiles; es decir: que están adaptados a vivir en ellas, puesto que el órgano de la vista de nada les serviría por falta de luz, y el tacto les es, en cambio, de gran utilidad. Esta adaptación se explicaba antiguamente suponiendo que como los órganos que no se utilizan se atrofian, estos organismos habían ido perdiendo los ojos gradualmente (fig. 106), que eran por esto rudimentarios o habían desaparecido, mientras que como el uso de los órganos los desarrolla, los órganos táctiles, que se veían precisados a utilizar con frecuencia, habían por eso adquirido un gran desarrollo. Claro es que esta teoría no explicaba el que al lado de las formas ciegas las hubiese provistas de ojos bien desarrollados, y presupone que las acomodaciones se van fijando por herencia, asunto que es de los más discutidos en Historia Natural. Por el contrario, por la teoría de la preadaptación se explica que formas que por mutación hayan resultado ciegas, estarán desfavorablemente dotadas para no desaparecer en la vida a la luz frente a las provistas de ojos; pero esta inferioridad desaparecerá en el medio cavernícola, en el que la vista no es de utilidad,

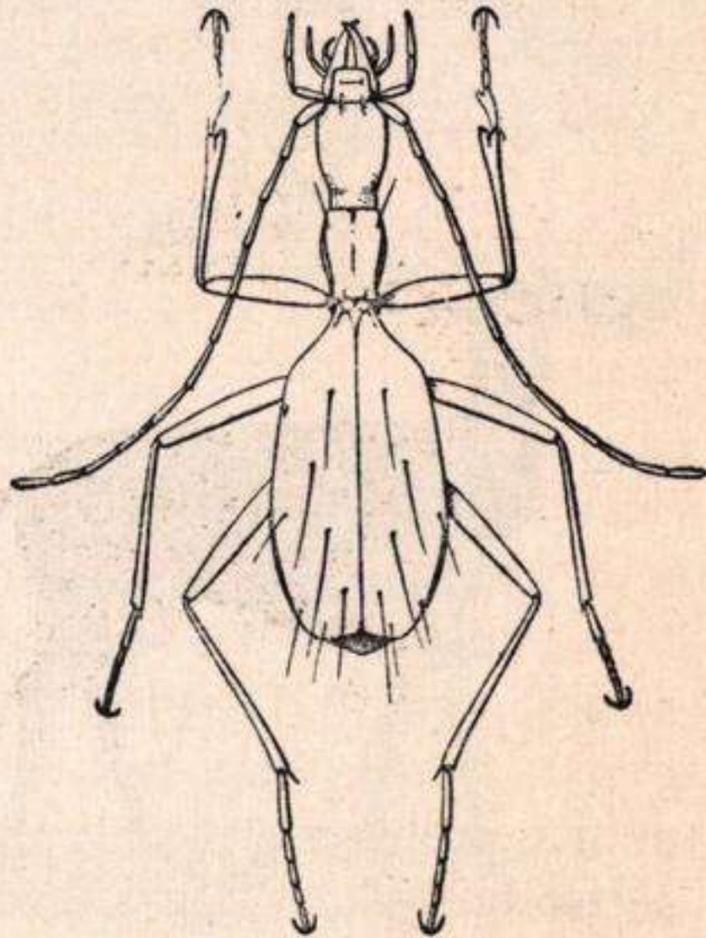


Fig. 106.—Insecto cavernícola ciego y con los apéndices largos y finos, que demuestran una gran acuidad táctil.

y allí podrán subsistir, y aun triunfar, si por el tacto u otra circunstancia están, por el contrario, bien dotadas. Las cavernas serían para esos seres no los sitios donde se han formado, sino donde se han conservado; ellos no estaban adaptados a la vida en cavernas, sino preadaptados a la vida cavernícola.

En favor de la teoría de la preadaptación podemos aportar los datos que se refieren a la invasión por los seres de medios nuevos, algunos, como los creados por el hombre, con condiciones de vida originales. El gorrión, pájaro activo, atrevido y sagaz, ha sacado partido para vivir a costa de los desperdicios de las acumulaciones humanas, y ha venido a ser un animal esencialmente urbano, hasta el punto que en América del Norte ha ido naturalizándose según el hombre iba colonizando y fundando ciudades hacia el Oeste; es evidente que los gorriones existían, y sin costumbres urbanas, cuando el hombre no habitaba en ciudades; pero estaban preadaptados para habitarlas cuando las hubiese por sus cualidades.

De la misma manera la flora de los tejados está constituida por musgos y hierbas carnosas que actúan como una esponja, reteniendo el agua en abundancia cuando llueve y pudiendo luego resistir la vida en medios absolutamente secos hasta la venida de un nuevo nublado. El tejado les ofrece unas condiciones apropiadas, a pesar de ser extraordinariamente seco por su inclinación y exposición al sol; pero precisamente por su gran recogida de agua en cada chaparrón, se proveen de ella. Es evidente que estas plantas vivirían antes en rocas inclinadas y expuestas al sol; pero han encontrado muy ampliada su habitación desde que el hombre empezó a construir tejados y han venido a ser plantas propias de ellos. De la misma manera las malas hierbas de los cultivos son plantas que necesitan para su intensa respiración por las raíces un suelo movido; primitivamente les era difícil encontrar su medio de vida, reducido a toperas y otros movimientos de tierras extraños a la actividad humana;

pero desde que el hombre empezó a roturar en grande escala para sus fines agrícolas, empezaron a encontrar abundante el medio propicio para que estaban preadaptadas y a ser abundantes hasta el punto de que, aun escardándolas continuamente el hombre, por serle perjudiciales, son abundantísimas, siendo imposible su extirpación. Y así vemos los trigos esmaltados por los tonos rojos de la amapola, los rosados de la nequilla, los azules de las centáureas, etc. De la misma manera no podemos pensar que las cigüeñas estén adaptadas a vivir en las torres, sino preadaptadas a ellas, donde encuentran un lugar preeminente para atisbar sus presas y anidar con una cierta seguridad, ya que el hombre no es para ellas peligroso por la favorable acogida que, gracias a ciertos prejuicios, las hace.

## CAPÍTULO XII

**La selección.**—Puesto que en la Naturaleza existen formas mal adaptadas, que prosperan mal, por tanto, frecuentemente llegarán a extinguirse al lado de otras bien adaptadas que se multiplican vigorosamente, es evidente que se opera una selección en el sentido de supervivencia y, por tanto, de perduración de las formas más aptas para vivir, selección que por operarse espontáneamente se ha denominado natural para distinguirla de la que los agricultores y ganaderos realizan para conseguir formas bien adaptadas a sus deseos, y que se llama artificial. Es al naturalista inglés Ch. Darwin a quien debemos la aplicación de este principio al estudio de la Naturaleza, en el cual se ha creído ver la causa de la evolución de la vida, sin pensar que la selección por esencia no es una facultad creadora y no puede producir nuevas formas, sino solamente decidir entre las existentes sobre cuáles han de perdurar.

Por otra parte, es preciso tener en cuenta que, como hemos dicho, existen no solamente caracteres útiles y otros más o menos perjudiciales, sino también muchos que son indiferentes, que parecen no tener ninguna utilidad ni causar el menor perjuicio al ser que le ofrece, y es claro que estos caracteres no tendrán la menor influencia selectiva, y su exageración o su desaparición se hará sin intervención alguna de la selección natural.

Lo que desde luego parece indudable es que la selección juega un gran papel adaptativo, ya que suprimiendo las formas inadaptadas y favoreciendo el desarrollo de las aptas para vivir, colabora en favor de esa adaptación, que no

puede escapar al espíritu menos observador de la Naturaleza.

**Mimetismo.**—Las formas bien adaptadas son no solamente aquellas vigorosas y prolíficas, sino también aquellas que poseen elementos indirectos para la supervivencia, y es indudable que uno de los más importantes es el de burlar la acción de sus enemigos. Los medios de que para ello se valen los seres se reúnen bajo la denominación de mimetismo, el cual juega, sin duda, un gran papel en la Naturaleza; pues estando, como sabemos, la mayor parte de los individuos, especialmente en las formas muy prolíficas, destinados a sucum-



Fig. 107.—Mantis religiosa, insecto que ofrece homocromía.

bir sin procrear, como hemos visto ya anteriormente, es indudable que las formas que estén bien adaptadas a escapar a la persecución de sus enemigos estarán en grandes condiciones para prosperar, no sólo porque con ello conseguirán salvarse mayor número de individuos, sino también porque al dificultar la alimentación de sus enemigos contribuirán a que no prosperen, y que al contrario, se rarifiquen, con lo que su expansión estará cada vez más favorecida.

En ocasiones, el mimetismo tiene un carácter ofensivo; el animal presenta apariencias que le disimulan, con la cual le es más fácil aproximarse a sus víctimas; así el mantis, insecto carnívoro (fig. 107), permanece quieto al acecho entre la hierba, disimulado por el color verde, esperando que se apro-

xime algún insecto para alargar sus patas anteriores plegadas y devorarlo.

Los modos de mimetismo son sumamente variados, y no es posible que hagamos aquí más que citar algunos ejemplos. Hablemos, en primer lugar, de la *homocromía*, es decir, de la propiedad que poseen muchos seres de ofrecer una coloración que entona con el medio en que viven, lo que hace que

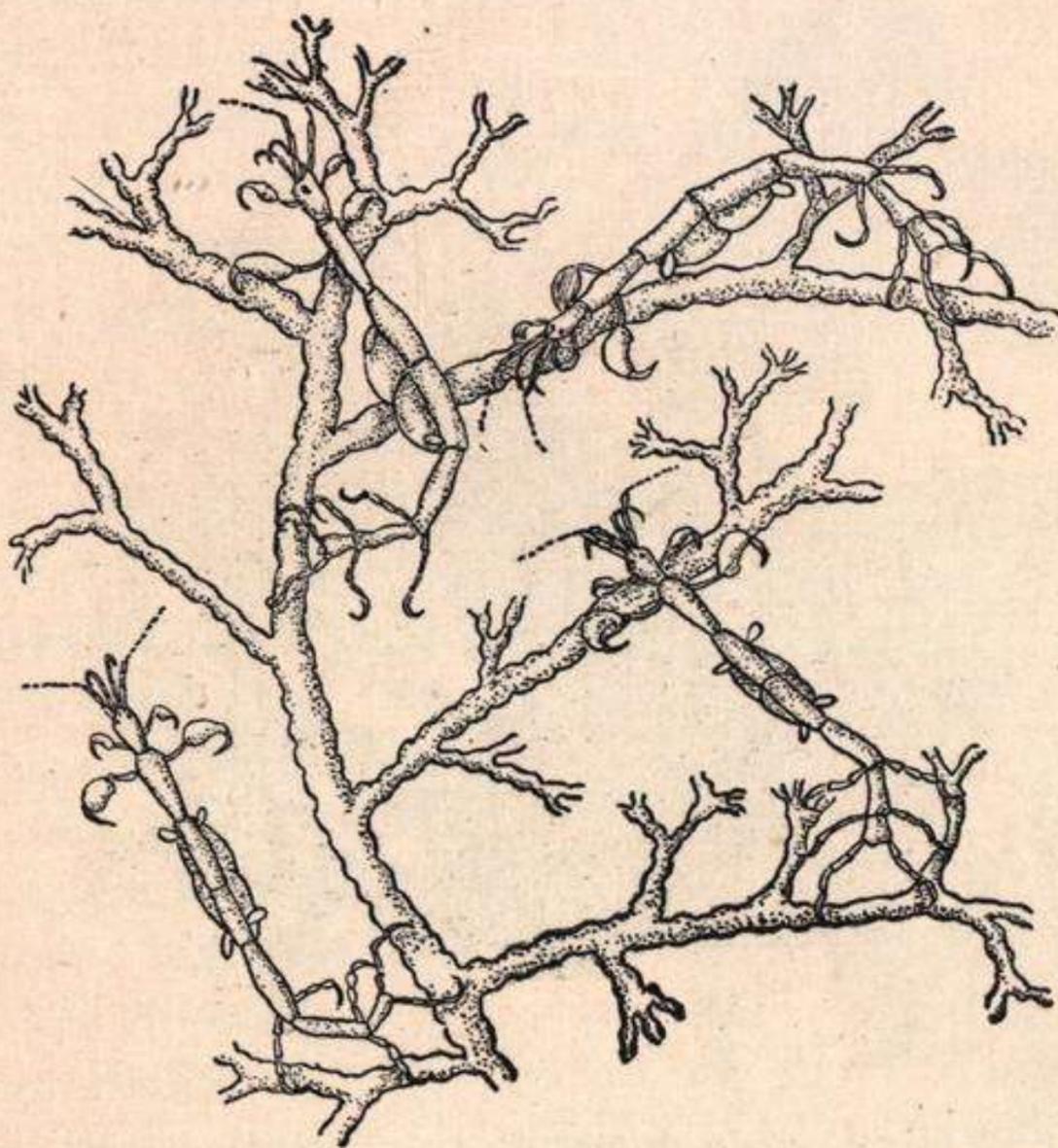


Fig. 108.—Pequeños crustáceos marinos ocultos entre las algas.

se destaquen menos y no sean tan fácilmente distinguidos por los seres que les buscan por constituir su alimento. Así, los animales flotantes de la superficie del mar, como las medusas y otros análogos, son muy transparentes, de forma que casi se confunden a la vista con el agua en que están bañados; los animales polares y los que viven en las altas y nevadas montañas son frecuentemente de un blanco puro; los habitantes

de desiertos y estepas ofrecen en general una coloración parda que les confunde con la de la tierra; los que habitan los campos, donde las tonalidades son variadas, ofrecen dibujos multicolores, mientras los nocturnos y cavernícolas son de coloraciones oscuras uniformes. Con frecuencia ofrecen cambios de coloración, en consonancia con el medio en que viven, y así, muchas formas de pelaje o plumaje blanco durante el invierno, que viven sobre la nieve, toman una coloración



Fig. 109 —Centolla disimulada por un recubrimiento de algas.

sucia al venir su derretimiento; los insectos verdes, que viven sobre la hierba, toman una coloración pajiza cuando ésta se agosta. En algún caso los cambios de coloración pueden ser rápidos, como ocurre en el pulpo entre los seres marinos, y el camaleón entre los terrestres.

El mimetismo reviste aún formas más interesantes, pues, muy frecuentemente, la imitación del animal al medio en que vive no sólo alcanza al color, sino también al aspecto; ciertos

ortópteros, con sus cuerpos y patas alargados, que quedan largas horas inmóviles entre la hojarasca, se distinguen muy mal, pues parecen enteramente pajitas y ramificaciones de ellas; algunas orugas se mantienen rígidas e inmóviles entre los arbustos, en posición oblicua, pareciendo enteramente ramitas, y en-

tre las algas marinas un gran número de pequeños animales se sitúan inmóviles, siendo muy difícil distinguirlos, mientras otros, mayores, se cubren con frecuencia de algas para pasar desapercibidos; pero a todos estos casos excede en interés el de esos insectos cuyas alas, por su color y nerviaciones, parecen enteramente las hojas de los árboles, sobre las cuales se posan, con un lujo de detalles que muchos ostentan manchas que imitan completamente las lesiones

y manchas que frecuentemente ofrecen las hojas.

Otra forma singularísima del mimetismo es la que los ingleses llaman *mimicry*, que consiste en parecerse ciertas especies a otras de grupo muy diferente; unas veces porque éstas son temibles y peligrosas, y así hay mariposas que parecen avispas, culebras inofensivas tienen el aspecto de ví-

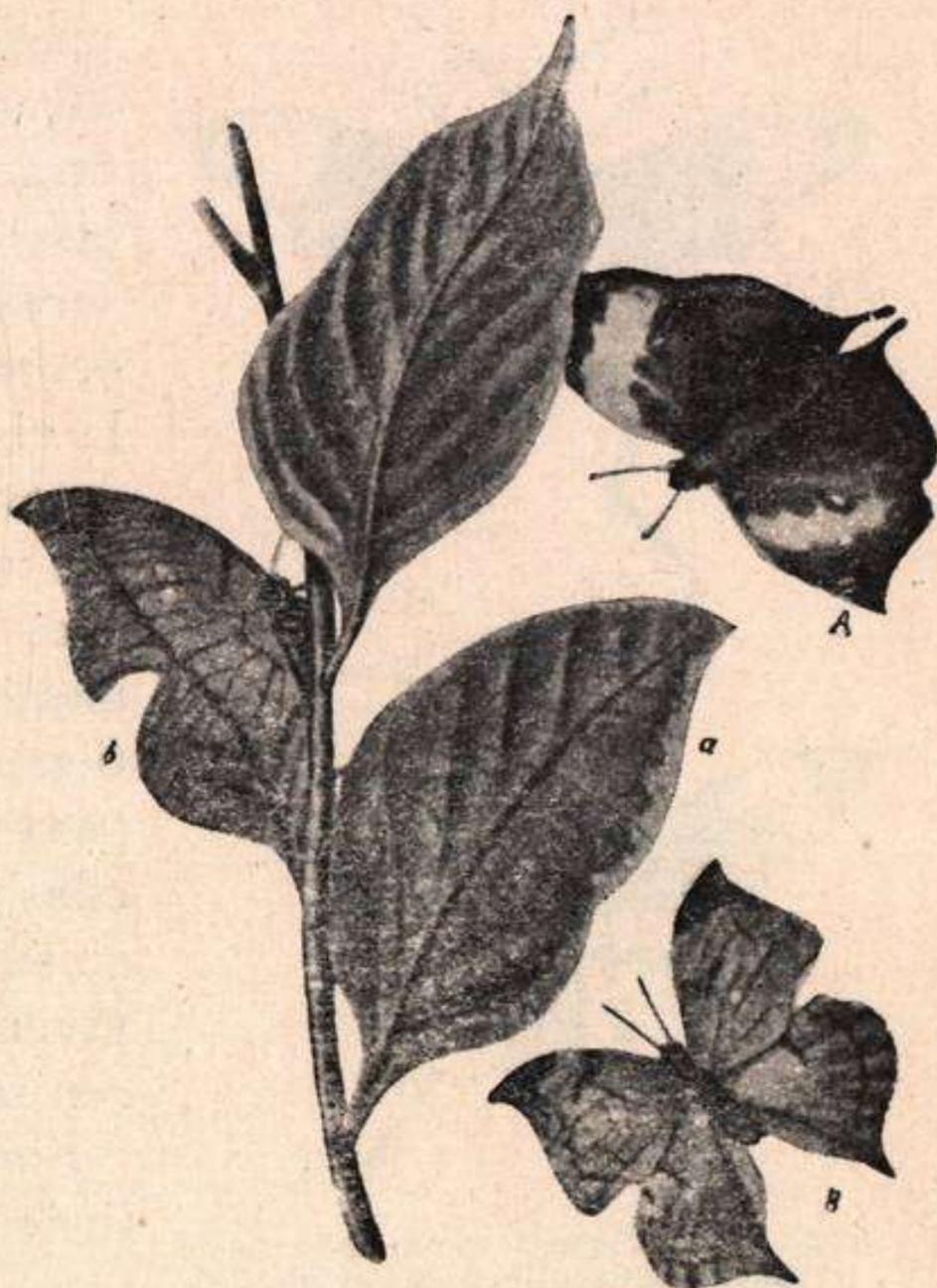


Fig. 110.—Dos especies de mariposas que, posadas, simulan hojas; la figura muestra dos ejemplares de cada una volando y dos posadas debajo de una hoja de la planta.

boras, etc., otras simulan especies que no son del gusto de sus enemigos, y así es frecuente que mariposas que buscan las aves tengan apariencia de otras que les son repugnantes.

Entre las plantas es digno de citarse el caso de las orquídeas, cuyos racimos de flores singulares recuerda un enjam-

bre de abejas, y se ha supuesto que esto sirve para atraer a éstas, lo cual sería otra forma de mimetismo, que consiste en atraer a los seres que les son útiles, como ocurre en este caso en que la visita de las abejas es necesario para su reproducción. De una manera análoga, muchos animales que conviven mezclándose a las hormigas tienen su mismo aspecto para pasar desapercibidos entre ellas, y así hay grillos que en su juventud, mientras conviven con las hormigas, ofrecen su mismo aspecto.

Sin negar el interés que tienen los estudios de mimetismo y la importancia de su papel en la Naturaleza, es preciso tener en cuenta el carácter sugestivo y humano

que tienen estas apreciaciones; pues no podemos juzgar si a los sentidos de otros animales las apariencias serán en muchos casos de la misma engañosa confusión que para nosotros, y así, aunque es indudable que el color de la codorniz es muy apropiado para entonar con el de los sitios que habita y que por eso su presencia pasa desapercibida para el cazador, no lo es menos que un buen perro de caza no necesita verla para

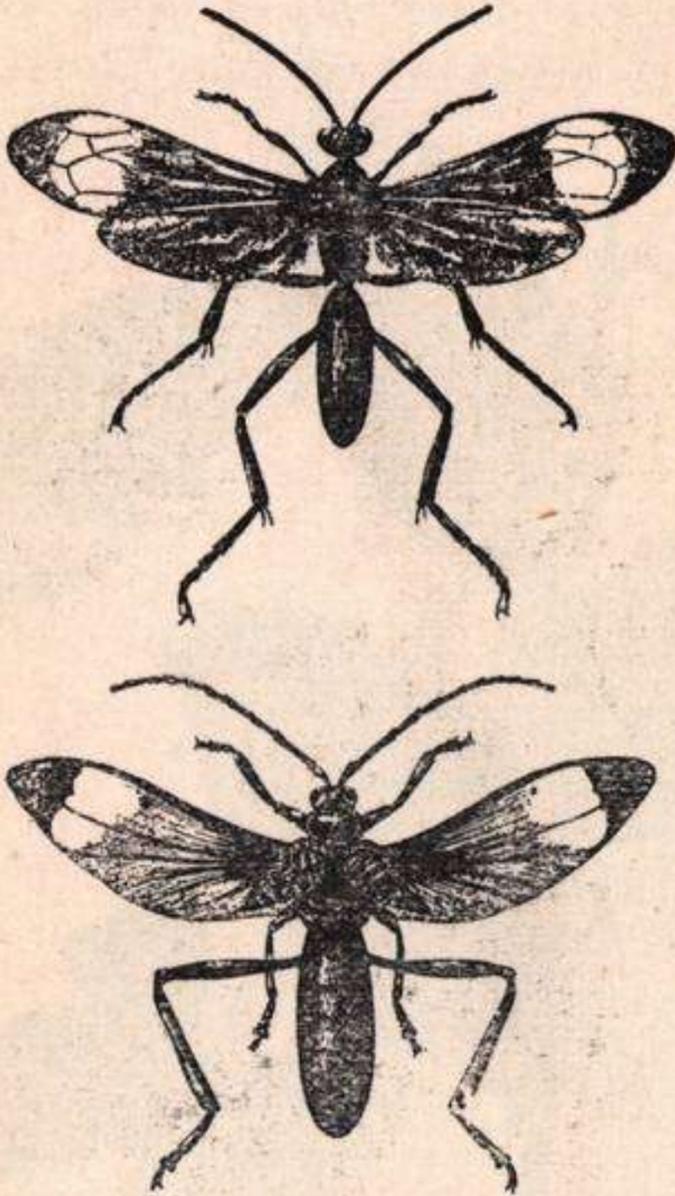


Fig. 111. — Figura mostrando dos especies muy diferentes de un aspecto análogo. Arriba, una especie de avispa que posee aguijón venenoso; abajo, un escarabajo inofensivo que la simula.

descubrirla, y cuando se pone de muestra avisa al cazador y le señala el lugar donde está aunque para éste siga invisible, lo que prueba que el olor de la codorniz no es mimético para el perro que la ventea.



# ÍNDICE

## CAPÍTULO PRIMERO

La individualidad; regeneración y polaridad, página 7.—  
La especificidad y la personalidad; la clasificación y la nomenclatura científica de los seres, página 16.

## CAPÍTULO II

La constitución celular de los seres, página 21.—Los organismos unicelulares, página 22.

## CAPÍTULO III

Las colonias celulares y la división del trabajo fisiológico, página 30.—Los seres pluricelulares: celenterados y celomados, página 32.

## CAPÍTULO IV

La nutrición en los seres vivos; sus formas, página 37.

## CAPÍTULO V

La multiplicación y la conjugación de los seres; la sexualidad, página 45.

## CAPÍTULO VI

La variación y la variabilidad, página 59.—Variaciones continuas y discontinuas. Correlación, página 66.

## CAPÍTULO VII

La herencia, página 73.—La hibridación y sus leyes, página 75.

## CAPÍTULO VIII

La mortalidad; sus modalidades, página 88.—El ciclo vital, página 91.

## CAPÍTULO IX

La perpetuidad de la vida y sus factores, página 96.

## CAPÍTULO X

El problema de la adaptación, página 105.—Acomodación, naturalización y aclimatación, página 111.

## CAPÍTULO XI

Las inadaptaciones: la extinción de las especies, página 114.—La preadaptación, página 119.

## CAPÍTULO XII

La selección, página 123.—Mimetismo, página 124.









I. CARDEN

T

FCN

S.

ARRÉVALLO. - HISTORIA NATURAL

B FACU  
30

ENAL CISNERO  
23- 23  
UNDO ANTIGUO  
XIX-XX