ÁNGEL CABRERA

ZOOLOGÍA

ESPASA-CALPE ARGENTINA, S. A.
BUENOS AIRES - MÉXICO

ZOOLOGÍA

ANGEL CABRERA
PROFESOR EN LAS UNIVERSIDADES DE BUENOS AIRES
Y LA PLATA

Dupl. del
Nº 33746

ZOOLOGÍA

MANUAL
ADAPTADO A LOS PROGRAMAS VIGENTES
EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

L 8
36

ESPASA-CALPE ARGENTINA, S. A.
BUENOS AIRES - MÉXICO

154 X 2 14
BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

Queda hecho el depósito que marca la ley núm. 11.723.
Copyright by Cía. Editora Espasa-Calpe Argentina, S. A
Buenos Aires, 1938

El material de ilustraciones queda protegido por la ley.

PRINTED IN ARGENTINE

Acabado de imprimir el 31 de marzo de 1938

Imprenta López — Perú 666 — Buenos Aires

PREFACIO

Este libro ha sido escrito respondiendo a la gentil invitación de la casa editora Espasa Calpe Argentina para hacer su texto de zoología ajustado a las exigencias del nuevo programa de esta materia aprobado por el Ministerio de Justicia e Instrucción Pública de la Nación para los colegios nacionales y liceos de señoritas.

Sin entrar a hacer la crítica de las diversas obras de texto, algunas de ellas muy estimables, que ya existen en la Argentina destinadas a la enseñanza de la misma disciplina en los colegios secundarios, es preciso convenir en que ninguna, por lo menos entre las que por una u otra razón han merecido mayor estima y se hallan, por lo mismo, más divulgadas, responde con justeza a la estructura de dicho programa, y de ahí que su uso exija del profesor y del alumno una labor de adaptación que no siempre es fácil para el que no tenga un conocimiento algo profundo de la materia. Esta dificultad es precisamente la que se trata de evitar con la publicación de la presente obra.

No quiere esto decir, sin embargo, que en ella me haya concretado a exponer aquellos puntos cuyo conocimiento exige el programa oficial a los estudiantes secundarios; por el contrario, en muchos casos he creído conveniente, y aun necesario, tocar cuestiones que en aquél no se enuncian pero sin cuyo conocimiento, siquiera sea a la ligera, quedaría trunco el estudio de la zoología en su aspecto actual, por más elemental que ese estudio sea. Debo advertir, no obstante, que he procurado no hacerlo sino en contados

casos, y tratando siempre de que los párrafos relativos a los tópicos que no figuran en el programa no perturben el desarrollo del curso tal como se exige. En todo caso, creo que dichos párrafos serán de utilidad para el profesor que quiera ampliar sus conferencias y para el alumno que desee adquirir una mayor información.

También he juzgado oportuno agregar a cada capítulo un pequeño cuestionario relativo a los asuntos que en él se tratan, no tanto para que el profesor lo siga al pie de la letra, cuanto para que le sugiera la confección de otros cuestionarios, agregando o suprimiendo preguntas según se lo aconseje su criterio y el mayor o menor contacto en que sus alumnos estén con la naturaleza, lo que dependerá sobre todo de la situación geográfica de cada colegio o liceo.

Respecto de la ilustración del libro, sólo debo advertir que, en lo posible, he procurado hacerla a base siempre de animales propios de nuestra fauna o que, como ciertos parásitos, han entrado a formar parte de ella. Claro es que ello no es factible cuando se trata de grupos que no tienen representantes en nuestro país; pero aparte de esos casos, muy raros, he huído de las figuras clásicas, cien veces reproducidas, con representaciones de seres que los estudiantes difícilmente encontrarán, ya que no existen en la República, al recoger material para el trabajo de laboratorio.

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

Capítulo I

CONCEPTO Y CONTENIDO DE LA ZOOLOGIA

Llámase *Zoología* la ciencia que tiene por objeto el estudio de los animales.

Esta definición está en perfecto acuerdo con el origen mismo de la palabra "zoología", que se ha formado con las voces griegas *zoon* (animal) y *logos* (tratado). También se define la Zoología como la parte de la historia natural que trata de los animales.

Para comprender bien el verdadero sentido de estas definiciones habría que empezar por decir qué se entiende por *animal*, y esto es más difícil de lo que parece. Actualmente, es imposible distinguir con absoluta precisión los animales de las plantas, o dicho de otro modo, no se puede establecer un límite bien señalado entre el *reino animal* y el *reino vegetal*. Claro está que si se compara, por ejemplo, un perro con un cardo, cualquiera sabrá cuál es el animal y cuál la planta; pero existen seres vivos de estructura muy elemental, como son los llamados protozoarios y los bacterios, de los cuales en muchos casos es difícil decidir si son plantas o animales.

En otro tiempo se decía que la diferencia entre los dos reinos o grandes grupos de seres orgánicos estaba en que, mientras las plantas sólo crecen y viven, los animales crecen, viven y sienten; pero hoy se sabe que los vegetales también poseen una sensibilidad más o menos desarrollada. Otras diferencias que se ha querido

señalar son la falta de movimientos en los vegetales y la de las sustancias llamadas clorofila y celulosa en los animales; pero las plantas del grupo de las mixomicetas poseen movimientos propios; los hongos carecen también de clorofila, aunque no son animales, y en los animales que llamamos tunicados hay una sustancia análoga a la celulosa. La diferencia más importante entre ambos grupos de seres consiste en la manera de alimentarse, asimilando las materias de que se nutren. El vegetal elabora por sí mismo estas materias, tomando del resto de la naturaleza los elementos simples necesarios para ello (oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, carbono), mientras que el animal necesita recibir dichas materias ya elaboradas, y para ello le es preciso alimentarse de vegetales, o de otros animales que a su vez se alimenten de ellos. Y sin embargo, muchas de las mencionadas mixomicetas se alimentan como los animales, y hay hombres de ciencia que incluyen en el reino animal ciertos seres unicelulares que por su modo de nutrirse no se distinguen de las plantas.

Sería, por tanto, más acertado definir la Zoología como la parte de la historia natural que trata *de los seres considerados como animales*, pues de este modo los límites de esta ciencia serán más o menos amplios según el criterio de cada estudioso acerca de los organismos de naturaleza intermedia o dudosa.

Según el modo como se encare el estudio de los animales, la Zoología puede ser *general* o *particular*. La Zoología general estudia la estructura de los animales, considerados en conjunto, el funcionamiento de su organismo y su desarrollo; la Zoología especial, también llamada Zoología descriptiva o *Zoografía*, se ocupa de los distintos animales en particular, de sus caracteres distintivos, de su clasificación y de su distribución sobre la superficie del globo.

Tanto si se estudian los animales en general como si se los considera en particular, la Zoología abarca un gran número de hechos y de cuestiones, que pueden distribuirse en cuatro grandes partes o tratados. De estos hechos y cuestiones, en efecto, unos se refieren a la estructura de los animales, otros a su vida, otros a la reproducción o multiplicación de las especies y otros, en fin,

a su distribución. La Zoología especial exige además el estudio de la *taxonomía* o sea la manera de clasificar y dar nombre a los animales, y un verdadero zoólogo necesita también conocer los procedimientos para el estudio de los animales y la historia de la ciencia que cultiva. De este modo, resulta la Zoología dividida en seis partes, cada una de las cuales comprende diversos capítulos, algunos de ellos tan importantes que hoy casi constituyen por sí mismos ciencias aparte. Esta división del contenido de la Zoología puede resumirse en el siguiente cuadro, en el que se indica entre paréntesis el asunto que cada uno de los distintos capítulos estudia:

I.—Morfología	1. Citología (la célula). 2. Histología (los tejidos). 3. Anatomía (los órganos y los aparatos). 4. Ezoognosia (los caracteres externos).
II.—Biozoología o biología zoológica	5. Fisiología (las funciones). 6. Etología (las costumbres).
III.—Ontogenia	7. Embriología (la formación del ser). 8. Genética (los fenómenos de la herencia).
IV.—Distribución ..	9. Ecología (la distribución de acuerdo con el ambiente). 10. Zoogeografía (la distribución geográfica). 11. Paleozoología (la distribución a través de los tiempos).
V.—Taxonomía ...	12. Zoología sistemática (la clasificación). 13. Nomenclatura (los nombres técnicos).
VI.—Hiperzoología .	14. Metodología (los procedimientos de estudio). 15. Zoología histórica (la historia de la ciencia).

La Zoología, tanto general como particular, se denomina *pura* si se la considera solamente como un elemento de cultura o como tema de investigación filosófica, y se llama *aplicada* o *económica* cuando se estudian los animales con una finalidad práctica o utilitaria.

Atendiendo a sus diversas finalidades, la Zoología aplicada se puede dividir en *zoología agrícola,* que estudia los animales útiles y dañinos para el campo y los que se explotan en ganadería y avicultura; *zoología médica,* que trata de los animales que ocasionan enfermedades al hombre y de los que le proporcionan productos medicinales; *zoología industrial,* que se ocupa de aquellos que nos suministran productos industriales, y así sucesivamente. Pero, en general, son tres las partes o grupos de conocimientos que abarca la Zoología como ciencia de aplicación, a saber: *zootecnia,* que estudia las animales domésticos, su cría y producción; *parasitología,* que se refiere a los animales perjudiciales para la salud, sea del hombre o de los demás seres vivientes, y para las cosas que el hombre utiliza; e *industria animal,* que trata de los animales que nos proporcionan productos aprovechables y del modo de aprovechar estos productos.

El simple enunciado del contenido de la Zoología aplicada basta para que comprendamos cuán grande es la utilidad del estudio de los animales. Las investigaciones zoológicas son la base necesaria para perfeccionar la cría de los animales domésticos y por lo tanto para el progreso de la ganadería, que constituye una de las principales riquezas de muchos países, y singularmente del nuestro; para el mejor desarrollo de la industria pesquera; para combatir con éxito las plagas de los campos, que traen consigo el hambre y la miseria, y también para orientarnos en la lucha contra muchas enfermedades. La medicina moderna, como la moderna agronomía y la moderna veterinaria, no se comprenden sin ciertos conocimientos que pertenecen por completo al dominio de la Zoología. Pero aun como ciencia pura es ésta de la mayor importancia, porque nos permite conocer los seres que más de cerca están emparentados con nosotros. No debemos olvidar que el hombre forma parte del reino animal, y todo lo que a este reino se refiere ha de interesarle del

mismo modo que a cada persona le interesa cuanto se relaciona con la familia a que pertenece o con la sociedad en que le toca en suerte actuar.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué es Zoología?
2. — ¿En qué se diferencia la Zoología general de la particular?
3. — ¿Qué otros nombres recibe la Zoología particular?
4. — ¿Qué diferencia hay entre Zoología pura y Zoología aplicada?
5. — ¿Cuáles son las ramas más importantes de la Zoología aplicada?
6. — ¿Por qué es la Zoología de utilidad práctica para la humanidad en general?
7. — ¿Por qué tiene importancia el estudio de la Zoología, como ciencia aplicada, en la República Argentina?
8. — ¿En qué consiste la importancia del estudio de la Zoología como ciencia pura?

Capítulo II

LA CÉLULA

Se da el nombre de *célula* a un corpúsculo de materia orgánica que constituye la unidad básica de toda estructura animal o vegetal. Todo animal, lo mismo que toda planta, consiste, o en una célula aislada, o en una agrupación más o menos complicada de células.

Para darse cuenta de lo que es una célula se puede observar al microscopio alguno de los animales que consisten en uno solo de estos corpúsculos; por ejemplo, una *amiba* o *ameba,* que no es difícil de obtener porque abunda en las aguas estancadas, en el barro o en el musgo.

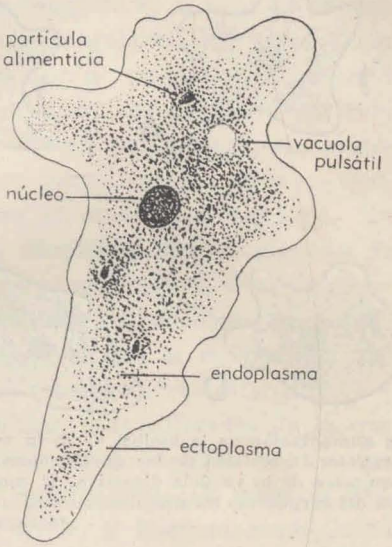
Observación de una amiba. — La amiba es una pequeña masa gelatinosa, sin forma fija, que puede medir de 30 o 500 micras de diámetro [1]. Generalmente presenta unas prolongaciones, llamadas *seudopodios,* que cambian constantemente de número y de tamaño. Mientras la amiba permanece fija en el fondo del agua o sobre cualquier objeto sólido, estos seudopodios son cortos, pero si se desprende, los seudopodios se alargan hasta tomar casi el aspecto de hilos, para poder el animal flotar aumentando así su superficie. Un simple cambio de temperatura basta para modificar el

[1] La micra equivale a una milésima de milímetro, y se representa por la letra griega μ.

aspecto de la amiba, que a veces llega a contraer por completo los seudopodios y presenta entonces una forma aproximadamente esférica.

La sustancia que constituye la amiba se denomina *protoplasma,* y en ella puede distinguirse una parte periférica, o *ectoplasma,* que es clara y hialina, y otra más interna, o *endoplasma,* que tiene un aspecto granuloso.

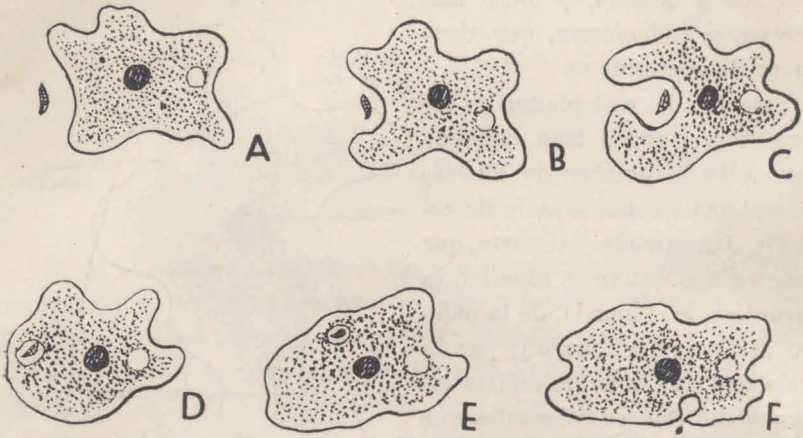
Dentro del endoplasma se observa una mancha bien definida que recibe el nombre de *núcleo;* en realidad es una especie de esferilla, denominada *cariosoma,* que encierra una sustancia especial, la *cromatina,* así llamada, de la palabra griega *jroma* (color), por la propiedad que tiene de teñirse intensamente con los colorantes que se usan en las preparaciones microscópicas, a lo que precisamente debe el núcleo el aparecer como una mancha.



Amiba, vista con un aumento de 200 veces su tamaño natural

También dentro del endoplasma, pero más cerca del ectoplasma, y aun en contacto con él, hay un espacio que parece hueco, más o menos redondeado, que tan pronto aumenta de tamaño como se encoge y hasta desaparece por completo, para formarse de nuevo; llámasele *vacúola pulsátil* y, según parece, es una gota de líquido que resulta como materia de desecho de la nutrición de la amiba. Esta gota se hincha, por así decirlo, hasta romper la superficie del protoplasma y verterse al exterior; el espacio que ocupaba es invadido entonces por el ectoplasma, pero tan pronto como el líquido ha sido expulsado y se cierra la abertura por donde salió, se empieza a formar una nueva gota, o lo que es lo mismo, se inicia otra vez la vacúola.

Finalmente, se observan también en el interior de la amiba corpúsculos de forma variable y de color verdoso o amarillento, que son fragmentos aun no digeridos de las plantas microscópicas que sirven al animal de alimento. La amiba se apodera de este alimento por medio de dos seudopodios, o alargando uno de ellos, abriéndolo



La alimentación de la amiba. — A, la amiba en presencia de un corpúsculo alimenticio; B, emisión de los seudopodios; C, la amiba se apodera de su presa; D, formación de la vacúola digestiva; E, momento de la digestión; F, la parte nutritiva del corpúsculo ha sido incorporada al protoplasma, y la parte no aprovechable es expulsada.

en dos por su extremo, abarcando la presa como con unas tenazas y atrayéndola a su interior por una contracción del mismo seudopodio.

También le sirven los seudopodios para trasladarse; el ectoplasma avanza en un punto, constituyendo una de estas prolongaciones, que es invadida inmediatamente por el endoplasma, y como el tamaño del animal no varía, a este avance de un seudopodio sigue la contracción del resto de la masa en el mismo sentido. Otras veces, la amiba nada en el agua moviendo sus seudopodios a modo de remos, lo que le comunica una marcha rotatoria, o bien, alargándolos y contrayéndolos a la vez que los apoya sobre cualquier superficie sólida, camina realmente sobre ésta.

Estructura de la célula animal. — En general, toda célula animal presenta una estructura semejante a la de la amiba. En ella pueden distinguirse tres partes: el *citoplasma* o protoplasma celular, la *membrana* y el *núcleo.*

El citoplasma pertenece, por sus condiciones físicas, al número de las sustancias llamadas *coloides,* las cuales son gelatinosas o más o menos flúidas, no se disuelven por completo en el agua ni pueden cristalizar, y tienen la propiedad de coagularse. Su composición química no es idéntica en todas las células, pero se sabe que está formado por sustancias proteicas, es decir, de naturaleza parecida a la de la albúmina del huevo; contienen siempre oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y carbono, y pueden entrar en ellas otros cuerpos, como el azufre, el hierro, el fósforo, el calcio y el magnesio. En cuanto a su estructura, aparece el citoplasma como compuesto de dos sustancias diferentes, una amorfa y transparente, llamada *hialoplasma,* y otra más consistente, granulosa o filamentosa, que se denomina *espongioplasma;* pero no se sabe aún si en realidad son dos sustancias o una misma en dos estados físicos diferentes.

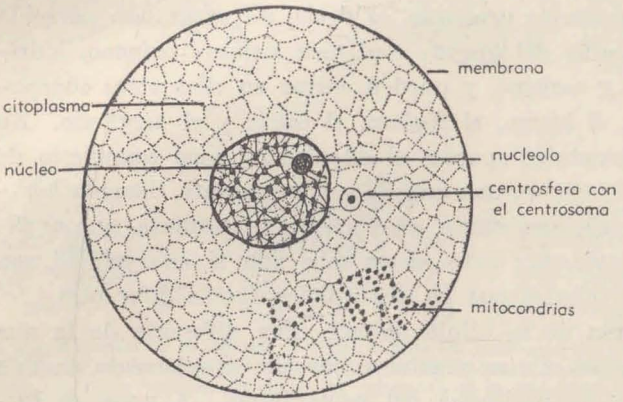
La membrana de la célula animal, muy diferente de la que encontramos en las células vegetales, consiste simplemente en una mayor condensación periférica del protoplasma. A veces es bastante gruesa, pero suele ser muy tenue, y frecuentemente hasta falta por completo.

El núcleo es un cuerpo casi siempre esférico, aunque de forma muy variable, formado por una sustancia semejante al citoplasma, el *carioplasma,* envuelta en una fina *membrana nuclear,* y contiene una complicada red de otra sustancia distinta, llamada *linina,* cubierta por gránulos de cromatina. Entre las mallas de dicha red hay un líquido, el *enquilema* o *jugo nuclear.* Generalmente, en el carioplasma flota un corpúsculo que se designa con el nombre de *nucléolo,* y que vendría a ser como el núcleo del núcleo. Hay células que poseen varios núcleos, y núcleos con dos o más nucléolos, pero lo más corriente es que exista un solo núcleo y un nucléolo único.

Para que una célula tenga vida, es indispensable que conserve

su núcleo. En una célula que lo haya perdido, o en un núcleo aislado del resto de la célula, no hay vida. Ciertas células que carecen de núcleo, tales como los glóbulos rojos de nuestra sangre, son células muertas, por más que desempeñen una misión importante en el organismo.

Si se divide una amiba de modo que por un lado quede una parte del protoplasma con el núcleo y por otro lado otra parte sin núcleo, la primera parte continúa viviendo como si fuese la primitiva amiba, mientras que la parte privada del núcleo deja en seguida de apropiarse sustancias nutritivas y en poco tiempo se inmoviliza y muere.



Esquema de una célula animal

En ciertos momentos de la vida de una célula, aparece cerca del núcleo otro corpúsculo muy pequeño, denominado *centrosoma,* rodeado de un espacio claro de citoplasma hialino, que recibe el nombre de *centrosfera.* Todavía puede haber en la célula otros elementos cuyas funciones no se conocen bien todavía, como son ciertos corpúsculos llamados *mitocondrios* y el *aparato de Golgi,* que consiste en una serie de esferillas reunidas por una especie de filamento.

Forma y tamaño de la célula. — Hemos visto que en el animal unicelular conocido con el nombre de amiba la forma es constantemente variable, merced a la emisión y contracción de los seudopodios. Esto mismo ocurre en ciertas células de los animales que son un conjunto de muchas; por ejemplo, en los glóbulos blancos de

la sangre o *leucocitos*. Otras células, en cambio, conservan siempre una misma forma. El *paramecio*, animal unicelular, ofrece una forma permanente, y también tienen forma fija las células de que se compone la piel de un mamífero. Aunque se considera que la forma típica de una célula es la esférica, en realidad las hay de muchas formas: ovoides, prismáticas, planas y poligonales, en figura de estrella, alargadas como un filamento, etc.

En cuanto al tamaño, hay células tan pequeñas, que su diámetro máximo no pasa de media micra, pero también las hay enormemente grandes. La yema del huevo de un avestruz, por ejemplo, es una sola célula. La mayoría de las células, sin embargo, tienen un tamaño que oscila entre 10 y 100 micras.

Fisiología de la célula. — La célula, tanto si constituye por sí misma un animal como si forma parte de un animal multicelular, está dotada de vida, y por tanto de funciones.

No todas las células están dotadas de movimientos, pero todas poseen las dos funciones fundamentales de la vida: la nutrición y la multiplicación.

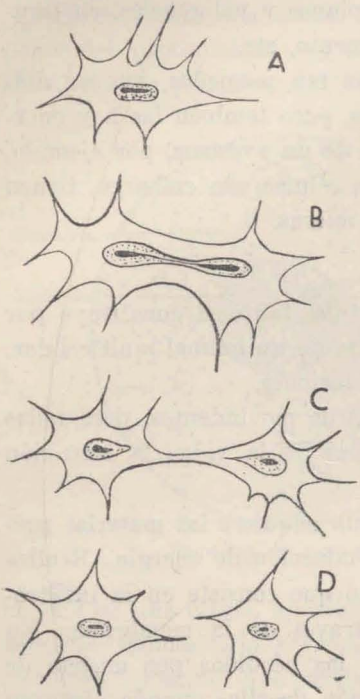
Por medio de la nutrición, la célula adquiere las materias precisas para su crecimiento o para la producción de energía. Realiza esta función por *endosmosis*, fenómeno que consiste en la infiltración de las sustancias nutritivas a través de la membrana. En cuanto a la multiplicación, compensa las pérdidas por muerte de células y se cumple mediante la división de ellas cuando alcanzan el límite de su crecimiento.

Multiplicación celular. — De dos maneras pueden dividirse las células para multiplicarse: por *división directa*, que también se llama *amitosis* o *diéresis*, o por *división indirecta*, *mitosis* o *cariocinesis*.

La amitosis o división directa consiste en un angostamiento medial y progresivo del núcleo, hasta que acaba por partirse en dos mitades, cada una de las cuales arrastra consigo una porción

del citoplasma y de la membrana, formándose así dos nuevas células de lo que antes era una sola.

La mitosis o cariocinesis se asemeja aparentemente al otro procedimiento, pero difiere de él en que la división del núcleo en dos requiere un complicado proceso de desintegración de sus elementos. El fenómeno puede dividirse en tres partes, que se ha convenido en llamar *profase*, *metafase* y *anafase* de la cariocinesis.



Esquema de los momentos sucesivos de la amitosis o reproducción directa: A, célula primitiva; B, estrangulación del núcleo; C, división del núcleo; D, división del citoplasma para formar las dos nuevas células.

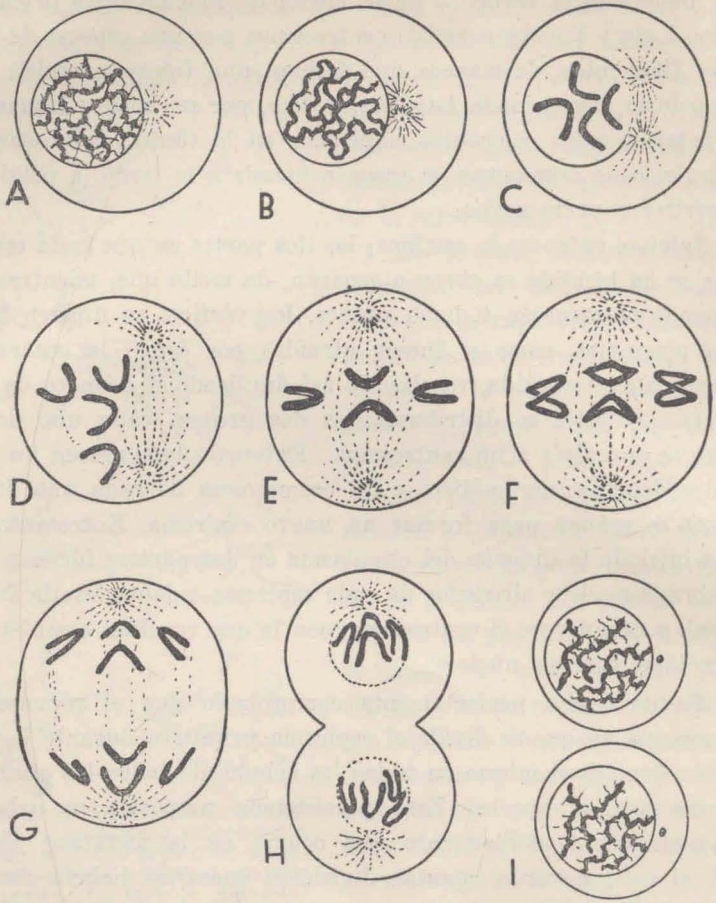
La profase comienza con la aparición del corpúsculo llamado centrosoma, cuya centrosfera emite unas a modo de irradiaciones, constituyendo lo que se denomina un *áster*. El centrosoma, que parece presidir todo el proceso multiplicativo, se parte pronto en dos, que tienden a separarse hasta ocupar, cada uno con su áster, puntos opuestos de la célula. Los puntos ocupados por los dos nuevos centrosomas se consideran como los polos de la célula, y como plano ecuatorial de ella el plano ideal equidistante de dichos polos y perpendicular al eje determinado por la situación de éstos. A la vez que los centrosomas se separan, la red nuclear se deshace, como si se destejiese, convirtiéndose en una especie de ovillo irregular o madeja enredada, que se denomina *espirema*. El filamento que forma este ovillo se fracciona en seguida en varios trozos más o menos curvos, designados con el nombre de *cromosomas*, y al mismo tiempo se va disolviendo la membrana nuclear, hasta desaparecer la separación entre el enquilema y el citoplasma.

Termina con esto la profase y sigue la metafase, que consta de dos partes: primero, los cromosomas se sitúan en el plano ecuatorial, todos con el vértice o parte media de su curvatura orientado hacia el eje y ligados a ambos centrosomas por una especie de finísimos filamentos, de manera que forman una figura parecida a la de un huso, denominada *huso acromático,* por ser dichos filamentos refractarios a los colorantes empleados en la técnica microscópica. Después, cada cromosoma se rasga o hiende a lo largo, a partir de su vértice o parte media.

Iníciase entonces la anafase; las dos partes en que cada cromosoma se ha hendido se abren o separan, de modo que, mientras sus extremos permanecen todavía unidos, los vértices se dirigen hacia los centrosomas, como si fuesen atraídos por éstos; la separación se completa en seguida, resultando así duplicado el número de cromosomas, y éstos se distribuyen en dos grupos, cada uno de los cuales se aproxima a un centrosoma. Entonces desaparecen los filamentos del huso acromático, y los cromosomas de cada uno de los grupos se reúnen para formar un nuevo espirema. Entretanto, ya se ha iniciado la división del citoplasma en dos partes; fórmase una membrana nuclear alrededor de cada espirema, adopta éste la forma de red, y desaparece el centrosoma, con lo que resultan completadas dos células con sus núcleos.

Es un hecho perfectamente comprobado que el número de cromosomas en que se divide el espirema primitivo durante la profase es siempre el mismo en todas las células de todos los animales de una misma especie. Esta persistencia numérica se debe al fenómeno del desdoblamiento que ocurre en la metafase, sin el cual, al cabo de unas cuantas divisiones sucesivas habría desaparecido el filamento nuclear y, por tanto, dejaría de haber núcleo. En efecto, suponiendo que en una célula hubiera cuatro cromosomas, si al dividirse por cariocinesis no se produjera dicho desdoblamiento o duplicación, corresponderían dos cromosomas a cada nueva célula; al dividirse más tarde cada una de éstas, las que de ella resultasen tocarían a un solo cromosoma; en la división subsiguiente sólo tendríamos medio cromosoma por célula, y así

sucesivamente, hasta llegar a dos células con una cantidad de filamento nuclear imposible de apreciar por lo pequeña.



Esquema de los momentos sucesivos de la mitosis o cariocinesis: A-D, profase; E, metafase; F-I, anafase.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué es una célula?
2. — Citar un animal formado por una sola célula y describir sus partes.

3. — ¿Qué son los seudopodios y para qué sirven?
4. — ¿Qué tres partes esenciales constituyen una célula animal?
5. — ¿Cómo es el protoplasma celular y qué nombre especial recibe?
6. — ¿Qué es el núcleo y cuáles son sus elementos?
7. — ¿Qué tamaño tienen las células?
8. — ¿Cómo se nutren las células y para qué?
9. — ¿Por qué es preciso que las células se multipliquen?
10. — ¿De qué maneras se pueden multiplicar las células?
11. — ¿Qué fenómenos ocurren durante la profase cariocinética?
12. — ¿Qué ocurre en la metafase?
13. — ¿En qué consiste la anafase y cuál es su resultado?
14. — ¿Cuántos centrosomas hay al iniciarse la cariocinesis y cuántos al terminarse?
15. — ¿Cuántos cromosomas tiene la célula primitiva y cuántos cada una de las células resultantes de la cariocinesis?

Capítulo III

ANIMALES UNICELULARES

Hemos dicho que todo animal está formado por una célula o por un conjunto numeroso de células. Los animales unicelulares, como la amiba, denomínanse *protozoarios,* nombre que significa "animales primitivos".

Un protozoario puede definirse como *una célula animal que vive independientemente.*

En todo protozoario hay, como en la amiba, una masa protoplasmática, el citoplasma, que encierra uno o más núcleos. Además de éstos, puede haber en el citoplasma vacúolas o espacios aparentemente vacíos, así como otros corpúsculos muy distintos del núcleo, formados por una especie de condensación del protoplasma, que cumplen diversas funciones, y también gotas o manchas de sustancias elaboradas por el mismo protozoario como resultado de la digestión, tales como almidón, glucógeno, etc.

Hay protozoarios que están revestidos de una membrana y otros que carecen de ella; unos cambian de forma constantemente, como vimos en la amiba, mientras que otros tienen forma permanente; algunos se mueven por medio de seudopodios, y otros lo hacen mediante simples contracciones de su masa, o valiéndose de unas prolongaciones permanentes de su membrana, en forma

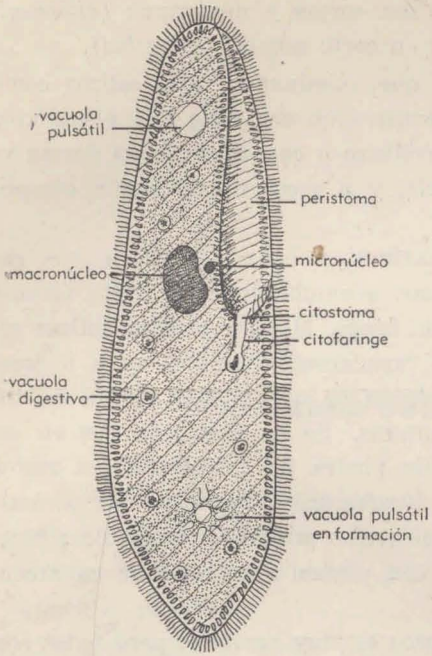
de filamentos, que unas veces son cortas y numerosas (*cilias vibrátiles*) y otras veces largas y en corto número (*flagelos*).

También hay protozoarios que, eliminando sales calizas como productos de su digestión, se construyen con ellas una armazón o esqueleto sólido, o bien una envoltura o caparazón, cuya forma es siempre igual para cada especie, y a veces notablemente complicada y artística.

Estos protozoarios son marinos, y cuando mueren, sus caparazones caen al fondo del mar, acumulándose allí hasta formar poco a poco una espesa capa de fango. Muchas piedras calizas están formadas por millones de caparazones de estos seres microscópicos, que murieron en una época en que el mar cubría los lugares en que hoy están las canteras. Se ha calculado que en un metro cuadrado de esta clase de piedra pueden entrar los restos de unos *dos mil millones de protozoarios.* Las famosas pirámides de Egipto, la más alta de las cuales mide 137 metros de altura, fueron totalmente construídas con piedra compuesta de caparazones de protozoarios marinos.

El tamaño de los protozoarios es muy variable, pero todos son muy pequeños, y en su inmensa mayoría sólo pueden ser observados con auxilio del microscopio. Ciertos protozoarios llamados *piroplasmas,* que viven dentro de los glóbulos rojos de la sangre de los vacunos y otros animales, ocasionándoles graves enfermedades, miden apenas dos micras de diámetro, en tanto que la *poróspora* que se aloja en el aparato digestivo de algunos crustáceos marinos puede llegar a centímetro y medio. En épocas remotísimas, hubo algunos protozoarios marinos que medían cerca de 10 centímetros de diámetro.

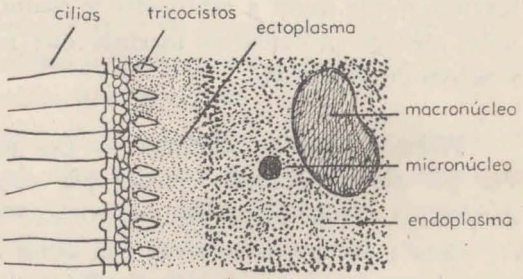
Plasmódromos y cilióforos. — Los protozoarios que se mueven por cualquier medio, menos por cilias vibrátiles, reciben el nombre de *plasmódromos,* que significa "los que corren mediante su masa"; los que se mueven con cilias se denominan *cilióforos,* que quiere decir "porta-cilias". También se da a estos últimos el nombre de *infusorios.*



Paramecio (**Paramoecium caudatum**), visto con un aumento de 540 veces su tamaño natural.

La amiba, cuya estructura hemos estudiado en el capítulo anterior, es un plasmódromo. De los infusorios o cilióforos, la mayor parte pertenecen al grupo de los llamados *ciliados*, pudiendo citarse como ejemplo el *paramecio*, que vive en el agua dulce.

Estructura del paramecio. — El paramecio es un animalito como de una décima de milímetro de longitud, o poco más, de forma alargada y comprimida y algo redondeado en sus extremos. Junto a uno de éstos presenta, a lo largo de uno de sus bordes, una depresión en cuyo fondo hay una pequeña abertura, el *citóstoma*, que hace oficio de boca. En su citoplasma se puede distinguir una parte más interna, el endoplasma, y otra más externa, el ectoplasma, recubierta esta última superficialmente por una capa granulosa y una delgada película que está como reforzada por unas líneas algo salientes entrecruzadas formando hexágonos. Vistas con un microscopio de poco aumento, producen estas líneas el efecto de estrías diagonales. Del centro de cada hexágono, y atrave-

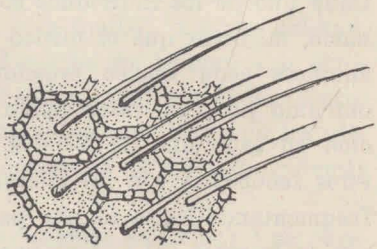


Sección de una parte del paramecio, enormemente aumentada para mostrar los detalles de su estructura.

sando la película o membrana, sale una cilia vibrátil, que se inserta por su base en la capa granulosa. Por debajo de esta última, tiene el paramecio unas vejiguillas llamadas *tricocistos*: se cree contienen líquidos ácidos que el animal puede expulsar y que le servirían como defensa.

En el ectoplasma hay dos vacúolas pulsátiles, una cerca de de figura elipsoidal o arriñonada (*macronúcleo*), y otro mucho más chico y redondeado (*micronúcleo*), en el cual está contenida la red nuclear. Este segundo parece ser el núcleo propiamente dicho, del que depende la multiplicación del paramecio, mientras que el macronúcleo sólo se relaciona con las otras funciones del individuo.

En el ectoplasma hay dos vacuolas pulsátiles, una cerca de cada extremo. Cuando una de ellas desaparece, no tarda en formarse de nuevo por la reunión de varias pequeñas vacúolas que se presentan en círculo. También se observan algunas *vacúolas digestivas*, especie de burbujas cargadas de sustancias nutritivas, que se van moviendo como alrededor del animal. Las partículas alimenticias penetran en el paramecio por el citóstoma, el cual se continúa por un corto conducto llamado *citofaringe*. Al llegar cada partícula al fondo de este conducto, se forma en torno de ella una vacúola digestiva, cargada de ciertas sustancias líquidas que destruyen la partícula e incorporan al protoplasma su parte aprovechable. Durante este proceso digestivo, la vacúola avanza para dejar lugar a la entrada de otras partículas y a la formación de nuevas vacúolas, y después de dar una vuelta casi completa, va a parar algo más abajo del citóstoma para descargar la parte no aprovechable por una pequeña cavidad externa denominada *citoprocto*.



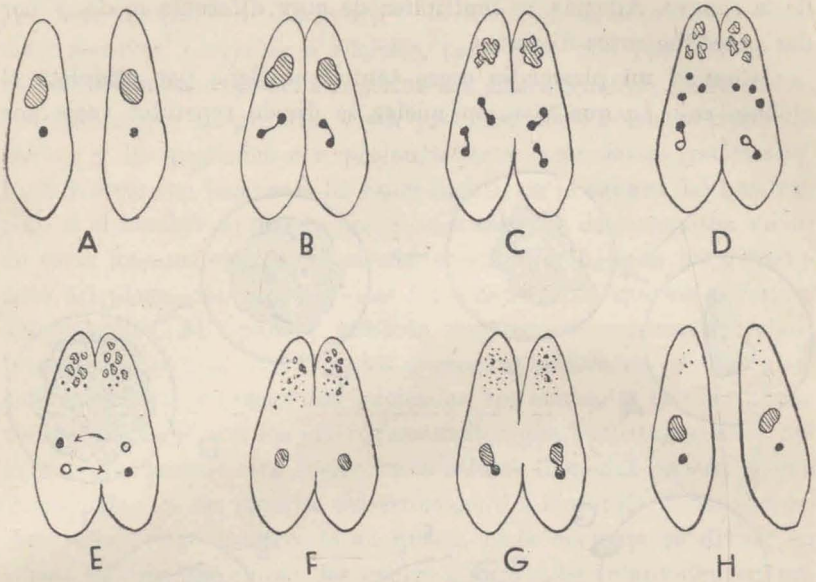
Parte de la superficie externa del paramecio, vista con enorme aumento, para mostrar la inserción de las cilias.

Reproducción de los ciliados. — Tanto el paramecio como la mayoría de los ciliados se multiplican por un procedimiento que se denomina *simple división.* El animal se alarga, se angosta en el medio, y el micronúcleo se divide de un modo parecido a la cariocinesis, mientras que el macronúcleo lo hace por amitosis. Al mismo tiempo, se forma un nuevo citóstoma, se duplica el número de vacúolas pulsátiles y, por fin, del ser unicelular primitivo se forman dos seres unicelulares hijos semejantes a él.

Cada uno de estos dos nuevos ciliados puede más tarde dividirse de la misma manera, y así se repite la reproducción cierto número de veces, pero nunca indefinidamente. Llega, en efecto, un momento en que para continuar multiplicándose, es indispensable que dos individuos se pongan momentáneamente en contacto y cambien una parte de su micronúcleo. Llámase a este fenómeno *conjugación* y se verifica de la manera siguiente:

Cuando dos individuos de una determinada especie de ciliados van a conjugarse, se adhieren fuertemente por la parte que rodea el citóstoma, y en cada uno de ellos el micronúcleo se divide por cariocinesis dos veces seguidas, resultando así cuatro micronúcleos en cada individuo. Tres de estos nuevos micronúcleos desaparecen en seguida, absorbidos por el citoplasma, y el cuarto vuelve todavía a dividirse en dos corpúsculos, que se designan con los nombres de *núcleo estacionario* y *núcleo emigrante.* Cada uno de los individuos conjugados conserva su núcleo estacionario, mientras que el núcleo emigrante pasa al otro individuo, y entonces cada núcleo estacionario se fusiona con el emigrante obtenido por este intercambio, formándose un *núcleo de conjugación* en cada uno de los dos protozoarios. En tanto que ocurren estos fenómenos con los micronúcleos, los macronúcleos se han ido fragmentando hasta formar partículas tan pequeñas, que desaparecen en la masa del endoplasma. Cuando esto ha ocurrido, el núcleo de conjugación de cada ciliado se divide en una porción grande, que es el nuevo macronúcleo, y otra pequeña que se lleva toda la cromatina y es el micronúcleo definitivo, tras de lo cual los dos

ciliados conjugantes se separan para volver a hacer vida independiente y multiplicarse por simple división.



Esquema de la conjugación en el paramecio: A, ciliados conjugantes antes de adherirse; B y C, divisiones sucesivas de los micronúcleos; D, formación de los núcleos estacionarios y los núcleos emigrantes; E, intercambio de los núcleos emigrantes; F, formación de los núcleos de conjugación; G, división de éstos y desaparición de los antiguos macronúcleos; H, formación de los nuevos micronúcleos y macronúcleos.

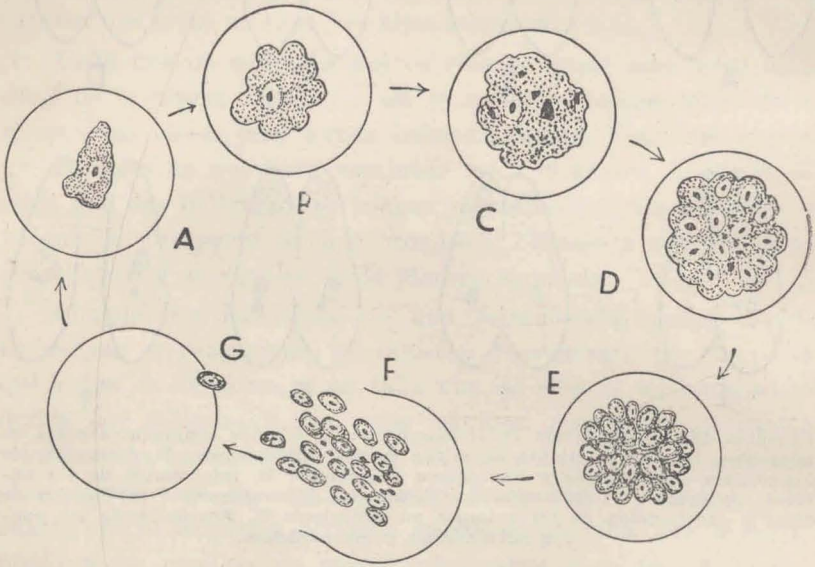
El plasmodio de la malaria. — No todos los protozoarios viven en el agua, como el paramecio o la amiba; muchos habitan, como parásitos, en distintas partes del cuerpo del hombre o de otros animales, y a veces son causantes de graves enfermedades. Entre ellos son importantes los llamados *plasmodios,* que viven en los glóbulos rojos de la sangre humana y ocasionan la malaria y demás formas del paludismo.

El plasmodio de la malaria (*Plasmodium malariae*) [1] se pare-

[1] Las dos palabras latinas que entre paréntesis acompañan al nombre vulgar de un animal, constituyen su nombre científico o técnico; la primera de ellas designa el género a que el animal pertenece, y la segunda la especie, según se explicará en el capítulo XIX.

ce en el aspecto a una amiba, pero es mucho más pequeño, como lo prueba el hecho de caber cómodamente dentro de un glóbulo rojo de la sangre. Además, se multiplica de muy diferente modo, y por dos procedimientos distintos.

Cuando un plasmodio crece tanto que llena por completo el glóbulo rojo en que vive, su núcleo se divide repetidas veces por



Reproducción del plasmodio de la malaria por esquizogonia: A. plasmodio en un glóbulo rojo; B y C, crecimiento del plasmodio; D, división del núcleo; E, formación de los merozoitos; F, ruptura del glóbulo rojo y dispersión de los merozoitos; G, un merozoito penetra en un glóbulo rojo para constituir un nuevo plasmodio.

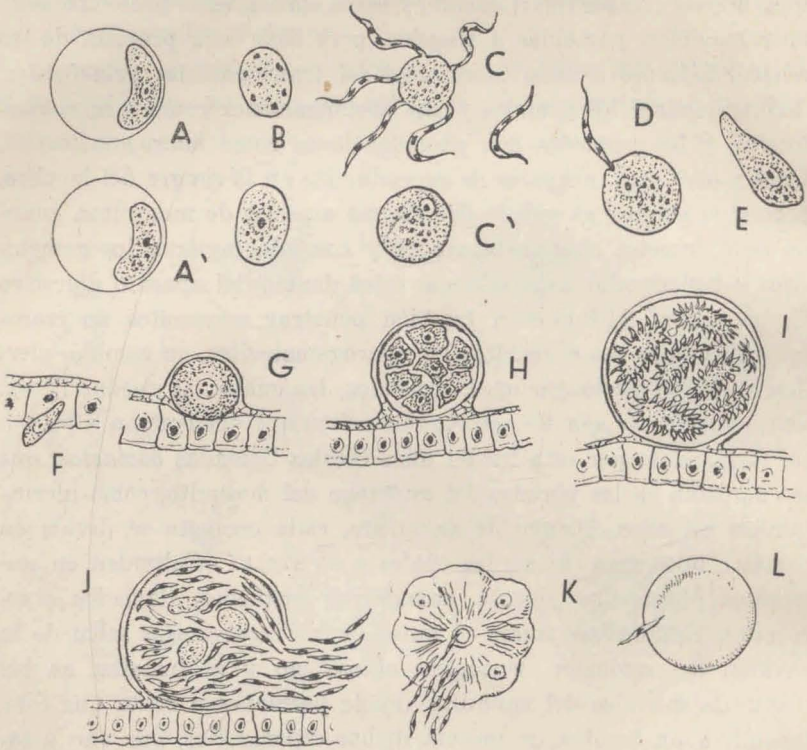
cariocinesis, hasta constituir numerosos núcleos hijos, cada uno de los cuales arrastra su parte de citoplasma, formándose así otros tantos plasmodios jóvenes, muy pequeños y de forma ovalada, que se denominan *merozoitos*. Destrúyese entonces el glóbulo rojo dejando a estos merozoitos en libertad, y cada uno de ellos va a alojarse en otro glóbulo rojo para allí crecer y a su vez multiplicarse del mismo modo. Este proceso de reproducción llámase *esquizogonia*.

Después de cierto número de generaciones esquizogónicas sucesivas, algunos merozoitos se transforman de un modo curioso; unos crecen extraordinariamente, y otros emiten unas prolongaciones muy movibles, parecidas a flagelos, pero cada una provista de un núcleo. Llámase a estos merozoitos así transformados *gametocitos*, distinguiéndose los grandes y sin prolongaciones como *macrogametocitos*, y los pequeños con prolongaciones como *microgametocitos*. Unos y otros son incapaces de reproducirse en la sangre del hombre, pero si el hombre es picado por ciertas especies de mosquitos, cuando estos insectos chupan la sangre y con ella ingieren los gametocitos del plasmodio, reprodúcense éstos dentro del aparato digestivo del mosquito. Allí pueden también penetrar merozoitos no transformados, pero son digeridos; los microgametocitos, en cambio, pierden antes sus prolongaciones nucleadas, las cuales, al quedar libres, van a fusionarse con los macrogametocitos que encuentran a su paso, formándose por esta fusión unas células llamadas *oocinetas*, que se enquistan en las paredes del estómago del mosquito, como incrustándose en ellas. Dentro de su quiste, cada oocineta se divide en varias células más chicas, las cuales a su vez se subdividen en numerosos plasmodios jóvenes, sumamente pequeños, llamados *esporozoitos*. Entonces se rompe el quiste, y los esporozoitos salen de la cavidad del estómago, remontan el esófago y se instalan en las glándulas salivales del mosquito, donde permanecen hasta que éste, picando a un hombre, le inocula dichos esporozoitos, que van a invadir los glóbulos rojos para crecer como los demás plasmodios.

Esta manera de reproducirse se llama *esporogonia*. Diferéncianse, pues, la esquizogonia y la esporogonia en que en aquella se multiplica un solo individuo por división múltiple, produciendo merozoitos, mientras que en la esporogonia lo que se multiplica es una célula formada por la unión de merozoitos transformados en gametocitos, y de la división resultan esporozoitos. Ambos métidos de reproducción se comprenden a veces bajo el nombre de *esporulación*.

Los protozoarios que se multiplican por esporulación, en cualquiera de sus formas, se llaman *esporozoarios*, y generalmente tienen dos maneras de reproducirse para una misma especie, ya sean la

esquizogonia y la esporogonia, como ocurre en el plasmodio, o ya una de estas maneras y la simple división.



Reproducción del plasmodio de la malaria por esporogonia: A, A', plasmodios prontos a salir de los glóbulos rojos; B, C, formación del microgametocito; B, C', formación del macrogametocito; D, fusión del macrogametocito y de un filamento del microgametocito; E, oocineta resultante; F, oocineta penetrando en una célula epitelial del estómago del mosquito; G, oocineta enquistada; H, división de la oocineta; I, formación de los esporozoitos; J, ruptura del quiste, dejando los esporozoitos libres; K, esporozoitos invadiendo una glándula salival del mosquito; L, esporozoito penetrando en un glóbulo rojo humano.

El paludismo y la lucha antipalúdica. — El descubrimiento, en el año 1880, del esporozoario causante del paludismo, constituye una de las mejores pruebas de la utilidad de los estudios zoológicos. Antes de esa fecha, se creía que dicha enfermedad era producida por unos miasmas o efluvios que se desprendían de los lugares pantano-

sos. En Italia se atribuía a unos aires malignos, y de ahí el término "mal-aria" (mal aire, en italiano). El descubrimiento del plasmodio por el sabio Laveran, y el de su transmisión por los mosquitos, debido a Ross, Grassi y Manson, han permitido emprender una

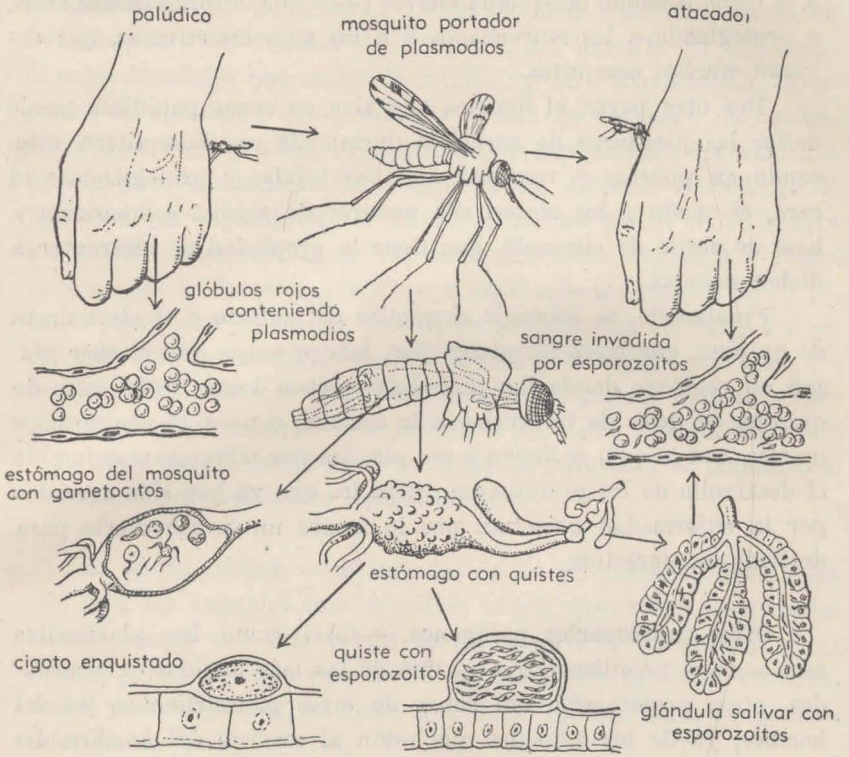


Diagrama de la transmisión del plasmodio de la malaria por el mosquito. (En parte, según Metcalf).

lucha bien organizada contra una enfermedad que hacía y hace aún inhabitables ciertos países tropicales o subtropicales, dificultando considerablemente su explotación industrial o agropecuaria.

Ante todo, desde que sabemos que la infección se realiza por intermedio de los mosquitos, puede procurarse la destrucción de estos insectos. Como los mosquitos pasan la primera parte de su vida en el agua estancada, pueden ser destruídos entonces echando

petróleo en las charcas y bañados. La capa de petróleo que flota en la superficie impide que las crías del insecto salgan a respirar, y mueren ahogadas. Donde esto no es practicable, por ser el petróleo demasiado caro o por cualquier otro motivo, se puede contribuir a la lucha echando en el agua ciertos peces que devoran dichas crías, o protegiendo a los murciélagos y a las aves insectívoras, que devoran muchos mosquitos.

Por otra parte, el hombre que vive en zonas palúdicas puede evitar las picaduras de mosquito durmiendo con mosquitero, colocando en puertas y ventanas alambre tejido, y protegiéndose la cara, el cuello y las manos con unturas de alguna composición a base de aceite de citronela, que tiene la propiedad de ahuyentar a dichos insectos.

Finalmente, se aconseja el empleo del sulfato o el clorhidrato de quinina, que mata los plasmodios. Las personas que viven o viajan en regiones donde hay paludismo deben tomar estas sales de quinina en dosis de un gramo a la semana, o unos 15 centigramos diarios, con lo que, si llegan a ser picadas por mosquitos, se impide el desarrollo de los protozoarios; pero los que ya han sido atacados por la enfermedad necesitan por lo menos un gramo diario para destruir los parásitos.

Otros protozoarios patógenos. — Así como los plasmodios ocasionan el paludismo, que es una de las más temidas enfermedades, otros protozoarios son causa de otros padecimientos, ya del hombre, ya de los animales que están al servicio del hombre. La *tristeza* que en algunos puntos de nuestro país ataca a los vacunos, y que por lo general resulta mortal para ellos, es debida a otro esporozoario, el piroplasma o babesia (*Babesiella americana*), que se transmite por las garrapatas; pero este microorganismo se multiplica en los glóbulos rojos del vacuno por simple división, y su esporulación se verifica dentro del cuerpo de la garrapata.

Muchos de los protozoarios patógenos, es decir, causantes de enfermedades, pertenecen al grupo de los llamados *mastigóforos*, que significa "porta-látigo", porque se mueven por medio de fla-

gelos, que agitan como si fuesen arreadores. A este número pertenecen los *tripanosomas,* que viven en el plasma sanguíneo y causan terribles dolencias, como la enfermedad del sueño, que en ciertos puntos de Africa diezma la población nativa. En el norte de nuestro país existe un tripanosoma (*Trypanosoma cruzi*) que causa en los niños la "enfermedad de Chagas", así llamada en homenaje al sabio brasileño que mejor la estudió, y otro tripanosoma (*Trypanosoma equinum*) que produce el "mal de caderas" de los caballos. Por regla general, los tripanosomas son también transmitidos por insectos chupadores de sangre. A su difusión contribuye el hecho de que hay especies de animales que los llevan en su sangre sin sufrir enfermedad ninguna, sirviendo como depósitos o *reservorios,* pues los insectos que pican a estas especies pueden luego picar a otras para las cuales son dichos protozoarios un peligro mortal. Así, el tripanosoma de la enfermedad de Chagas tiene como reservorios los tatús y es trasmitido a los niños por las vinchucas. En Africa, el tripanosoma de la enfermedad del sueño vive sin ocasionar daño en la sangre de los antílopes y de los búfalos, y es transmitido al hombre por una mosca llamada *tse-tsé.*

La teoría celular. — El estudio de los protozoarios demuestra que aun los animales más sencillos tienen que estar constituídos cuando menos por una célula completa, con su citoplasma y su núcleo, y además, que esta célula aislada puede moverse, nutrirse, crecer y multiplicarse, es decir, que posee las funciones fundamentales de cualquier ser vivo.

Se puede afirmar, por tanto, que la célula constituye una unidad a la vez morfológica y fisiológica. De esta consideración nació la teoría celular formulada hace un siglo por Schleiden y Schwann, y que, plenamente demostrada ya, ha pasado a la categoría de postulado. Dicha teoría, con referencia a los animales, se puede enunciar así:

Todo animal consiste en una célula aislada, dotada de vida propia, o en la suma de muchas células, y en este último caso, la vida del animal es la suma de las vidas de las células que lo forman.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué son los protozoarios?
2. — ¿De qué partes esenciales consta un protozoario?
3. — ¿Cómo se mueven los protozoarios?
4. — ¿Qué es un paramecio?
5. — ¿Qué es el citóstoma y qué es el citoprocto?
6. — ¿Cómo se alimenta el paramecio?
7. — ¿Cómo se multiplica?
8. — ¿Qué es la conjugación?
9. — ¿Qué protozoario produce la malaria y quién lo descubrió?
10. — ¿Cómo se propaga esta enfermedad?
11. — ¿Qué se entiende por esquizogonia y dónde se verifica la del plasmodio?
12. — ¿Qué es la esporogonia y dónde tiene lugar la del plasmodio?
13. — ¿Cómo puede combatirse el paludismo?
14. — ¿En qué se basa la teoría celular?
15. — ¿Cómo se enuncia esta teoría con respecto a los animales?

Capítulo IV

EMBRIOLOGÍA DE LOS ANIMALES MULTICELULARES

Reproducción. — Los animales formados por muchas células se llaman *metazoarios,* nombre que significa "animales que están después", entendiéndose después de los protozoarios.

Hemos visto que cuando la célula que constituye un protozoario se multiplica, cada nueva célula resultante de esta multiplicación constituye un nuevo individuo de la misma especie. En un metazoario, las células, en cuanto a los efectos de su multiplicación, pueden ser de dos tipos: unas, llamadas *células somáticas,* se multiplican sin separarse del organismo, para contribuir a su crecimiento y compensar las pérdidas por desgaste; otras, denominadas *células germinales,* se separan del organismo y se multiplican fuera de él para dar origen a otro organismo de la misma especie.

Todas las células de un metazoario proceden, pues, de la multiplicación de una célula primitiva. En algunos casos, esta célula primitiva ha sido segregada de otro individuo, pero más generalmente se ha formado por la fusión íntima de dos células desprendidas de dos individuos, o a veces de uno solo. En cualquier caso, la célula primitiva recibe el nombre de *huevo.*

La función en virtud de la cual uno o dos animales dan origen a otro o a otros, mediante la segregación de células germinales, se llama *reproducción.*

Cuando una célula segregada de un organismo basta para originar el complejo celular de otro individuo, dícese que la reproducción es *agámica* o *asexual;* cuando se necesita, para formar el huevo, la fusión de dos células, se dice que la reproducción es *singámica* o *sexual.* En este caso, el huevo recibe el nombre especial de *cigota,* y las dos células que se funden para formarlo se llaman *gametas.*

Los dos gametas que forman una cigota son muy diferentes, y por lo general proceden de dos individuos distintos. Esta diferencia es la que establece la distinción de sexos. Uno de los gametas se denomina *espermatozoide,* y el individuo de que se desprende es el *macho;* el otro gameta se llama *óvulo,* y lo segrega la hembra. La fusión del óvulo y el espermatozoide se conoce con el nombre de *fecundación,* considerándose que el espermatozoide es el que fecunda y el óvulo es el fecundado.

Cuando una especie animal ofrece la particularidad de que un mismo individuo es capaz de producir óvulos y espermatozoides, dícese que es *hermafrodita.* Un ejemplo es la tenia o lombriz solitaria [1].

En la reproducción asexual o agámica no hay fecundación. Hay animales cuyas hembras, en determinadas circunstancias, pueden producir óvulos que dan origen a nuevos seres sin haber sido fecundados por los espermatozoides. Conócese este fenómeno con el nombre de *partenogénesis,* llamándose dichos óvulos *huevos partenogenéticos.* Los zánganos o machos de las abejas nacen de huevos partenogenéticos, y por consiguiente no tienen padre.

Hay algunos animales metazoarios que, contra la regla general, se reproducen por *escisión* o división del individuo, separándose de

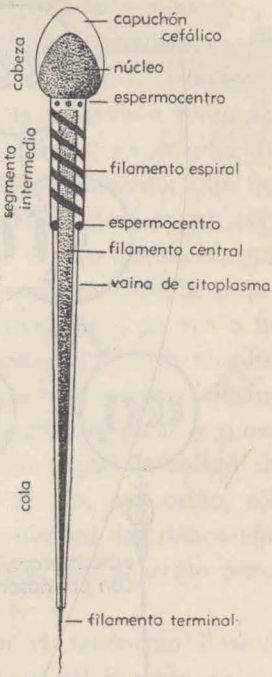
[1] Es frecuente dar equivocadamente el nombre de hermafrodita a una persona o animal que, por anomalía, reúne rasgos o caracteres masculinos y femeninos. En realidad, cuando esto ocurre se trata de un **andrógino** o **ginandromorfo.** En el tecnicismo biológico, hermafrodita es sólo el animal que normalmente, por ser ello una propiedad de su especie, puede producir indistintamente gametas masculinos y gametas femeninos.

éste un grupo de células somáticas, como cuando una planta se multiplica por esquejes. Hay otros que producen una especie de brotes o proliferaciones, que se desprenden para convertirse en seres independientes, fenómeno que se denomina *gemación*.

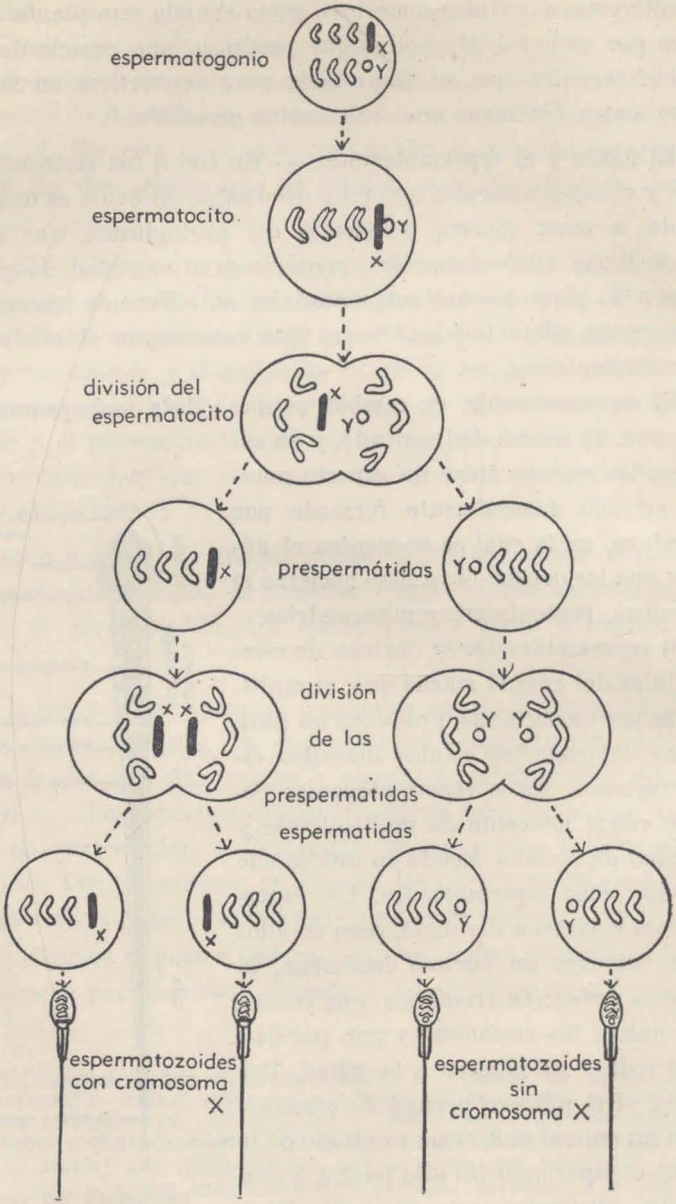
El óvulo y el espermatozoide. — En todos los metazoarios, el óvulo y el espermatozoide son muy diferentes. El óvulo es una célula grande, a veces enorme, y además del protoplasma, que en este caso se llama *vitelo formativo*, contiene gran cantidad de granulaciones o de plaquitas que son materiales nutritivos de reserva, tales como grasas, albuminoides, etc., y que constituyen el *vitelo nutritivo* o *deutoplasma*.

El espermatozoide, en cambio, es una célula muy pequeña (en el hombre, 55 micras de longitud), y en casi todas las especies tiene un aspecto parecido, estando generalmente formado por una cabeza, en la cual se encuentra el núcleo, y una larga cola, cuya base encierra el centrosoma, protoplasma y mitocondrias.

Los espermatozoides se derivan de ciertas células del animal macho que, al multiplicarse por cariocinesis, producen un gran número de pequeñas células llamadas *espermatogonios*. Estos espermatogonios dejan en cierto momento de multiplicarse y aumentan de tamaño, siendo en este estado conocidos como *espermatocitos*. Los espermatocitos vuelven a dividirse, pero en ellos ocurre entonces un curioso fenómeno, la *sinapsis* o *reducción cromática*, que consiste en unirse los cromosomas por parejas, lo que reduce su número a la mitad. Por ejemplo, si el número normal de cromosomas en un animal es 8, como resultado de la sinapsis el espermatocito sólo tendrá 4 cromosomas, bivalentes, esto es, equivalente



Estructura del espermatozoide.

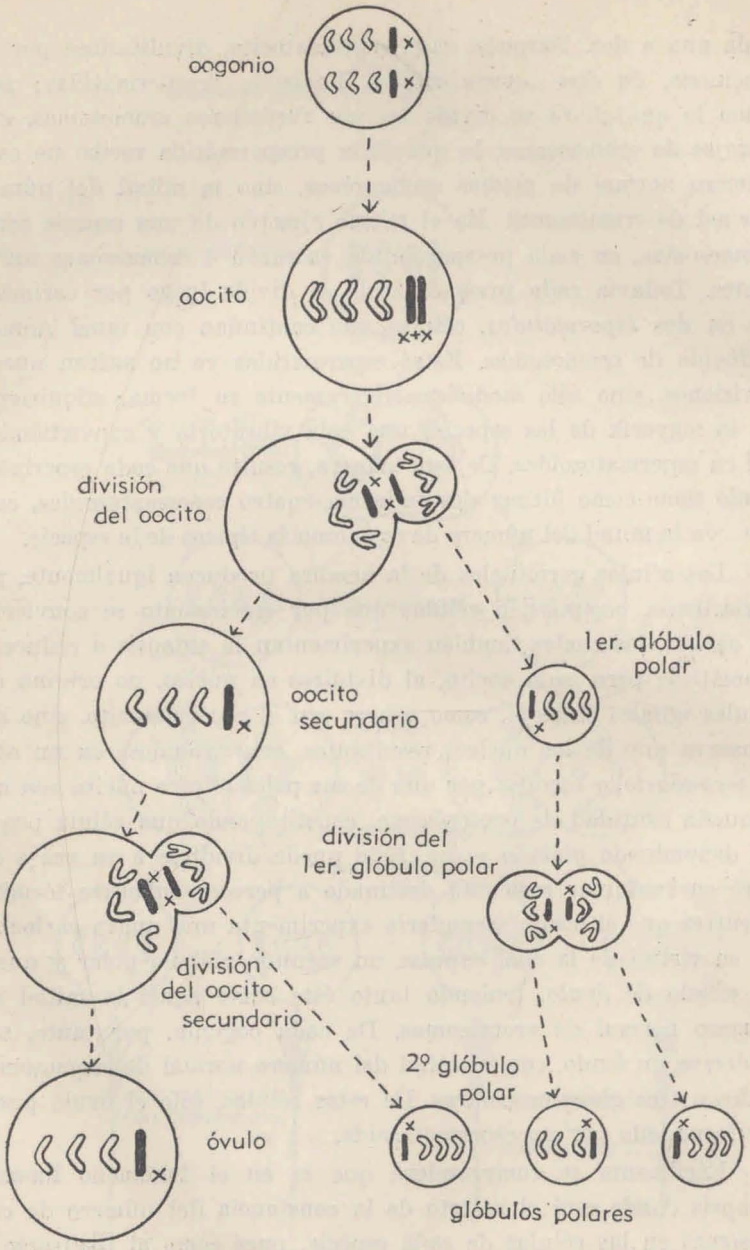


Espermatogénesis o formación de los gametas masculinos.

cada uno a dos. Después, cada espermatocito, dividiéndose por cariocinesis, da dos nuevas células, llamadas prespermátidas; pero como lo que ahora se divide no son verdaderos cromosomas, sino parejas de cromosomas, lo que cada prespermátida recibe no es el número normal de medios cromosomas, sino la mitad del número normal de cromosomas. En el mismo ejemplo de una especie con 8 cromosomas, en cada prespermátida entrarán 4 cromosomas univalentes. Todavía cada prespermátida se divide luego por cariocinesis en dos *espermátidas,* células que continúan con igual número reducido de cromosomas. Estas espermátidas ya no sufren nuevas divisiones, sino sólo modifican ligeramente su forma, adquiriendo en la mayoría de las especies una cola vibratoria y convirtiéndose así en espermatozoides. De esta manera, resulta que cada espermatogonio tiene como última descendencia cuatro espermatozoides, cada uno con la mitad del número de cromosomas típicos de la especie.

Las células germinales de la hembra producen igualmente, por cariocinesis, *oogonios,* o células que por crecimiento se convierten en *oocitos,* los cuales también experimentan la sinapsis o reducción cromática; pero cada oocito, al dividirse su núcleo, no origina dos células iguales entre sí, como ocurre con el espermatocito, sino que conserva uno de los núcleos resultantes, convirtiéndose en un *oocito secundario,* y expulsa por uno de sus polos el otro núcleo con una pequeña cantidad de protoplasma, constituyendo una célula pequeña denominada *glóbulo polar.* Este puede dividirse a su vez o no, pero en cualquier caso está destinado a perecer en breve término, mientras que el oocito secundario experimenta una nueva cariocinesis en virtud de la cual expulsa un segundo glóbulo polar y queda en estado de *óvulo,* teniendo tanto éste como aquél la mitad del número normal de cromosomas. De cada oogonio, por tanto, sólo se deriva un óvulo, con la mitad del número normal de cromosomas, y dos o tres glóbulos polares. De estas células, sólo el óvulo puede ser fecundado por un espermatozoide.

Fácilmente se comprenderá que es en el fenómeno llamado sinapsis donde está el secreto de la constancia del número de cromosomas en las células de cada especie, pues como al realizarse la



Oogénesis o formación del gameta femenino.

fecundación lleva cada gameta la mitad del número, la cigota resultante, que ha de convertirse en un nuevo ser, recobrará el número total característico. Sin dicho proceso reductor, cada generación tendría doble número de cromosomas que la inmediata anterior; por ejemplo, una especie con ocho cromosomas, a las diez generaciones poseería nada menos que 8.192.

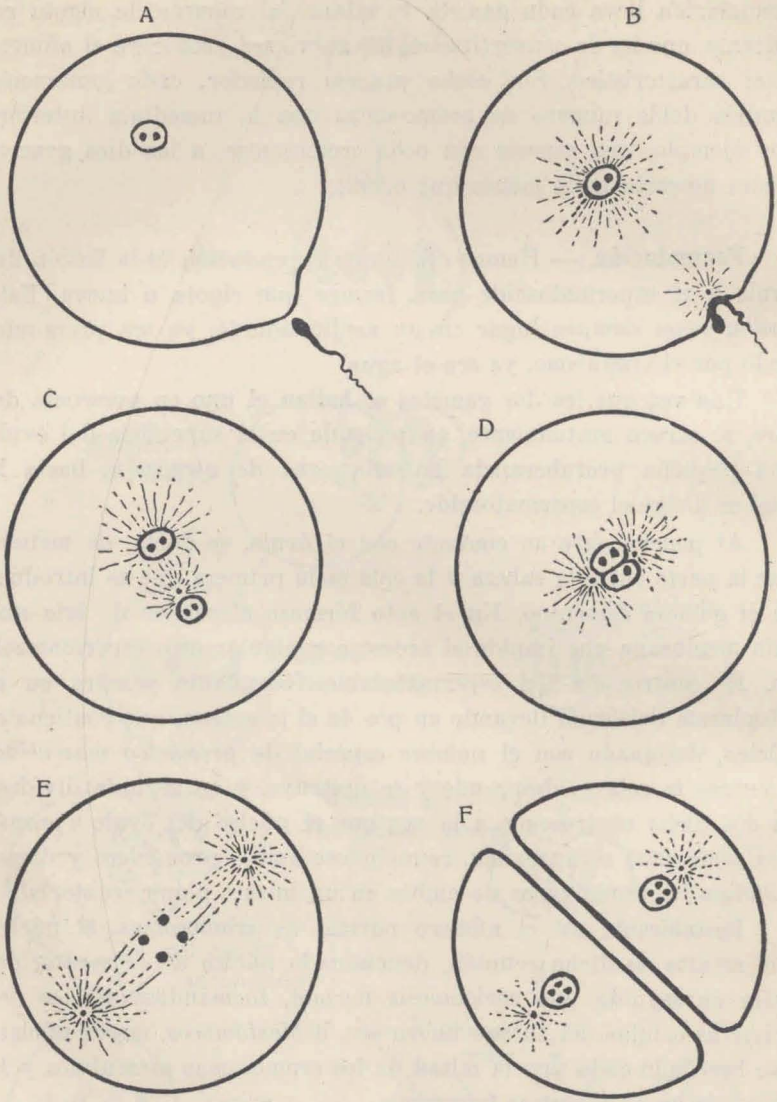
Fecundación. — Hemos dicho que fecundación es la fusión del óvulo y el espermatozoide para formar una cigota o huevo. Esta fusión tiene siempre lugar en un medio líquido, ya sea proporcionado por el organismo, ya sea el agua.

Una vez que los dos gametas se hallan el uno en presencia del otro, se atraen mutuamente, apareciendo en la superficie del óvulo una pequeña protuberancia llamada *cono de atracción,* hacia la cual se dirige el espermatozoide.

Al ponerse éste en contacto con el óvulo, se dobla, de manera que la parte entre la cabeza y la cola es la primera que se introduce en el gameta femenino. En el acto fórmase alrededor de éste una fina membrana que impide el acceso a cualquier otro espermatozoide. El centrosoma del espermatozoide fecundante penetra en el citoplasma del óvulo llevando en pos de sí la cabeza, que contiene el núcleo, designado con el nombre especial de *pronúcleo masculino,* mientras la cola se desprende y se destruye, y en seguida divídese en dos dicho centrosoma, a la vez que el núcleo del óvulo (*pronúcleo femenino*) se aproxima, reuniéndose ambos pronúcleos y disponiéndose los cromosomas de ambos en un mismo plano ecuatorial.

Restablecido así el número normal de cromosomas, el núcleo que resulta de dicha reunión, denominado *núcleo de segmentación,* sufre en seguida una cariocinesis normal, formándose así las dos primeras células del futuro nuevo ser, o *blastómeros,* cuyos núcleos han heredado cada uno la mitad de los cromosomas masculinos y la mitad de los cromosomas femeninos.

El espermatozoide aporta, pues, a la cigota un pronúcleo (también llamado *seminúcleo* por tener la mitad de los cromosomas), un centrosoma, algunos mitocondrios y escasa cantidad de proto-



Esquema de los momentos sucesivos de la fecundación: A, formación del cono de atracción en el óvulo y aproximación del espermatozoide; B, entrada del espermatozoide en el óvulo; C, aproximación de los dos pronúcleos; D, unión de los pronúcleos; E, cariocinesis del núcleo de segmentación; F, separación de los dos blastómeros.

plasma; el óvulo suministra otro pronúcleo o seminúcleo, abundante protoplasma y sustancias de reserva.

Al hecho de que, desde la formación de la cigota, cada nuevo ser herede la mitad de sus cromosomas del padre y la otra mitad de la madre, se debe que éstos transmitan al hijo sus caracteres. La constitución química y las propiedades físicas de los cromosomas son, en efecto, las que determinan los caracteres, no sólo morfológicos, sino también fisiológicos y aun psicológicos, de los animales.

Sabido esto, parecería lógico que un animal heredase también los dos sexos de sus padres. Veamos por qué no ocurre así.

Aunque se dice que el número normal de cromosomas es constante para cada especie, en realidad ese número no siempre es uno mismo en los dos sexos. En muchos animales (por ejemplo, en todos los mamíferos y en los insectos, menos las mariposas) todas las células de las hembras poseen un número par de cromosomas, cada dos de los cuales son iguales en forma y tamaño, de modo que forman dos series iguales; pero en las células de los machos hay un cromosoma menos, así es que una de las dos series queda incompleta. Cuando se efectúa la sinapsis en el oocito, cada cromosoma se une con su igual para formar un cromosoma bivalente; al ocurrir el mismo fenómeno en el espermatocito, queda un cromosoma suelto, por no tener igual con que unirse. A este cromosoma sin compañero se le llama *cromosoma X,* o *heterocromosoma,* y lo mismo se llaman los dos cromosomas iguales a él que tiene la hembra. De ahí que si una especie tiene, por ejemplo, doce cromosomas, se exprese este número con la fórmula 10 + X + X para la hembra y 10 + X para el macho. El número 10 representa en este caso las cinco parejas completas que existen en ambos sexos.

Dícese, por consiguiente, que en los mamíferos y en los insectos las células femeninas son del tipo XX, y las masculinas del tipo XO; pero hay otros animales, entre ellos las aves y las mariposas, en que las cosas ocurren a la inversa, esto es, en que la fórmula XO corresponde a la hembra y la XX al macho. En todos los grupos de animales hay especies en que ambos sexos tienen el mismo nú-

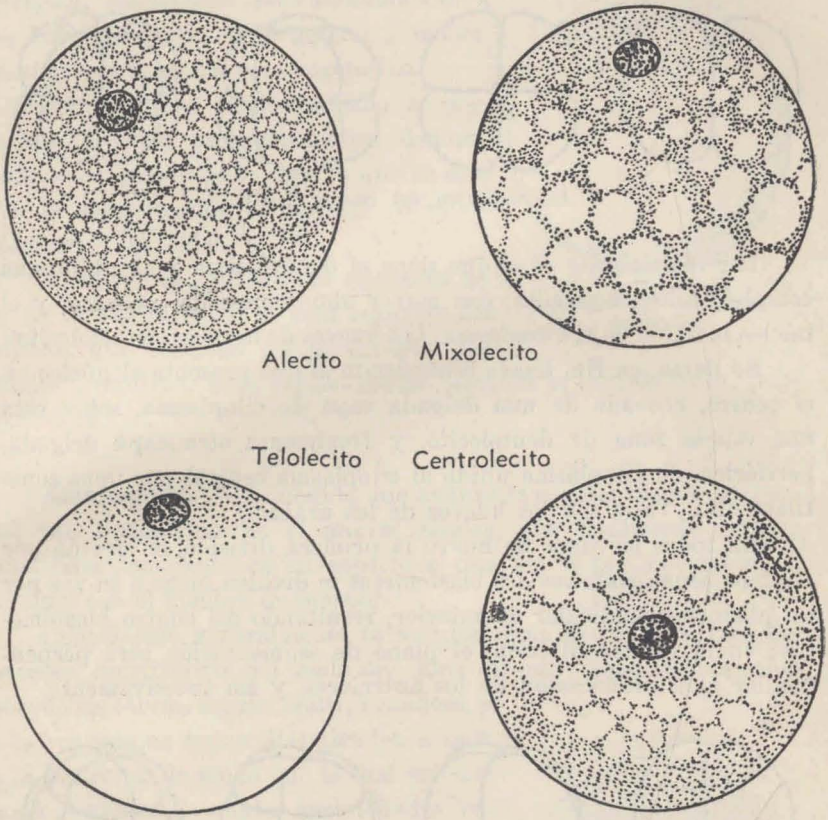
mero de cromosomas, pero en este caso también uno de los sexos posee un solo cromosoma X, y el que debería formar pareja con él es tan distinto, que no puede asociársele en la sinapsis. A este cromosoma se le denomina Y, y al sexo que lo representa se le asigna la fórmula XY, en vez de XO.

A causa de esta diferencia, en el momento de la fecundación queda determinado el sexo del futuro ser. En efecto, si un oocito responde a la fórmula XX, al dividirse por cariocinesis acompañada de sinapsis, un cromosoma X será expulsado con el glóbulo polar y el otro X quedará en el oocito secundario; y cuando éste se divida a su vez, resultará otra vez un X en el segundo glóbulo polar y otro X en el óvulo, de modo que todo óvulo tendrá necesariamente un cromosoma X. En cambio, como el espermatocito de la misma especie será del tipo XO, cuando se divida, una de las prespermátidas se llevará el único cromosoma X y a la otra le corresponderá el O, y mientras la primera producirá por cariocinesis dos espermátidas (más tarde convertidas en espermatozoides) con X, la segunda, que carece de este cromosoma, producirá dos sin él, resultando así que sólo la mitad de los espermatozoides poseerán cromosoma X. Ahora bien, si uno de estos espermatozoides con X fecunda un óvulo, que siempre tiene X, la cigota resultante poseerá dos cromosomas X, y por tanto será femenina, pero si el óvulo es fecundado por un espermatozoide sin X, la cigota solo tendrá un cromosoma X, y por consiguiente será masculino.

Si la fórmula del macho es XY, el resultado será el mismo: óvulo con X fecundado por espermatozoide con X dará una cigota del tipo XX, hembra; óvulo con X fecundado por espermatozoide con Y dará una cigota del tipo XY, macho. Apenas es necesario añadir que basta invertir los términos para comprender los resultados en los casos en que la fórmula XX corresponde al sexo masculino.

Segmentación. — Llámase segmentación al fenómeno en virtud del cual un huevo fecundado se divide hasta llegar al primer estado embrionario. La segmentación se inicia con la división en los dos primeros blastómeros.

La segmentación puede ser de varias maneras, según la cantidad y disposición del deutoplasma. De acuerdo con estas características, el huevo puede ser *alecito, mixolecito, telolecito* o *centrolecito.*

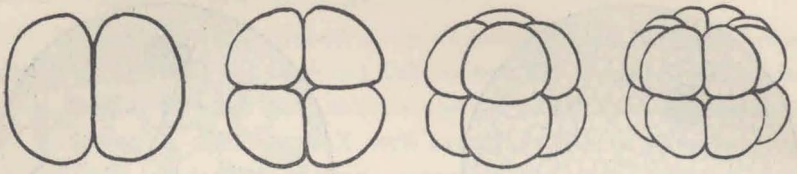


Esquema comparativo de los distintos tipos de huevo. La parte blanca representa el deutoplasma, y la parte punteada el citoplasma.

Huevo alecito es el que tiene una reducidísima cantidad de deutoplasma, esparcido por igual en el citoplasma, y cuyo núcleo está en posición central; por ejemplo, el huevo de los mamíferos.

Huevo mixolecito es aquel en que el deutoplasma está mezclado con el citoplasma, pero predominando aquél en un polo y éste en

el otro. El polo en que predomina el citoplasma se llama *polo animal*, y *polo vegetativo* aquel en que abunda más el deutoplasma. El núcleo no está centrado, sino más próximo al polo vegetativo. Ejemplo, el huevo de las ranas.

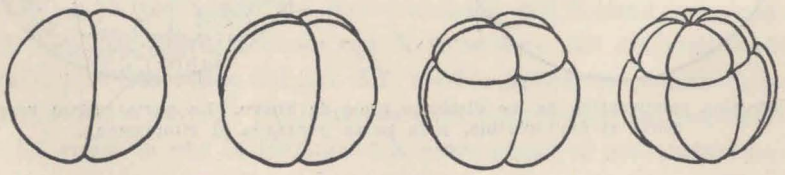


Segmentación del huevo alecito.

Huevo telolecito es el que tiene el deutoplasma y el citoplasma completamente separados, con mayor abundancia del primero, y el núcleo incluído en el citoplasma. Los huevos de las aves son telolecitos.

Se llama, en fin, huevo centrolecito al que presenta el núcleo en el centro, rodeado de una delgada capa de citoplasma, sobre esta una espesa zona de deutolecito, y finalmente otra capa delgada, periférica, de citoplasma unida al citoplasma central por unos como filamentos. Tales son los huevos de las arañas.

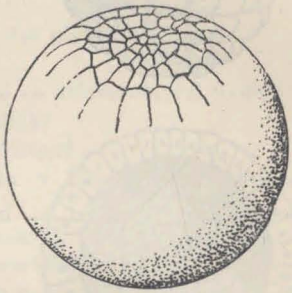
En todos los tipos de huevo la primera división se efectúa por el plano ecuatorial. Los dos blastómeros se dividen luego a su vez por un plano perpendicular al anterior, resultando así cuatro blastómeros; en la tercera división, el plano de segmentación será perpendicular a la intersección de los anteriores, y así sucesivamente.



Segmentación del huevo mixolecito.

Cuando el huevo es alecito, todos los blastómeros, en cada división, resultan iguales entre sí. Dícese por eso que la segmentación es *total* (o también *holoblástica*) e *igual*.

Si el huevo es mixolecito, la mayor cantidad de deutoplasma y su acumulación hacia un polo hacen que los blastómeros del polo animal sean más pequeños que los del polo vegetativo. A este tipo de segmentación se le denomina *total y desigual*, llamándose *microblastómeros* a los blastómeros del polo animal y *macroblastómeros* a los del polo vegetativo.



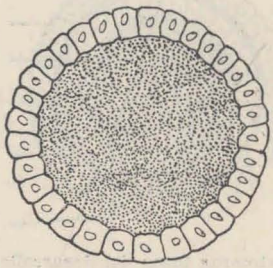
Segmentación del huevo telolecito.

En el huevo telolecito, sólo se segmenta la parte protoplasmática, denominada *disco germinativo*, por lo que se dice que la segmentación es *parcial* (o *meroblástica*) y *discoidal*.

El huevo centrolecito se segmenta sólo en la periferia, a la cual emigran los núcleos que resultan de la división del núcleo primitivo. Esta segmentación también es meroblástica, pero *periférica*.

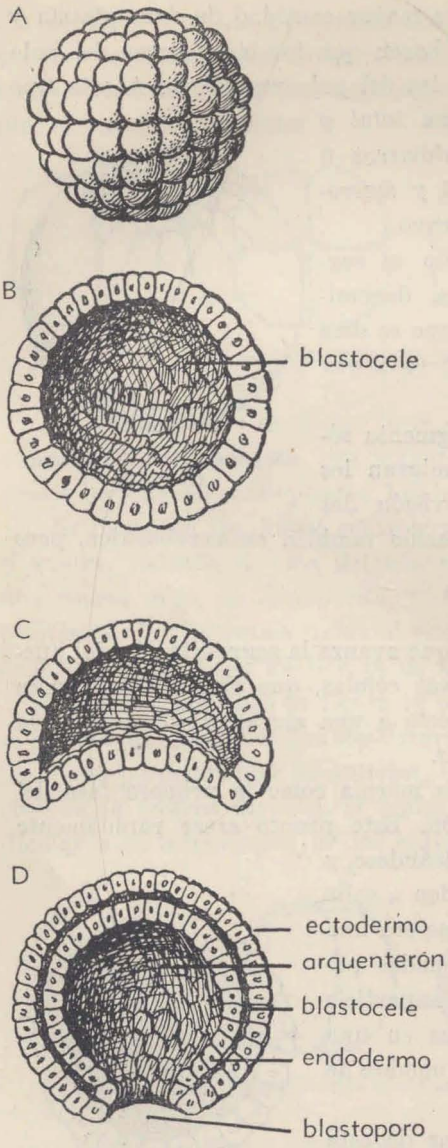
Embriogenia. — A medida que avanza la segmentación del huevo, van formándose en él nuevas células, que finalmente forman una masa semejante en su aspecto a una mora, por lo cual se la designa con el nombre de *mórula*.

Considérase generalmente la mórula como la primera fase del proceso constitutivo del embrión. Este pronto crece rápidamente porque las células siguen multiplicándose, y a la vez porque todas ellas tienden a salir a la periferia, de modo que lo que era una masa compacta de células apelotonadas pasa a ser una esfera hueca cuya superficie la forman las células dispuestas en una capa. Esta segunda fase recibe el nombre de *blástula*.



Segmentación del huevo centrolecito.

Más tarde, la mitad inferior de esta esfera se va hundiendo poco a poco, hasta aplicarse contra la parte interna de la mi-



Primeras fases del desarrollo embrionario: A, mórula; B, blástula; C, fase de invaginación; D, gástrula.

tad superior, y los bordes del hueco así formado se van acercando, como para cerrarlo. Este hueco o cavidad representa el primer indicio de un aparato digestivo, lo que se llama el *arquénteron,* y de ahí que se denomine a esta fase embrionaria *gástrula* (vientrecillo). La abertura del arquénteron es conocida como *blastóporo.*

Por efecto de la aplicación de la parte hundida de la gástrula contra el interior de la parte envolvente, resultan dos capas concéntricas de células, que se denominan *hojas blastodérmicas.* La capa externa recibe el nombre especial de *ectodermo,* y la interna el de *endodermo.* En los animales pluricelulares de estructura más simple, todo el organismo se forma a expensas de estas dos hojas blastodérmicas, pero en los demás se origina entre ellas una tercera capa, el *mesodermo,* que realmente se compone de dos capas concéntricas, separadas por un espacio llamado *celoma.*

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué se entiende por reproducción?
2. — ¿Qué son células germinales?
3. — ¿Cuáles son los dos tipos fundamentales de reproducción?
4. — ¿Qué son gametas?
5. — ¿A qué se llama huevo, y qué es una cigota?
6. — ¿Qué es el óvulo?
7. — ¿Qué es el espermatozoide, y en qué se diferencia del óvulo?
8. — ¿Qué es reproducción partenogenética?
9. — ¿Qué es fecundación, y cómo se verifica?
10. — ¿En qué consiste la segmentación y de cuántas maneras puede ser?
11. — ¿Cuántos tipos de huevo se distinguen en los animales?
12. — ¿Cuántas y cuáles son las fases embrionarias?
13. — ¿Qué son las hojas blastodérmicas y cómo se denomina cada una de ellas?

CAPÍTULO V

LA ESTRUCTURA DE LOS METAZOARIOS

Diferenciación celular. — De las tres hojas blastodérmicas (y en algunos casos de sólo dos de ellas) derívanse, en virtud de repetidas divisiones, todas las células que constituyen un organismo metazoario.

Pero estas células, según se multiplican, van modificándose, diferenciándose unas de otras y agrupándose para desempeñar distintas funciones.

En el animal multicelular hay, pues, una verdadera división del trabajo, análoga a la que se observa en la sociedad humana. En los pueblos más primitivos cada individuo tiene que bastarse a sí mismo, procurándose o fabricando todo lo que necesita para vivir, mientras que en los pueblos que tienen una cultura más avanzada, hay diversas profesiones u oficios, cada una de las cuales tiene una ocupación distinta y cumple una misión diferente, pero cooperando todas a la vida de la colectividad. Del mismo modo, mientras en el animal unicelular desempeña su única célula todas las funciones, en los animales multicelulares cada función la cumple una agrupación especial de células, aunque todas contribuyen a la vida del individuo.

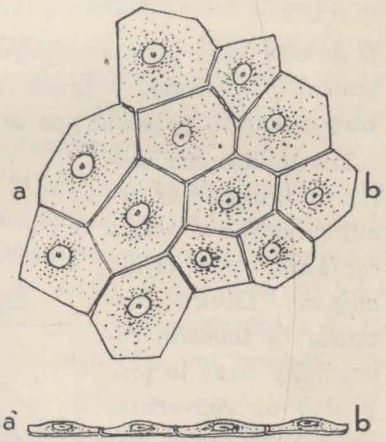
De acuerdo con esta ley, llamada *ley de la división del trabajo*, un organismo animal es tanto más complejo cuanto más desarrollada

esté la distribución de las funciones entre los elementos celulares que lo componen.

Los tejidos. — El conjunto de células asociadas entre sí para determinadas funciones y semejantes en su estructura y en sus propiedades fisiológicas y químicas, se denomina *tejido.*

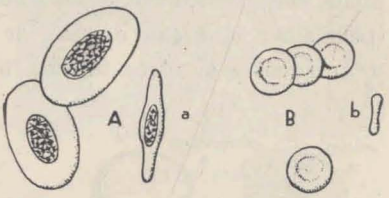
Un tejido puede estar formado por células muy sencillas y poco modificadas, o por células muy modificadas. Además, en el primer caso pueden las células hallarse unidas directamente entre sí, o separadas por una sustancia intercelular, que puede ser líquida, semilíquida o sólida.

El tejido formado por células unidas directamente, sin ninguna sustancia intercelular o con una cantidad insignificante de ella, se llama *tejido epitelial.* Es el que forma la piel y otras membranas de revestimiento, ya sea externo o de los órganos internos. Las membranas que cubren el exterior se denominan, en general, *epitelios,* llamándose *endotelios* las que recubren los órganos internos.



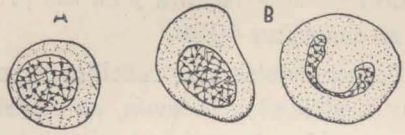
Tejido epitelial pavimentoso, y corte vertical del mismo tejido.

Los tejidos que tienen sustancia intercelular líquida son el *tejido sanguíneo* y el *tejido linfático.* El tejido sanguíneo, o sangre, se compone de tres clases de células flotando en una sustancia líquida llamada *plasma,* a saber: los *hematíes* o *glóbulos rojos,* que contienen *hemoglobina,* sustancia muy ávida de oxígeno, cuya misión



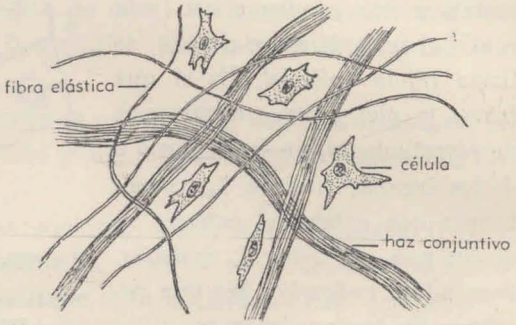
Glóbulos rojos de la sangre, vistos con un aumento de 720 diámetros: A, de la rana; B, del hombre; a y b, uno de ellos visto de perfil.

es llevar a todo el organismo el oxígeno del aire; los *leucocitos* o *glóbulos blancos,* células de aspecto amiboide que destruyen y digieren las partículas extrañas que pueden penetrar en la sangre, y las *plaquetas,* que tienen la propiedad de acumularse en cualquier rotura experimentada por las cavidades que contienen la sangre, taponando la herida y cortando la hemorragia. El tejido linfático se compone sólo de leucocitos flotando en un plasma. Una variante de este tejido es la *hemolinfa,* que hace las veces de sangre en los animales inferiores, y puede llevar en disolución hemoglobina u otra sustancia parecida que se denomina *hemocianina.*

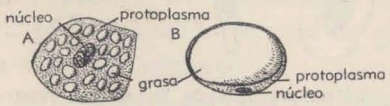


Leucocitos de la sangre, vistos con un aumento de 720 diámetros: A, de la rana; B, del hombre.

Los tejidos con sustancia intercelular semilíquida son el *tejido conjuntivo* y el *tejido adiposo.* Dicha sustancia es llamada *colágeno,* y tiene la propiedad de convertirse en gelatina por la cocción. El tejido conjuntivo se distingue por tener fibras elásticas y unos *haces conjuntivos* formados por la reunión de varias fibras paralelas; contiene células de forma estrellada y su misión es reunir entre sí otros tejidos, o bien distintos órganos. El adiposo se diferencia en que sus células, en vez de ser estrelladas, son más o menos esféricas y contienen grasa, y sirve como almohadilla para amortiguar ciertos choques o rozamientos, así como para retener



Elementos del tejido conjuntivo.

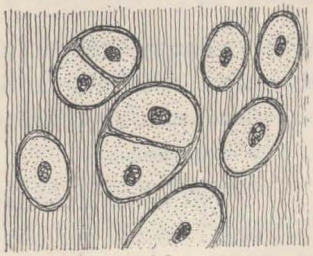


Células adiposas de un insecto (A) y de un cuis (B).

el exceso de alimento, en forma de grasa, de modo que el organismo pueda utilizarlo en tiempo de escasez.

Una variante del tejido adiposo es el *tejido medular,* al que pertenecen la medula amarilla, o tuétano, y la medula roja, una y otra contenidas en los huesos.

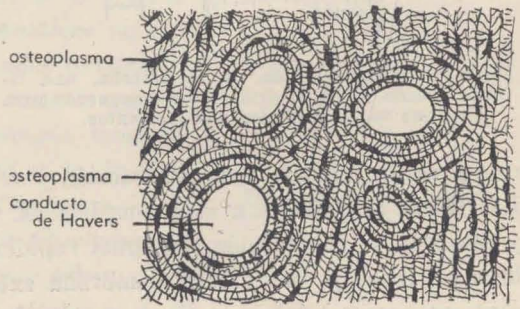
Los tejidos con sustancia intercelular sólida son el *cartilaginoso,* el *óseo* y el *dentario.*



Tejido cartilaginoso.

El tejido cartilaginoso, que constituye los cartílagos, está formado por unas células llamadas *condroblastos,* generalmente reunidas en grupos y envueltas en una sustancia semejante al colágeno, pero sólida y translúcida, denominada *condrina.*

El tejido óseo, exclusivamente propio de los animales vertebrados, tiene la substancia intercelular formada por una materia colágena que se denomina *osteína,* unida con sales de calcio, y dispuesta en láminas concéntricas que rodean, no sólo las grandes cavidades de los huesos, sino también unos estrechos canalículos, los *conductos de Havers,* que alojan finos vasos sanguíneos. Excavadas en el espesor de dichas láminas hay pequeñas cavidades (*osteoplasmas*) unidas entre sí por unos conductos llamados *calcóforos,* y en ellas se encuentran encerradas las células óseas, u *osteoblastos.*

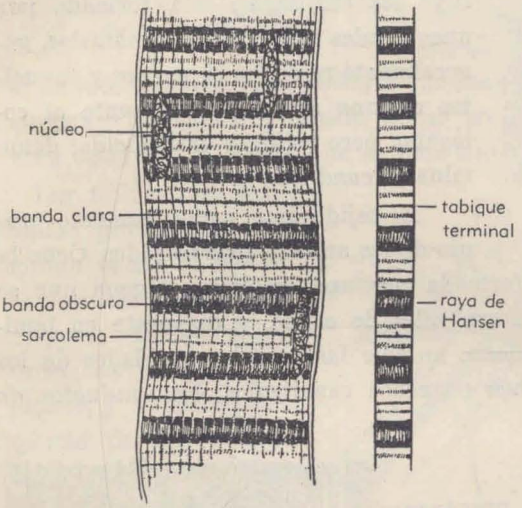


Tejido óseo.

Cuando un hueso se hace viejo, la acumulación de sales de calcio ciega los conductos calcóforos, y no pudiendo llegar las sustancias

nutritivas hasta las células, éstas mueren y dentro del hueso sólo queda con vida su medula.

El tejido dentario, también llamado *dentina,* y más vulgarmente *marfil,* se asemeja al tejido óseo en su composición, pero es de distinto origen, pues se deriva del ectodermo, mientras que el tejido óseo procede del mesodermo. Su sustancia intercelular está dispuesta en forma de tubitos que encierran prolongaciones de unas células alargadas, llamadas *odontoblastos.*



Fibra muscular estriada. A la derecha, una fibrilla aislada y con su grueso muy exagerado para que se vean mejor sus elementos.

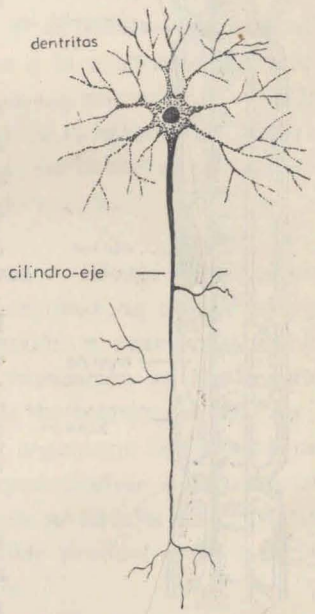
Los tejidos que tienen células muy modificadas son el *muscular* y el *nervioso.*

El tejido muscular está formado por células sumamente contráctiles, de forma muy alargada, que reciben el nombre de *fibras musculares.* Estas fibras pueden ser lisas o estriadas, y de ahí que el tejido muscular se divida igualmente en *liso* y *estriado.* Las fibras lisas son de estructura muy sencilla, con uno o varios núcleos, y su contracción y retracción son muy lentas. Las fibras estriadas son más complicadas, se contraen rápidamente y cesan en su contracción con igual rapidez. Cada una de estas fibras estriadas presenta una membrana externa llamada *sarcolema,* contiene varios núcleos y tiene un citoplasma dispuesto en forma de un haz de numerosas fibrillas, cada una de las cuales ofrece una serie de bandas alternativamente más claras y más oscuras. La coincidencia de estas bandas en todas las fibrillas da a la fibra una

apariencia de estriación transversal. Cada banda clara está interrumpida por una estrecha zona oscura que corresponda a un tabique, y en cada banda obscura hay igualmente una banda clara que es un tabique intermedio (*raya de Hansen*). Bajo una excitación nerviosa o la acción de la electricidad las zonas o bandas oscuras son marcadamente contráctiles, y las zonas o bandas claras están dotadas de elasticidad, debiéndose a esto la rapidez de movimientos del tejido muscular estriado.

Este tejido constituye los músculos de movimientos más vivos, que por regla general son los que dependen de la voluntad, mientras que el tejido muscular liso corresponde a los movimientos lentos, generalmente involuntarios.

El tejido nervioso se compone de células dotadas de un alto grado de irritabilidad y fibras derivadas de las mismas células. Se da el nombre de *neurona* al conjunto de una célula y una fibra. Cada neurona está formada por el cuerpo de la célula, que contiene el núcleo, y del cual pueden salir unas prolongaciones protoplasmáticas más o menos ramificadas, llamadas *dendritas,* y por una prolongación más larga, de grueso uniforme y terminada también en una ramificación, que es la *prolongación de Deiters* o *cilindro-eje.* Las fibras se derivan de estos cilindros-ejes y pueden ser de dos tipos, a saber:



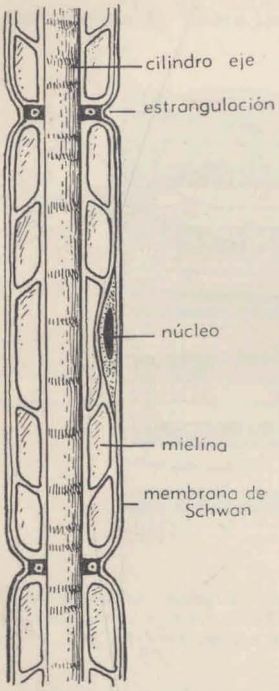
Esquema de una neurona típica.

Fibras *ameduladas, pálidas* o *de Remak,* formadas por un cilindro-eje desnudo.

Fibras *meduladas,* o *de mielina,* en las que el cilindro-eje está revestido de una funda o vaina formada por células llenas de una

sustancia blanca, la mielina, y separadas por unas como estrangulaciones. Generalmente, esta funda celular está a su vez revestida por una película llamada *membrana de Schwann.*

En el tejido nervioso se distinguen la *sustancia gris* y la *sustancia blanca;* la sustancia gris está formada por los cuerpos de las neuronas, sus dendritas, fibras ameduladas y unas células de sostén, denominadas *células de neuroglia;* la sustancia blanca se compone de fibras de mielina desprovistas de membrana de Schwan.



Esquema de una fibra medulada.

Organos, aparatos y sistemas. — Un conjunto de tejidos que se asocian para realizar un acto determinado de la vida, se denomina *órgano.* Por ejemplo, el ala de un ave es un órgano; el corazón de cualquier animal es otro órgano.

Denomínanse órganos homólogos aquellos que, en distintos animales, teniendo un mismo origen y una estructura semejante, cumplen funciones distintas; por ejemplo, nuestros brazos y las alas de las aves son órganos homólogos.

Organos análogos son los que, en distintos animales, teniendo distinto origen y estructura diferente, cumplen una misma función. Pueden citarse como ejemplo las alas de las aves, que son brazos transformados, y las alas de los insectos, que nada tienen que ver con los miembros, sirviendo unas y otras para volar.

Se entiende por *función* un conjunto de actos que concurren a un mismo fin. El conjunto de órganos que intervienen en el cumplimiento de una misma función constituye un *aparato.* Por ejemplo, la respiración es una de las funciones del organismo ani-

mal; todos los órganos que intervienen en la respiración constituyen el aparato respiratorio.

Cuando un aparato está constituído por órganos cuyos tejidos son todos de una misma clase, recibe el nombre particular de *sistema;* por ejemplo, el sistema nervioso, compuesto exclusivamente de tejido nervioso.

Clasificación de los aparatos y sistemas. — Los aparatos y sistemas se clasifican de acuerdo con la finalidad de las funciones a que corresponden.

Hay una función, la reproducción, que se refiere a la existencia de la especie; las demás son relativas a la existencia del individuo, y pueden ser de dos clases: *funciones intrínsecas,* o de la *vida vegetativa,* cuyo objeto es conservar la existencia del individuo, y *funciones extrínsecas* o *de relación,* así llamadas porque ponen al individuo en relación con el mundo exterior.

Aparatos de las funciones intrínsecas. — Desde el punto de vista intrínseco, la vida es un proceso constante de destrucción y reconstrucción de la materia, y de inversión y renovación de la energía, proceso que dura hasta que la reparación es insuficiente para compensar el desgaste, o hasta que lo interrumpe un accidente fatal. Para realizar este proceso, el organismo actúa como un laboratorio a la vez físico y químico, apoderándose de sustancias extrañas para transformarlas, en parte, en materiales de construcción y refacción, y en parte en combustible productor de energía, y eliminando los residuos no aprovechables.

Esta transformación se denomina en fisiología *metabolismo,* y las funciones que a ella contribuyen suelen agruparse bajo el nombre de *funciones de nutrición,* que son las de la vida vegetativa, así denominadas porque el mismo proceso, aun cuando realizado en otra forma, constituye la vida individual de los vegetales.

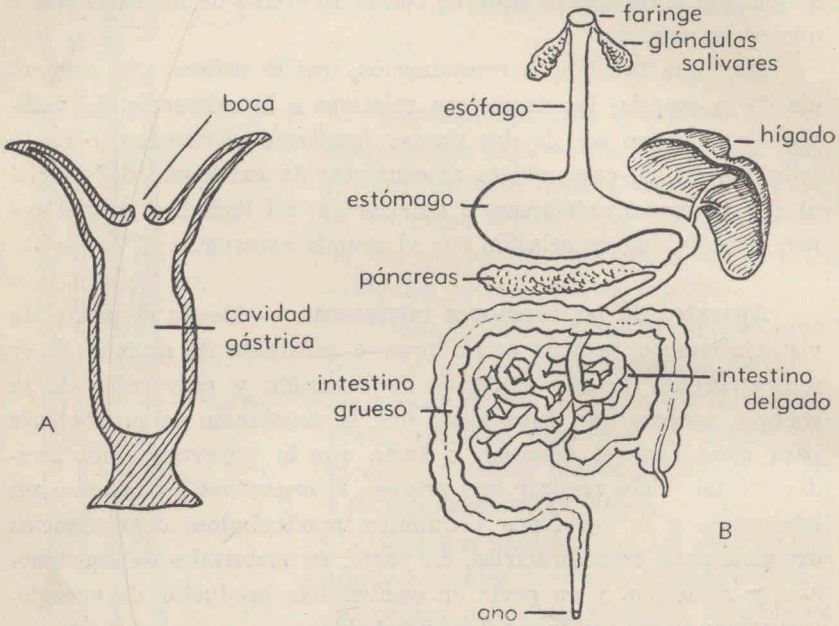
Los aparatos correspondientes a las funciones intrínsecas, de nutrición o de la vida vegetativa, son los siguientes:

El *aparato digestivo,* mediante el cual se apropia el organismo

las sustancias nutritivas y las transforma en sustancias asimilables.

El *aparato respiratorio,* con que el animal absorbe el oxígeno que necesita para la vida y elimina el anhídrido carbónico, perjudicial para las células.

El aparato circulatorio, que reparte por todo el organismo el oxígeno y las sustancias nutritivas, ya transformadas en asimilables.



Esquema comparativo del aparato digestivo en su forma más simple (A, celenterado) y en la más compleja (B, mamífero).

El *aparato excretor,* que facilita la eliminación de las sustancias inútiles o perjudiciales resultantes de las funciones cumplidas por los demás aparatos.

El *aparato secretor,* que elabora sustancias destinadas a facilitar tanto la digestión como otras funciones.

Hay algunos animales multicelulares en los cuales el alimento

es absorbido, como en la célula aislada, a través de su superficie (por ejemplo, la lombriz solitaria), pero lo corriente en ellos es que exista un aparato digestivo formado por una o más cavidades internas, en que los alimentos son recibidos y transformados en materias fáciles de absorber, mediante la acción de ciertos líquidos segregados por glándulas anexas a las mismas cavidades. Puede haber una gran cavidad única que comunica con el exterior por una sola abertura, pero lo más frecuente es que haya un *tubo intestinal* con una gran dilatación, el *estómago,* que es la cavidad digestiva propiamente dicha, y con una *boca* para la entrada de las sustancias alimenticias y un *ano* para la expulsión de la parte sólida no aprovechable de las mismas.

La parte asimilable del alimento pasa a una corriente líquida que la lleva a todos los puntos del organismo, y que también conduce el oxígeno recibido en la respiración, sirviendo la misma corriente para recoger el anhídrico carbónico y demás residuos que han de ser expulsados. El líquido que cumple esta misión es la sangre en los animales más superiores y la hemolinfa en los demás, salvo algunos casos en que la corriente líquida interna consiste en agua que penetra desde el exterior.

La estructura del aparato respiratorio varía según que el animal tome el oxígeno del aire atmosférico o del aire que hay disuelto en el agua.

En el primer caso, para ponerse en contacto con la corriente circulatoria, el aire penetra en el organismo por un sistema de canales o conductos denominados *tráqueas,* o bien llega a unas cavidades especiales por las cuales pasa aquella corriente, que son los *pulmones.* Si el animal tiene respiración acuática, es la sangre o la hemolinfa la que va en busca del aire, pasando para ello por las *branquias,* laminillas o filamentos situados en la periferia del organismo y con paredes muy permeables, donde el aire que hay disuelto en el agua es absorbido en virtud de esta misma permeabilidad.

El líquido que sirve de vehículo al oxígeno y a las sustancias asimilables tiende a ocupar cavidades especiales que constituyen el aparato circulatorio y que en los casos más sencillos forman

las llamadas *lagunas interorgánicas.* En los animales de organización más complicada, existe una red de *vasos* o canales, que tienen como centro un *corazón,* órgano musculoso destinado a impulsar y regularizar la corriente mediante movimientos rítmicos de expansión y contracción.

El aparato excretor, que da salida a los residuos de la nutrición que pudieran ser perjudiciales para el organismo, se compone en su forma más elemental de *protonefridios,* tubos ramificados con salida al exterior, que interiormente terminan en una célula especial (*solenocito*) provista de pestañas vibrátiles cuyo movimiento determina la atracción del líquido a eliminar. A través de la serie zoológica, esta estructura se modifica hasta alcanzar su mayor perfección en los *riñones* de los animales superiores, que eliminan los productos de desecho en forma de *orina.*

Muchas de las sustancias que el organismo no aprovecha directamente para su nutrición son recogidas por *glándulas* o receptáculos especiales que las transforman en otras sustancias que contribuyen a facilitar o regularizar las funciones, especialmente las relativas al mismo metabolismo. Estas glándulas, que componen el aparato secretor, pueden ser *exocrinas,* o de secreción externa, si vierten la sustancia elaborada al exterior o en el aparato digestivo, o bien *endocrinas* o de secreción interna, si su producto pasa directamente al torrente circulatorio para contribuir a conservar el equilibrio metabólico. Una misma glándula puede ser a la vez exocrina y endocrina; por ejemplo, el hígado, que suministra al aparato digestivo la bilis y además elabora el glucógeno, el cual proporciona a la sangre la substancia llamada glucosa.

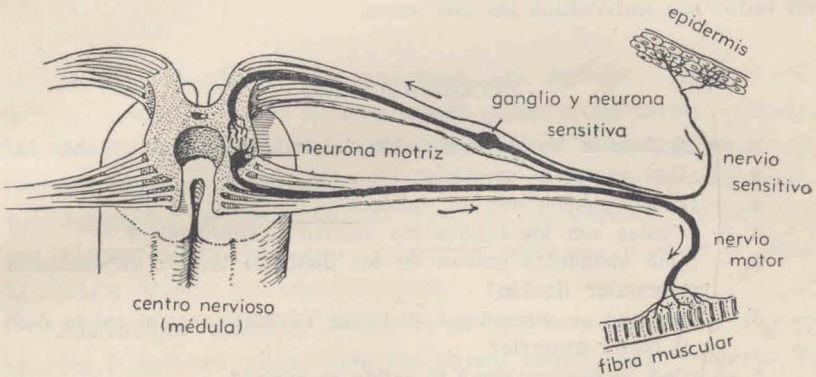
Aparatos de las funciones extrínsecas. — Los aparatos de las funciones extrínsecas o de relación, también llamadas funciones *de la vida animal,* son:

El *aparato sensorial* o *sensitivo,* que establece la relación entre el individuo y el mundo que lo rodea.

El *aparato locomotor,* que permite al organismo moverse y trasladarse.

La sensibilidad, función sensorial, puede descomponerse en

dos fenómenos, a saber: la excitación, o sea la recepción, por un elemento morfológico contráctil, de un estímulo exterior que actúa sobre la periferia del organismo, y la reacción provocada por este estímulo en dicho elemento. Los elementos contráctiles son las neuronas, que pueden estar esparcidas entre otros elementos del organismo, pero que más comúnmente se agrupan en masas o *centros nerviosos,* presentando prolongaciones reunidas en filamentos o cordones llamados *nervios,* cuyo conjunto constituye el *sistema nervioso.* Admítese que las contracciones y reacciones se trasmiten de unas células a otras por las dendritas, pero no por contacto de éstas, sino por aproximación, interrumpiéndose esta actividad cuando las dendritas se contraen (estado de sueño o de fatiga).



Esquema del funcionamiento del sistema nervioso de un vertebrado, en un acto reflejo o involuntario.

El sistema nervioso puede ofrecer diversas disposiciones y distintos grados de complicación, pero siempre se relaciona con las diferentes partes internas del organismo y a la vez se extiende a la superficie de él, donde sus terminaciones constituyen la base de los órganos de los sentidos, que son los receptores de las sensaciones externas de luz, sonido, sabor, etc.

La locomoción, y el movimiento en general, se realizan mediante *músculos* elásticos, cuyas contracciones y distensiones actúan sobre los diversos órganos y de un modo especial sobre apéndices conformados para la marcha, el vuelo o la natación. Estos apéndices,

juntamente con los elementos musculares que los ponen en movimiento, forman el aparato locomotor, que en los animales superiores se complica con la existencia de órganos de sostén, los cuales constituyen el *esqueleto.*

El aparato reproductor. — El único aparato que tiene como finalidad la conservación de la especie es el *aparato reproductor,* cuya parte esencial son las *gónadas* o glándulas que segregan las células germinales. La gónada que produce los espermatozoides se denomina *testículo,* y la que segrega los óvulos, *ovario.* Como ya hemos visto, por regla general hállanse estas glándulas en individuos distintos, que se denominan, respectivamente, *machos* y *hembras;* se denominan *hermafroditas* aquellos animales que reúnen en todos sus individuos los dos sexos.

INTERROGATORIO

1. — ¿Qué es la ley de la división del trabajo y cómo se enuncia?
2. — ¿Qué es tejido en zoología?
3. — ¿Cómo pueden ser los tejidos?
4. — ¿Cuáles son los tejidos sin sustancia intercelular?
5. — ¿Qué elementos entran en los distintos tejidos de sustancia intercelular líquida?
6. — ¿En qué se diferencian el tejido cartilaginoso, el tejido óseo y el tejido dentario?
7. — ¿Qué estructura tiene el tejido muscular?
8. — ¿De qué elementos consta el tejido nervioso?
9. — ¿Qué es un órgano y cómo se llama el conjunto de órganos con un fin común?
10. — ¿Cómo se clasifican los aparatos y sistemas?
11. — ¿Para qué sirve el aparato digestivo y cuáles son sus partes esenciales?
12. — ¿Para qué sirve el aparato respiratorio y cuáles son sus distintos tipos?
13. — ¿Cuál es la misión del aparato circulatorio?
14. — ¿Qué es el aparato excretor?
15. — ¿Qué son las secreciones y de cuántas clases pueden ser?
16. — ¿De qué partes consta el aparato sensorial?
17. — ¿Cómo se realiza la locomoción?
18. — ¿Cuál es el elemento esencial en el aparato reproductor?

Capítulo VI

LOS EQUINODERMOS

Se da el nombre de *equinodermos,* que significa "piel de erizo", a ciertos animales multicelulares marinos de forma esférica, cilíndrica o radiada, en cuya estructura es fácil reconocer radios en número de cinco o un múltiplo de cinco, y que están casi siempre revestidos de un esqueleto externo (*exoesqueleto*), formado por placas calizas, que con frecuencia sostienen espinas o púas. Los *erizos de mar* son equinodermos.

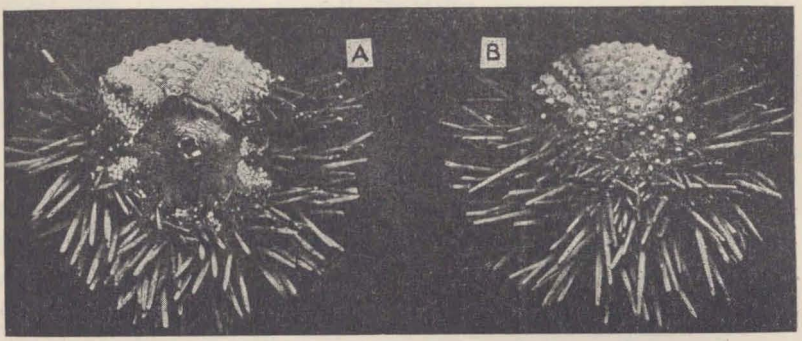
Morfología externa. — El erizo de mar (*Arbacia nigra*) aparece a primera vista como un objeto redondeado, cubierto de púas grandes y chicas, movibles sobre su base. Si se le arrancan estas púas, se descubre un esqueleto, a manera de caja, cubierto de un epitelio muy fino, y formado por gran número de placas calcáreas articuladas entre sí y ornamentadas con unos tubérculos o abultamientos redondos, sobre los cuales se articulan las púas.

Este esqueleto tiene una forma parecida a la de un fruto esférico ligeramente aplastado, y en él pueden distinguirse dos polos, uno superior, o *polo aboral,* y otro inferior, algo más chato, que es el *polo oral.*

El polo aboral presenta en el centro una placa llamada *placa anal,* porque en ella está la abertura del ano, y alrededor cinco placas grandes, cada una de ellas con un orificio de salida de las

glándulas genitales, por lo que se denominan *placas genitales*. Una de estas placas, perforada por numerosos agujeritos, toma el nombre especial de *placa madrepórica*. Con dichas cinco placas alternan otras cinco más pequeñas, cada una con un pequeño poro, que son las *placas neurales*.

En el polo oral se encuentra el orificio de la boca, abierto en medio de una gruesa membrana denominada *perístoma* y dejando ver cinco dientes dispuestos simétricamente en pentágono.

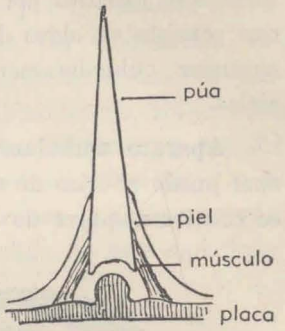


Erizo de mar (**Arbacia nigra**), desprovisto en parte de sus púas para que se vea la disposición de las placas: A, visto por el polo oral; B, visto por el polo aboral. (Según fotografías de Agassiz).

Desde un polo al otro, y dispuestas a la manera de los gajos de una naranja, hay diez zonas de a dos filas de placas; en las cinco zonas que arrancan de las placas genitales, están los tubérculos que sostienen las púas, y con ellas alternan las otras cinco zonas, cuyas placas presentan unos agujeritos por donde salen unos órganos parecidos a patitas, denominados *ambulacros*, cada uno de los cuales es como un pequeño tubo terminado en una ventosa. De aquí que a estas cinco zonas se les llame *zonas ambulacrales*, conociéndose como *zonas interambulacrales* las otras cinco.

Además de las púas y los ambulacros, el erizo de mar tiene, como escondidos entre las primeras, otros apéndices muy pequeños, filiformes, reforzados interiormente por una varilla caliza y termi-

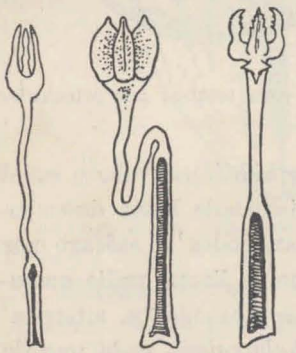
nados en una especie de pinza tridáctila, a la que a veces acompaña una glándula que segrega un veneno. Se da a estos órganos el nombre de *pedicelarios,* y se les considera como armas defensivas del animal.



Disposición de una púa del erizo de mar.

Aparato digestivo. — En la organización interna del erizo de mar son especialmente dignos de estudio los aparatos digestivo y locomotor.

Consta el aparato digestivo de un largo tubo intestinal que, partiendo de la boca, da varias vueltas en la cavidad interna del animal y va a terminar en el ano. Su parte inicial, o *esófago,* y la terminal, o *recto,* son más estrechas que el resto de su extensión. El esófago pasa por el centro de un collar formado de piezas calizas, que sostiene los cinco dientes que rodean la boca, y al cual se le designa con el nombre de *linterna de Aristóteles.* Las piezas que constituyen este collar son cinco y tienen la figura de pirámides triangulares, formando entre todas una pirámide de cinco lados, con el vértice hacia la boca. Cada uno de los dientes está sostenido por una de aquellas piezas, atravesándola de arriba a abajo. Cada diente se prolonga por su extremo superior en una varilla de sustancia más blanda, llamada *pluma,* que crece continua aunque lentamente, compensando así el desgaste del diente por el uso.

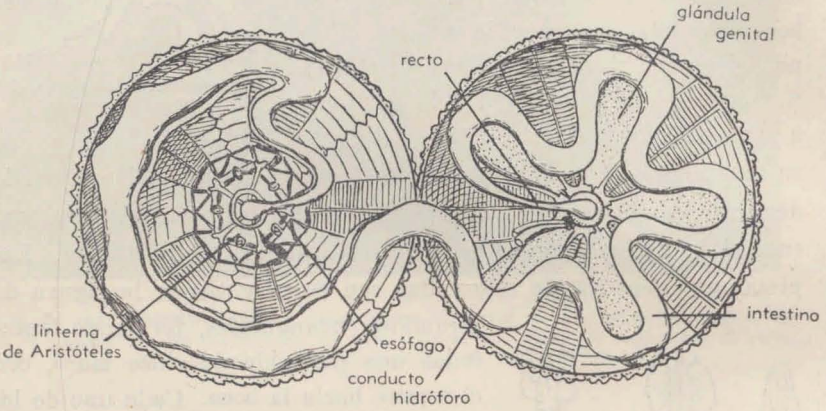

Distintas formas de pedicelarios, muy aumentados.

Las cinco pirámides que forman la linterna de Aristóteles están reunidas entre sí por unas piezas intermedias llamadas, de acuerdo con su forma, *rótulas* y *piezas en Y.* El conjunto total de la linterna se halla sólidamente unido por músculos y li-

gamentos a unos como tubérculos calcáreos que hay en el interior del esqueleto del erizo; se denominan *aurículas.*

La existencia de este complicado aparato para sostener los dientes se justifica por el género de alimentación del erizo de mar, que consiste en algas de las que cubren las rocas, las cuales ha de arrancar cuidadosamente, triturándolas luego para poder digerirlas.

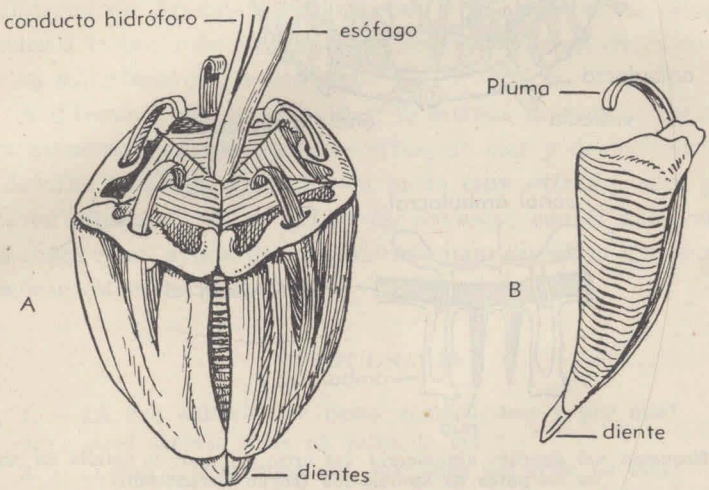
Aparato ambulacral. — El aparato locomotor, mediante el cual puede el erizo de mar trasladarse de un punto a otro, se conoce con los nombres de *aparato ambulacral* o *sistema acuífero.*



Erizo de mar cortado transversalmente y abierto para mostrar sus principales órganos internos.

Comienza este aparato con el *conducto hidróforo,* tubo o canal que, partiendo de la placa madrepórica, desciende hasta desembocar en otro conducto que, a modo de collar, rodea el esófago por encima de la linterna de Aristóteles, y que se llama *anillo ambulacral.* De este segundo canal irradian cinco vesículas y, alternando con ellas, cinco conductos (*canales ambulacrales*), cada uno de los cuales se extiende a lo largo y por dentro de cada zona ambulacral del esqueleto. A uno y otro lado del canal ambulacral, hay dos series de vesículas y de ambulacros, saliendo éstos al exterior, como ya dijimos, por los agujeros de las placas.

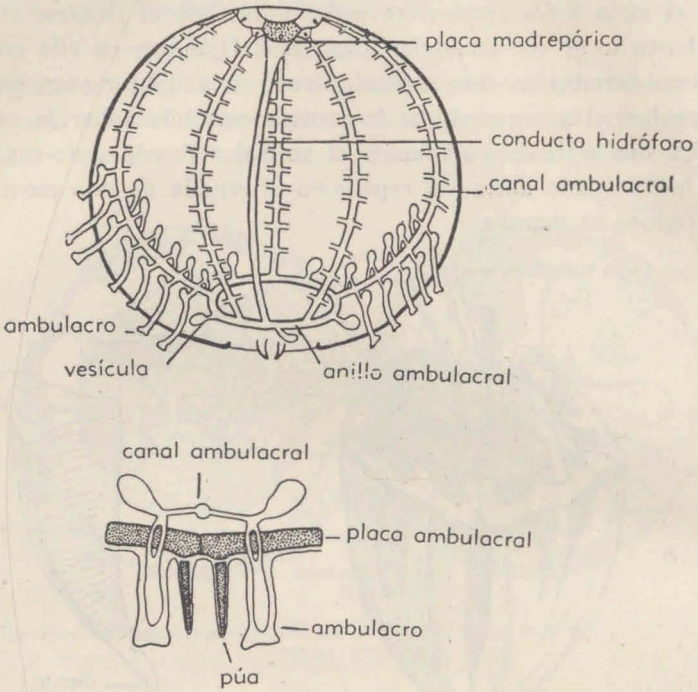
Todo este sistema de conductos y de vesículas no tiene comunicación con el exterior más que por los agujeritos de la placa madrepórica. Por ellos penetra el agua, que corre por el canal hidróforo y el anillo ambulacral, y se reparte por los canales ambulacrales, llegando hasta sus vesículas. Estas, por contracción, envían el agua a los respectivos ambulacros, que al llenarse se estiran hasta tocar con cualquier superficie, fijándose en ella con sus ventosas terminales. Las vesículas vuelven a dilatarse en seguida y absorben el agua, mientras la ventosa continúa adherida. Cuando fija una serie de ambulacros, el animal retira la serie contigua, que había fijado antes; la repetición alternada de este movimiento produce su marcha.



Linterna de Aristóteles (A), y una de sus pirámides aislada (B).

Sistema nervioso. — El sistema nervioso del erizo de mar tiene como centro principal un *anillo periesofágico*, o sea un grueso cordón que rodea el esófago por debajo del anillo ambulacral, y del cual parten cinco *nervios radiales*, cada uno de los cuales se extiende hacia arriba, a lo largo del interior de una zona ambulacral, hasta la placa neural correspondiente. Aquí, pasa por el poro de la placa y se enlaza con una fina red nerviosa superficial, exten-

dida por el epitelio que reviste el esqueleto. En todo su trayecto, cada nervio radial, al llegar al nivel de cada par de ambulacros, presenta dos hilillos nerviosos que atraviesan los orificios ambulacrales y se subdividen, enviando una rama al ambulacro y uniéndose la otra con la red superficial.



Esquema del aparato ambulacral del erizo de mar, y detalle de uno de los pares de ambulacros (según Bernasconi).

Aparato reproductor. — Debajo de cada una de las placas genitales, y comunicando por su orificio con el exterior, se halla una glándula genital, constituída por una bolsa voluminosa. El erizo de mar es *dioico*, es decir, hay individuos machos e individuos hembras; en los primeros, las glándulas genitales segregan espermatozoides; en los segundos, óvulos.

No todos los erizos de mar tienen forma globosa; algunos son muy achatados, y hasta completamente planos, como el llamado

escudo de mar (*Monophora darwinii*). En este caso, las zonas ambulacrales se acortan, presentando un aspecto semejante al de los pétalos de una flor y ocupando solamente la superficie aboral, y el ano aparece en la superficie oral, aunque más cerca del borde que la boca.

También son equinodermos las *estrellas de mar*, así llamadas por su forma de estrella, casi siempre de cinco puntas, denominadas *brazos*. En ellas, la organización interna es muy parecida a la del erizo de mar, pero el tubo digestivo se ensancha considerablemente en su parte media, formando un amplio estómago, y entre éste y el ano presenta unas prolongaciones o *ciegos*, en igual número que los brazos, extendiéndose por dentro de éstos; no existe linterna de Aristóteles, ni dientes, y los ambulacros están dispuestos a lo largo de un surco que corre a lo largo de cada brazo, por su superficie oral o inferior.

A diferencia del erizo de mar, la estrella de mar es carnívora, alimentándose principalmente de erizos de mar y de moluscos. Para devorar su presa, opera de un modo muy extraño: saca por la boca su estómago, vuelto del revés, envuelve con él a su víctima y la digiere con ayuda de un poderoso jugo digestivo que segregan el mismo estómago y sus ciegos.

CUESTIONARIO

1. — ¿A qué animales se llama equinodernos y por qué?
2. — ¿Qué aspecto tiene un erizo de mar?
3. — ¿Cómo se distinguen los dos polos del erizo de mar?
4. — ¿Cómo se distinguen las zonas ambulacrales de las interambulacrales?
5. — ¿Qué son los ambulacros?
6. — ¿Qué estructura tiene la linterna de Aristóteles y para que sirve?
7. — ¿De qué partes consta el sistema acuífero?
8. — ¿Para qué sirve el sistema acuífero y cómo funciona?
9. — ¿Cuáles son los elementos principales del sistema nervioso en el erizo de mar?
10. — ¿Cómo es el aparato reproductor del erizo de mar?
11. — ¿Qué diferencias hay entre la estructura y las costumbres de las estrellas de mar y las de los erizos de mar?

Capítulo VII

LOS CRUSTÁCEOS

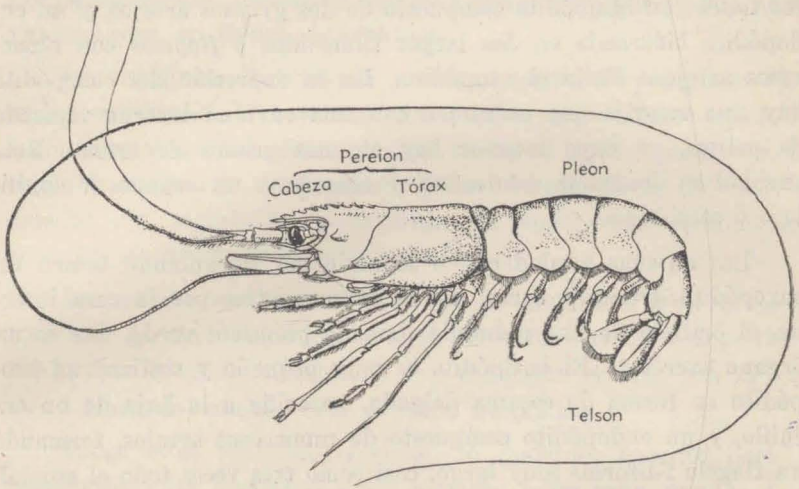
Llámase *crustáceos* a los animales invertebrados, es decir, sin un esqueleto interno, que tienen los tegumentos externos endurecidos por una sustancia llamada *quitina*, poseen muchos pares de patas, respiran por medio de branquias el aire disuelto en el agua, y presentan en la cabeza cuatro apéndices denominados *antenas*.

Como su respiración es acuática, se comprende que los crustáceos viven, por regla general, en el agua, sea ésta salada o dulce, aunque algunas especies, por excepción, habitan la tierra húmeda. Un ejemplo, de crustáceo bien conocido es el *langostín* o langostino (*Hymenopenaeus mülleri*).

Morfología externa. — Examinando un langostín, lo primero que nos llama la atención es que su cuerpo, revestido de una especie de cáscara, formada por el tegumento quitinizado, presenta tres partes bien distintas: una anterior, a modo de caparazón de una sola pieza, que por encima y hacia delante lleva un apéndice dentado parecido a una sierra, y otra posterior formada por seis segmentos o anillos que le dan cierta flexibilidad. Ambas partes llevan por debajo dos hileras de apéndices, y además, a continuación del último segmento de la parte posterior hay otro apéndice puntiagudo, semejante a una plumilla de escribir, entre otros cuatro que tienen forma de palas.

La parte anterior es en realidad el conjunto de dos partes del animal, la *cabeza* y el *tórax*, y se denomina *cefalotórax* o *pereion;* la parte posterior es el *abdomen* también llamado *pleon*, y el apéndice puntiagudo con que termina es la *cola* o *telson*.

Cada una de estas partes posee apéndices propios, destinados a cumplir diversas funciones; unos son órganos de los sentidos, otros constituyen un aparato para la masticación de los alimentos, mientras que otros sirven para la locomoción, y aun de éstos, algu-



Langostín (Hymenopenaeus mülleri)

nos ayudan también a la masticación y otros se relacionan con el aparato respiratorio.

Estos apéndices tienen también sus tegumentos más o menos impregnados de quitina, y por consiguiente endurecidos, de modo que para su movimiento han de estar articulados, es decir, formados por varias piezas, denominadas *artejos*. Todos ellos aparecen como modificaciones de un tipo general, en el cual se podría distinguir, a partir del cuerpo, un primer artejo, el *coxopódito*, al cual sigue otro denominado *basipódito*, y después de dos ramas igualmente articuladas, una interna (*endopódito*) y otra externa (*exopódito*).

Apéndices sensoriales. — Los apéndices que sirven como órganos de los sentidos son las antenas y los ojos, y están situados en la parte anterior de la cabeza. Las antenas parecen ser órganos del tacto; los ojos lo son de la vista. Hay dos clases de antenas: *anténulas* y antenas propiamente dichas.

Las anténulas, o primer par de antenas, están formadas por un coxopódito que presenta una profunda depresión, contra la cual se aplica el ojo, y una prolongación delgada y orlada de pelitos tiesos; un basipódito compuesto de dos gruesos artejos, y un endopódito bifurcado en dos largos filamentos o *flagelos* con numerosos artejos. Falta el exopódito. En la depresión del coxopódito hay una rendija que comunica con una cavidad interna tapizada de pelitos, en cuyo interior hay algunos granos de arena. Esta cavidad se denomina *estatocisto*, y constituye un órgano de equilibrio o estabilidad.

Las antenas verdaderas, o segundo par de antenas, tienen un coxopódito grueso y corto, donde se encuentra, por la cara interna, el orificio de una glándula llamada *glándula verde*, que es un órgano excretor. El basipódito es muy pequeño y sostiene un exopódito en forma de escama delgada, parecida a la hoja de un cuchillo, y un endopódito compuesto de numerosos artejos, formando un flagelo filiforme muy largo, casi como tres veces todo el animal.

Los ojos se consideran como apéndices adaptados para la visión, aunque no se asemejen a los demás apéndices, porque si se amputa un ojo, vuelve a crecer, pero ya no como ojo, sino en forma de otra antena. Están sostenidos por un pedúnculo formado por un coxopódito muy pequeño, un basipódito ancho y corto, transversal, y un endopódito que consta de dos artejos. El segundo de éstos lleva el ojo, que es compuesto, esto es, formado por gran número de elementos llamados *ommatidias*, cada uno de los cuales viene a ser como un pequeño ojo, pero con una córnea común, apareciendo bajo la forma de una esferilla de color negro.

Apéndices bucales. — Los apéndices que constituyen el apara-

to bucal o masticador son tres pares, uno de *mandíbulas*, otro de *maxílulas* y otro de *maxilas*.

Las mandíbulas constan de un coxopódito robusto, en figura de hoja dentada en el extremo; sostiene en el borde un brevísimo basipódito y un endopódito formado por dos artejos, constituyendo lo que se llama el *palpo mandibular*. Están situadas a uno y otro lado de la boca, la cual presenta por delante un *labio superior quitinizado*, de forma triangular, y por detrás un *labio inferior*, o *paragnato*, formando una lengüeta compuesta de dos piezas yuxtapuestas, en figura de espátulas.

Las maxílulas, o pequeñas maxilas, constan de dos piezas alargadas en sentido transversal, que pueden considerarse como un coxopódito y un basipódito; ambas tienen el borde interno ensanchado y provisto de dientecillos y pelitos cortos. Cerca del extremo externo del basipódito, se articula un endopódito membranoso, acompañado de un minúsculo exopódito.

Las maxilas son más robustas que las maxílulas y están constituídas de un modo parecido, pero el borde interno del coxopódito y del basipódito están bifurcados, y el exopódito es muy grande, ancho y alargado, con el borde provisto de pelitos.

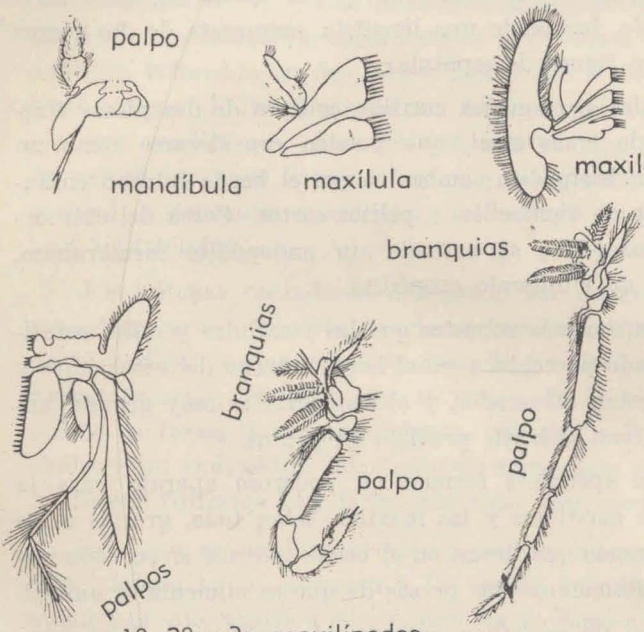
Todos estos apéndices forman un poderoso aparato para la masticación; las maxílulas y las maxilas, sobre todo, gracias a los dentículos quitinosos que llevan en el borde interno, sirven admirablemente para desmenuzar las presas de que se alimenta el animal.

Aun cuando no se hallen enteramente junto a la boca, sino en el tórax, considéranse como formando parte del aparato bucal los tres primeros pares de apéndices torácicos, por intervenir en la presión y masticación de los alimentos, a lo cual se debe también que sean conocidos con los nombres de *maxilípedos* o *patas-maxilas*.

Los maxilípedos del primer par tienen un coxopódito provisto de una prolongación laminar externa y un borde interno con dientes quitinosos; el basipódito, en forma de hoja de cuchillo, también tiene el borde dentado, y hay dos palpos, uno interno, que es el

endopódito, con cuatro artejos delgados y largos, y otro externo, simple, que corresponde al exopódito.

Los maxilípedos del segundo par tienen más aspecto de patas, debido a que su palpo interno es largo y formado por cinco artejos bien definidos que, partiendo de la base, reciben los nombres particulares de *isquiopódito, meropódito, carpopódito, protopódito* y *dactilopódito*. El palpo externo es simple, muy pequeño y provisto de largas cerdas; el basipódito es sumamente chico, y el coxopódito, que lleva una prolongación laminar externa, desempeña una función respiratoria, sosteniendo una pequeña branquia de forma plumosa (*podobranquia*).



Apéndices bucales del langostín (según Fesquet).

El tercer par de maxilípedos establece el tránsito a los apéndices locomotores, ofreciendo en general la misma estructura del segundo, con la diferencia de que es bastante más grande, que su endopódito o palpo interno no es ganchudo, sino recto, y que su primer artejo, o isquiopódito, tiene el borde dentado.

Apéndices locomotores. — Detrás de los terceros maxilípedos siguen cinco pares de patas locomotrices, que por hallarse en el pereion reciben el nombre de *pereiópodos.*

Los pereiópodos del primer par son bastante más cortos que dichos maxilípedos, pero en su construcción se asemejan a ellos, con la diferencia de terminar en una pinza formada por una prolongación del protopódito y el dactilopódito, inserto en la base de esta prolongación. Los dos pares siguientes responden al mismo plan, pero aumentan gradualmente de longitud, lo que se debe sobre todo el alargamiento del carpopódito, que en el tercer par llega a representar por sí solo la mitad de la longitud del apéndice.

El cuarto par de pereiópodos vuelve a acortarse y carece de pinza terminal, pues sus dos últimos artejos son normales. Finalmente, los del quinto par, también sin pinza, son los más largos de todos, teniendo todos los artejos muy delgados y prolongados.

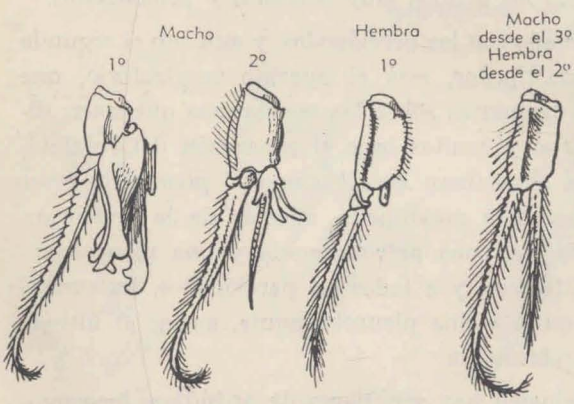
Intimamente vinculado con los pereiópodos, y aun con el segundo y tercer pares de maxilípedos, está el aparato respiratorio, que consiste en branquias dispuestas sobre las membranas que unen dichos apéndices al cuerpo y ocultas bajo el caparazón del cefalotórax. Las primeras se denominan *artrobranquias, pleurobranquias* las segundas. En el segundo maxilípedo, además de la podobranquia antes mencionada, hay una artrobranquia y una pleurobranquia, mientras que al tercero, y a todos los pereiópodos, les corresponden dos artrobranquias y una pleurobranquia, menos al último, que sólo posee la pleurobranquia.

En el pleon o abdomen hay seis pares de apéndices locomotores, usados para nadar; los de los cinco primeros pares se denominan *pleópodos; noctópodos,* los del sexto. Los pleópodos tienen todos un coxopódito ancho y muy corto, un basipódito robusto de figura prismática, y un exopódito laminar, estrecho, muy flexible, terminado en punta y orillado de pelitos cortos. Además, los del primer par, en el langostín macho, presentan un endopódito transformado en una doble lámina membranosa, con prolongaciones terminadas en ganchos mientras los del segundo llevan un endopódito

parecido al exopódito, aunque más corto y reforzado en la base por dos laminillas alargadas; y todos los demás ofrecen el mismo endopódito sin este refuerzo. En la hembra, todos los pleópodos son de este último tipo, menos el primer par, cuyo endopódito es rudimentario.

Los nectópodos, en fin, están formados por un coxopódito muy corto, un basipódito corto y grueso, y el endopódito y el oxopódito en forma de palas. Estos apéndices, situados a ambos lados del telson, constituyen con éste la llamada *cola* o *aleta caudal* del langostín, que en la natación es el aparato propulsor.

Organización interna. — La anatomía interna del langostín revela algunos detalles que importa conocer. El aparato digestivo consta de un esófago corto, un estómago bastante grande y un largo intestino recto que llega hasta el ano. Antes de la entrada del estómago, derívase del esófago una bolsa o *buche,* armada interiormente de dientecillos quitinosos y destinado a que los alimentos, desmenuzados por las mandíbulas, sufran una trituración completa. Se da a este aparato triturador el nombre de *molino gástrico.*

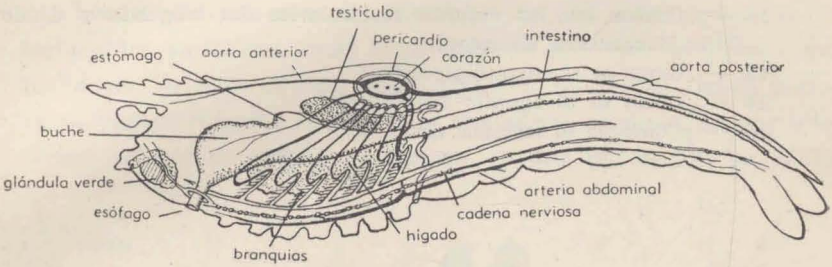


Distintas formas de los pleópodos del langostín.

En el aparato circulatorio, el órgano propulsor de la hemolinfa, líquido que desempeña el papel de la sangre, es un corazón que presenta aberturas laterales, y que por delante y por detrás se prolonga en las *aortas,* vasos más o menos ramificados que desembocan en unas cavidades o *lagunas,* en cuyo interior la hemolinfa

baña los órganos. Una membrana denominada *pericardio* envuelve el corazón, pero sin estar en contacto con él, sino dejando a su alrededor una *cámara pericárdica*. Cuando el corazón se contrae, impulsa la hemolinfa por las aortas hacia las lagunas para irrigar los órganos; la hemolinfa sale de allí, cargada de impurezas, por un gran vaso o seno venoso que la conduce a las branquias, donde se oxigena, pasa luego a la cámara pericárdica, de aquí entra en el corazón cuando, al dilatarse éste, se abren las aberturas laterales, y es de nuevo enviada a las aortas.

En el sistema nervioso, los centros principales son unos abultamientos o *ganglios* dispuestos alrededor del esófago, de los cuales parten unos cordones o series de ganglios más pequeños a lo largo del vientre.



Esquema de la organización interna del langostín.

En cuanto a las glándulas sexuales, tienen su salida al exterior por dos poros situados en la base del último par de pereiópodos en el macho, y en la del tercer par en la hembra.

Hay entre los crustáceos una gran diversidad de aspectos. Los *cangrejos de mar*, por ejemplo, tienen un pereion corto, muy ancho y achatado, y un pleon muy pequeño que se dobla por debajo del pereion, quedando a primera vista invisible. El primer par de pereiópodos es muy grande y forman enormes pinzas; los pleópodos están considerablemente reducidos en número y tamaño, habiendo perdido la función locomotriz.

También son crustáceos, aun cuando adaptados para vivir fuera del agua, los llamados *bichos de humedad* o *bichos bolas*.

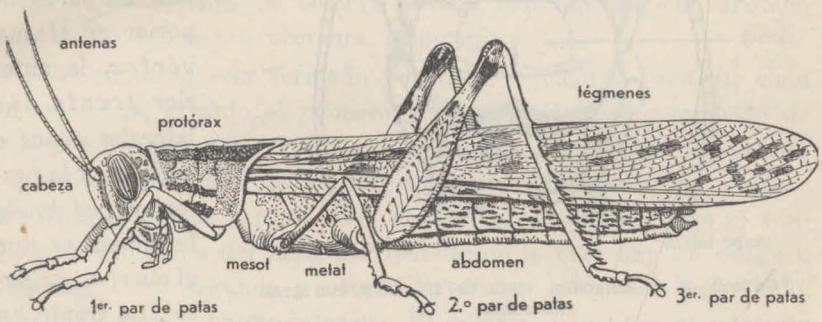
CUESTIONARIO

1. — ¿A qué animales se denomina crustáceos?
2. — ¿Qué partes hay que considerar en el cuerpo de un crustáceo?
3. — ¿Qué partes hay que considerar en cada apéndice de un crustáceo?
4. — ¿Cuáles son los apéndices sensoriales del langostín y cómo es su estructura?
5. — ¿Por qué decimos que los ojos del langostín son apéndices?
6. — ¿Cuáles y cómo son los apéndices bucales propiamente dichos?
7. — ¿Qué son los maxilípedos?
8. — ¿Cuántas clases de apéndices locomotores posee el langostín, dónde está situada cada clase y para qué sirve?
9. — ¿Cómo están construídos los pereiópodos?
10. — ¿Cómo son los pleópodos?
11. — ¿Qué estructura tienen los nectópodos?
12. — ¿Cuáles son los órganos respiratorios del langostín y dónde se encuentran ubicados?
13. — ¿Cómo es el aparato digestivo?
14. — ¿Cómo es el aparato circulatorio?
15. — ¿Cómo es el sistema nervioso?

CAPÍTULO VIII

LOS INSECTOS: ESTRUCTURA

Los *insectos* son animales invertebrados que están revestidos de tegumentos quitinosos, como los crustáceos, pero que se diferencian fácilmente de éstos en tres cosas: primera, en que no tienen branquias, porque respiran el aire de la atmósfera; segunda, en que sólo poseen un par de antenas, y tercera, en que tienen tres pares de



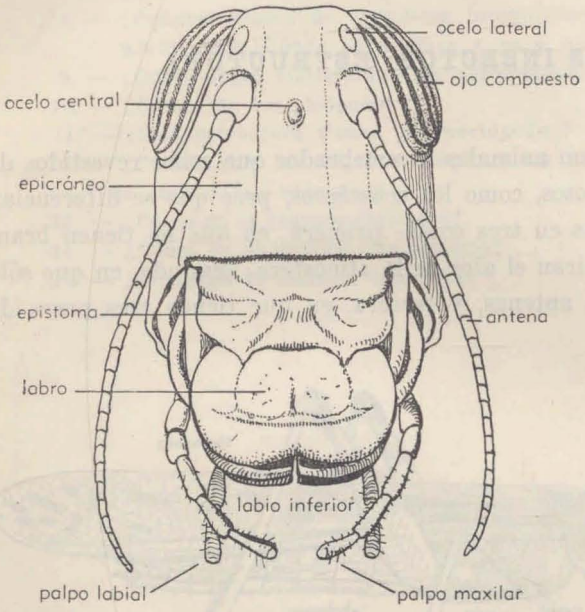
Langosta (**Schistocerca paranensis**)

patas, a lo cual se debe que a veces se les denomine también *hexápodos* (con seis pies). Además, la mayoría de los insectos tienen alas, que no existen en ningún otro invertebrado.

Como ejemplo bien conocido de un insecto podemos tomar la

langosta (*Schistocerca paranensis*), que constituye una de las más temibles plagas de nuestros campos.

Morfología externa. — Si examinamos con detenimiento una langosta, veremos que aparece compuesta de tres partes o segmentos principales: cabeza, tórax y abdomen, y que posee, como el langostín, apéndices sensoriales y bucales en la cabeza, pero apéndices locomotores sólo en el tórax.



Cabeza de la langosta, vista de frente y con gran aumento.

La cabeza, alta y estrecha, está principalmente formada por una especie de caja de lados planos, denominada *epicráneo*, que sostiene los ojos y las antenas. Su parte superior se llama *vértex*, la anterior *frente*, las laterales *genas* o *mejillas*, y la posterior, por donde la cabeza se une al cuerpo, *occipucio*. La frente, en su parte inferior, está cortada transversalmente, articulándose con dos bandas transversas, el *clípeo* y el *postclípeo*, que reunidas constituyen el *epístoma*.

En el tórax se encuentra en primer término, a continuación de la cabeza, una pieza de forma bastante parecida a una montura

de caballo, que recibe el nombre de *pronoto,* y que cubre el dorso y los costados, mientras que en la cara ventral corresponde a ella una especie de arco, el *prosternón,* que presenta en medio una prolongación tuberculosa hacia abajo y otra plana y ensanchada hacia atrás. El conjunto de estas dos piezas es lo que se llama *protórax,* y el referido arco sostiene a uno y otro lado el primer par de patas. Sigue a continuación una especie de coraza que se divide en dos segmentos, el anterior llamado *mesotórax* y el posterior *metatórax,* unidos entre sí por debajo mediante una ensambladura a mallete. Cada uno de estos segmentos está compuesto de una porción superior rugosa (*noto*), otra inferior (*esternito*) y dos laterales (*pleuras*), cada una de las cuales consta de dos bandas oblicuas denominadas *episternito* la primera y *epimerito* la segunda. Las partes correspondientes al mesotórax se denominan *mesonoto, mesosternón* y *mesopleuras,* y las del mesotórax, *metanoto, metasternón* y *metapleuras.*

El mesotórax y el metatórax sostienen cada uno un par de patas y un par de alas. Además, en el borde anterior de la mesopleura, oculto bajo el borde posterior del protórax, y también en el de la metapleura, se observa a cada lado un pequeño orificio, que es un *estigma* o abertura respiratoria.

El abdomen está formado por doce segmentos (*uritos*), cada uno de ellos, excepto el primero y los tres últimos, compuesto de una pieza superior, o *tergito,* y otra inferior o esternito. El primer segmento consta sólo de un tergito, cuyos extremos están profundamente escotados a cada lado, dejando una cavidad para el *tímpano* o membrana del oído, por delante de la cual hay un estigma. Los segmentos segundo a octavo llevan un estigma a cada lado, cerca del ángulo antero-inferior. El octavo urito tiene el esternito prolongado por una especie de canal, y esta modificación aparece aún más acentuada en el noveno; el décimo consiste sólo en el tergito; el undécimo está representado por un pequeño tergito en forma de banda transversal y dos piezas laterales, y el último se halla reducido a una especie de escama o escudete.

Estos últimos segmentos incompletos envuelven y rodean el

aparato genital, cuya parte principal es en el macho un órgano copulador y en la hembra un órgano llamado *ovipositor*.

Organos de los sentidos. — Los órganos sensoriales de la langosta son las antenas, los ojos y los órganos auditivos.

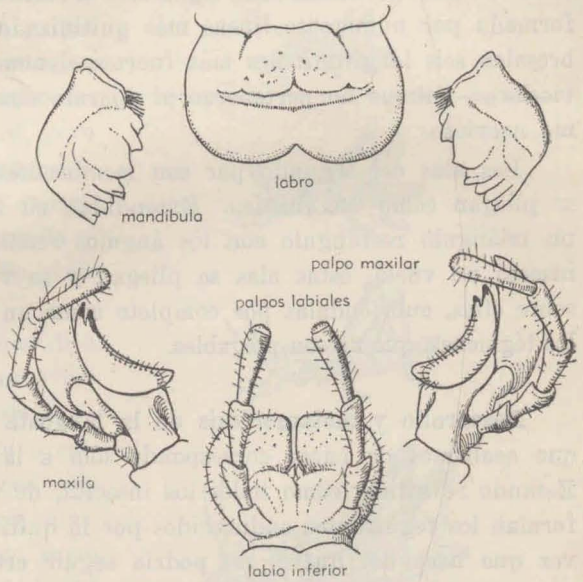
Las antenas, órganos del tacto y, según parece, del olfato, se hallan implantadas en la parte superior de la frente; son delgadas y de una longitud aproximadamente como un cuarto de la del cuerpo del insecto. Cada una de ellas está formada por una base engrosada, llamada *escapo* y un largo filamento o *funículo* dividido en cerca de treinta pequeños segmentos, que son los *antenitos* o *artejos antenales*.

Los ojos son cinco, dos compuestos y tres simples. Los ojos compuestos, situados en lo más alto de los lados de la cabeza, son enormes, ovalados, y están estriados verticalmente, indicando sus estrías las ommatidias u órganos visuales cuyo conjunto constituye el ojo. De los ojos simples u *ocelos*, que son muy pequeños, uno está en medio de la frente, casi al nivel de las antenas, y los otros dos a los lados, inmediatamente delante de los ojos compuestos y por encima de las antenas.

Los órganos auditivos consisten en unas células denominadas *células cordotonales*, alojadas a los lados del primer segmento abdominal, en el fondo de una cavidad cerrada por una membrana vibratoria, que es el antes mencionado tímpano.

Aparato bucal. — La boca de la langosta está hecha para quebrantar sustancias vegetales y por consiguiente se halla rodeada de un complicado conjunto de piezas quitinosas, en parte prensiles y en parte cortantes, que constituyen su aparato masticador. Delante, y articulada con el epístoma, hay una ancha pieza a modo de visera, que es el *labro* o *labio superior;* oponiéndose a él, posteriormente, hay un *labio inferior*, profundamente hendido en medio y provisto a cada lado de un apéndice o *palpo labial*, compuesto de tres artejos. A cada lado de la boca existe una *mandíbula* y a

continuación una *maxila.* Las mandíbulas tienen forma parecida a la del ala de un ave, con el borde dentado y provisto de filas de pelos; son un tanto asimétricas, de modo que la izquierda recubre en parte a la derecha. En cuanto a las maxilas, cada una de ellas consta de una pieza articular o *cardo,* que la une a la cabeza, otra pieza más grande y casi cuadrangular que se denomina *estipes* y de cuya base arranca un *palpo maxilar* compuesto de cinco artejos, una tercera pieza, la *lacinia,* colocada del lado interno, en figura de media luna y terminada en dos fuertes dientes negros, y otra por el lado externo en forma de cucharilla, que es la *gálea.*



Piezas del aparato bucal de la langosta.

Apéndices locomotores. — Los órganos de la locomoción son en la langosta las patas, que le sirven para caminar y saltar, y las alas, que utiliza para volar.

Las patas son seis, implantadas en los tres segmentos torácicos; las del tercer par son mucho más largas y robustas que las del primero y segundo, constituyendo los verdaderos órganos del salto, pero todas constan de los mismos segmentos. El primero de éstos, corto y grueso, denomínase *coxa*; viene después otro más pequeño, llamado *trocánter;* luego el *fémur,* largo y robusto; a continuación la *tibia,* también larga pero delgada y provista por detrás de dos filas de espinitas; finalmente está el tarso, compuesto de tres artejos. El primero de

éstos es alargado y lleva debajo tres pares de almohadillas redondeadas; el segundo artejo, mucho más corto, tiene un solo par de almohadillas, y el tercero, que únicamente presenta una almohadilla, es hueco, a modo de un pequeño embudo, del cual sale una especie de lengüeta ovalada llamada *arolio*, entre dos pequeñas uñas.

La langosta tiene cuatro alas, un par implantado en el mesonoto y el otro en el metanoto. Las alas del primer par son largas y muy angostas y se hallan impregnadas de quitina, lo que les resta trasparencia y les da una consistencia como de pergamino. Esta clase de alas se denominan *tégmenes*. Presentan una reticulación formada por numerosas líneas más quitinizadas, entre las que sobresalen seis longitudinales más fuertes, denominadas *venas* o *nerviaduras*, aunque no pertenecen al aparato circulatorio ni al sistema nervioso.

Las alas del segundo par son membranosas y trasparentes y se pliegan como un abanico. Extendidas, su forma es casi la de un triángulo rectángulo con los ángulos redondeados. Cuando el insecto no vuela, estas alas se pliegan y se vuelven hacia atrás; sobre ellas, cubriéndolas por completo como un techo, se extienden los tégmenes, que no son plegables.

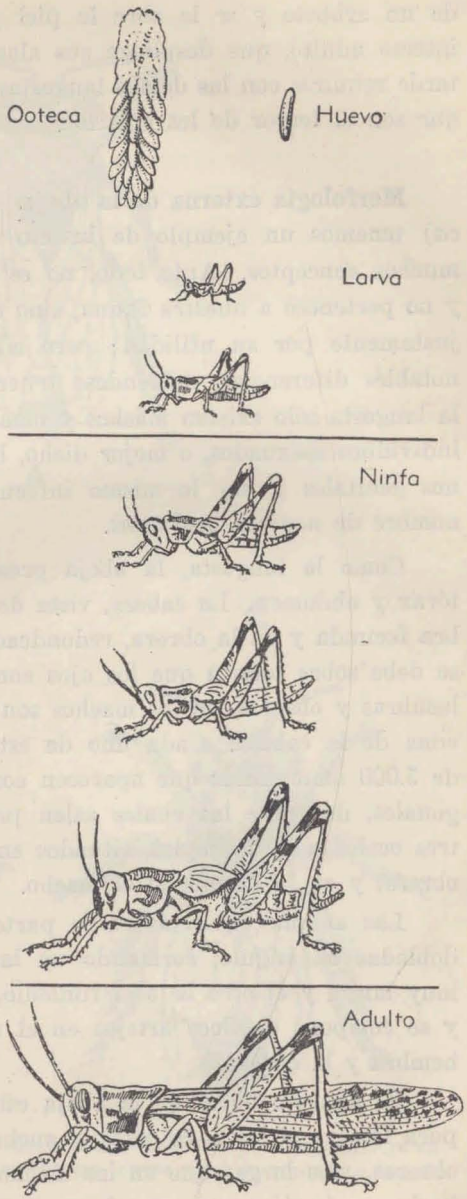
Desarrollo y metamorfosis de la langosta. — La descripción que acabamos de hacer corresponde sólo a las langostas adultas. Estando revestida, como todos los insectos, de un exoesqueleto que forman los tegumentos endurecidos por la quitina, la langosta, una vez que nace del huevo, no podría seguir creciendo si no fuese porque cada tanto rompe estos tegumentos y sale de dentro de ellos con otros nuevos, que se endurecen rápidamente al contacto del aire. De este modo, durante su vida experimenta varias mudas o pelechos, adquiriendo, a la par que mayor tamaño, aspectos diferentes. Esta serie de transformaciones o *metamorfosis* constituye lo que se ha llamado el ciclo evolutivo del insecto, y que más bien debe llamarse su *ciclo ontogénico*.

La langosta hembra hace en el suelo un hoyo de unos seis centímetros de profundidad, e introduciendo allí su abdomen, por me-

dio del ovipositor deposita dentro de 80 a 120 huevos alargados, amarillentos y aglomerados por una sustancia viscosa, formando una especie de espiga, denominada *ooteca*. Como un mes o mes y medio más tarde, de cada huevo sale una larva, que comúnmente se denomina *mosquita,* y que es como una langosta en miniatura, de unos ocho milímetros de longitud, pero sin alas. Una semana después, la mosquita experimenta la primera muda y aumenta de tamaño, casi hasta el doble.

Al cabo de unos diez días, viene un segundo pelecho y el insecto sale de él convertido en *ninfa* o *saltona,* que es un poco más grande y ya tiene alas, aunque muy cortas, como un simple rudimento inútil para volar. Este estado ninfal dura aproximadamente un mes, durante el cual hay dos pelechos, saliendo el insecto cada vez más grande.

Por último, la saltona se cuelga de alguna ramita



Estados sucesivos del desarrollo de la langosta.

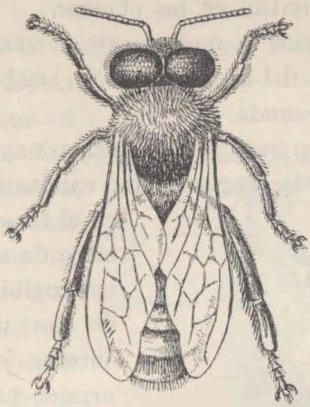
de un arbusto y se le abre la piel por el dorso; sale de ella el insecto adulto, que despliega sus alas y rompe a volar, para más tarde reunirse con las demás langostas y formar las inmensas nubes que son el terror de los cultivos.

Morfología externa de la abeja. — En la *abeja* (*Apis mellifica*) tenemos un ejemplo de insecto diferente de la langosta por muchos conceptos. Ante todo, no es un insecto dañino, sino útil, y no pertenece a nuestra fauna, sino que ha sido traído de Europa justamente por su utilidad; pero además, hay en su morfología notables diferencias, debiéndose tener en cuenta que mientras en la langosta sólo existen machos y hembras, en la abeja hay además individuos asexuados, o mejor dicho, hembras desprovistas de órganos genitales y por lo mismo infecundas, que se conocen con el nombre de *neutras* u *obreras*.

Como la langosta, la abeja presenta tres segmentos: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza, vista de frente, es ovoide en la hembra fecunda y en la obrera, redondeada en el macho. La diferencia se debe sobre todo a que los ojos compuestos, muy grandes ya en hembras y obreras, en los machos son enormes, juntándose casi encima de la cabeza. Cada uno de estos ojos se compone de cerca de 5.000 ommatidias que aparecen como otras tantas facetas hexagonales, de entre las cuales salen pequeños pelitos. Hay además tres ocelos u ojos simples, situados en el vértex en la hembra y la obrera, y en la frente en el macho.

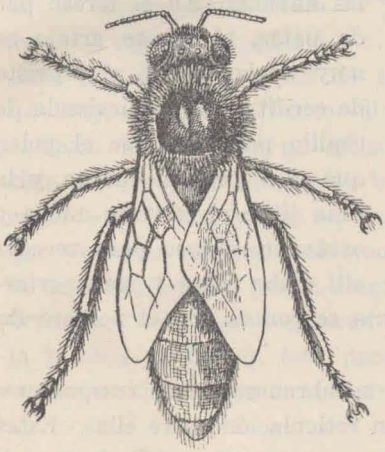
Las antenas, insertas en la parte inferior de la frente, están dobladas en ángulo, formando un lado de éste el escapo, que es muy largo, y el otro lado el funículo, que se dirige hacia adelante y se compone de doce artejos en el macho y de uno menos en la hembra y la obrera.

El aparato bucal de la abeja está conformado principalmente para lamer; el labro es corto y ancho; las mandíbulas son, en las obreras, más largas que en los machos y las hembras, presentando la forma de tijeras curvas; los palpos maxilares son largos y pun-

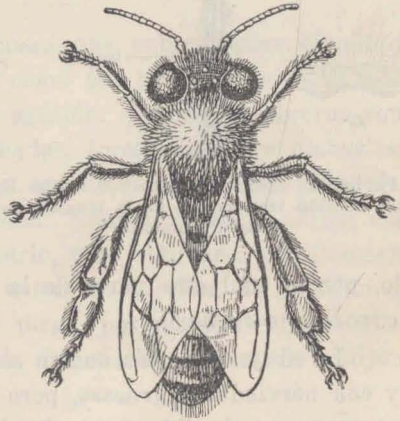


A

B



C

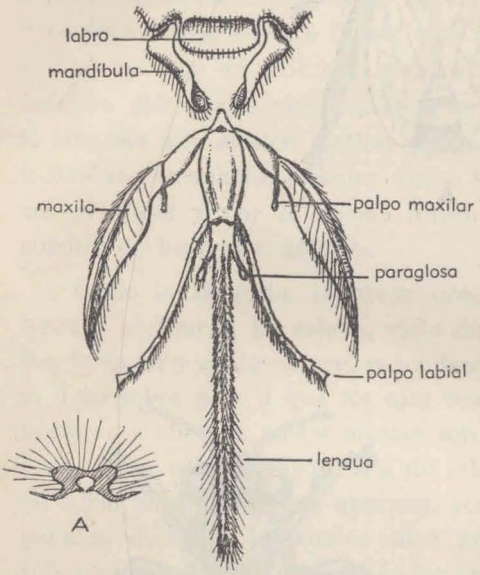


Abeja común (**Apis mellifica**). A, macho o zángano; B, hembra fecunda o reina; C, hembra estéril u obrera. Figuras aumentadas a tres veces su verdadero tamaño

tiagudos y el labio inferior forma una lengua o *probóscide* velluda y hueca, de gran longitud en las obreras.

Los tres segmentos o anillos que forman el tórax son muy velludos, a excepción del mesonoto de la hembra, que aparece como una gran mancha desnuda.

Las seis patas son casi de una misma longitud, porque la abeja no es saltadora como la langosta, sino caminadora. Cada pata lleva en el tarso cinco artejos, el primero de ellos casi tan largo como la tibia y el último provisto de dos uñas dobles. En las obreras, el primer artejo del primer par de patas presenta en la base una muesca provista de una especie de peine que el animal utiliza, cuando va a buscar polen en las flores, para limpiar el que se le adhiere a las antenas. En el tercer par de patas, el mismo artejo es muy ancho, plano y provisto de cerditas tiesas, sirviendo de cepillo para quitarse el polen que se le pega al cuerpo, y la tibia tiene el extremo ancho y excavado, idóneo para recoger allí dicho polen y transportarlo, por lo cual esta parte de la pata se conoce con el nombre de *canastillo* o *cucharilla*.

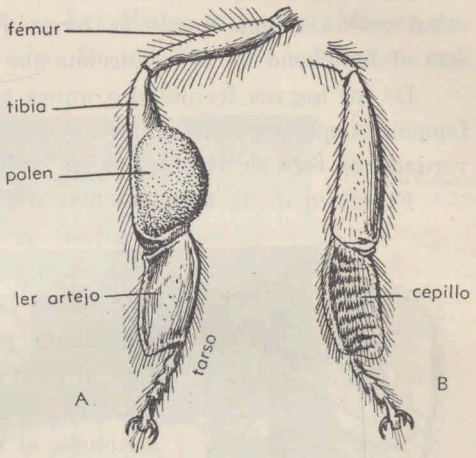


Partes del aparato bucal de la abeja. En A, sección transversal de la lengua, con mayor aumento.

La abeja tiene las cuatro alas membranosas, muy trasparentes y con nerviaduras gruesas, pero sin reticulación entre ellas. Estas alas no son plegables; cuando el insecto no vuela, se limita a volverlas hacia atrás, sobre el abdomen. Las dos alas de cada lado funcionan, al volar, como si fuesen una sola, uniéndose por medio de una serie de ganchitos que la segunda ala tiene en su borde

anterior y que se agarran a la nerviadura posterior de la primera ala.

El abdomen de la abeja es grueso, estrechándose mucho en su unión con el metatórax y terminando en punta en las hembras y obreras, mientras que en los machos es obtuso. Las hembras tienen el abdomen mucho más largo que las obreras o los machos, de modo que, cuando las alas están en reposo, aquél sobresale como un tercio por debajo de ellas, mientras que en el macho o en la obrera llega aproximadamente a las puntas de las alas. Compónese este abdomen sólo de seis uritos; en las obreras, cada anillo desde el segundo al quinto lleva por debajo un par de escamas que cubren unas glándulas que segregan cera. Tanto ellas como las hembras poseen en el extremo del abdomen un afilado aguijón, que en las obreras consiste en dos púas quitinosas barbadas, formando entre ambas un canal central con varias salidas y en comunicación con glándulas que segregan una sustancia venenosa. Cuando la abeja obrera clava este aguijón, no puede desclavarlo, y al esforzarse por desprenderse, sus tejidos se desgarran y muere en seguida. El aguijón de la hembra es liso, y ésta puede picar, por consiguiente, muchas veces seguidas sin perderlo ni morir. Los machos carecen de aguijón.



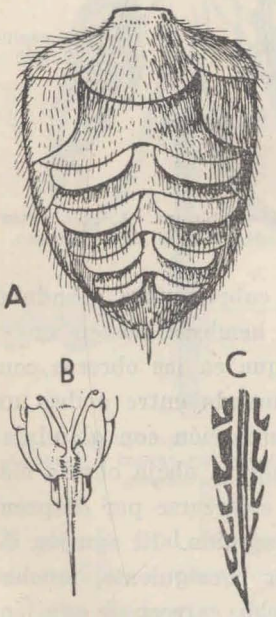
Tercera pata de abeja obrera. A, lado externo, con polen adherido; B, lado interno.

Ciclo ontogénico de la abeja. — La abeja hembra, comúnmente conocida con el nombre de *reina,* es fecunda una sola vez en su vida, pero puede poner hasta unos 1.500 huevos por día, y eso durante largo tiempo. Estos huevos pueden ser de dos clases; unos

experimentan los efectos de la fecundación y otros no, porque los espermatozoides recibidos del macho, en un número realmente increíble, permanecen en un receptáculo especial dentro del cuerpo de la hembra, de donde sólo salen a voluntad de ésta para fecundar los óvulos. Los óvulos no fecundados, sin embargo, también salen y dan origen a nuevos seres, que siempre son muchos. Es éste el fenómeno de reproducción que se denomina *partenogénesis.*

De los huevos fecundados nunca salen machos, sino sólo larvas femeninas que según el alimento que luego reciben serán hembras verdaderas, esto es, reinas, o bien individuos asexuados, obreras.

El huevo de la abeja es blanco y apenas de un milímetro de longitud. A los tres días de puesto, sale de él la larva, sin patas, en forma de gusano. Esta larva crece rápidamente, y es alimentada por las obreras durante seis días, al cabo de los cuales su peso es unas 1.500 veces mayor que al salir del huevo. Entonces, el mismo nuevo ser segrega una sustancia que va tejiendo, haciéndose una especie de envoltura, y pasa al estado de ninfa, durante el cual va tomando poco a poco la forma de adulta, hasta convertirse en un individuo de una de las tres clases que hemos dicho.

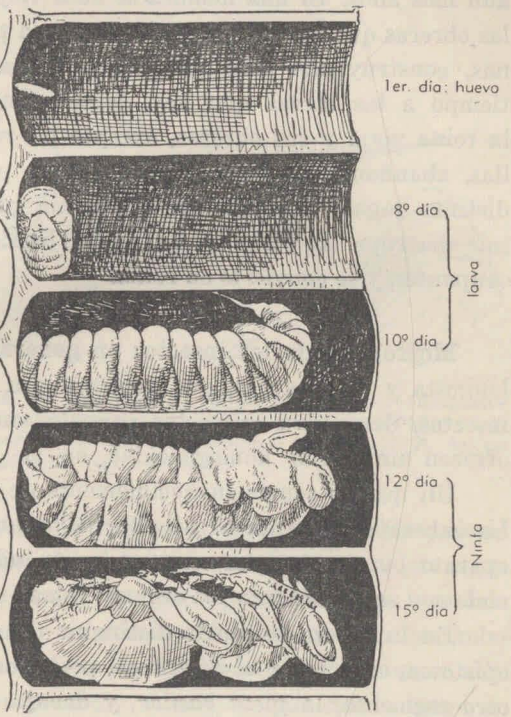


Detalles del abdomen de la abeja obrera. A, abdomen visto por abajo, mostrando las escamas que cubren las glándulas de la cera; B, aguijón; C, sección de la punta del aguijón, vista con gran aumento.

La reina pone cada huevo en una celdilla hecha con cera; el conjunto de celdillas constituye lo que se denomina *panal.* Estas celdas permanecen abiertas mientras las larvas necesitan ser alimentadas; después, la abertura de la celda es tapada, verifícanse allí dentro las metamorfosis, y cuando el animal adulto va a salir a la luz, tiene que romper con sus mandíbulas el opérculo que lo tenía encerrado. Las celdas donde se crían reinas son mucho

más grandes que las otras y sus ocupantes tardan mucho menos en desarrollarse, pasando sólo diez y seis días desde que salen del huevo hasta que abandonan la celda, mientras que las obreras precisan generalmente unos veintiún días.

Vida social de las abejas. — Las abejas viven reunidas en numerosas colonias, en las cuales hay las tres clases de habitantes: una reina o hembra reproductora, algunos centenares de machos o *zánganos,* que a medida que salen de su última metamorfosis son expulsados para que se unan con las hembras jóvenes al aire libre, y un número considerablemente mayor de neutras, que tienen a su cargo alimentar a la reina y a todas las larvas que van naciendo, construir los panales con la cera que ellas mismas segregan, ir a buscar las primeras materias para elaborar el alimento de las larvas y cuidar del aseo de la colonia, echando fuera cualquier basura que encuentran, así como los cadáveres de las abejas que mueren.



Desarrollo de la abeja obrera dentro de su celdilla.

Durante los tres primeros días de su vida, todas las larvas son alimentadas con una secreción blanca de la cabeza de las obreras, que los apicultores llaman *jalea real.* Las reinas siguen recibiendo el mismo alimento toda su vida, pero las otras larvas son

mantenidas desde el cuarto día con polen de distintas flores y con miel que las obreras elaboran con néctar de flores y ciertas sustancias segregadas por ellas mismas.

Una abeja obrera comienza a trabajar a la semana de su última metamorfosis y generalmente no vive más de mes y medio. Los machos tienen una vida más breve: mueren tan pronto como han fecundado a las hembras. Las reinas, en cambio, viven dos, tres y aún más años. Si una hembra se hace vieja y va dejando de poner, las obreras que hay entonces en la colonia procuran sacar nuevas reinas, construyendo para ello celdas reales y alimentando todo el tiempo a las larvas que hay dentro con la jalea real. Después, la reina vieja y sus obreras, excepto las recién salidas de las celdillas, abandonan en enjambre la colonia para ir a fundar otra en distinto lugar, mientras en la colonia primitiva, la primera que sale destruye las otras celdas reales, ocasionando la muerte de sus ocupantes, y se convierte en reina.

Morfología de los insectos en general. — La descripción de la langosta y de la abeja, que pertenecen a muy distintos grupos de insectos, demuestra que estos animales, no obstante su diversidad, ofrecen una gran homogeneidad en su organización.

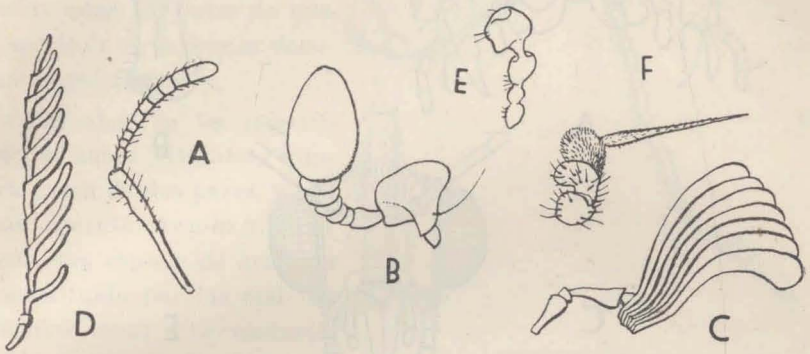
Un insecto consta invariablemente de cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es siempre el asiento de órganos de los sentidos y del aparato bucal; el tórax sostiene los apéndices locomotores, y en el abdomen se encuentran los órganos relacionados con la reproducción.

En la cabeza se puede distinguir dos segmentos principales, el epístoma, anterior, y el epicráneo, posterior; debajo del primero hay otro segmento, la *pieza basilar,* y debajo del segundo hay también una *pieza basilar.*

Los órganos sensoriales de la cabeza son las antenas y los ojos. Las antenas, invariablemente en número de dos, son principalmente órganos del tacto y están compuestas de un número muy variable de artejos, cuya forma varía también mucho de unos insectos a otros. Los ojos, como hemos visto, pueden ser de dos clases, compuestos y simples, que también se llaman ocelos. Supónese que los primeros son

los que permiten al insecto darse cuenta de la forma de las cosas, mientras que los segundos sólo les servirían para distinguir entre la luz y la oscuridad.

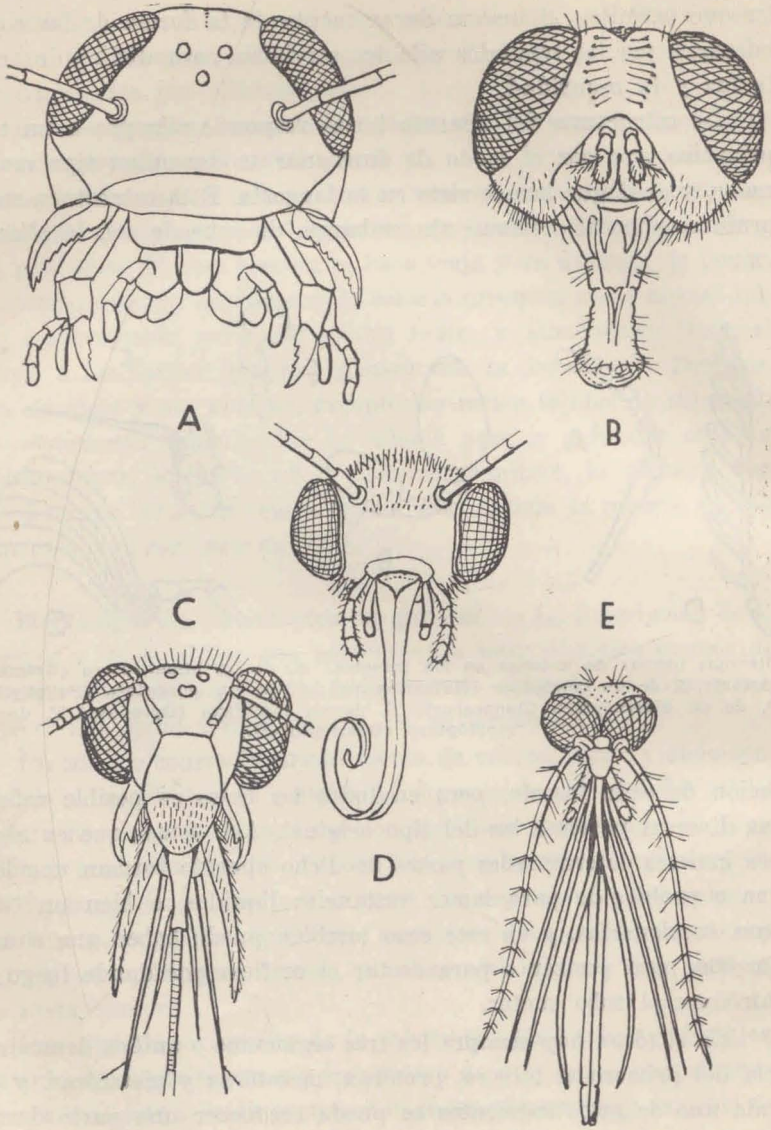
La estructura del aparato bucal responde siempre a un tipo primitivo que por el modo de funcionar se denomina tipo *masticador*, y es el que hemos visto en la langosta. Esta estructura sufre profundas modificaciones; sin embargo, de acuerdo con la alimen-



Diversas formas de antenas en los insectos. A, de un himenóptero (**Crematogaster**); B, de un coleóptero (**Hetaeriosoma**); C, de un coleóptero (**Poliphylla**); D, de un himenóptero **Ctenocerus**); E, de un malófago (**Gyropus**); F, de un lepidóptero (**Gastrophilus**).

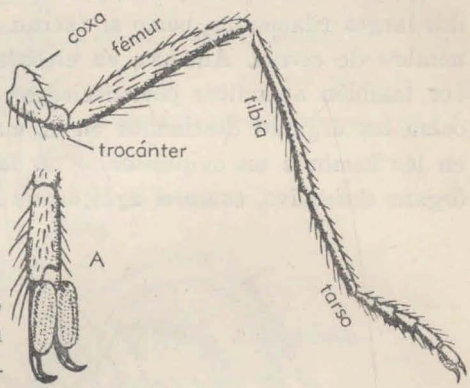
tación de cada insecto, pero en todos los casos es posible referir sus diversas partes a las del tipo original. Así, vemos que en algunos insectos determinadas partes de dicho aparato forman una lengua o probóscide para lamer sustancias líquidas, o bien un tubo para succionarlas, y en este caso también puede haber una o más lancetas para punzar o para cortar el orificio por donde luego se introduce el tubo suctor.

En el tórax hay siempre los tres segmentos o anillos denominados, del primero al tercero, protórax, mesotórax y metatórax, y en cada uno de estos segmentos se puede reconocer una parte dorsal o *noto*, otra ventral, denominada *esternón* o *pecto*, y dos laterales, que son las *pleuras*. Cada segmento sostiene en su parte esternal un par de alas.



Distintos tipos de aparato bucal en los insectos. A, masticador (coleóptero); B, lamedor (mosca); C, masticador y lamedor (himenóptero); D, chupador (mariposa); E, picador y chupador (mosquito).

Las patas de los insectos también están segmentadas; sus distintas partes varían considerablemente de forma, pero, en general, son siempre las mismas: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso, compuesto éste último de un número variable de artejos, el último de los cuales termina por lo general en una o dos uñitas. Entre éstas hay con frecuencia un arolio, a veces altamente adhesivo, y también pueden las uñas estar provistas de una especie de suela, que se denomina *pulvilio*.



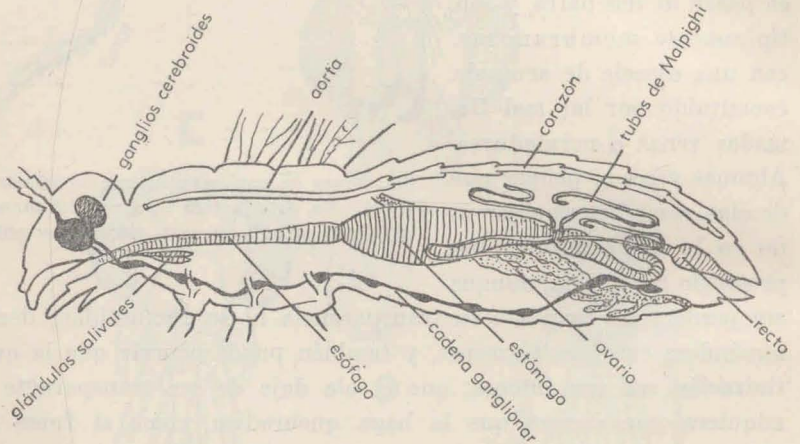
Estructura de una pata de insecto (**Gastrophilus**). En A, el artejo terminal del tarso, visto por debajo y con mayor aumento.

Las alas, en los insectos actualmente vivientes, nunca pasan de dos pares, y son típicamente membranosas, con una especie de armazón constituído por las mal llamadas venas o nerviaduras. Algunas veces el primer par de alas, como hemos observado en la langosta, está impregnado de quitina, aunque sin perder por completo su transparencia ni su flexibilidad, denominándose entonces tégmenes, y también puede ocurrir que la quitinización sea tan intensa, que el ala deje de ser transparente y adquiera una dureza que la haga quebradiza, como si fuese de vidrio, según ocurre en los escarabajos o cascarudos. En este caso, reciben el nombre de *élitros*, llamándose hemiélitros cuando la quitinización afecta sólo a una parte del ala.

También puede modificarse el segundo par de alas, atrofiándose y quedando reducidas a unos pequeños apéndices membranosos, redondeados, en figura como de raqueta de tennis, que ya no sirven para el vuelo, sino sólo para ayudar al equilibrio del insecto cuando se halla en el aire. Estos apéndices se llaman *balancines* o *halterios*.

Hay, en fin, insectos ápteros, es decir, enteramente desprovistos de alas.

El abdomen está formado por un número muy variable de uritos, y nunca lleva alas ni patas, pero en unos pocos insectos presenta unos pequeños apéndices que contribuyen a la locomoción, a modo de falsas patas, y a veces tiene en su último segmento dos largos filamentos, como si fueran colas, que se designan con el nombre de *cercas*. Además, en el extremo del abdomen puede haber también apéndices pertenecientes al aparato reproductor, tales como los órganos destinados en el macho a facilitar la cópula, y en las hembras un ovipositor, o un taladro, y a veces también un órgano defensivo, como el aguijón de la abeja.

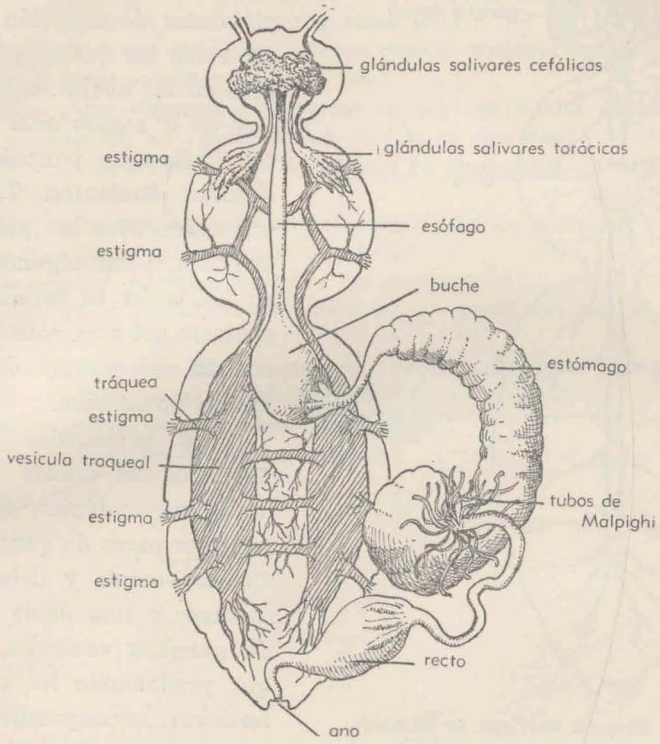


Corte esquemático vertical y longitudinal de un insecto para mostrar la disposición de sus principales órganos internos.

Organización interna. — El aparato digestivo de los insectos es muy sencillo, comenzando en la boca, rodeada de los apéndices bucales, y continuándose en una faringe, un esófago, un estómago de forma alargada y un intestino que termina en el ano. Con mucha frecuencia, el estómago es precedido de una dilatación musculosa, la *molleja,* y también puede haber un buche muy desarrollado. En

el intestino desembocan unos conductos denominados *tubos de Malpighi,* que constituyen el aparato excretor.

El aparato circulatorio tiene como órgano principal el corazón que por su situación recibe el nombre de *vaso dorsal,* y está

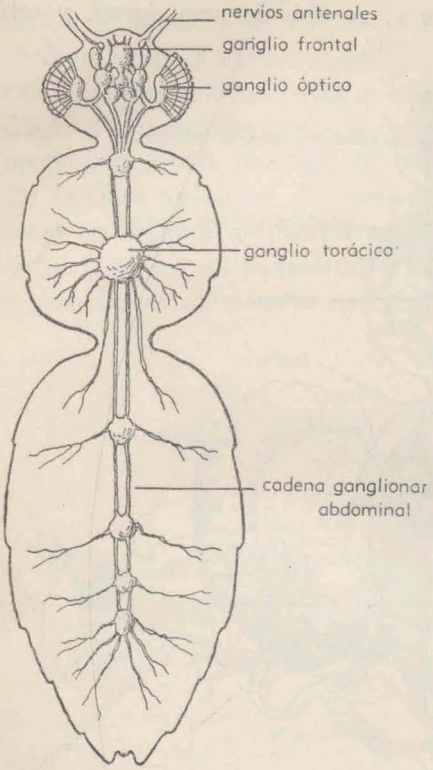


Aparatos respiratorio y digestivo de la abeja.

formado por una serie de cámaras con aberturas valvulares laterales por donde penetra la hemolinfa desde la cavidad general del cuerpo, para salir luego por una aorta.

La respiración es traqueal. El aparato respiratorio consiste en un sistema de conductos muy ramificados, las *tráqueas,* a los cuales entra el aire por orificios externos llamados estigmas y situados

a lo largo de los costados del insecto, en el tórax y en el abdomen. De este modo, por las ramificaciones traqueales va el aire a ponerse en contacto con la hemolinfa en todas las partes del cuerpo.



Sistema nervioso de la abeja.

Muchos insectos poseen glándulas de secreción externa, como las que segregan la cera en las abejas, o bien las hay en la región anal y emiten sustancias ponzoñosas o líquidos irritantes. También son frecuentes las glándulas salivales, y en algunos casos su secreción se solidifica al contacto del aire, como ocurre con la del gusano de seda, la cual forma hilos.

Los principales centros nerviosos del insecto son un *anillo periesofágico*, formado por tres pares de ganglios situados encima y debajo del esófago, y una doble cadena de ganglios ventrales, en la que predominan los *ganglios torácicos*, correspondientes al pro, meso y metatórax. Hay insectos en que los ganglios supraesofágicos adquieren gran desarrollo y complicación, constituyendo un verdadero cerebro.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué animales se llaman insectos y qué otro nombre se les da?
2. — ¿Cuáles son las partes principales del exterior de una langosta?
3. — ¿Cómo está formada la cabeza y qué apéndices hay en ella?

4. — ¿Cuáles son las partes del tórax y qué apéndices hay en cada una de ellas?
5. — ¿Cómo está formado el abdomen y qué hay en él?
6. — ¿Cómo son las antenas?
7. — ¿Cuántos ojos tiene la langosta y cómo son?
8. — ¿Cómo es el aparato bucal y para qué sirve?
9. — ¿Cuántas son las patas y de qué partes constan?
10. — ¿Cuántas son las alas y cómo son?
11. — ¿Por qué diferentes estados pasa la langosta durante su vida y cómo se denomina cada uno?
12. — ¿Qué diferencias importantes hay entre una abeja y una langosta, en cuanto a sus caracteres externos?
13. — ¿Cuántas clases de individuos se encuentran en una colonia de abejas?
14. — ¿De qué depende la diferencia entre estas clases?
15. — ¿Cómo se alimentan las abejas?
16. — ¿Qué misiones cumplen las obreras?
17. — ¿Qué modificaciones importantes puede ofrecer el aparato bucal de los insectos?
18. — ¿A qué se llama tégmenes, élitros, hemiélitros y balancines?
19. — ¿Cómo es el aparato digestivo de un insecto?
20. — ¿Cómo es el aparato respiratorio?
21. — ¿Cómo es el sistema nervioso?

Capítulo IX

LOS INSECTOS: BIOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN

Aunque de una gran homogeneidad en cuanto a su estructura, considerada en general, los insectos constituyen un grupo de animales muy heterogéneo por sus costumbres. Hay insectos terrestres e insectos acuáticos, al menos durante una parte de su vida; unos son carnívoros y otros se alimentan de vegetales; algunos hacen vida aislada y algunos vuelan en grandes mangas o bandadas, como la langosta, o forman colonias numerosísimas, como las abejas o las hormigas. En este último caso, suele haber individuos asexuados o neutros, a cuyo cargo están los trabajos relacionados con la prosperidad y el bienestar de la colonia.

Reproducción. — Casi todos los insectos son *ovíparos*, esto es, ponen huevos, sea aislados o reunidos en una ooteca. Son muy pocas las especies en que el desarrollo del huevo se verifica dentro del organismo de la madre y nace un animal vivo.

Los tegumentos endurecidos del insecto no le permitirían crecer si no mediasen los pelechos o mudas que constituyen sus metamorfosis. Al cambiar de piel, suelen los insectos mudar también de coloración y de aspecto, y aun se modifican con frecuencia sus caracteres más importantes; un insecto puede ser primero áptero y luego alado, o primero masticador y después chupador, o acuático

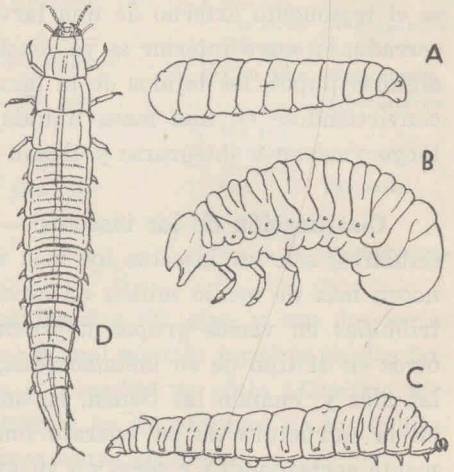
cuando joven y terrestre cuando adulto. Estos cambios permiten distinguir en el insecto, a través de su vida, tres estados o fases, a saber: la *larva,* o primer estado después de salir del huevo; la *ninfa,* o estado intermedio entre el de larva y la última muda, y el *adulto,* o insecto perfecto, que ofrece ya todos sus caracteres bien definidos y no crece más.

Las metamorfosis de los insectos pueden ser *completas* o *incompletas.*

Son insectos de metamorfosis incompletas aquellos que varían muy poco de un estado a otro, y que en el de ninfa son tan activos y despiertos como la larva o el adulto. Se dice, en cambio, que tienen metamorfosis completas aquellos que varían por completo de caracteres de un estado a otro, y que durante el período ninfal permanecen inactivos, sumidos en una especie de sueño letárgico, como si su vida hubiera quedado en suspenso.

Los insectos de metamorfosis incompletas pueden ser *ametábolos,* que es cuando los distintos estados sólo se diferencian en el tamaño y, si acaso, en el color, como ocurre en los piojos, o *hemimetábolos,* que es cuando cada muda va acompañada de la aparición progresiva de algún carácter, como hemos visto en la langosta, cuyas alas se desarrollan progresivamente.

Los insectos de metamorfosis completas son casi siempre *holometábolos,* es decir, presentan bien diferenciados los estados de larva, ninfa inactiva y adulto, como en la abeja; pero también pueden ser *hipermetábolos,* que es cuando la fase de larva, o la de ninfa,



Tipos larvales en los insectos. A, larva vermiforme de mosca; B, larva melolontoilea de coleóptero; C, larva cruciforme de mariposa; D, larva campodeiforme de coleóptero.

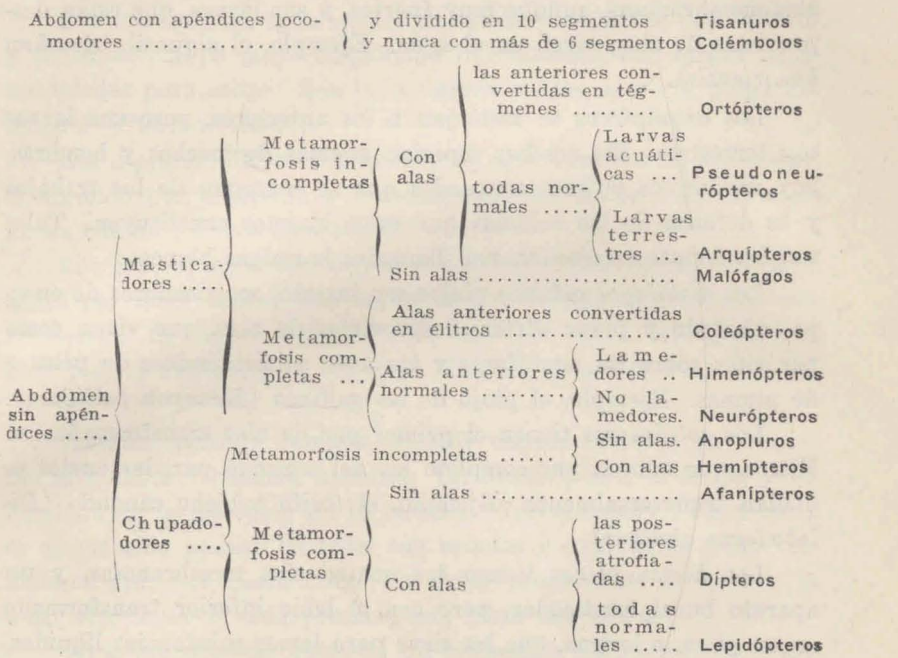
o ambas, comprenden varias mudas con sus correspondientes modificaciones de caracteres.

Las larvas de los insectos de metamorfosis completas pueden ser de varios tipos. Dícese que son *vermiformes* cuando carecen en absoluto de antenas y de patas, ofreciendo aspecto de gusanos, como las larvas de las moscas; *escarabeiformes* o *melolontoideas* cuando presentan ya los tres pares de patas y un abdomen grueso y largo, como las del bicho candado; *eruciformes*, cuando, además de seis patas cortas, llevan varios pares de falsas patitas abdominales, como las orugas o larvas de las mariposas, y *campodeiformes*, que son las que tienen antenas, tres pares de patas largas y un abdomen provisto de patitas cortas.

También hay varios tipos de ninfas. Ninfa propiamente dicha es la que presenta bien definidos ya los miembros y demás partes del adulto, pero doblados y como recogidos dentro de una tenue envoltura; *crisálida* es una ninfa en que los miembros y demás órganos externos son envueltos por una gruesa membrana, que los oculta a la vista, y se llama *pupa* a la ninfa que resulta de resecarse el tegumento externo de una larva, formando como una cápsula cerrada, en cuyo interior se va constituyendo el insecto adulto. En algunas pupas, los tejidos de la larva se desintegran por completo, convirtiéndose en una masa líquida, pero sin que cese la vida, y luego vuelven a integrarse y toman las formas del adulto.

Clasificación de los insectos. — De todos los animales multicelulares, son los insectos los más numerosos. Actualmente se conocen más de medio millón de especies diferentes de insectos, distribuídas en varios grupos u *órdenes*, que se distinguen unos de otros en el tipo de su metamorfosis, en la presencia o ausencia de las alas y, cuando las tienen, en sus modificaciones, y finalmente, en la estructura de su aparato bucal. Estas diferencias generalmente corresponden a otras en su anatomía interna igualmente importantes, pero menos apreciables a primera vista, y por lo tanto de interés solamente para el especialista en el estudio de estos animales.

Hace un siglo, los naturalistas sólo distinguían ocho órdenes de insectos; el conocimiento de éstos ha progresado tanto de entonces acá, que algunos autores modernos reconocen hasta treinta y cuatro órdenes. Un prudente término medio entre estos dos extremos nos lo da su clasificación en catorce órdenes, tal como se expone en el siguiente cuadro:



Los *tisanuros* son pequeños insectos sin alas, y con dos series de falsas patitas en el abdomen, el cual además termina en dos largas cercas. Ejemplo, el *lepisma* o *pescadito de plata* (*Lepisma saccharina*), que se ve correr ágilmente en los rincones de las habitaciones húmedas y en las bibliotecas, entre los libros.

Los *colémbolos* también carecen de alas y tienen falsas patitas abdominales, pero, en vez de cercas, llevan en el extremo del abdomen un fuerte apéndice bifurcado que, funcionando como un resor-

te, les permite saltar. Como ejemplo puede citarse el género *Podura.*

Los *ortópteros* tienen aparato bucal masticador y el primer par de alas convertido en tégmenes. Hay especies saltadoras, como la langosta, y otras corredoras, como la cucaracha (*Blatta orientalis*).

Los *pseudoneurópteros,* también masticadores, poseen cuatro alas membranosas, aunque muy fuertes, y sus larvas, que están desprovistas de alas, viven en el agua. Ejemplo, el alguacil (*Aeschna bonariensis*).

Los *arquípteros* se asemejan a los anteriores, pero sus larvas son terrestres. En muchas especies, además de machos y hembras, hay individuos ápteros asexuados que se encargan de los trabajos y la defensa de las colonias que estos insectos constituyen. Tales son los *termes* o *termites,* mal llamados hormigas blancas.

Los *malófagos* o falsos piojos son insectos masticadores de cuerpo achatado y patas cortas, desprovistos de alas, que viven como parásitos sobre los mamíferos y las aves, alimentándose de pelos o de plumas. Ejemplo, el piojo de las gallinas (*Menopon pallidum*).

Los *coleópteros* tienen el primer par de alas transformadas en élitros, que cubren por completo las del segundo par, las cuales se doblan transversalmente. Ejemplo, el torito o bicho candado (*Diloboderus abderus*).

Los *himenópteros* tienen las cuatro alas membranosas, y un aparato bucal masticador, pero con el labio inferior transformado en un *glosa,* o lengua, que les sirve para lamer substancias líquidas. En muchas de las especies hay individuos asexuados, en realidad hembras estériles, también llamadas obreras porque tienen a su cargo los trabajos de sus colonias. Ejemplo, la hormiga negra (*Atta lundi*).

Los *neurópteros* tienen también las cuatro alas normales, pero no son lamedores; se asemejan mucho a los pseudoneurópteros, de las cuales se diferencian porque sus metamorfosis son completas. Ejemplo, la crisopa (*Chrisopa vulgaris*).

Los *anopluros* son ápteros, con un cuerpo aplastado y un apa-

rato bucal adaptado para picar y chupar la sangre de los mamíferos, sobre los cuales viven como parásitos. Vulgarmente se les denomina piojos; sirve de ejemplo el piojo de la cabeza del hombre (*Pediculus humanus*).

Los *hemípteros* también son picadores y chupadores, pero tienen cuatro alas, las anteriores generalmente convertidas en hemiélitros. Ejemplo, la vinchuca (*Triatoma infestans*).

Los *afanípteros*, igualmente picadores y suctores, son ápteros y tienen el cuerpo muy comprimido lateralmente, con largas patas apropiadas para saltar. Son las vulgares pulgas, como la pulga del hombre (*Pulex irritans*).

Los *dípteros* sólo tienen un par de alas verdaderas, hallándose el segundo par atrofiado y constituyendo balancines. Ejemplo, la mosca común (*Musca doméstica*).

Los lepidópteros son las bien conocidas mariposas, caracterizadas por tener cuatro alas perfectas y revestidas de escamas, con frecuencia de bellos colores; son suctores, pero no picadores. Ejemplo, la mariposa del naranjo (*Papilio thoantiades*).

Insectos útiles y daniños. — Hay ciertos insectos que reportan al hombre verdadera utilidad. Un himenóptero, la abeja, y un lepidóptero, la mariposa de la morera (*Bombyx mori*), cuya larva es el conocido gusano de seda, son criados y explotados como verdaderos animales domésticos. La abeja proporciona la miel y la cera; el gusano de seda produce esta fibra tan valiosa.

Otros insectos son útiles de un modo más indirecto; por ejemplo, devorando a otros insectos que son daniños o molestos. Así lo hacen, entre otros, el ortóptero llamado mamboretá (*Coptopteryx argentina*), los alguaciles, que destruyen muchos mosquitos, y ciertos himenópteros, como la *Pimpla oeceticola*, que mata los bichos de cesto, o la *Monedula surinamensis*, que alimenta sus larvas con moscas que previamente ha paralizado picándolas en los ganglios nerviosos.

Desgraciadamente, es mucho mayor el número de insectos perjudiciales. Muchas especies de diversos órdenes constituyen terri-

bles plagas para los cultivos. Entre los ortópteros merece destacarse en primer término la langosta (*Schistocerca paranensis*), cuyas devastaciones constituyen un problema nacional, y además están la tucura (*Trigonophymus arrogans*), no menos destructora, y el grillotopo (*Scapteriscus didactylus*). Coleópteros enemigos de la agricultura tenemos las diferentes especies de gorgojos, carcomas, taladros y taladrillos; entre los hemípteros dañinos, han llegado a nuestro país desde otros la filoxera (*Phylloxera vastatrix*), temible para los viñedos, y la *Diaspis pentagona;* pertenecen al mismo orden las numerosas especies de afídidos o pulgones. Finalmente, las orugas o larvas de casi todos los lepidópteros son enemigas peligrosas de la vegetación, especialmente el bicho de cesto (*Oeceticus platensis*), el gusano de los manzanos y perales (*Cydia pomonella*), la isoca del naranjo (*Papilio thoantiades*), la de las coles (*Tatochila antodice*), etc., y no menos dañinas son la mayoría de las especies de hormigas.

Otros insectos son perjudiciales por los daños que ocasionan en las cosas que el hombre utiliza en su vida corriente, como las polillas que atacan a los tejidos, las cucarachas que devoran todo lo que encuentran, las moscas que lamen todas las sustancias dulces, o las que ponen sus huevos en la carne para que sus larvas encuentren alimento, los taladrillos que agujerean los muebles, y tantos otros.

Hay, en fin, muchos insectos que molestan al hombre o a sus animales domésticos picándolos para extraer su sangre, como las pulgas, los piojos, los mosquitos, las vinchucas y la chinche de las camas (*Cimex lectularius*), o bien desovando sobre su organismo como la mosca dorada (*Chrysomya macellaria*), que ocasiona las miasis o gusaneras, la ura (*Dermatobia hominis*), la nigua o pique (*Tunga penetrans*), el gastrófilo del caballo (*Gastrophilus nasalis*), el estro de los ovinos (*Oestrus ovis*), etc.

Los insectos como propagadores de enfermedades. — El mayor peligro de los insectos hematófagos, es decir, chupadores de sangre, no consiste en esta molestia, al fin y al cabo pasajera, sino en que, como lleguen a picar a una persona o animal que sufra una

enfermedad microbiana, absorben con la sangre los gérmenes de esa enfermedad, ya sean bacterios o protozoarios, y los trasmiten luego a las otras personas o animales al picarlos.

Los más conocidos de estos insectos transmisores de enfermedades son ciertos mosquitos del género *Anopheles,* que transmiten el paludismo, y la *Stegomyia fasciata,* vehículos de la fiebre amarilla. Dentro del mismo orden de los dípteros, la mosca brava (*Stomoxys calcitrans*) y ciertos tábanos inoculan los gérmenes del carbunclo, y se cree que también los de la enfermedad de los caballos conocida como mal de caderas. En Africa, la terrible enfermedad del sueño se debe a la presencia, en la sangre, de protozoarios transmitidos por la mosca tse-tsé (*Glossina palpalis*).

También las pulgas y los piojos son peligrosos bajo este aspecto. El piojo común inocula los gérmenes del tifus exantemático, y la pulga de la rata, que también pica al hombre, transmite la peste bubónica.

Hay igualmente insectos que en su organismo alojan las formas larvales de ciertos gusanos parásitos, que transmiten a los animales domésticos. La pulga del perro (*Ctenocephalides canis*) es la que inocula a este animal los embriones de una especie de tenia (*Dipylidium caninum*); el coleóptero llamado catanga (*Phaneus splendidulus*) lleva enquistados en su organismo los del *Macracanthorhynchus hirudinaceus,* gusano parásito del aparato digestivo del cerdo.

CUESTIONARIO

1. — ¿Por qué diferentes estados pasa un insecto durante su vida?
2. — ¿Qué distintos tipos hay de metamorfosis en los insectos?
3. — ¿Cuáles son los distintos tipos de larvas y cómo se llaman?
4. — ¿Cuáles son los distintos tipos de ninfas y en qué se diferencian?
5. — ¿En cuántos órdenes podemos clasificar los insectos?
6. — ¿Cuáles son los caracteres esenciales de los ortópteros, de los coleópteros y de los himenópteros?

7. — ¿Qué ejemplos conocidos vulgarmente de cada uno de estos órdenes se pueden citar, además de los que se mencionan en el texto?
8. — ¿Qué caracteres esenciales ofrecen los neurópteros, los hemípteros, los dípteros y los lepidópteros?
9. — ¿Qué ejemplos vulgarmente conocidos de los tres últimos órdenes se pueden mencionar, además de los mencionados en el libro?
10. — ¿Cómo pueden sernos útiles los insectos y qué insectos se consideran más útiles?
11. — ¿De qué maneras nos ocasionan daño los insectos y qué ejemplos se pueden citar en nuestro país?
12. — ¿Cómo propagan enfermedades los insectos?

Capítulo X

ARTRÓPODOS

Los animales que, como los crustáceos y los insectos, están revestidos de un tegumento quitinizado y tienen miembros locomotores articulados, se denominan *artrópodos,* palabra que significa justamente "pies articulados".

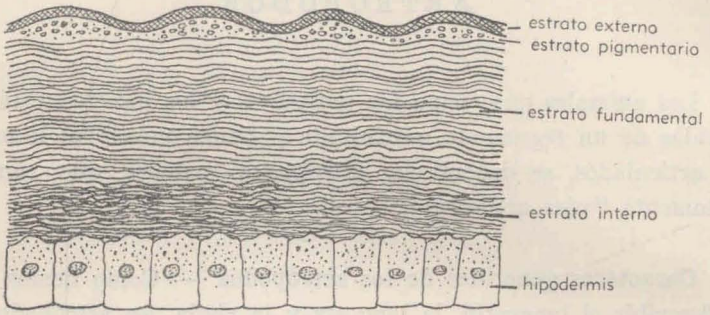
Caracteres generales de los artrópodos. — Como hemos visto al describir el langostín, la langosta y la abeja, los artrópodos son animales de simetría bilateral; es decir que en ellos pueden reconocerse dos lados simétricos con relación a un plano de simetría vertical y longitudinal. Todos los artrópodos están metamerizados, o sea divididos en segmentos o *metámeros* homólogos en su estructura, aunque más o menos modificados por efecto de la división del trabajo; todos tienen un corazón dorsal provisto de válvulas laterales, y un sistema nervioso ventral formado por una cadena de ganglios; salvo muy raras excepciones, poseen miembros articulados, y todos tienen un exoesqueleto quitinoso.

La quitina, tan característica de este grupo de animales, es una sustancia en cuya composición entran principalmente el carbono, el oxígeno, el nitrógeno y el hidrógeno, a veces muy rica en sales calcáreas que le dan extraordinaria dureza, y es segregada por la células de la piel, sobre las cuales se extiende formando varias ca-

pas superpuestas, a saber: un *estrato interno,* un *estrato fundamental,* un *estrato pigmentario* y un *estrato externo.*

A causa de la dureza de sus tegumentos quitinizados, los artrópodos tienen que cambiar su exoesqueleto a medida que crecen, y generalmente sufren a la vez metamorfosis o cambios más o menos profundos de aspecto.

Estos caracteres son comunes a todos los artrópodos, pero hay algunos, no menos importantes, que varían notablemente, y son los que se refieren a los apéndices de la cabeza, al aparato respiratorio y al número de patas.



Corte esquemático del tegumento quitinoso de un artrópodo.

Los apéndices cefálicos, o de la cabeza, consisten muchas veces en antenas, como hemos visto en los crustáceos y los insectos, pero otras veces faltan las antenas y en cambio existen *quelíceros,* que son unos apéndices articulados situados delante de la boca y terminados en una pinza o un garfio, y sirven para la prensión de los alimentos.

Hay artrópodos que respiran el aire atmosférico y otros que respiran el aire disuelto en el agua. Los de respiración aérea están casi siempre dotados de tráqueas, que a veces se ensanchan y se achatan, formando láminas superpuestas como las hojas de un libro, en cuyo caso se designan con el nombre de *filotráqueas.* También puede ocurrir que falte el aparato respiratorio, y el aire penetra

en el organismo por endosmosis o infiltración a través de las partes poco quitinizadas del tegumento. La respiración acuática se realiza por medio de branquias, aun cuando también puede en algunos casos verificarse por endosmosis.

En cuanto a las patas, parecería que cada uno de los segmentos en que se divide el animal debiera llevar un par, exceptuando la cabeza, cuyos apéndices desempeñan otras funciones; pero en realidad no es así, pues la falta de apéndices en cierto número de segmentos reduce con frecuencia su número a seis o a ocho, y aun hay algunos artrópodos que carecen de ellas por completo.

Clasificación. — Atendiendo a estos caracteres variables, los artrópodos se clasifican en varios grupos o *clases*, de las cuales son las más importantes los crustáceos, los miriápodos, los insectos y los arácnidos. Los tres primeros se reúnen a veces en el grupo *antenóforos*, o portadores de antenas, denominándose entonces por contraposición *quelíferos* a los arácnidos.

Los *crustáceos* son artrópodos que respiran por branquias, tienen dos pares de antenas y poseen muchas patas. Ejemplos, el langostín, las langostas de mar y los cangrejos.

Los *miriápodos* respiran por tráqueas, y tienen un solo par de antenas y muchos pares de patas. Son vulgarmente conocidos con el nombre de milpiés o ciempiés.

Los *insectos* también tienen respiración traqueal y un par de antenas, pero sus patas están sólo en número de tres pares. Ejemplos: la langosta, el bicho de cesto, el bicho candado, las moscas, los mosquitos.

Los *arácnidos* respiran el aire atmosférico por tráqueas, por filotráqueas o por endosmosis, y poseen un par de quelíceros y ocho patas, aunque en estado de larva pueden tener sólo seis. Ejemplos, la araña pollito, el alacrán, los ácaros o aradores de la sarna.

Todavía pueden agregarse tres clases más, de menor importancia, ya por comprender pocas especies o ya por ser animales raros. Una de ellas entra en el grupo de los antenóforos, y las otras dos en el de los quelíferos y son las siguientes:

Los *onicóforos,* con un par de antenas, tráqueas rudimentarias, muchas patas muy cortas, y tegumentos apenas quitinizados, flexibles, de segmentación poco señalada. Sólo comprenden los *perípatos,* animales muy raros que viven en Australia, las Antillas y el extremo sur de Africa.

Los *meróstomos,* con quelíceros, respiración branquial y muchas patas cortas bajo un cefalotórax muy ancho. Sólo están representados por los *Limulus,* llamados cangrejos bayonetas por la forma de su telson y cangrejos cacerolas por la del cefalotórax.

Los *pantópodos,* con quelíceros, respiración acuática por endosmosis, cuerpo sumamente reducido, y cuatro o cinco pares de patas extraordinariamente largas, en el interior de las cuales se halla la mayor parte de los órganos internos.

Artrópodos útiles y daniños. — Aparte de los insectos que suministran al hombre primeras materias para ciertas industrias, y de los que le son indirectamente beneficiosos, hay otros artrópodos útiles también, como son las numerosas especies de crustáceos que se emplean como alimento: el langostín, la langosta de Chile, la centolla (*Lithodes antarcticus*), etc. Ciertos crustáceos europeos, entre ellos la langosta de mar (*Palinurus vulgaris*) y el bogavante (*Homarus gammarus*), son célebres por lo exquisito de su carne, de uso universal en forma de conservas.

Las demás clases de artrópodos no encierran especies verdaderamente útiles, y contienen, en cambio, muchas que pueden ser dañinas. Entre los arácnidos son frecuentes los que poseen glándulas venenosas. El alacrán (*Bothriurus vittatus*) tiene una de estas glándulas en el extremo de su cola o *postabdomen,* y su contenido se vierte por un doble canal que ocupa el interior de un garfio o uña en que aquella termina. Este veneno, si algún animal es picado por el alacrán, produce una hinchazón del punto herido y paraliza los músculos respiratorios, pudiendo producir la muerte por asfixia; pero es raro que en el hombre sean graves las consecuencias de esta picadura.

Más seria es la de ciertas arañas, sobre todo las del género

Latrodectus; pero pocas veces resulta mortal, y cuando esto ocurre, es más bien porque la herida se infecta por tener la araña sus quelíceros o sus palpos sucios de restos de los insectos que le sirven de alimento, o porque la persona picada es débil o enferma.

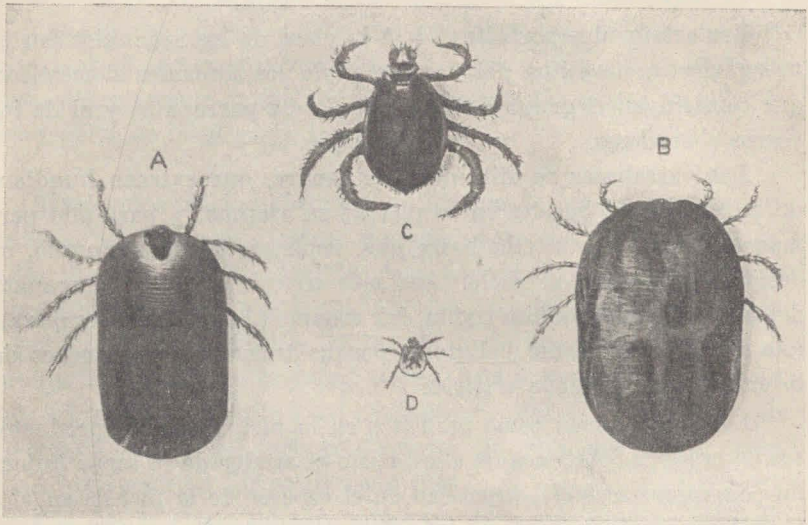
Lo mismo ocurre con la picadura de algunas especies de miriápodos. Aun en los casos más benignos, sin embargo, los ataques de estos animales producen siempre vivo escozor y otras molestias por el estilo.

Los artrópodos parásitos. — A la clase de los arácnidos pertenecen ciertos parásitos del hombre y de los animales domésticos, que constituyen el grupo de los *ixodoideos* o garrapatas y el de los *ácaros* o aradores.

Las garrapatas se alimentan de sangre, que extraen hundiendo sus apéndices bucales en la piel de su víctima, y para ello permanecen agarradas a ella hasta que, repletas de aquel líquido, se desprenden y caen al suelo. Las más conocidas son la garrapata del perro (*Ixodes ricinus*) y la del vacuno (*Boophilus microplus*), esta última doblemente peligrosa, porque trasmite los gérmenes de la enfermedad llamada *tristeza.*

Los ácaros viven como parásitos en la piel, y son los productores de la sarna. Algunos de ellos, como el arador de la sarna humana (*Sarcoptes scabiei*), practican en el espesor de la piel de su víctima largas galerías, en cuyo fondo pone la hembra sus huevos y se desarrollan las larvas. Una sola hembra de esta especie puede producir en tres meses millón y medio de descendientes, lo que explica la rápida extensión de la sarna una vez iniciada. Otras especies no llegan a penetrar en la piel, pero producen en ella gruesas costras bajo las cuales se ocultan para criar, como hace el arador de la sarna de las ovejas (*Cnemidoptes communis*). El ácaro de los folículos de la piel (*Demodex folliculorum*) ataca principalmente al hombre y al perro, pero sólo resulta peligroso, porque produce la sarna folicular, para el segundo. La linguátula (*Linguatula serrata*) es otro arácnido muy singular, por estar desprovisto de patas, que se aloja en el fondo de las fosas nasales del perro.

También hay ácaros que son parásitos de las plantas, y otros que devoran las sustancias que el hombre emplea para su alimentación, como el *Tyroglyphus ciro,* que vive en el queso, o el *Glyciphagus cursor,* que ataca al azúcar. Un grupo afín a éstos, el de los *trombidoideos,* comprende especies que son parásitas de vegetales, pero cuyas larvas atacan al hombre, produciéndole una irritación sumamente molesta. A este número pertenece el justamente temido bicho colorado (*Tetronychus molestissimus*).



Garrapata del vacuno (**Boophilus micropius**), transmisora de los piroplasmas causantes de la enfermedad llamada tristeza. A, hembra adulta no fecundada; B, hembra fecundada; C, macho; D, larva. A y B aumentadas 5 veces; C y D aumentadas 10 veces.

Una grave consecuencia del parasitismo de los artrópodos consiste en que muchos de ellos trasmiten los gérmenes de enfermedades peligrosas. La garrapata de las gallinas (*Argas reflexus*) puede picar también al hombre, y a veces le inocula protozoarios patógenos; la de los vacunos, según ya hemos dicho, trasmite los esporozoarios causantes de la *tristeza*: la hembra los adquiere al picar a un vacuno enfermo, y de su organismo pasan a los huevos y luego a las larvas que salen de éstos. Cuando estas larvas crecen y

suben a otros vacunos para picarlos, les inoculan los esporozoarios que heredaron de su madre.

La lucha contra los artrópodos daniños. — Cuando se trata de parásitos del hombre, el mejor modo de combatirlos es el aseo personal. En caso de contraer, a pesar de todo, ácaros de la sarna, se recomienda el empleo del jabón negro con agua tibia, frotando con fuerza durante una hora o más, lo que hace que se abran las galerías cutáneas y mueran sus habitantes. También dan buen resultado, aunque más lento, las fricciones con bálsamo del Perú. Si se trata del bicho de cesto, suelen bastar las fricciones con pomada mercurial, recomendadas también contra los piojos.

Para luchar con éxito contra los artrópodos parásitos de animales domésticos, se emplean los baños, espolvoreos o frotaciones con los específicos conocidos, según el caso, como sarnífugos y garrapaticidas, hechos casi siempre a base de sulfuro de calcio, tabaco, etc. Contra la garrapata de los vacunos, si éstos no son muchos (en un tambo, por ejemplo), un buen sistema consiste en untar a los animales, cada dos días, las patas y la parte baja del costillar con una mezcla, en partes iguales, de petróleo bruto y aceite de algodón. También da buenos resultados cambiar el ganado de potrero cada veinte o veinticinco días y arar bien el potrero que quedó vacío, con lo cual son destruídas las garrapatas que caen al suelo para criar, así como sus huevos y larvas, aparte de que estas larvas, al no encontrar allí animales, mueren de hambre.

En cuanto a las especies que son parásitas de plantas, para combatirlas se emplean sustancias tóxicas, recomendándose el extracto de tabaco, el ácido cianhídrico, las lechadas de cal, diversos residuos de las fábricas de gas, etc.

CUESTIONARIO

1. — ¿A qué animales se llama artrópodos?
2. — ¿Cuáles son los caracteres más importantes comunes a todos los artrópodos?
3. — ¿En que se diferencian principalmente unos grupos de artrópodos de otros?
4. — ¿En qué se distinguen las antenas de los quelíceros?
5. — ¿Cuáles son las principales clases de artrópodos?
6. — De estas clases, ¿cuáles tienen antenas?
7. — ¿Qué artrópodos tienen quelíceros?
8. — ¿Qué artrópodos tienen respiración aérea y cuáles la tienen acuática?
9. — ¿Cuántos pares de patas poseen los artrópodos de cada uno de los principales grupos?
10. — ¿En qué forma pueden ser útiles los crustáceos?
11. — ¿Qué arácnidos dañinos son los más conocidos?
12. — ¿Cuáles son los principales arácnidos parásitos?
13. — ¿Qué relación hay entre los arácnidos parásitos y las enfermedades?
14. — ¿Cómo se puede luchar contra los artrópodos parásitos del hombre?
15. — ¿Y contra los que atacan a los animales domésticos y a las plantas?

Capítulo XI

LOS GUSANOS O VERMES

Con el nombre de *gusanos* o *vermes* se conoce un numeroso grupo de animales de simetría bilateral, desprovistos de esqueleto, así interno como externo, y de miembros locomotores.

Muchos gusanos hacen vida libre, ya sea en la tierra o en el agua, pero otros muchos son parásitos de plantas o de animales. Entre estos últimos figuran las *tenias*.

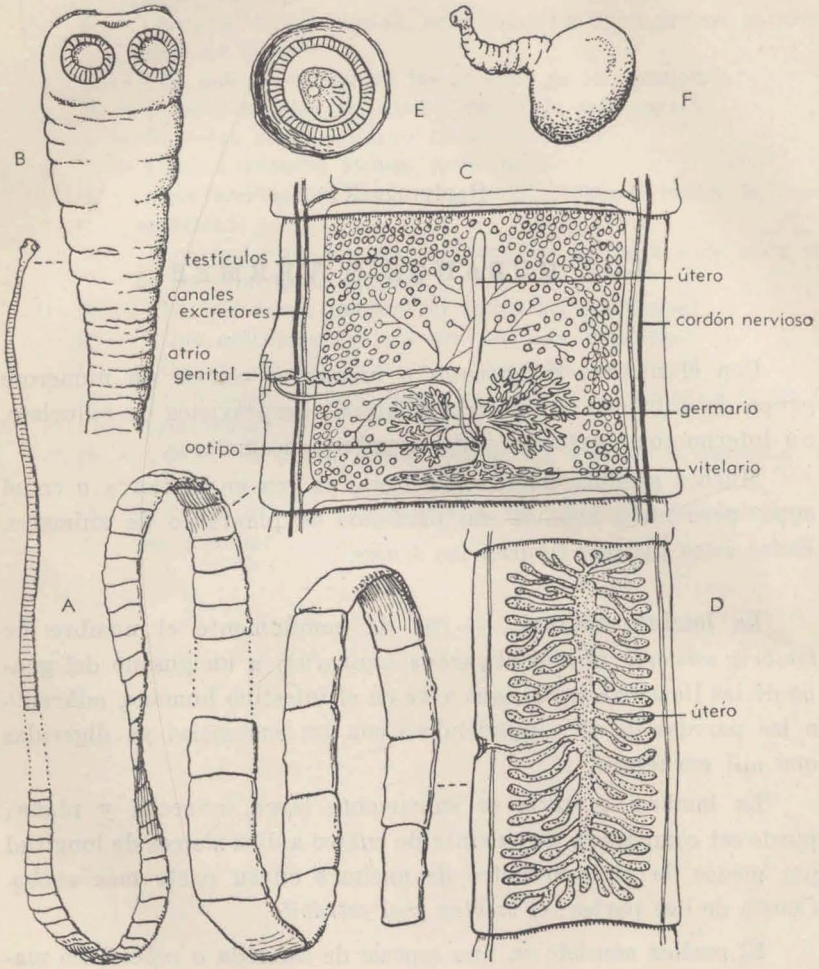
La lombriz solitaria. — Se da comúnmente el nombre de *lombriz solitaria* (*Taeniorhynchus saginatus*) a un gusano del grupo de las llamadas *tenias*, que vive en el intestino humano, adherido a las paredes de él y nutriéndose con las sustancias ya digeridas que allí encuentra.

La lombriz solitaria es sumamente larga, estrecha y plana; puede ser comparada a una cinta de cuatro a diez metros de longitud por menos de un centímetro de anchura en su parte más ancha. Consta de dos partes: el *escólex* y el *estróbilo*.

El escólex consiste en una especie de esferilla o *cabeza*, no mayor que la cabeza de un alfiler, y un *cuello* delgado como un hilo. En el lado opuesto al cuello, la cabeza presenta una ligera depresión central, rodeada de cuatro ventosas redondas equidistantes.

Por medio de estas ventosas, el animal se adhiere a la pared intestinal de su huésped.

A continuación del cuello sigue el estróbilo, que es una serie de segmentos, denominados *proglótidos*, puestos uno a continuación



Lombriz solitaria (**Taeniorhynchus saginatus**). A, varios trozos del animal; B, escólex; C, proglótido adulto; D, proglótido maduro; E, corte del huevo mostrando el embrión hexacanto; F, cisticerco. A, del tamaño natural; las demás figuras muy aumentadas.

de otro como las cuentas de un rosario o los centímetros en una cinta métrica. Junto al cuello los proglótidos son tan estrechos como éste, pero luego se van ensanchando poco a poco hasta medir unos ocho milímetros de diámetro, y los últimos se angostan un poco y se alargan hasta que tienen casi dos centímetros de longitud. En uno de los bordes, tan pronto a un lado como al otro, cada proglótido lleva un agujerito de bordes salientes, que es el *poro genital.*

Una lombriz solitaria puede tener en su estróbilo hasta unos dos mil proglótidos. En realidad, durante la vida del animal le nacen constantemente nuevos segmentos, que van apareciendo inmediatamente a continuación del cuello, pero cuando ha alcanzado el límite de su crecimiento, a medida que se le forman estos proglótidos va perdiendo los más antiguos, que están al final del estróbilo.

Organización interna. — Los proglótidos de la tenia, exteriormente cubiertos de una cutícula porosa, están ocupados interiormente por una materia esponjosa denominada *parénquima,* dentro de la cual se hallan como embutidos los diferentes órganos.

La lombriz solitaria carece de aparato digestivo. No lo necesita, pues alimentándose de sustancias ya digeridas por su huésped [1], no tiene que digerirlas, y se nutre por endosmosis, absorbiendo dichas sustancias a través de su cutícula externa. Las ventosas de su cabeza no son, pues, aparatos chupadores como supone el vulgo, sino sólo órganos de fijación. Existe, en cambio, un aparato excretor para la expulsión de aquella parte de las sustancias absorbidas que el animal no aprovecha, y consiste en cuatro canales que corren a lo largo de todos los proglótidos, dos junto a cada borde, uniéndose dos de ellos en cada segmento por un canal transversal. En el primer proglótido que se forma, que es el último de la serie, los cuatro canales se unen en un único orificio de salida, pero en cuanto este segmento se pierde, desembocan los cuatro directamente al exterior.

1 Hablando de parásitos, se llama huésped al animal en que los parásitos viven.

El sistema nervioso consta de un grupo de ganglios ramificados que hay en la cabeza y que corresponde a las ventosas, del cual arrancan dos cordones nerviosos a lo largo del cuello y de los bordes del estróbilo, paralelamente a los canales excretores.

El aparato reproductor presenta dos particularidades notables: primera, que es múltiple, repitiéndose en cada proglótido, de manera que en realidad hay tantos aparatos genitales como segmentos tenga el estróbilo; segunda, que es hermafrodita, o sea que la misma tenia es a la vez macho y hembra, poseyendo órganos genitales de ambos sexos. Los órganos masculinos consisten en un gran número de pequeños testículos que comunican con un conducto de salida o *vaso deferente* común, el cual termina por un apéndice copulador, denominado *cirro,* dentro de un *atrio genital,* que es una pequeña cavidad formando el fondo del poro genital. Los órganos femeninos son más complicados; hay dos glándulas productoras de óvulos, los *germarios,* y otra situada en el borde posterior del proglótido, que produce la sustancia nutritiva para aquéllos, y que se denomina *vitelario.* Unas y otra desembocan en una cavidad llamada *ootipo,* en que los óvulos son fecundados y que, por un conducto o *vagina,* comunica con el atrio genital. Del ootipo arranca además el *útero,* especie de bolsa alargada y estrecha, en la cual, una vez fecundados, se acumulan los huevos en tan gran número, que esta bolsa se extiende en numerosas ramificaciones, hasta ocupar por completo el interior del proglótido.

Comparando todos los proglótidos de una solitaria, se ve que cuando acaban de formarse tienen sólo órganos masculinos; después, al hacerse más grandes, aparecen en ellos también los femeninos, y cuando el proglótido se alarga, los órganos masculinos son reabsorbidos por el parénquima y queda sólo el útero ya ramificado y cargado de huevos fecundados. Se distinguen, pues, proglótidos jóvenes, masculinos, próximos al escólex; proglótidos adultos hermafroditas hacia la mitad del animal, y proglótidos maduros, sólo femeninos en el extremo del estróbilo.

Salvo casos muy raros, nunca hay más de una tenia en el intestino de una persona, y de ahí su nombre de solitaria. Por esto, y

porque no puede el animal ir a buscar a otros de su especie, a causa de su misma vida parasitaria, es para él una gran ventaja el hermafroditismo, pues como en el intestino vive el animal replegado muchas veces sobre sí mismo, los proglótidos adultos se ponen en contacto unos con otros por sus poros genitales, pasando los espermatozoides de unos al aparato femenino de otros y verificándose así la fecundación.

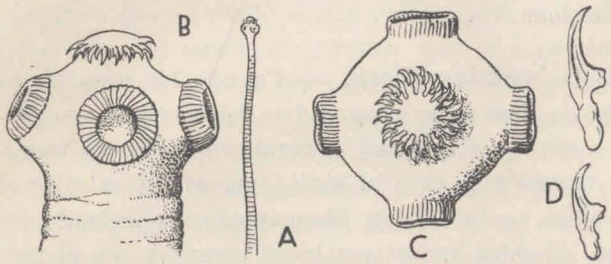
Desarrollo de la lombriz solitaria. — Cuando los proglótidos maduros, cargados de huevos, se desprenden del estróbilo, no tardan en salir del cuerpo del huésped, generalmente con los excrementos. Si estos excrementos caen al suelo, una vez al exterior el proglótido, sus tejidos no tardan en descomponerse, quedando los huevos en libertad. Si estos huevos son luego ingeridos con el pasto por un vacuno, en el aparato digestivo de éste se destruye la envoltura de cada huevo y queda libre el embrión, de forma esférica y provisto de seis pequeños garfios, por lo cual se denomina *embrión hexacanto* (de seis espinas). Este embrión es tan pequeño, que pasa fácilmente a través de las paredes de las vísceras del vacuno, entrando en la corriente sanguínea, que lo arrastra hasta el sistema muscular. Allí, el embrión se agarra con sus garfios a las fibras musculares y se enquista, empieza a crecer y se convierte en una forma larval que se conoce con el nombre de *cisticerco*.

El cisticerco, que puede llegar a medir nueve milímetros de diámetro máximo, consiste en una vesícula parecida en su forma a un poroto, y contiene un líquido; en uno de sus lados hay una especie de canalito muy delgado, con cuatro pequeñas ventosas en el fondo. Este canalito no es sino el futuro escólex del gusano, invaginado, esto es, metido hacia dentro.

La presencia de cisticercos enquistados en los músculos no produce, que se sepa, la menor molestia al vacuno que los tiene, pero si la carne de este vacuno es comida por una persona, y no ha sido lo bastante cocinada para matar los cisticercos, los jugos digestivos del hombre destruyen el tejido del quiste, y el cisticerco queda libre. Entonces, sacando el escólex fuera de la vesícula, éste se fija

en la pared intestinal y empieza a producir proglótidos, convirtiéndose en solitaria adulta.

El hombre puede tener en sus intestinos otra especie de tenia, la solitaria armada (*Taenia solium*), que se distingue porque tiene en medio de las cuatro ventosas una protuberancia o *rostelo*, rodeada de una corona de 25 a 30 garfios quitinosos que aseguran su fijación, y también porque sus poros genitales están ordenada y alternativamente dispuestos en los proglótidos, uno a un lado y otro al otro. El ciclo ontogénico es como en la solitaria común, con la diferencia de que los cisticercos viven en el sistema muscular del cerdo.



Solitaria armada (**Taenia solium**). A, escólex y primeros proglótidos; B, cabeza, muy aumentada, de perfil; C, la misma vista por encima; D, dos de los garfios, con mayor aumento.

La tenia equinococo. — Se conoce con el nombre de tenia equinococo (*Echinococcus granulosus*) una tenia que vive como adulta en el intestino de los animales carnívoros, principalmente del perro, y cuya forma larval se encuentra en los que comen vegetales, entre ellos el hombre.

La tenia equinococo es muy chica, mide unos tres milímetros de longitud, y su estróbilo nunca tiene más de tres proglótidos. La cabeza presenta cuatro ventosas y un rostelo muy saliente con una doble corona de ganchos, en la que hay de 20 a 50 de éstos. Generalmente viven gran número de tenias de esta especie adheridas al endotelio del intestino del perro. Sus proglótidos maduros salen con la bosta del huésped y quedan sobre el pasto, y cuando este

pasto es comido por algún mamífero herbívoro, casi siempre por una oveja, es fácil que uno o más huevos penetren en su estómago. En este caso, el embrión no se enquista en los músculos, sino en alguna de las vísceras, generalmente en el hígado, y la forma larval ya no es una vesícula con un escólex, sino una vejiga que contiene varias vesículas, cada una de las cuales puede tener hasta diez escóleces.

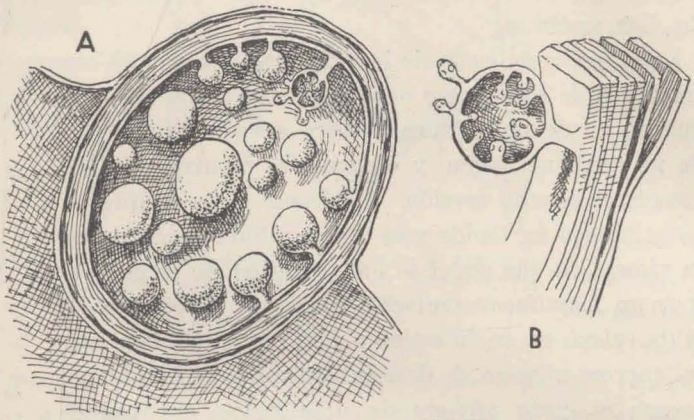
Este tipo complicado de larva de tenia se conoce con los nombres de *equinococo* o *hidátide;* su tamaño es con frecuencia el de una manzana, pero a veces llega a ser el de un mediano melón, y entonces el número total de sus escóleces es muy crecido. Conócense casos en que un solo equinococo ha tenido más de un millón de escóleces. Si la víscera en que aquél se halla enquistado es devorada por un mamífero carnívoro, cada uno de estos escóleces da origen en su intestino a una tenia. De este modo, el enorme número de descendientes de un solo huevo compensa el corto número de proglótidos, que reduce considerablemente las probabilidades de una sucesión numerosa.

Tenia equinococo (**Echinococcus granulosus**), aumentada a 15 veces su tamaño natural.

El quiste que contiene una hidátide se denomina *quiste hidatídico,* y tanto por el tamaño que alcanza como por su ubicación en alguna víscera importante ocasiona graves sufrimientos, y con frecuencia la muerte. El hombre puede contraer un quiste hidatídico comiendo ensaladas preparadas con vegetales procedentes de quintas donde hay perros, y también pueden adquirirlo aquellas personas que gustan de manosear y besar a los perros, pues no es difícil que éstos lleven proglótidos o huevos adheridos a los pelos cercanos a la boca, por haberse rascado con el hocico debajo de la cola.

Otros tipos de gusanos. — No todos los gusanos tienen la estructura de las tenias. Los hay que no están formados por proglótidos, sino que constan de un cuerpo único, ya plano, como en el saguaipé del hígado (*Fasciola hepática*), parásito de las ovejas, o

ya cilíndrico, como en la lombriz intestinal del hombre (*Ascaris lumbricoides*). También hay muchos que no son parásitos, sino que viven libres, ya sea en la tierra o ya en el mar, y hay algunos, como las sanguijuelas, que viven en las aguas dulces, pero se alimentan de sangre, para lo cual se agarran a los hombres o a los animales que entran en el agua donde ellos se encuentran.



Hidátide o equinococo. A, corte de la hidátide dentro de su quiste; B, detalle de una de las vesículas con sus escóleces, muy aumentado.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué clase de animales son los gusanos?
2. — ¿Dónde vive la lombriz solitaria y por qué se le llama así?
3. — ¿De qué partes consta este animal?
4. — ¿Qué hay en el escólex de la lombriz solitaria?
5. — ¿A qué se llama estróbilo y cómo está formado?
6. — ¿Cómo es el aparato reproductor de la lombriz solitaria?
7. — ¿Cómo es la forma larval y dónde vive?
8. — ¿De qué modo llega la lombriz solitaria al intestino humano?
9. — ¿En qué se diferencia la tenia que se contrae comiendo vaca de la que se adquiere por comer cerdo?
10. — ¿Qué tamaño tiene la tenia equinococo?
11. — ¿Dónde vive está tenia y dónde su forma larval?
12. — ¿Qué diferencia hay entre hidátide y cisticerco?
13. — ¿En qué consiste el peligro de la tenia equinococo?

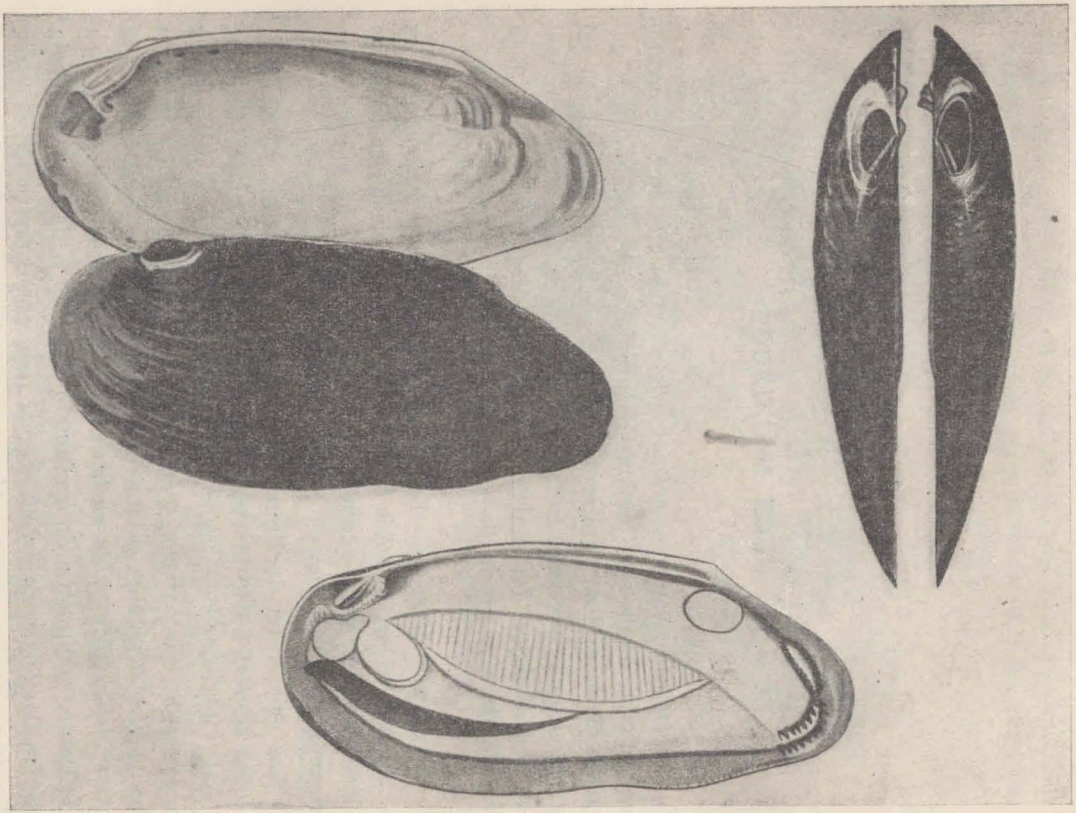
Capítulo XII

LOS MOLUSCOS

Los *moluscos* son unos animales de simetría bilateral, frecuentemente desfigurada por torsión, desprovistos de esqueleto, y poseen un pie musculoso y un repliegue cutáneo llamado *manto,* el cual segrega casi siempre sales calizas que constituyen una cáscara o *concha.* Las almejas, tanto de río como de mar, son ejemplo bien conocido de este grupo de animales.

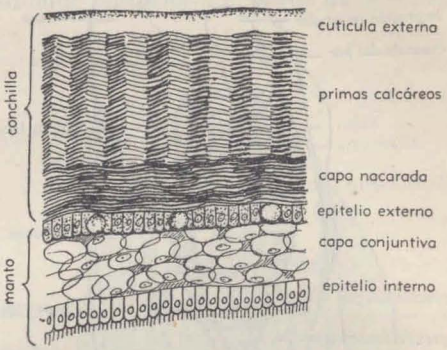
La almeja de río. — La almeja de río (*Unio patagonica*) es un molusco de los llamados *bivalvos,* porque su concha se compone de dos *valvas* cóncavas que se unen, cerrándose por los bordes, como formando una caja con su tapa.

Las valvas son de figura irregularmente elíptica, y cada una de ellas simétrica con la otra, correspondiendo a los dos lados del animal. Cada valva es una delgada lámina formada por tres capas superpuestas, una externa, rugosa, que es como una piel o cutícula delgada y se denomina *periostraco,* otra intermedia constituída por prismas microscópicos de carbonato cálcico, y una interna, blanca y brillante, compuesta de carbonato cálcico, y de una sustancia orgánica llamada *conquiolina.* Por el lado que corresponde al dorso del animal las dos valvas están permanentemente unidas mediante una banda de una sustancia elástica, que es el *ligamento;* allí, el



Almeja de río (**Unio patagonica**). Aspecto exterior, interior y dorsal de las valvas, y una de éstas con el animal en posición. (Según una lámina de D'Orbigny).

borde de las valvas se engruesa, constituyendo un espacio plano que se denomina *área cardinal,* donde hay unos pequeños *dientes* que, encajando los de una valva con los de la otra, contribuyen a hacer más firme la unión de ambas. A este dispositivo, que funciona como la bisagra de un estuche, se le da el nombre de *charnela.*



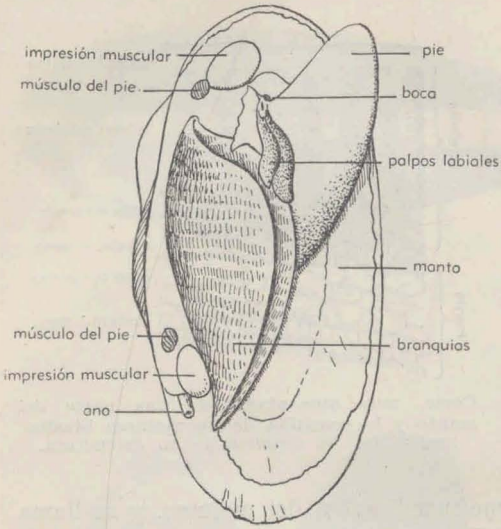
Corte, muy aumentado, de una parte del manto y la conchilla de un molusco bivalvo, mostrando los detalles de su estructura.

Cuando se mira una valva de almeja sin el animal que hay dentro, se observa en ella una línea paralela al borde y dos pequeñas manchas o placas ovaladas cerca del área cardinal, a uno y otro lado. La línea marca el sitio donde está adherido el manto o repliegue membranoso del molusco, y se llama *línea paleal,* como se llama *área paleal* al espacio comprendido dentro de ella; las placas ovaladas son las *impresiones musculares,* así denominadas porque son los puntos donde se fijan unos *músculos aductores* que sirven para mantener la concha cerrada. El ligamento de la charnela y estos músculos funcionan con efectos opuestos; el ligamento, por su elasticidad, tiende a mantener las valvas abiertas, mientras que los músculos aductores tienden a cerrarlas.

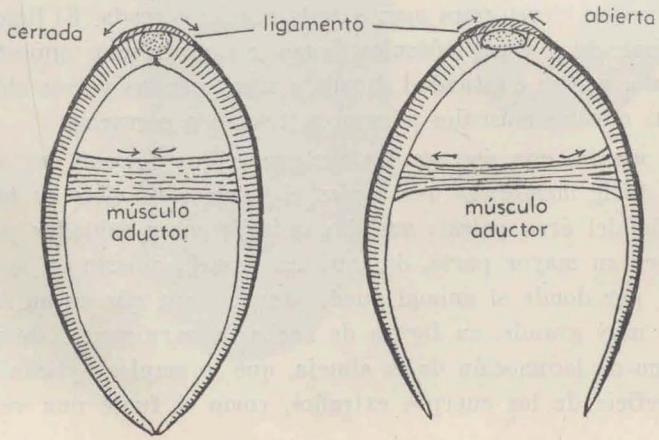
El manto, que segrega las sustancias que forman las valvas, es una doble membrana que tapiza el interior de ellas en toda la extensión del área paleal; sus dos mitades están soldadas por los bordes en su mayor parte, dejando un espacio abierto en la parte ventral, por donde el animal puede sacar el *pie,* que es un órgano carnoso muy grande, en figura de hacha de carnicero. Este pie es el órgano de locomoción de la almeja, que lo emplea aplicándolo a la superficie de los cuerpos extraños, como si fuese una ventosa.

Organización interna de la almeja. — Abriendo el manto de

la almeja, se ve que la mayor parte de su interior está ocupada por el aparato respiratorio, constituído por dos enormes branquias colocadas a uno y otro lado del pie. Estas branquias están formadas cada una por cuatro hojas o láminas, soldadas entre sí por gran número de puntos y provistas de cilias vibrátiles, cuyo movimiento determina una corriente en el agua que las baña. Dentro de dichas láminas circula la hemolinfa, teñida de un color azul claro por una sustancia llamada *hemocianina*, verificándose por ósmosis o filtración la llegada, hasta ella, del aire disuelto en el agua y la expulsión del anhídrido carbónico.



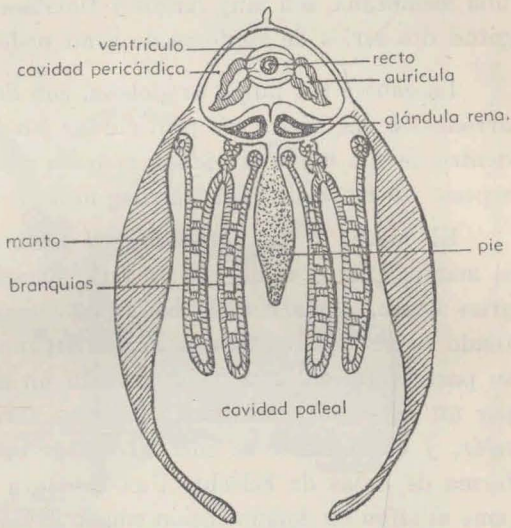
Morfología de una almeja de río, en la que se han suprimido una de las valvas y la mitad del manto correspondiente.



Corte transversal esquemático de la concha de un molusco bivalvo, mostrando el funcionamiento del ligamento y del músculo aductor.

El aparato digestivo, formado por un esófago, un estómago y un intestino, con un hígado como glándula anexa, tiene su boca junto a la base del pie, entre unos repliegues que son los *palpos labiales,* careciendo el animal de cabeza. El ano se abre en el extremo opuesto del animal, entre el músculo aductor posterior y el borde de la concha.

El aparato circulatorio consta de un corazón situado cerca del área cardinal, dentro de una cavidad denominada *cámara pericárdica.* De él salen aortas que llevan la hemolinfa a los demás órganos; reúnese ésta después en cavidades venosas y pasa a las branquias para volver, una vez oxidada, al corazón.



Corte transversal esquemático de un molusco bivalvo, desprovisto de la concha para mostrar los principales detalles de su organización.

Debajo del corazón hay dos órganos, uno a cada lado, a modo de sacos que comunican con el exterior por sendos orificios, que constituyen el aparato excretor; son conocidos con el nombre de *cuerpos de Bojanus.*

El sistema nervioso tiene como centros un conjunto de ganglios. Son los principales dos *ganglios supraesofágicos,* situados a los lados y algo por encima del esófago, constituyendo casi un principio de cerebro; dos *ganglios pedales,* en la base del pie, y dos *ganglios viscerales,* hacia la parte posterior del animal. Estos pares de ganglios se enlazan unos con otros por medio de cordones conectivos.

El aparato reproductor consiste en una glándula genital situada cerca del pie y un poco desviada hacia el dorso.

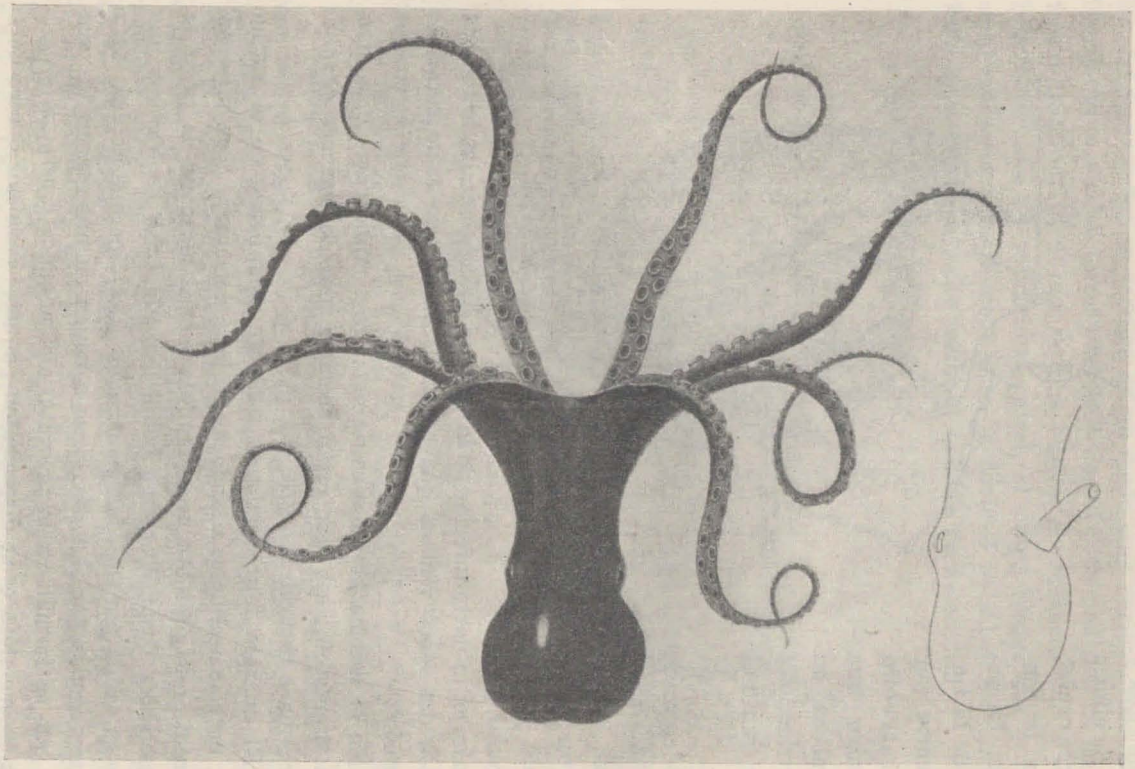
El pulpo. — No todos los moluscos tienen concha; los pulpos y los calamares, por ejemplo, carecen de ella.

El pulpo (*Octopus tehuelchus*) se distingue de los moluscos bivalvos, como la almeja, no sólo por este carácter, sino también por tener cabeza y porque su pie está dividido en ocho *tentáculos* o brazos, que rodean la boca. Estos brazos, reunidos en su base por una membrana, son muy largos y flexibles, y llevan en toda su longitud dos series de ventosas de gran poder adhesivo.

La cabeza del pulpo es globosa, con dos ojos laterales muy desarrollados. La boca está provista de un pico córneo ganchudo, y dentro de ella hay una *rádula,* aparato masticador formado por una especie de cinta dentada cartilaginosa.

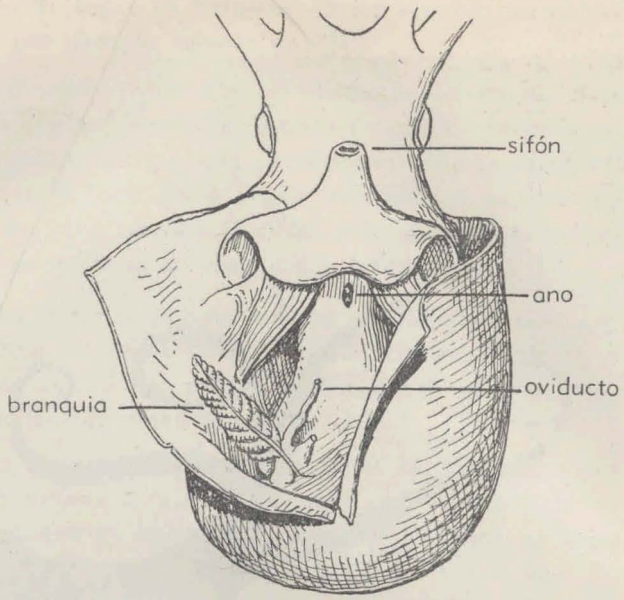
El cuerpo o masa visceral del molusco se halla envuelto por el manto, que se adhiere a su parte dorsal y en lo demás deja un gran hueco, a manera de bolsa, llamado *cavidad paleal,* en cuyo fondo se abren los orificios de los órganos genitales y el ano. En su parte anterior lleva dicha cavidad un apéndice tubular formado por un repliegue del mismo manto, en forma de embudo, que es el *sifón,* y en el fondo se encuentran las branquias, que son dos, en forma de hojas de helecho. Una abertura provista de una válvula pone al sifón en comunicación con la cavidad paleal, y dos válvulas laterales cierran el fondo de la *abertura paleal,* que viene a ser la boca de la bolsa formada por el manto. El agua que lleva el aire respirable entra por la abertura paleal y, después de bañar las branquias, sale por el sifón.

El aparato digestivo del pulpo comienza en el *bulbo faríngeo,* que es como una vejiguilla a cuya entrada se encuentra el pico córneo, seguido de la rádula; sigue el esófago, con glándulas salivales anexas, y después se encuentran un buche y un estómago, seguido éste de un intestino que se bifurca en un ciego en espiral y un intestino recto que desemboca en el ano. Hay un hígado o *hepatopáncreas* muy grande, a cuyo lado ventral se encuentra adherida la *bolsa de la tinta,* glándula que segrega un líquido negro que el animal puede expulsar a su arbitrio, empleándolo para descon-



Pulpo argentino (**Octopus tehuelchus**). (De una lámina de D'Orbigny).

certar a sus enemigos y huir de ellos o acercárseles, según le convenga. La salida de la tinta ocurre por un estrecho conducto que desemboca en el extremo del recto, junto al ano.



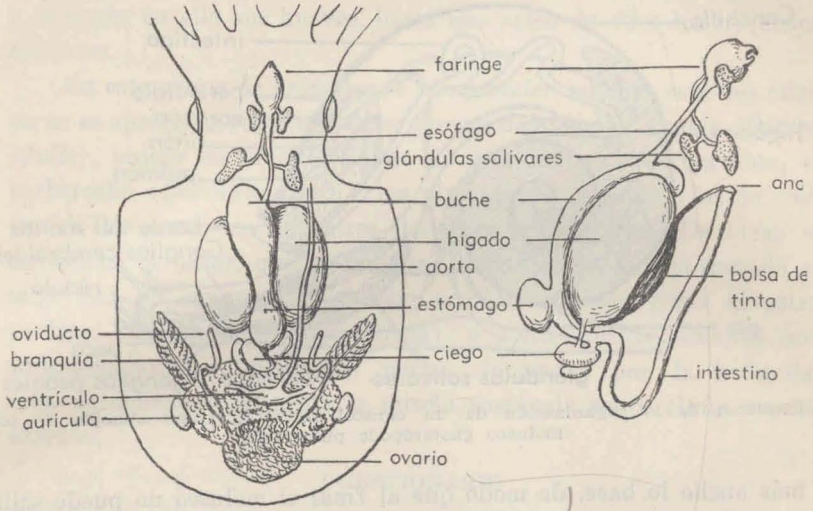
Cuerpo del pulpo hembra, visto por la cara ventral, con el manto cortado y abierto para mostrar los órganos que aparecen en la cavidad paleal.

El corazón, en posición dorsal, consta de un *ventrículo* y dos *aurículas*, pero además, en la parte inferior de la cavidad paleal, bajo las branquias, existen dos senos venosos que pueden considerarse como corazones accesorios.

En el sistema nervioso es de notar la complicación de los ganglios supraesofágicos, que están acompañados de enormes *ganglios ópticos* para inervar los ojos.

El aparato reproductor es bastante complicado en el macho. Hay un solo testículo, situado en la base del cuerpo, con un canal deferente que presenta una glándula lateral alargada, la *próstata*, y desemboca después en una bolsa, llamada *bolsa de Nedham*, que tiene su salida por un *canal eyaculador*. Los espermatozoides, según son segregados por el testículo, se agrupan en una especie de estuches que se forman en la próstata, denominados *espermatóforos*, y estos espermatóforos se disponen en paquetes paralelos dentro de la bolsa de Nedham, antes de salir al exterior. En la hembra, hay un

ovario situado en el mismo lugar que el testículo del macho, con dos estrechos oviductos junto a las branquias, para la salida de los óvulos. La fecundación se verifica de un modo muy curioso; uno de los brazos del macho, el tercero del lado derecho, se modifica en su extremo, que toma la forma de una especie de cuchara, con la cual, introduciéndola en su cavidad paleal, el pulpo recoge sus propios espermatóforos y los introduce en la cavidad paleal de la hembra. Este brazo así modificado recibe el nombre de *hectocótilo*.

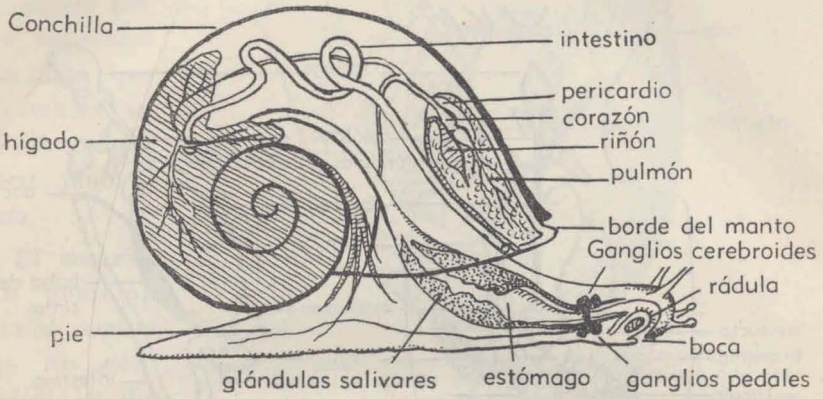


Organización interna del pulpo hembra. A la izquierda, los órganos vistos por su cara dorsal; a la derecha, el aparato digestivo visto de perfil.

Biología de los moluscos. — En el grupo de los moluscos hay una enorme variedad de formas y de costumbres. Así como hay moluscos bivalvos, los hay también *univalvos*, esto es, con la concha formada por una sola pieza. En este caso, la concha puede estar más o menos arrollada en espiral, como ocurre en los llamados *gasterópodos*, a cuya clase pertenecen los caracoles marinos, los de agua dulce y los terrestres. Estos últimos están adaptados para respirar el aire atmosférico, pues en lugar de branquias poseen un pulmón, al cual llega el aire por una abertura externa denominada *pneumóstoma*. Un gasterópodo muy frecuente en nuestro país es la

Ampullaria, que pone sobre las plantas acuáticas racimos de huevo de color rosado, erróneamente llamados por el vulgo "huevos de sapo".

Ciertos moluscos, como los bivalvos del género *Pholas,* para librarse de sus enemigos viven dentro de las rocas, que perforan girando lentamente sobre el borde de su concha, que es dentado, trabajándose así un agujero profundo, en que se hunden cada vez más. Como el molusco crece, cuanto más profundiza su agujero,



Esquema de la organización de un caracol terrestre, como ejemplo de un molusco gasterópodo pulmonado.

más ancho lo hace, de modo que al final el molusco no puede salir de allí; pero no lo necesita, porque el agua lleva su alimento hasta su encierro, y en cambio se encuentra como en una fortaleza inexpugnable.

Estos moluscos perforadores son fosforescentes y brillan de noche en el fondo de sus agujeros. También poseen una fosforescencia muy notable muchos *cefalópodos,* que es el grupo a que pertenecen el pulpo y el calamar. Estos animales pueden además cambiar de colores, según que estén tranquilos o irritados, o por otras circunstancias, y a veces toman matices que los hacen confundirse con las piedras o las plantas marinas.

La mayoría de los moluscos son ovíparos; hay, sin embargo, el llamado *Paludina vivipara,* cuyos hijos nacen vivos, desarrollándose

los huevos dentro del cuerpo de la madre. Por lo general, son muy prolíficos; los calamares suelen poner de 30.000 a 40.000 huevos, la almeja de río pone unos 200.000, y algunas ostras hasta 60 millones. Lo corriente en los moluscos es que los huevos queden flotando en el agua, o que la hembra los deje adheridos a las plantas acuáticas, o protegidos bajo las piedras; hay sin embargo, un cefalópodo llamado argonauta (*Argonauta argo*), cuya hembra segrega una delicada conchilla en forma de cornucopia para guardar y proteger en ella sus huevos, hasta que salen de ellos los pequeños moluscos.

En este grupo de animales se comprenden muchas especies cuya carne es apreciada como alimento. Sirvan de ejemplo la ostra (*Ostrea edulis*), objeto en muchos países de una industria importante, el berberecho (*Cardium edule*), las almejas, el calamar (*Loligo vulgaris*), los caracoles terrestres del género *Helix*, etc. De otras se aprovecha el nácar, que es la capa interna de la concha cuando es muy rica en conquiolina, y hay, en fin, especies, como la ostra perlera (*Maleagrina margaritifera*), o como ciertas almejas, que proporcionan las apreciadas perlas, formadas por la acumulación de delicadas capas de la misma sustancia sobre algún cuerpo extraño.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué son los moluscos?
2. — ¿De cuántas piezas consta la concha de una almeja?
3. — ¿Qué estructura tienen las valvas?
4. — ¿Qué es el ligamento y para qué sirve?
5. — Y los músculos aductores ¿qué son, y cuál es su objeto?
6. — ¿Qué es el manto, y qué relación tiene con la concha?
7. — ¿Cuál es el órgano locomotor de los moluscos?
8. — ¿Cómo respiran las almejas?
9. — ¿Cómo respiran los caracoles terrestres?
10. — ¿Cómo es el aparato digestivo de una almeja?
11. — ¿Y el de un pulpo?
12. — ¿Qué particularidad ofrece el pie del pulpo?
13. — ¿Cómo es el aparato genital del pulpo?
14. — ¿Qué es la bolsa de la tinta y para qué sirve?
15. — ¿Qué ejemplos se pueden citar de moluscos útiles?

Capítulo XIII

LOS PECES

Los peces pertenecen al número de los animales que llamamos *vertebrados* porque están provistos de un esqueleto interno, de tejido óseo o cartilaginoso, cuyo eje está formado por un espinazo o *columna vertebral;* se distinguen de todos los demás vertebrados por estar adaptados por completo a la vida acuática, y son, por consiguiente, animales de respiración branquial.

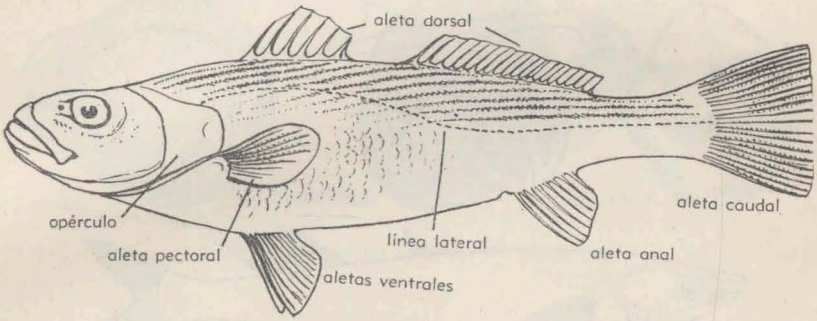
Morfología externa. — La forma de un pez es, en general, la de un huso, algo comprimida lateralmente pero hay peces alargados como gusanos, los hay cortos, esféricos discoidales o romboidales, y algunos están extraordinariamente achatados, hasta ser casi planos, ya en sentido lateral, ya dorsoventralmente.

Lo que da a un pez un aspecto más característico es la cabeza, unida directamente al cuerpo, sin la intervención de un cuello, y los apéndices denominados *aletas,* que son láminas membranosas o compuestas de fibras córneas, sostenidas por unos *radios* o varillas de hueso o de cartílago.

Las aletas pueden ser pares o impares. Las aletas pares están repartidas en dos grupos: el par *pectoral* o *torácico,* que se halla a los lados de la parte anterior del cuerpo, cerca de la cabeza, y el par *abdominal* o *ventral,* situado debajo del cuerpo, tan pronto

muy atrás como muy adelante, y aun más adelante que las aletas pectorales, en cuyo caso se dice que son aletas *yugulares*. Estas cuatro aletas corresponden a los cuatro miembros locomotores que generalmente tienen todos los vertebrados, pero en la mayoría de los peces han perdido su función locomotriz y sirven sólo como balancines, para que el pez conserve el equilibrio dentro del agua. A veces falta el par posterior o ventral; también puede faltar el pectoral.

Las aletas impares se derivan de una aleta única primitiva, que en su forma inicial corre a lo largo del dorso, da la vuelta por la cola y sigue por debajo del cuerpo hasta el ano. Así se ve todavía en las formas jóvenes de muchos peces, y aun algunos la con-

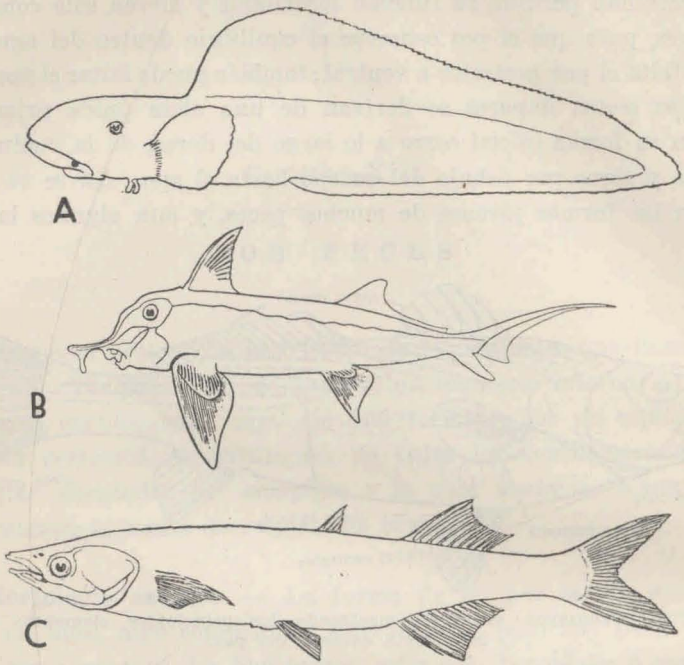


Pescadilla (**Cynoscyon striatus**), mostrando los principales elementos de la morfología externa del pez.

servan cuando adultos, como las anguilas; pero en la mayoría aparecen tres partes bien definidas: una aleta *dorsal*, a manera de cresta, una cola o aleta *caudal*, y una aleta *anal* debajo del cuerpo. La aleta caudal es el verdadero órgano de propulsión del pez para avanzar en el agua; para ello tiene un movimiento ondulatorio que produce en el agua un efecto parecido al de la hélice de un barco; las aletas dorsal y anal contribuyen al equilibrio del pez, haciendo oficio de quilla.

Las aletas dorsal y anal, y especialmente la primera, están con frecuencia divididas en varias aletas chicas, como se puede observar en el atún argentino (*Chenogaster holmbergi*).

La aleta caudal puede variar mucho de forma. Unas veces es redondeada o angular, y se dice que es una cola *dificerca,* como la del pargo blanco (*Umbrina canosai*); otras, está dividida en dos

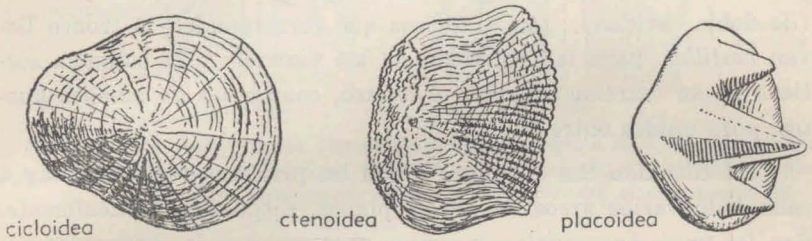


Ejemplos de los distintos tipos de aleta caudal en los peces. A, cola difícerca: viuda (**Caneolepis acropterus**); B, cola heterocerca: pez gallo (**Callorhynchus callorhynchus**); C, cola homocerca: pejerrey (**Basilichthys bonariensis**). (Según Lahille).

lóbulos o puntas aproximadamente iguales, diciéndose que es *homocerca,* según se ve en el pejerrey (*Basilichthys bonariensis*), y en muchos casos, en fin, es también bilobulada, pero con el lóbulo superior mucho más desarrollado que el inferior, y entonces se denomina *heterocerca,* que es como la tiene el tiburón (*Heptranchias pectorosus*).

El cuerpo de los peces se halla revestido por *escamas,* que pue-

den ser de cuatro clases principales, a saber: *cicloideas,* escamas redondeadas, de borde libre continuo e imbricadas, esto es, dispuestas como las pizarras de un techo; *ctenoideas,* que difieren de las cicloideas en que tienen el borde libre dentado o con puntas; *ganoideas,* de figura romboidal y yuxtapuestas, o sea colocadas unas junto a otras como las baldosas de un pavimento, y *placoideas,* que están aisladas y tienen en su superficie púas o puntas duras. Hay, sin embargo, peces que tienen la piel desnuda de escamas, y otros, como los tiburones y las rayas, la tienen cubierta de una especie



Diversos tipos de escamas de peces.

de granitos, de estructura similar a la de los dientes, lo que le da el aspecto de papel de lija.

La cabeza del pez lleva los dos ojos, las aberturas nasales, casi siempre en número de cuatro, y la boca. Más atrás, a cada lado, en lo que podríamos considerar como el cuello del pez hay una rendija vertical cubierta por una placa ósea llamada *opérculo,* o bien una serie de agujeros o aberturas. Tanto estas aberturas como aquella rendija, comúnmente denominada *agalla,* sirven para dar salida al agua utilizada por el pez en la respiración.

Finalmente, un carácter externo de los peces que tiene gran importancia es la *línea lateral,* raya longitudinal que recorre cada costado del pez, desde detrás de la cabeza hasta la cola, y que está formada en unos casos por granitos muy pequeños, en otros por

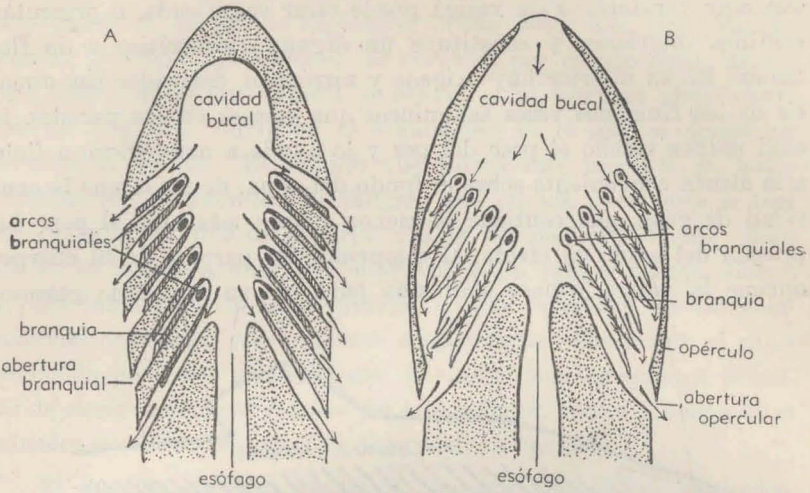
diminutos orificios, y constituye un órgano sensorial de función todavía no bien conocida.

Organización interna. — El esqueleto interno de los peces es en unos cartilaginoso y en otros óseo. Hay siempre un eje o columna vertebral, compuesta, como lo indica su nombre, de *vértebras* o segmentos óseos, cada uno de los cuales consta de un *cuerpo* o *centro* sosteniendo un *arco neural* por donde pasa el gran cordón nervioso que constituye la *medula espinal*. Dicho centro es aproximadamente cilíndrico, y tiene su cara anterior y su cara posterior cóncavas, por lo que se dice que son vértebras *anficélicas* (de doble cavidad). Las vértebras que corresponden al tronco llevan *costillas*, para la protección de las vísceras, y la columna sostiene en su extremo anterior el *cráneo*, compuesto de muchos huesos, poco unidos entre sí.

En conexión con el cráneo y con las primeras vértebras, hay a cada lado varios arcos de hueso, planos, dispuestos verticalmente. Son los *arcos branquiales*, y sirven para sostener las branquias.

Las branquias, que forman el aparato respiratorio del pez, son series de laminillas dispuestas en series sobre dichos arcos, muy ricas en vasos sanguíneos, y ocupan cavidades que están en comunicación con el exterior y a la vez con el fondo de la boca del pez. El agua entra por la boca, baña las branquias, llevando hasta dichos vasos el aire que arrastra en disolución, por osmosis, sale en la misma forma el anhídrido carbónico y en seguida sale el líquido al exterior por las aberturas branquiales. En los peces cartilaginosos, como los tiburones, las rayas y las lampreas, cada serie branquial ocupa una cavidad independiente, de modo que el pez presenta a cada lado del cuello una sucesión de aberturas independientes también; en los demás peces, todas las branquias ocupan una sola cavidad a cada lado, cubierta al exterior por el opérculo, que es movible y se levanta ligeramente para dejar salir el agua.

El aparato digestivo comienza en la boca, que siempre está pro-

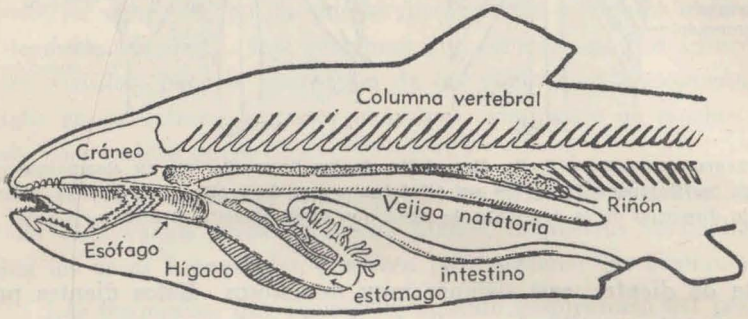


Esquema comparativo de la disposición de las branquias en un elasmobranquio o pez cartilaginoso (A) y en un teleósteo o pez óseo (B). Las flechas indican la dirección de la corriente de agua que lleva disuelto el aire respirable.

vista de *dientes,* casi siempre muy numerosos. Estos dientes pueden encontrarse situados en los bordes de la boca, en el paladar, en la faringe o entrada del esófago, en la base de la lengua y hasta en los labios o a los lados del hocico. El esófago es corto, el estómago estrecho, y en el *píloro* o entrada del intestino desembocan unas glándulas alargadas, llamadas *apéndices pilóricos,* que segregan una sustancia de función digestiva. En muchos peces, el intestino presenta interiormente la llamada *válvula espiral,* que es un repliegue helicoidal cuyo objeto es hacer que los alimentos estén más tiempo en contacto con las paredes intestinales, lo que facilita su absorción. Casi todos los peces poseen una *vejiga natatoria,* que sale del esófago, y cuya forma y dimensiones

Boca de una lamprea, con dientes labiales.

son muy variables. Esta vejiga puede estar ramificada, o presentar celdillas interiores, y constituye un órgano hidrostático o de flotación. En su interior hay oxígeno y nitrógeno, derivados por osmosis de los finísimos vasos sanguíneos que existen en sus paredes, lo cual reduce mucho el peso del pez y lo ayuda a mantenerse a flote a la altura conveniente sobre el fondo del agua, de modo que la cantidad de gases que contiene es menor cuanto más baja el pez. La presión del agua, en efecto, al comprimir las paredes de su cuerpo, oprime la vejiga y hace salir una parte de su contenido gaseoso,



Esquema del aparato digestivo y la vejiga natatoria del salmón europeo (**Salmo salar**).

ya sea por el esófago y la boca, o ya, en los peces en que no hay comunicación entre la vejiga y el tubo digestivo, haciendo volver los gases a la sangre. Por el contrario, cuando el pez sube, la menor presión permite que la vejiga se dilate y admita de nuevo los gases.

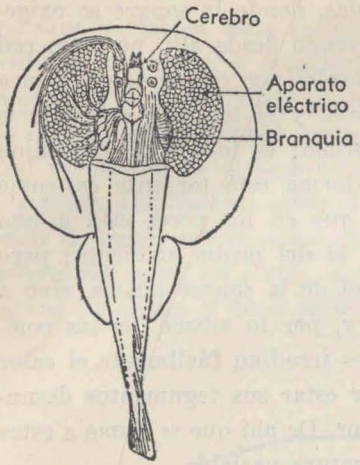
El aparato circulatorio tiene como centro un corazón situado detrás de la cabeza y hacia la parte abdominal del cuerpo, y formado por dos cavidades, un *ventrículo* y una *aurícula*. La aurícula recibe la sangre viciada que desde los órganos le traen las venas, y la envía al ventrículo, desde donde pasa a una *arteria aorta*, ramificada en tantos *arcos aórticos* como arcos branquiales posee el pez; de estos arcos aórticos se derivan muchos finísimos *vasos*

capilares en el interior de las branquias, donde la sangre se oxigena y pierde su anhídrido carbónico, yendo desde allí, por una red arterial, a irrigar los órganos. El corazón, por consiguiente, nunca tiene más que sangre impura, o *venosa*, y el torrente circulatorio describe una sola vuelta en el organismo; es lo que se denomina *circulación sencilla*. El líquido que forma este torrente es, como en todos los vertebrados, la sangre, que en los peces está a una temperatura variable de acuerdo con la del medio ambiente; pero esto no es debido a una particularidad de la sangre misma, sino a la poca intensidad de la respiración y, por lo mismo, de las combustiones orgánicas, y a que estos seres irradian fácilmente el calor producido por estas combustiones, por estar sus tegumentos desnudos de elementos conservadores del calor. De ahí que se llame a estos animales *pecilotermos*, o sea de temperatura variable.

El aparato excretor consta de un par de riñones alargados, situados a ambos lados de la columna vertebral, y por un conducto denominado *uréter* dan salida a la orina por el ano.

El sistema nervioso es poco complicado, y tiene, como en todos los vertebrados, dos grandes centros: *cerebro* o *encéfalo*, alojado en el cráneo, y *medula espinal*, sostenida por la columna vertebral. El cerebro está compuesto de tres pares de masas nerviosas dispuestas en serie; el primer par lo forman los *lóbulos ópticos*, después vienen los *hemisferios cerebrales*, que constituyen el verdadero cerebro, y en tercer lugar los *tubérculos bigéminos*. Entre estos y los hemisferios cerebrales se observa una pequeña masa rojiza, que se denomina *glándula pineal*, y a continuación de los mismos tubérculos hay otra masa impar, más grande, que es el *cerebelo*.

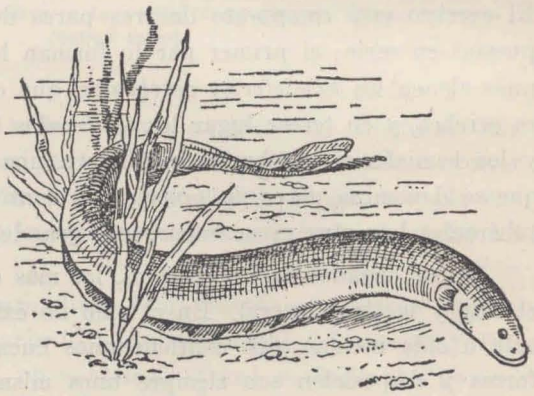
De los órganos de los sentidos, los más dignos de atención son el oído y la línea lateral. En el oído no existe más que una vesícula u oído interno, que contiene unos huesecillos (*otolitos*), cuya forma y disposición son siempre unos mismos para cada especie. La línea lateral sirve probablemente para percibir ciertas impresiones táctiles muy delicadas, tales como el grado de salinidad del agua, su concentración y su presión.



Disposición del aparato eléctrico en una raya eléctrica.

Los sexos están separados en todos los peces, y las células sexuales salen al exterior por un poro genital situado cerca del ano. Muy rara vez hay un órgano copulador, pues en la inmensa mayoría de los peces la fecundación se verifica exteriormente; la hembra vierte sus óvulos, en enorme cantidad casi siempre, en el agua, y más tarde el macho pasa por el mismo lugar y vierte sus espermatozoides sobre aquellos. Hay, sin embargo, especies en que existe una verdadera cópula, y algunas que son vivíparas.

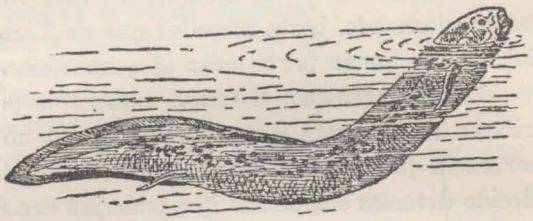
La adaptación de los peces. — Un pez es un animal eminentemente acuático, y en él se realiza como en ningún otro animal la adaptación a este género de vida. Su forma comprimida, adecuada para cortar el agua, sus aletas, perfectamente conformadas unas para mantenerlo en posición dentro del medio líquido y otras para que pueda moverse en él, su admirable mecanismo hidrostático, todo le favorece para vivir en el agua. Pero, además, se observan en los peces ciertos casos de adaptación especial que son dignos de atención.


Temblador o anguila eléctrica (**Gymnotus electricus**).

Hay, por ejemplo, peces que no tienen vejiga natatoria; son

los que nadan muy de prisa y cambian rápidamente de nivel en el agua, como los tiburones, o aquellos que pasan la mayor parte de su vida tumbados en el fondo del agua, como son los peces planos llamados lenguados y rodaballos. Estos últimos ofrecen además la particularidad de que tienen, del lado que queda hacia arriba al tumbarse en la arena o el cieno, distinto color que del lado que queda en contacto con el fondo.

Algunos peces de agua dulce viven en regiones donde los bañados y las lagunas se secan en cierta época del año, y entonces se ven obligados a pasar una larga temporada enterrados en el fango seco que constituye ordinariamente el fondo. Estas especies tienen la vejiga natatoria modificada de manera que puede servir para acumular aire atmosférico, constituyendo una especie de pulmón. Uno de los peces en que se da esta aparente anomalía es la lepidosirena (*Lepidosiren paradoxa*), propia de toda la zona intertropical de la América del Sur, y notable también por la curiosa modificación de sus aletas pares, que son simples apéndices filiformes.



Lepidosirena (Lepidosiren paradoxa).

También hay peces adaptados para volar, o más bien para lanzarse fuera del agua en un salto que tiene algo de vuelo planeado; sus aletas pectorales adquieren un gran desarrollo, constituyendo casi verdaderas alas.

Otra adaptación curiosa es la de los peces de grandes profundidades marinas, donde reina una completa oscuridad, los cuales están provistos de órganos fosforescentes, de luminosidad bastante viva algunas veces. Esos órganos son unas glándulas cutáneas, las cuales segregan una sustancia viscosa que brilla al salir al exterior; por lo general la glándula está rodeada de una capa negra muy lustrosa, que hace el oficio de reflector. Hay, en fin, peces que

poseen, como medio defensivo, órganos especiales que acumulan electricidad, la cual descargan a voluntad contra sus enemigos.

La pesca y su importancia. — Hay gran número de especies de peces que el hombre busca para alimentarse con su carne, ya sea fresca o ya seca, ahumada o conservada de otras maneras. Por otra parte, de los pescados se extraen diversos productos, como el aceite de hígado de bacalao y la ictiocola, que tienen aplicaciones en la medicina o en la industria. De ahí que la pesca constituya en todas partes una de las industrias más lucrativas, cuando se explota metódica y racionalmente, y que a ella se dediquen poblaciones enteras en muchos países. Como ejemplo del desarrollo que en algunas partes ha alcanzado, basta recordar que en Terranova, sólo en la pesca del bacalao toman parte, cada año, unos cinco mil barcos.

En la Argentina, el escaso número de poblaciones costeras contribuye a que, hasta ahora, esta industria no haya adquirido la importancia que merece. Sin embargo, en los últimos años se han establecido diversas compañías que trabajan con éxito, no sólo en la pesca misma, sino en la salazón y conserva del pescado, y algunos de sus productos comienzan ya a ser apreciados en el extranjero.

Aparte del valor alimenticio del pescado y de la importancia industrial de la pesca en sí, hay que tener en cuenta que su desarrollo trae aparejado el de la marina mercante en general y el de la ingeniería naval. Toda nación pesquera es una nación de marinos, y esto no debiera olvidarse en un país como el nuestro, cuya costa se extiende a través de veinte grados de latitud.

Entre los pescados argentinos más estimados para la mesa, ocupan los primeros lugares el pejerrey (*Basilichtys bonariensis*), la pescadilla (*Cynoscion striatus*), el atún (*Chenogaster holmbergi*), la corvina negra (*Pogonias chromis*) y el mero (*Acanthistius brasilianus*). Hay otras especies que, si no tan estimadas, también son de frecuente consumo, como la brótola (*Phycis brasiliensis*) y el surubí (*Pseudoplatystoma coruscans*). Actualmente, se hacen ensayos para cultivar en nuestros ríos y lagos algunas especies europeas y norteamericanas famosas por la excelencia de su carne.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué caracteres esenciales son los de los peces?
2. — ¿Cuántas clases de aletas tienen los peces y dónde están situadas?
3. — ¿Para qué sirve cada clase de aletas?
4. — ¿Qué nombres toma la cola del pez, de acuerdo con su forma?
5. — ¿Cuántos tipos de escamas hay en los peces?
6. — ¿Qué es la línea lateral?
7. — ¿Cómo respiran los peces?
8. — ¿Qué es la vejiga natatoria, para qué sirve y cómo funciona?
9. — ¿Cómo funciona el aparato circulatorio de los peces?
10. — ¿Qué peces carecen de vejiga natatoria?
11. — ¿Cuáles la tienen modificada, y para qué?
12. — ¿Por qué es importante la pesca?
13. — ¿Cuál es el estado actual de la industria pesquera en la República Argentina?
14. — ¿Cuáles son nuestros peces más apreciados en el mercado?

Capítulo XIV

LOS ANFIBIOS

Se da el nombre de *anfibios* a aquellos animales vertebrados que en su primera edad tienen respiración branquial, como los peces, pero cuando son adultos adquieren pulmones y respiran el aire atmosférico.

Los anfibios, en la edad adulta, tienen generalmente cuatro patas; su cráneo es más sencillo que el de los peces y se articula con la columna vertebral por dos abultamientos o *cóndilos occipitales;* el esqueleto de sus miembros se une a la misma columna vertebral por medio de dos grupos de huesos que constituyen los *cinturones* o *arcos escapular* y *torácico;* la piel es lisa y desnuda, sin escamas, y su temperatura varía con la del medio.

Un ejemplo bien conocido de anfibio es la rana argentina (*Leptodactylus ocellatus*), mal llamada con frecuencia rana criolla.

Morfología externa. — La rana argentina es un anfibio de unos diez centímetros de longitud, de la cual una tercia parte corresponde a la cabeza. Ésta es de forma triangular, con aberturas nasales cerca de la punta del hocico, los ojos muy prominentes, de pupila elíptica horizontal, y algo más atrás de ellos unas membranas redondeadas que cubren los oídos, y que reciben el nombre de *tímpanos.* La boca es muy rasgada y se abre casi hasta el cuello.

Cuando se abre esta boca, se ve en ella una lengua muy ancha, adherida por su borde anterior y libre en el posterior, que presenta una escotadura en medio. El cielo de la boca presenta dos agujeritos (*coanas* o *cornetes*) que comunican con las fosas nasales, y dos agujeros más grandes (*trompas de Eustaquio*), que comunican con los oídos y están cerca de la garganta. Todo el borde de la mandíbula superior está provisto de una fila de pequeños dientes, y en el paladar, un poco más atrás de las coanas, hay dos pequeñas filas de dientecillos como si fuesen dos pequeños peines.

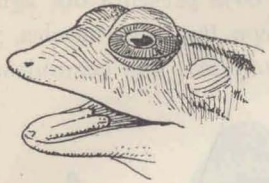
Rana argentina (Leptodactylus ocellatus).

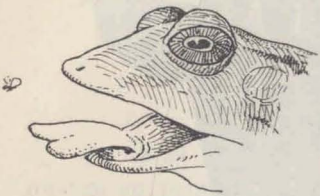
Las patas anteriores de la rana son muy cortas, con manos gruesas provistas de cuatro dedos, alternativamente dos de ellos más cortos que los otros dos. En la palma hay dos callosidades, una junto a cada borde; en el macho, la que hay en el borde interno es estrecha y prominente, como si fuera un dedo atrofiado, y además hay dos pequeños tubérculos en la base del dedo más interno.

Las patas posteriores son mucho más largas, correspondiendo casi una mitad de su longitud al pie, que es muy estrecho, con los dedos libres, en número de cinco, aumentando en longitud nota-

blemente del primero al cuarto, y el quinto bruscamente acortado.

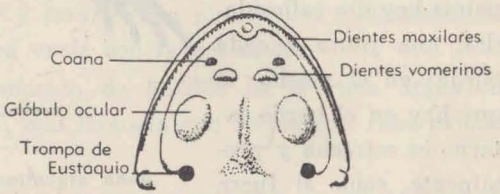
La piel de la rana es lisa, pero con arrugas glandulares dorsales que segregan una substancia mucilaginosa que la hace resbalosa; es de color verde aceituna o pardo sucio, con manchas negras alargadas, una de ellas, ancha, entre los ojos.





Lengua de la rana, en reposo y atrapando una presa.

Organización interna. — El cráneo de la rana se articula por sus cóndilos occipitales con una *vértebra cervical*, a la que sigue una pequeña serie de vértebras *dorsolumbares*, y después una ancha vértebra *sacra*, seguida del *uróstilo*, pieza ósea formada por la anquilosis o soldadura de las últimas vértebras. No existen costillas, pero el tórax está cerrado por delante por un conjunto de huesos y cartílagos que forman el cinturón escapular, destacándose el *metasternón*, que es un apéndice óseo dirigido hacia atrás y terminado en una piecita en figura de media luna. El esqueleto de los miembros anteriores presenta un hueso correspondiente al brazo (*húmero*) y otro al antebrazo (*radiocúbito*) y, del mismo modo, el de los posteriores tiene un hueso para el muslo (*fémur*) y otro para la pierna (*tibiaperoné*).



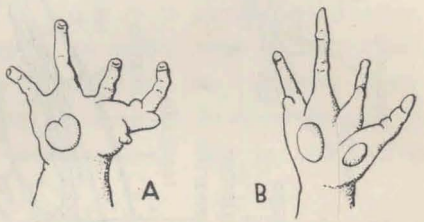
Cielo de la boca de la rana.

El aparato digestivo consiste principalmente en un tubo intestinal que se dilata en un estómago fusiforme y vuelve a ensancharse en su última parte, o *recto*, la cual, antes de terminar en el ano, forma una amplia cavidad llamada *cloaca*. Como glándulas anexas a este aparato se

encuentran un páncreas alargado y un hígado con su vesícula biliar.

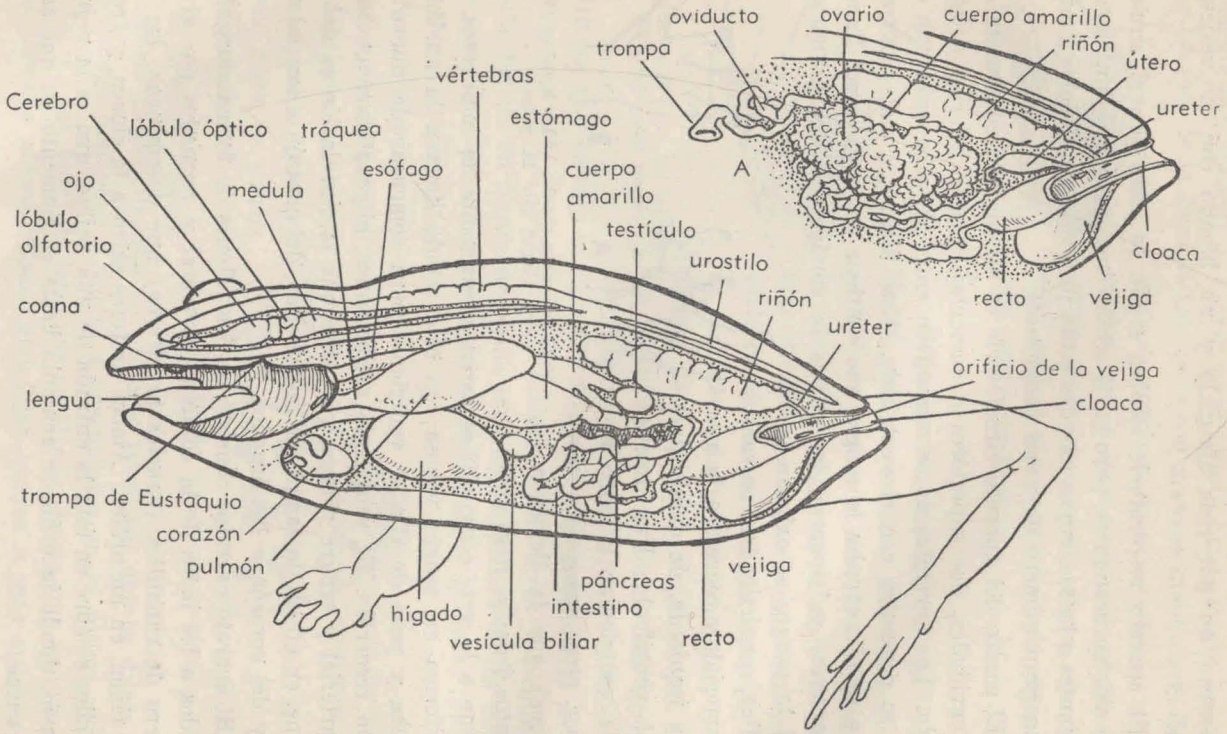
El aparato respiratorio cambia según la edad; en el animal joven existen branquias, pero en el adulto hay un par de pulmones, semejantes a bolsas, cuyas paredes están provistas de alvéolos y presentan gran número de vasos sanguíneos.

El centro del aparato circulatorio es un corazón compuesto de tres cavidades, dos superiores o *aurículas*, y una inferior o *ventrículo*. Las aurículas no se comunican entre sí, pero cada una de ellas se comunica con el ventrículo. Este último, a cada contracción o *sístole*, expulsa la sangre que contiene por unos vasos llamados *arterias pulmonares*, los cuales la conducen a los pulmones. Aquí la sangre se oxigena, se purifica, convirtiéndose en sangre arterial, y regresa a la aurícula izquierda, de donde pasa al ventrículo. Una nueva sístole ventricular la hace salir por otros vasos (los arcos aórticos) que la llevan a los distintos órganos, llevándoles el oxígeno a la vez; como allí se carga nuevamente de impurezas, se transforma en sangre venosa; en este estado llega a la aurícula derecha y pasa de ella al ventrículo para comenzar de nuevo el mismo recorrido. El ventrículo recibe, pues, alternativamente sangre arterial y sangre venosa, y se dice que la circulación es *doble*, porque, en efecto, la sangre da dos vueltas, del corazón a los pulmones y del corazón a los órganos.



Manos de rana macho (A) y hembra (B), vistas por la palma.

El aparato excretor consiste en dos riñones de forma alargada, situados a los lados de la columna vertebral y formados por gran número de canalillos (*canales uriníferos*) que desembocan, los de cada riñón, en un uréter. Ambos uréteres salen a la cloaca, y frente a ellos se abre en ésta la entrada de una vejiga, que es la *vejiga urinaria*, donde la orina se acumula hasta el momento en que sale al exterior.



Esquema de la organización interna de la rana macho. En A, disposición de los aparatos genital y excretor en la hembra.

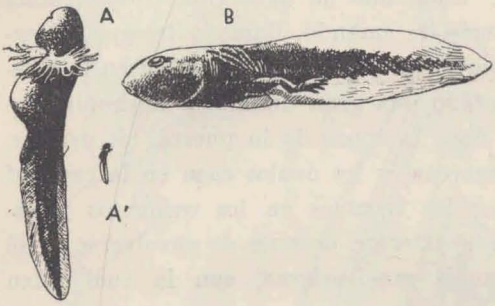
El aparato reproductor está en el macho vinculado con el aparato excretor; hay dos testículos arrimados a los riñones, y de cada uno de ellos parten varios conductos que, atravesando el riñón, van a desembocar en su uréter, de modo que este conducto excretor sirve también para la salida de los espermatozoides. En la hembra hay dos ovarios, enormes glándulas arracimadas que, cuando están cargadas de óvulos, llenan casi la cavidad general del cuerpo, y dos oviductos, largos canales muy tortuosos, que a primera vista se tomarían por intestinos. Cada uno de estos conductos termina anteriormente por una especie de embudo, llamado *trompa*, abierto a la cavidad general, y por el otro extremo desemboca en la cloaca, después de haber presentado una gran dilatación impropiamente llamada útero. Cuando llega la época de la puesta, los ovarios, dilatados con exceso, se desgarran, y los óvulos caen en la cavidad general, entrando luego por las trompas en los oviductos y saliendo a la cloaca, y de ella al exterior, después de envolverse en el falso útero con una sustancia mucilaginosa, con la cual salen revueltos.

El sistema nervioso ofrece una organización algo superior a la que existe en los peces; igualmente los órganos de los sentidos. Los ojos son más perfectos, poseen párpados, de que los peces carecen. En el oído hay una caja resonante (*caja del tímpano*) con una membrana o *tímpano* al nivel de la piel y comunica con la cavidad de la boca por la trompa de Eustaquio.

Desarrollo y metamorfosis de la rana. — En la rana, la fecundación se verifica en el agua y es externa. El macho cabalga, a veces varios días seguidos, sobre la hembra, la cual, por efecto del peso del macho, expulsa los huevos en gran número, envueltos en la sustancia pegajosa que segrega el falso útero. A medida que salen los huevos, el macho los fecunda. La hembra bate la sustancia que los envuelve, y forma una masa de espuma de unos 30 centímetros de diámetro por 5 de espesor, que es un verdadero nido flotante circular, a modo de rosca, y contiene más de mil huevos, cada uno de los cuales mide milímetro y medio de diámetro.

La hembra queda en medio de este nido, metida en el agua y asomando apenas el hocico.

Al cabo de unas cuarenta y ocho horas, de cada huevo sale una larva de rana, o *renacuajo*, compuesta de una cabecita seguida de una larga cola y provista de dos prolongaciones laterales que parecen pequeñas aletas y que son en realidad branquias externas. Al día siguiente, estas branquias se recogen bajo un repliegue, u opérculo, y pasan a ser branquias internas.



Desarrollo de la larva de la rana argentina. A, en el primer día de su vida (en A' su tamaño natural; B, a la mitad del desarrollo (de tamaño natural).

Dos o tres semanas después, los renacuajos sufren una primera metamorfosis: le aparecen las patas posteriores, aunque muy cortas, y los ojos. Algunos días más tarde se forman las patas anteriores. Después comienza a acortarse la cola y empiezan a formarse los pulmones, a la vez que se van atrofiando las branquias, hasta que el renacuajo se convierte en una ranita, enteramente igual a las adultas, excepto en el tamaño.

La adaptación al medio en los anfibios. — La organización y biología de la rana se encuentran, con algunas diferencias, en el sapo (*Bufo arenarum*), en el escuerzo (*Ceratophrys ornata*) y en la rana de zarzal (*Hyla raddiana*). Todos estos anfibios están en su primera edad adaptados a la vida acuática como los peces; respiran por branquias, tienen una cola como órgano locomotor, y hasta presentan, como los peces, una línea lateral. En la edad adulta, en cambio, aunque pasan mucho tiempo en el agua, son animales de respiración aérea, y si bien sus miembros les sirven para la natación, están mejor adaptados para el salto. La rana de zarzal es, además, arborícola, y en consonancia con sus costumbres tiene en

las puntas de los dedos unos ensanchamientos en forma de ventosas, lo que le permite adherirse a las ramas y a la superficie lisa de las hojas anchas.

En el Neuquén y al otro lado de la Cordillera, en Chile, hay una especie de pequeño sapo, el sapo vaquero (*Rhinoderma darwini*), que no vive junto al agua, sino en las praderas húmedas, lo que ha dado lugar a una adaptación especial en cuanto a la manera de criar. El macho posee unas amplias bolsas en el fondo de la boca, que se extienden por debajo de la piel del abdomen, y allí dentro introduce los huevos que pone la hembra, después de fecundarlos. Cuando la prole sale de estos huevos, aparece por la boca paterna, y no pasa por el estado de renacuajo, sino que son ya pequeños sapitos con respiración aérea, que saltan sobre el pasto como sus padres.

Pero el caso más curioso de adaptación es el que ofrece el ajolote (*Amblystoma tigrinum*), que es un anfibio propio de México, perteneciente al grupo de las salamandras o anfibios con cola. Las especies de este grupo, cuando salen del huevo, tienen ya patas, como sus padres, pero respiran con branquias externas, que luego pierden. Sin embargo, si un ajolote, por cualquier circunstancia, no puede abandonar la vida acuática, llega a adulto, y hasta se reproduce, y conserva sus branquias y todas las características de larva.

CUESTIONARIO

1. — ¿A qué animales se llama anfibios, y por qué?
2. — ¿Qué son las coanas y la trompa de Eustaquio?
3. — ¿Qué particularidad presenta el esqueleto del tórax en la rana?
4. — ¿Cómo respira la rana cuando es joven y cómo cuando es adulta?
5. — ¿Por qué se dice que la rana tiene doble circulación?
6. — ¿Cómo es el aparato reproductor de la rana macho, y con qué otro aparato está vinculado?
7. — ¿Cómo es el aparato reproductor en la rana hembra?
8. — ¿Qué es un renacuajo y cuáles son sus características?
9. — ¿Hay algún anfibio que no sufra metamorfosis?

Capítulo XV

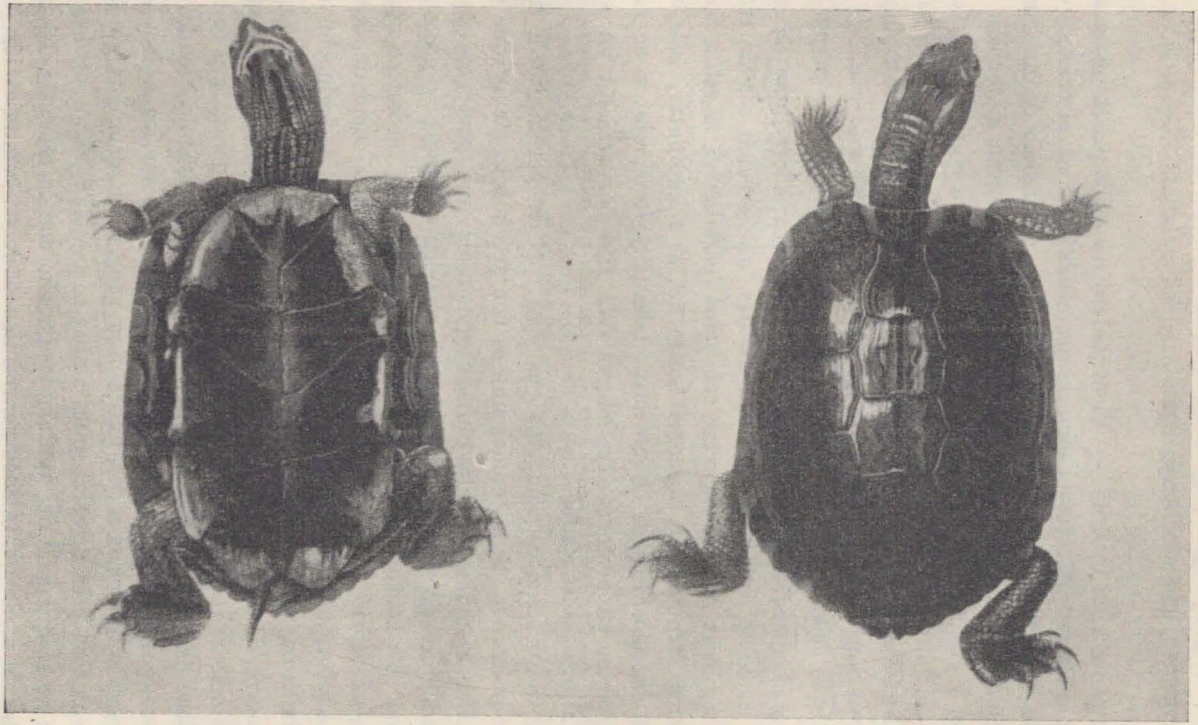
LOS REPTILES

Son los reptiles animales vertebrados de respiración constantemente pulmonar, de temperatura variable como los anfibios, pero con el cráneo articulado con la columna vertebral por un solo cóndilo occipital, y la piel casi siempre escamosa.

Morfología externa. — La conformación exterior de los reptiles es muy variable; unos tienen el cuerpo alargado, casi vermiforme; en otros es corto, aplastado, y está cubierto de un grueso caparazón. La mayor parte poseen cuatro patas cortas, pero hay algunos con dos solamente, y muchos que carecen de ellas por completo. Las patas de los reptiles están situadas lateralmente y dobladas en ángulo, de modo que el animal camina arrastrándose, o poco menos. Algunos reptiles son hábiles nadadores. Todos poseen cola, casi siempre larga, y a veces prensil o asidora.

La mayoría de los reptiles tienen la piel cubierta de escamas córneas, tan pronto lisas como carenadas o estriadas; en algunos hay escudetes óseos, y en otros grandes placas óseas unidas al esqueleto, formando un caparazón que revisten placas córneas.

Estos reptiles con caparazón se llaman *quelonios* o tortugas; los que carecen de él pueden ser, de acuerdo con la estructura del corazón y de otros órganos, *hidrosaurios,* como el yacaré, o



Tortuga de D'Orbigny (**Chrysemys d'orbignyi**). (Según una lámina de D'Orbigny).

saurofidios, grupo que todavía se divide en *saurios,* como la lagartija, y *ofidios,* como la lampalagua.

Organización interna. — El esqueleto de los reptiles presenta como caracteres notables el cóndilo occipital único en el cráneo, el estar la mandíbula articulada con el cráneo por medio de un hueso llamado *hueso cuadrado,* lo que permite una gran distensión a la boca, y el ser las vértebras casi siempre *procélicas,* es decir, cóncavas sólo interiormente. En los quelonios, las costillas están soldadas entre sí, reforzando el caparazón. El esqueleto de los miembros anteriores posee dos huesos en el antebrazo (*radio* y *cúbito*), y lo mismo sucede con la pierna en los posteriores (*tibia* y *peroné*).

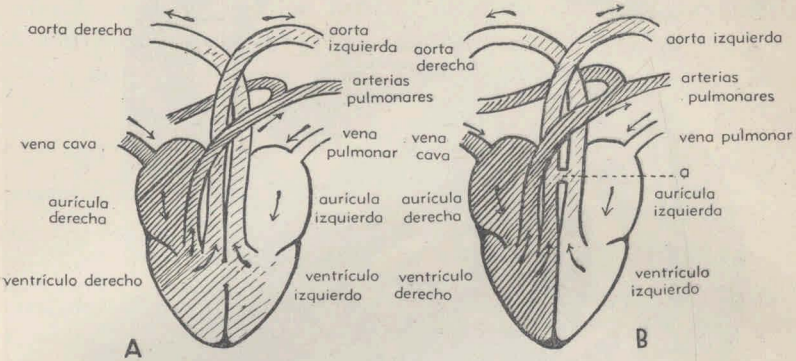
En el aparato digestivo, no hay ningún carácter digno de especial mención, como no sean los dientes, que pueden ser de tres clases según la manera de estar colocados: *acrodontos,* si están sencillamente implantados sobre el borde de las mandíbulas; *pleurodontos,* cuando lo están en un surco lateral, y *tecodontos* si se hallan insertos en alvéolos. La lengua está fija por atrás, y en los saurofidios es bifurcada.

La respiración es siempre aérea y se verifica por medio de un par de pulmones, de los cuales uno es con frecuencia mayor que el otro. Por lo general, cada pulmón consta de una parte anterior con gran número de alvéolos y otra posterior en que hay pocos o ninguno. Se considera que la primera parte es el verdadero aparato respiratorio y que la segunda sirve más bien como depósito de aire para que el animal pueda respirar durante la deglución de los alimentos, que suele ser muy lenta.

Los reptiles son pecilotermos, como los anfibios, y su aparato circulatorio se asemeja bastante al de éstos. Por lo general, el corazón tiene también tres cavidades, aunque el ventrículo tiende a dividirse por un tabique. Este sólo es completo en los hidrosaurios, pero aun entonces no existe una separación completa de la sangre venosa y la arterial, pues ambas se mezclan en un vaso que une la aorta que sale del ventrículo derecho con la que sale del izquierdo, de modo que ambos ventrículos están en comunicación.

El sistema nervioso es algo más perfeccionado que el de los anfibios, pero todavía los elementos que componen el encéfalo se hallan en doble serie longitudinal. La glándula pineal adquiere notable desarrollo.

En cuanto al aparato reproductor, los machos poseen siempre un órgano copulador, pues la fecundación es interna. Salvo algu-

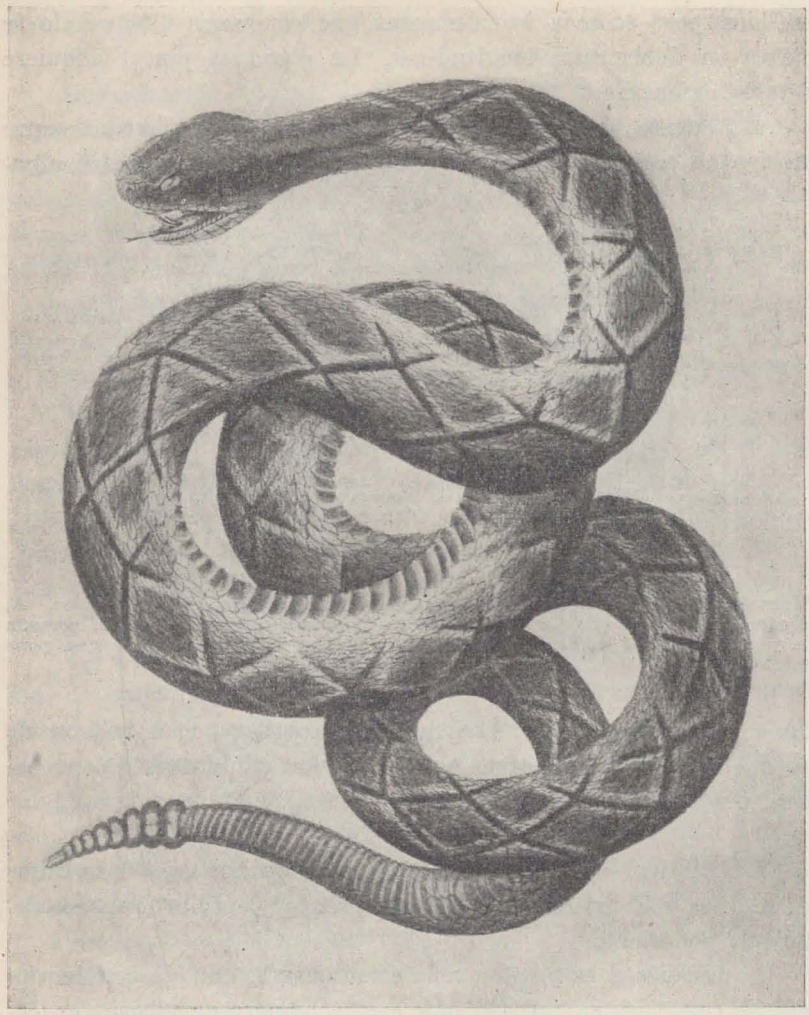


Esquema de los dos tipos de corazón que se encuentran en los reptiles. A, corazón de tortuga, con los ventrículos incompletamente separados; B, corazón de yacaré, con los ventrículos separados, mostrando en a el vaso que pone en comunicación las dos aortas.

nas especies, muy pocas, vivíparas, los reptiles ponen huevos, de los que salen los hijos como unas perfectas miniaturas de sus padres, pues no hay metamorfosis.

Los ofidios. — Desde el punto de vista práctico, son los ofidios los reptiles más interesantes, por comprender especies cuya mordedura es ponzoñosa.

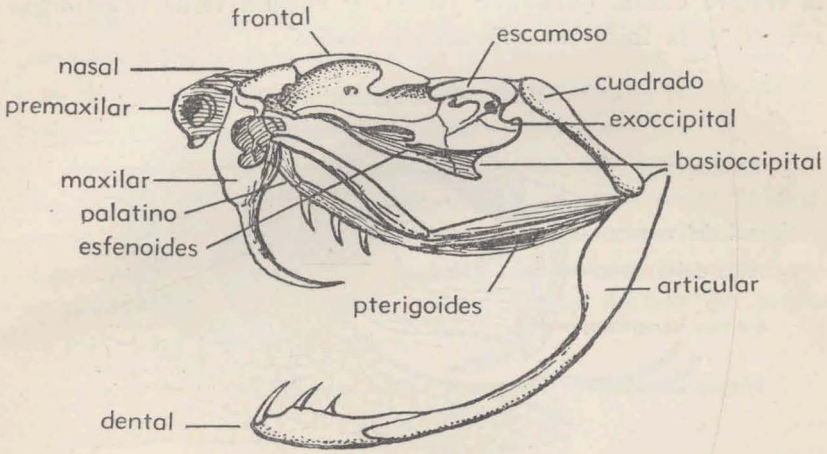
Los ofidios o serpientes, más comúnmente, aunque con impropiedad, conocidos en nuestro país con el nombre de víboras, se caracterizan sobre todo por la falta de miembros locomotores. En su cráneo es notable la articulación de los dos lados de la mandíbula inferior por ligamentos elásticos, lo cual, unido a la existencia del hueso cuadrado para su articulación con el cráneo, permite a estos animales abrir la boca exageradamente y tragar presas muy volu-



Serpiente de cascabel (**Crotalus terrificus**). (Según una figura de Spix).

minosas. Ello se facilita también por ser el esófago y el estómago muy extensibles y porque no existe esternón, de modo que las costillas pueden separarse, dilatándose todo el cuerpo.

Los dientes de los ofidios son ganchudos, y no sirven para la masticación, sino para agarrar y sujetar las presas. Muchas especies tienen algunos de ellos perforados en toda su extensión por un canal en comunicación con glándulas situadas a los lados de la cabeza, las cuales segregan veneno; cuando el ofidio muerde, el esfuerzo muscular comprime las glándulas, y el veneno sale por la punta del diente. Los ofidios que carecen de estos dientes ponzoñosos reciben el nombre de *aglifos;* llámanse *opistoglifos* aquellos que los tienen en la parte posterior de la boca y *proteroglifos* los que los



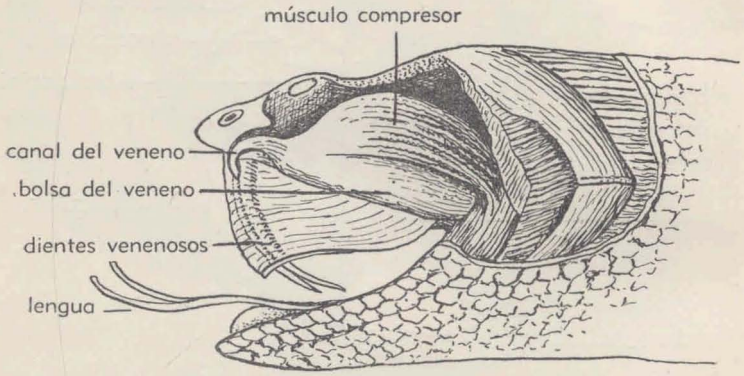
Cráneo de serpiente de cascabel.

llevan en la parte anterior. Cuando los proteroglifos tienen además estos dientes muy grandes y movibles, toman la denominación especial de *solenoglifos.* La mordedura de éstos últimos es siempre peligrosa, y mortal si se trata de especies dotadas de un veneno muy activo.

En la República Argentina existen varios ofidios sumamente venenosos, pertenecientes a tres géneros distintos: las víboras de coral (*Elaps simonsi* y *Elaps frontalis*), llamadas así por las fajas coloradas que presenta su cuerpo, alternando con otras amarillas y negras; las víboras de la cruz (*Lachesis alternatus, Lachesis am-*

modytoides y *Lachesis neuwiedi*), de cabeza triangular y cuello estrecho, y la víbora de cascabel (*Crotalus terrificus*), que debe su nombre al ruido particular que produce con unas piezas córneas que envuelven la punta de su cola. Tanto las víboras de la cruz como la de cascabel son solenoglifas, mientras que las de coral son proteroglifas.

También hay en nuestro país muchos ofidios inofensivos, entre ellos algunos de gran tamaño, como la lampalagua (*Constrictor occidentalis*), y la boa acuática (*Eunectes notaeus*); pero la mayoría son más chicas, como la víbora ñata (*Lystrophis d'orbignyi*), la culebra común (*Rhadinea fusca*), la culebra verde (*Philodryas schotti*) y la falsa boa (*Pseudoboa rustica*).



Aparato venenoso de la serpiente de cascabel.

La locomoción en los reptiles. — Los reptiles deben su nombre a la manera que tienen de caminar la mayoría de ellos, reptando, es decir, arrastrándose. Este procedimiento de locomoción se halla especialmente desarrollado en los ofidios, que se arrastran mediante el movimiento de sus costillas, libres ventralmente por faltar el esternón. Los ofidios también pueden subir a los árboles, enroscando su cuerpo. Los lagartos y las iguanas lo hacen con ayuda de sus uñas afiladas, y los camaleones de Africa se sirven de los dedos, separados en dos paquetes oponibles, y de su cola, que es prensil.

En los países cálidos del antiguo mundo viven unos saurios,

los gecos o salamanquesas, que pueden andar por las paredes verticales y aun por los techos planos, valiéndose de unas ventosas que tienen en los dedos. Hay otros saurios semejantes en la América tropical.

También hay reptiles que vuelan, o más bien planean, salvando distancias relativamente considerables entre unos árboles y otros, por medio de unas expansiones membranosas de la piel de los costados.

La mayoría de los reptiles son buenos nadadores, y hay algunos que están especialmente adaptados a la vida acuática, como la mayoría de las tortugas y los hidrosaurios (cocodrilos y yacarés). Estos últimos animales tienen en los pies membranas interdigitales, parecidas a las de los patos; en las tortugas marinas, las patas toman el aspecto de aletas, especialmente las anteriores, por el enorme alargamiento de las falanges o huesos de los dedos.

Otra curiosa adaptación relacionada con las costumbres anfibias es la que ofrecen los yacarés en la estructura de su paladar, que se prolonga hacia atrás, interrumpiendo la comunicación entre la cavidad bucal y las vías respiratorias, de manera que estos reptiles pueden abrir la boca debajo del agua para devorar sus presas, sin correr el riesgo de ahogarse.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué son los reptiles?
2. — ¿Por qué se les llama así?
3. — ¿Qué particularidades notables ofrece su esqueleto?
4. — ¿Cómo tienen los reptiles colocados sus dientes?
5. — ¿Cuántas cavidades hay en el corazón de un reptil?
6. — ¿A qué reptiles se llama ofidios?
7. — ¿Por qué son peligrosos los ofidios?
8. — ¿Qué es un ofidio solenoglifo y cuál, que lo sea, puede citarse en nuestra fauna?
9. — ¿Es peligrosa la mordedura de las boas y lampalaguas?
10. — ¿Cómo caminan las víboras?
12. — ¿Qué reptiles de nuestra fauna son acuáticos?

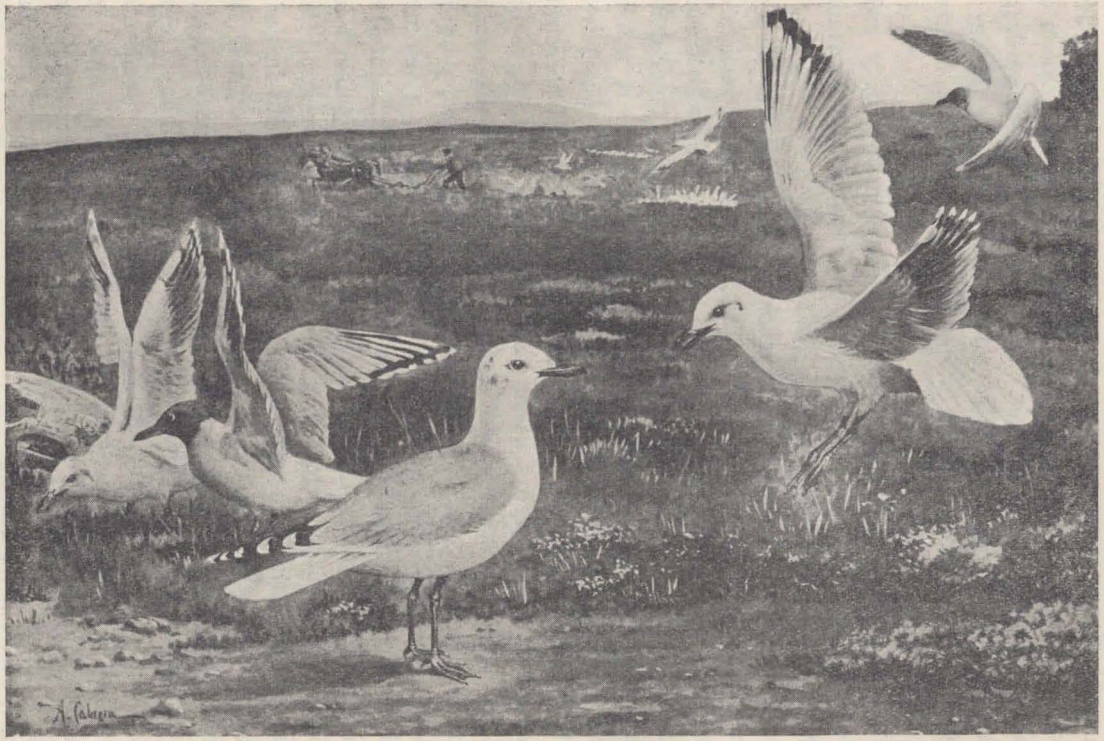
Capítulo XVI

LAS AVES

Las *aves* son animales vertebrados de respiración pulmonar, con temperatura constante, el cráneo provisto de un solo cóndilo occipital, los miembros anteriores transformados en alas, y la piel cubierta de plumas.

Morfología externa. — Lo que principalmente caracteriza el exterior de las aves es el tener sólo dos verdaderas patas, por hallarse sus miembros torácicos convertidos en alas, la cabeza terminada en un pico, y la piel revestida de plumas. Este último carácter no se encuentra en ningún otro grupo de animales.

Llámase *pico* al rostro alargado y más o menos puntiagudo de las aves, que jamás presenta labios flexibles, sino que está generalmente cubierto de una envoltura córnea, llamada *ranfoteca;* su forma es muy variable, tan pronto recto como ganchudo, corto como largo, dependiendo estas diferencias del género de alimentación de cada ave. A veces, su base está cubierta de una piel desnuda, la *cera,* como se observa en las aves de rapiña y en los loros; en los patos y aves afines a ellos, falta la rantofoteca, estando todo el pico cubierto de una piel fina y presentando sólo una pequeña placa córnea en la punta.



Gaviotas (**Hydrocolaeus maculipennis**). (Museo de La Plata).

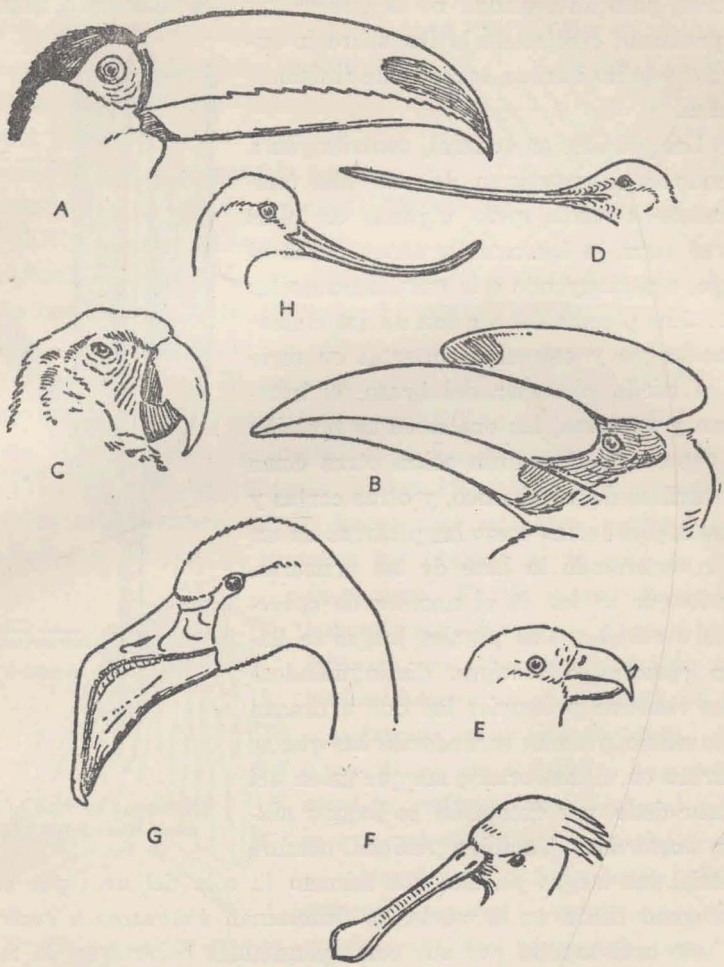
Todas las aves caminan sobre los dos pies posteriores, que nunca tienen más de cuatro dedos, y que pueden tener sólo tres, como en el ñandú (*Rhea americana*), y aun solamente dos, como en el avestruz de Africa (*Struthio camelus*). Cuando hay cuatro, uno o dos de ellos están vueltos hacia atrás. Estos dedos tienen siempre largas uñas, que en las aves rapaces se convierten en fuertes garras; en las que son nadadoras, están reunidos por palmeaduras o membranas interdigitales.

Los miembros anteriores tienen los dedos atrofiados y reducidos en número; adaptados para el vuelo, cuando el ave camina se mantienen doblados contra los costados.

Las plumas de las aves son formaciones tegumentarias córneas, lo mismo que las escamas de los reptiles. Cada pluma consiste en un tallo o varilla central con dos series laterales de flecos o *barbas*. El tallo es sólido, y se denomina *raquis*, pero en su base, por donde se inserta en la piel, está hueco; a esta parte se le da el nombre de *cálamo*. A veces, sale del cálamo una ramificación que parece una segunda pluma más pequeña y es lo que se llama el *hipŏrraquis*. Si se examinan las barbas de la pluma con una lupa, se ve que cada una de ellas está también formada por un filamento central con flecos laterales, que son como las barbas de la barba, y se denominan *bárbulas*. Cada una de estas bárbulas tiene a su vez unas barbitas muy pequeñas, que son los *barbicelos*. Generalmente, los barbicelos tienen forma de garfios, y con ellos se enganchan las bárbulas de las barbas adyacentes, de donde resulta esa superficie unida que presentan la mayoría de las plumas, así como la resistencia que éstas ofrecen cuando se trata de abrir o separar sus barbas. Puede ocurrir que en una pluma no haya barbicelos, y entonces es floja y rizosa, como se observa en el avestruz; o también pueden faltar las bárbulas y aparecer las barbas pendientes como hilos a lo largo del raquis, de lo que son ejemplo las "aigrettes" de las garzas y mirasoles, y aun las barbas mismas faltan algunas veces, quedando solamente el raquis como un filamento o una varilla aislada.

Ciertas plumas carecen de raquis, y están formadas por un

simple haz de filamentos sedosos; esto es lo que se denomina *plumón*. Muchas aves presentan este plumón cuando son jóvenes, antes de

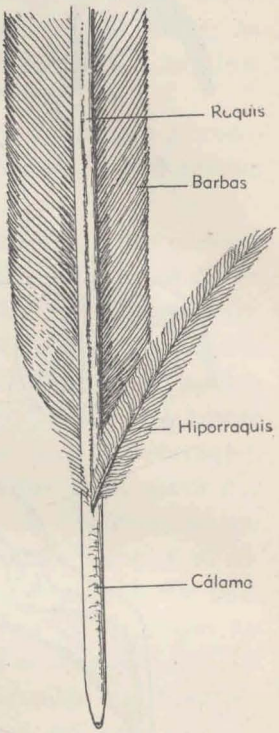


Diversas formas del pico de las aves. A, tucano (**Ramphastos toco**); B, calao (**Dichoceros bicornis**); G, guacamayo (**Ara macao**); D, picaflor portaespada (**Docimaster ensiferus**); E, piquituerto (**Loxia curvirostra**); F, espátula (**Ajaja ajaja**); G, flamenco (**Phoenicopterus chilensis**); H, avoceta (**Recurvirostra avosetta**).

tener plumas, y hay algunas, como los patos, que toda la vida llevan plumón debajo de la pluma.

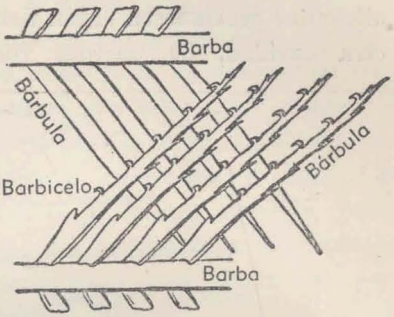
Con mucha frecuencia, las plumas de las aves ofrecen bellos colores, pero en realidad no es que tengan esa coloración, sino que se producen efectos de la luz sobre la superficie de las barbas, surcada de finísimas estrías.

Las plumas, en general, contribuyen a conservar al organismo del ave una temperatura elevada, pero algunas de ellas sirven para la locomoción aérea, o sea el vuelo, contribuyendo a la estructura de las alas. Las plumas del ala son de dos clases: unas largas y estrechas, insertas en serie en el borde posterior del brazo, el antebrazo y la mano, las cuales en la posición de reposo montan unas sobre otras como las varillas de un abanico, y otras cortas y anchas, dispuestas como las pizarras de un techo, cubriendo la base de las primeras, por lo que se les da el nombre de *coberteras* o *cobijas*. Las plumas largas se llaman *remeras* o *rémiges*, distinguiéndose como *remeras primarias* las que arrancan de la mano, y como *secundarias* las que se insertan en el antebrazo; las que salen del primer dedo, por excepción, se llaman *plumas bastardas*. También reciben nombre especial las largas plumas que forman la cola del ave; por servir ésta como timón en el vuelo, se denominan *timoneras* o *rectrices;* su base está tapada por sus correspondientes coberteras, lo mismo por encima que por debajo. Hay casos en que las coberteras de la cola son mucho más largas que las mismas timoneras; las magníficas plumas de la cola del pavo real no son otra cosa que las coberteras caudales.

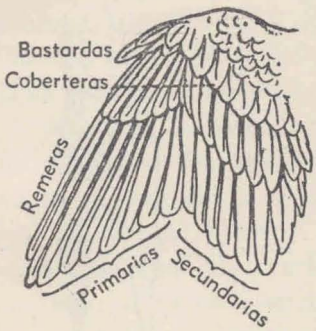


Elementos de que se compone una pluma típica.

Organización interna. — El esqueleto de las aves es notable por lo delgado de las paredes de los huesos, que están huecos. Las vértebras del cuello son muchas y forman una serie muy flexible, mientras que las del dorso están, por el contrario, firmemente unidas entre sí. Lo mismo ocurre con las costillas, cada una de las cuales presenta a veces una prolongación (*apófisis uncinal*) para enlazarse con la que hay detrás. La parte posterior de la columna vertebral está soldada en una pieza con los huesos del cinturón pelviano, constituyendo un sólido caparazón óseo. El esternón presenta casi siempre una fuerte cresta o quilla para la inserción de los músculos del pecho, que intervienen en el movimiento de las alas. La columna vertebral termina casi siempre en un hueso más o menos puntiagudo, el *pigóstilo*, en el que se insertan las plumas de la cola en forma de abanico. El pie aparece formado solamente por los huesos de los dedos o falanges; los que en los demás vertebrados forman la parte media del pie o metatarso, aquí están soldados en un hueso único con el tarso o base del pie, constituyendo el *tarsometatarso*, que es lo que aparece como pata del ave.



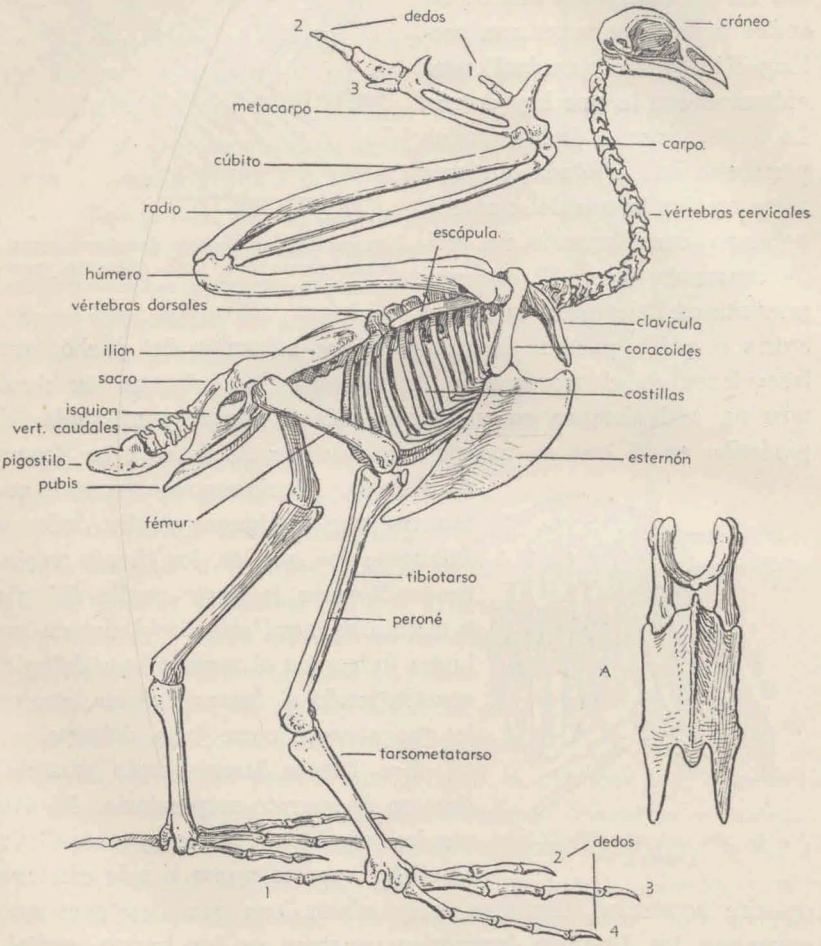
Parte de dos barbas de pluma contiguas vistas con gran aumento, mostrando los detalles de su estructura.



Ala de ave con sus diferentes plumas.

Los huesos huecos están vinculados con el aparato respiratorio. El ave respira con dos pulmones, pero lleva en dicho aparato nueve o más cámaras de aire accesorias, llamadas *sacos aéreos*, con ramificaciones que envuelven los distintos órganos y penetran en los huesos, contribuyendo a reducir el peso específico del animal.

En el aparato digestivo es de notar la absoluta falta de dientes. El estómago está representado por una simple dilatación del tubo digestivo, conocida con el nombre de *ventrículo subcenturiado*, pero en cambio, el esófago presenta una bolsa anexa, el *buche*, donde los alimentos permanecen algún tiempo reblandeciéndose, y todavía hay otra cavidad, de paredes fuertemente musculosas, la *molleja*,



Esqueleto de chajá (Chauna cristata). En A, el esternón visto de frente, con los coracoides y las clavículas.

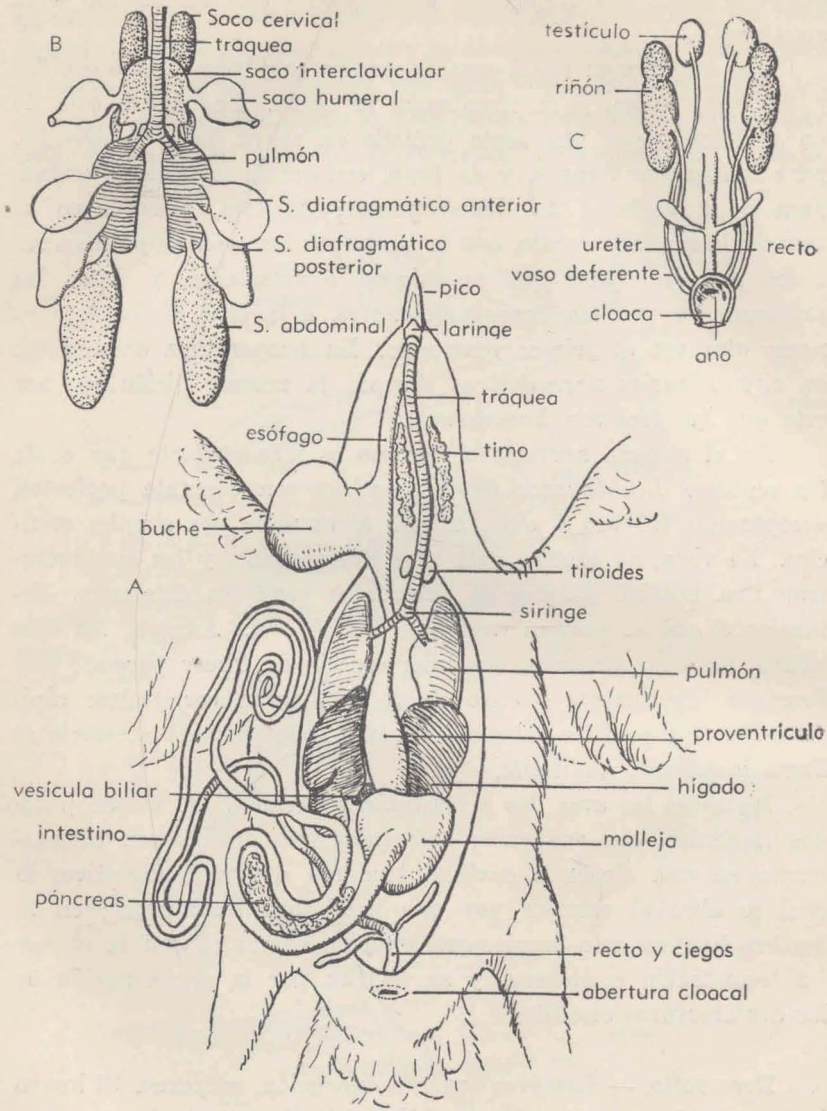
donde aquéllos son triturados, sustituyendo este mecanismo a la masticación.

Las aves tienen en el corazón cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos, y la circulación es doble. La sangre sale de un ventrículo, por una aorta doblada en curva hacia la derecha, para irrigar los órganos, y de éstos, convertida en sangre venosa, pasa a la aurícula del lado opuesto; de ésta, pasa luego al ventrículo que hay debajo, que la envía por las *arterias pulmonares* a los pulmones para que se oxigene o arterialice, y desde los pulmones va, por las *venas pulmonares,* a la otra aurícula, para pasar otra vez al primer ventrículo. La temperatura del animal, en circunstancias normales, es siempre la misma, diciéndose por esto que las aves son *homotermas.*

En el sistema nervioso el cerebro es más perfecto que el de los reptiles. Los órganos de los sentidos son bastante perfectos, exceptuando tal vez el oído, abierto al exterior por simples orificios. La vista, en cambio, está muy desarrollada, y los ojos muestran una notable adaptación telescópica para las diferentes distancias a que se pueden encontrar los objetos. Además, los ojos tienen, no sólo párpados, sino una especie de tercer párpado que funciona lateralmente y cuyo objeto es limpiar, corriéndose rápidamente, la superficie del globo ocular. Este párpado accesorio se llama *membrana nictitante.*

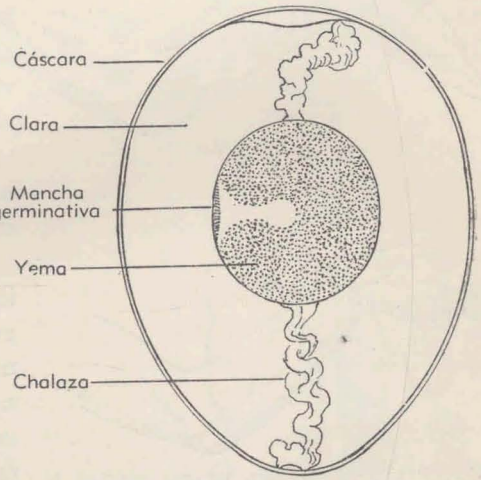
En todas las aves, los sexos están separados. El macho posee dos testículos, con sus vasos deferentes que desembocan directamente en una cloaca o cavidad terminal del tubo digestivo, la cual se abre al exterior por una hendidura transversal; en la hembra hay un solo ovario, que también comunica con la cloaca. La fecundación es interna, y se verifica por la aproximación de las dos aberturas cloacales.

Desarrollo. — Las aves son, sin excepción, ovíparas. El huevo está protegido por una cáscara caliza delgada y muy dura, y contiene gran cantidad de vitelo nutritivo, formando la *yema,* en un lado de la cual aparece el vitelo formativo como una manchita



Esquema de la organización interna de la paloma doméstica (**Columba livia**). A, aparatos digestivo y respiratorio; B, sacos aéreos; C, aparatos genital y excretor del macho.

blanquecina. Mediante el calor a que es sometido el huevo en la *incubación,* esta mancha se modifica, transformándose en un embrión que, después de nutrirse algún tiempo con la yema a que está unido, acaba por romper la cáscara y salir al mundo exterior. En unas aves, los pichones salen vestidos de plumón, muy vivos y listos, y aptos para seguir inmediatamente a sus padres y buscarse su sustento, mientras que en otras salen del huevo pelados, débiles e incapaces de valerse por sí solos para comer, y tienen los padres que ponerles el alimento en el pico. En el primer caso se dice que son aves *precoces* o *nidífugas;* en el segundo, son *insesoras* o *nidícolas.* El ñandú es un ave precoz; la paloma es insesora.

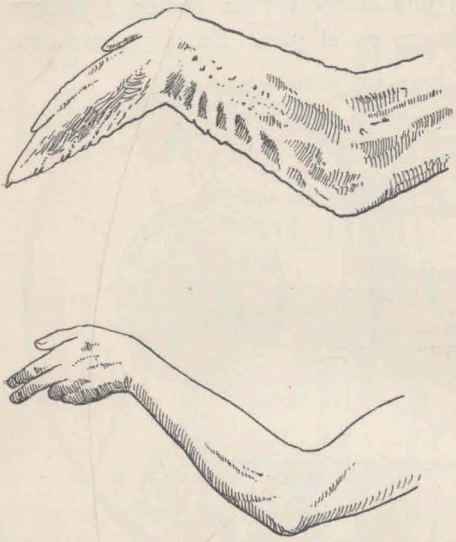


Corte vertical esquemático de un huevo de ave.

El número de huevos que pone un ave, así como su tamaño y color, varía mucho según las especies. También hay una gran variedad en los nidos que las aves construyen para cuidar a su descendencia. Hay aves que se contentan con poner los huevos en una ligera excavación, como hace el ñandú, pero otras construyen verdaderas maravillas arquitectónicas, ya de ramas y palitos, como son la mayoría de los nidos, o ya de barro, como el del hornero (*Furnarius rufus*).

La adaptación al vuelo. — Todo en el organismo del ave está adaptado, de un modo maravilloso, para la función de volar. La cabeza, con su pico, resulta puntiaguda por delante, para hender mejor el aire; los huesos huecos o *neumáticos* reducen el peso; las plumas del cuerpo forman una superficie lisa y unida, que no

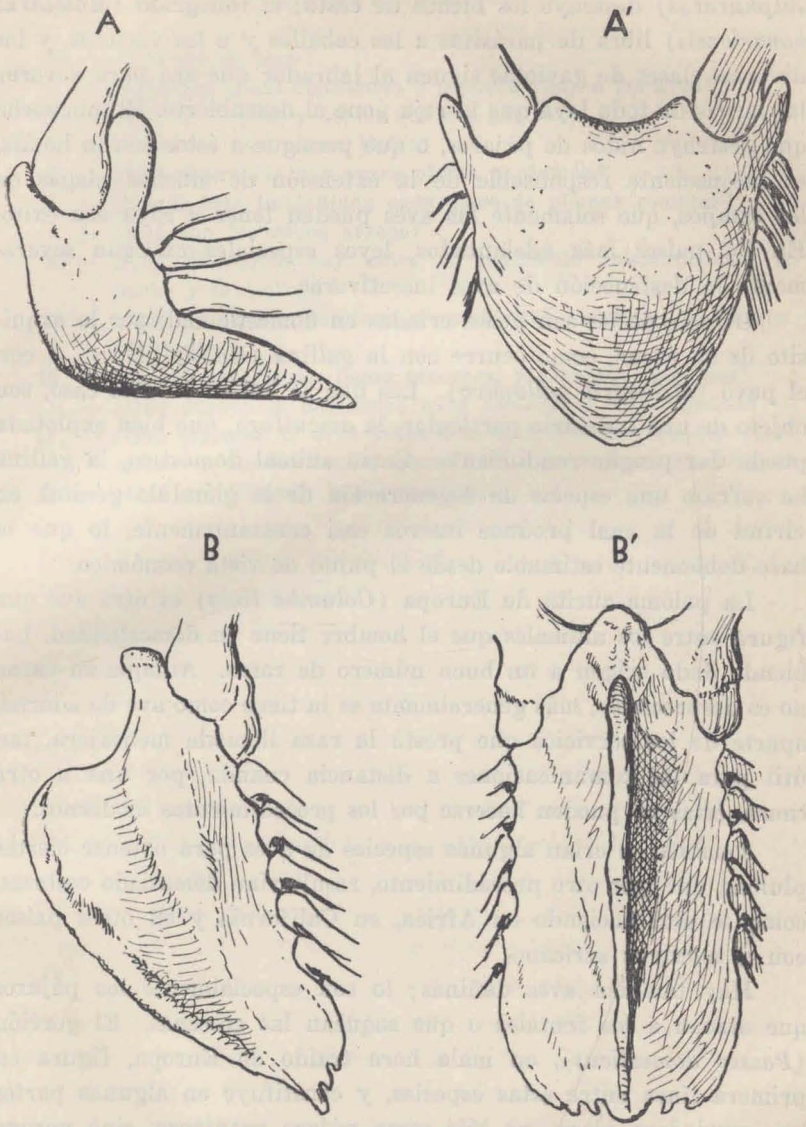
ofrece resistencia al viento; pero son las alas,, sobre todo, lo que demuestra esta admirable adaptación. Ellas dan al ave los dos elementos para que se sostenga en el aire un cuerpo más pesado que el aire mismo: un plano de sustentación y una corriente de aire que pase por debajo de este plano. Las alas abiertas constituyen el plano de sustentación; la corriente de aire, se la proporcionan las aves, en su mayor parte, moviendo las mismas alas; pero hay muchas especies que aprovechan las corrientes de aire naturales, y no pueden remontarse en el aire sino cuando sopla algo de viento. A las aves que emplean el primer procedimiento se les llama *remeras*, y *veleras* a las que emplean el segundo.



Ala de ave desprovista de sus plumas y comparada con el brazo humano, para mostrar la homología entre ambos órganos.

No todas las aves vuelan igualmente bien, y hay algunas, como el ñandú, que no pueden volar, porque tienen las alas demasiado débiles para esta función. En este caso, en el esqueleto falta la quilla del esternón, que realmente resulta innecesaria. Los pingüinos, que tampoco vuelan, tienen, no obstante, una quilla esternal muy grande; pero es porque utilizan sus alas a manera de aletas para nadar y bucear.

Aves útiles y aves dañinas. — La mayor parte de las aves son útiles al hombre, y sobre todo los pájaros insectívoros, que devoran enorme cantidad de insectos perjudiciales para la agricultura. El langostero (*Elanus leucurus*) es un ave de rapiña que debe su nombre a su costumbre de matar langostas; el bienteveo (*Pitangus*



El esternón del ave en relación con el vuelo. A y A', esternón sin quilla de un ave no voladora (ñandú) de perfil y de frente; B y B', esternón aquillado de un ave voladora (cóndor) de perfil y de frente.

sulphuratus) destruye los bichos de cesto; el renegrido (*Molothrus bonariensis*) libra de parásitos a los caballos y a los vacunos, y las diversas clases de gaviotas siguen al labrador que ara para devorar las larvas de toda laya que la reja pone al descubierto. El muchacho que destruye nidos de pájaros, o que persigue a éstos con la honda, es inconsciente responsable de la extensión de muchas plagas de los campos, que solamente las aves pueden tener a raya con éxito. En los países más adelantados, leyes especiales castigan severamente la destrucción de aves insectívoras.

Otras especies son útiles criadas en domesticidad, por lo exquisito de su carne, como ocurre con la gallina (*Gallus gallus*), o con el pavo (*Meleagris gallopavo*). Las que se hallan en este caso, son objeto de una industria particular, la *avicultura*, que bien explotada puede dar pingüe rendimiento. Como animal doméstico, la gallina ha sufrido una especie de degeneración de la glándula genital, en virtud de la cual produce huevos casi constantemente, lo que la hace doblemente estimable desde el punto de vista económico.

La paloma zurita de Europa (*Columba livia*) es otra ave que figura entre los animales que el hombre tiene en domesticidad, habiendo dado origen a un buen número de razas. Aunque su carne no es despreciable, más generalmente se la tiene como ave de adorno, aparte de los servicios que presta la raza llamada mensajera, tan útil para las comunicaciones a distancia cuando, por una u otra causa, éstas no pueden hacerse por los procedimientos modernos.

También se crían algunas especies de aves para obtener ciertas plumas, que, por otro procedimiento, resultarían demasiado costosas, como se está haciendo en Africa, en California y en otros países con el avestruz africano.

Hay también aves dañinas; lo son especialmente los pájaros que atacan a los frutales o que saquean las cosechas. El gorrión (*Passer domesticus*), en mala hora traído de Europa, figura en primera línea entre estas especies, y constituye en algunas partes una verdadera plaga, no sólo como pájaro granívoro, sino porque ahuyenta a las aves nativas, incluso a las que son útiles para la defensa de los campos.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué son las aves?
2. — ¿Qué tres cosas distinguen a primera vista a las aves?
3. — ¿Qué es el pico, y cuáles son sus partes?
4. — ¿Cómo es una pluma típica?
5. — ¿Qué diferencia hay entre pluma y plumón?
6. — ¿Dónde está implantada cada clase de plumas remeras?
7. — ¿Qué son los sacos aéreos?
8. — ¿Qué diferencia hay entre el ventrículo subcenturiado, el buche y la molleja?
9. — ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve la membrana nictitante?
10. — ¿A qué aves se les llama precoces, y a cuáles insesoras?
11. — ¿Qué diferencia hay entre aves remeras y aves veleras?
12. — ¿Qué especies de aves útiles a la agricultura se pueden mencionar en nuestra fauna, aparte de las que figuran en el texto?
13. — ¿Qué se entiende por **avicultura**?

Capítulo XVII

LOS MAMIFEROS

Denomínanse *mamíferos* los animales vertebrados de respiración pulmonar y temperatura constante que tienen dos cóndilos occipitales en el cráneo, el cuerpo cubierto de pelo, al menos en parte, y cuyas hembras poseen glándulas mamarias, con cuya secreción alimentan a sus hijos. Este último carácter, que no se observa en ningún otro grupo de animales, es el que les ha dado su nombre.

Morfología externa. — El aspecto exterior de los mamíferos es muy variable; hay algunos que tienen cierta semejanza con las aves y otros que recuerdan el aspecto de los peces. Casi siempre, tienen un cuello bien marcado que separa la cabeza del cuerpo; en la mayoría de los casos, también, poseen cuatro miembros locomotores, aunque pueden faltar los del segundo par, y por lo general hay una cola más o menos desarrollada.

La piel de los mamíferos está generalmente revestida de *pelos*, formaciones córneas filamentosas y flexibles cuya forma y longitud pueden variar considerablemente. Unas veces, el pelo es duro y rígido (*cerda*); otras, suave y rizoso (*lana*); puede ser grueso y fuerte, hasta el punto de convertirse en púas o espinas, y también se aplasta y se ensancha, o bien se aglutinan varios pelos juntos, constituyendo verdaderas escamas. Hay mamíferos con la

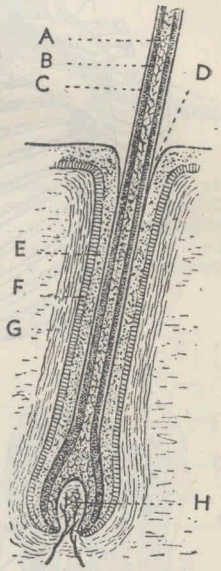
piel desnuda, pero se puede decir que ninguno carece de pelos en absoluto, pues aun las ballenas, que parecen estar desprovistas de ellos, presentan algunos en la cabeza. También hay mamíferos que tienen, como las tortugas, un caparazón óseo revestido de placas dérmicas.

Los miembros de los mamíferos, salvo pocas excepciones, llevan en el extremo de los dedos uñas, que a veces son corvas y filosas, llamándose entonces *garras,* y otras veces envuelven la punta del dedo como un estuche constituyendo *pezuñas,* que cuando son perfectamente simétricas se llaman *vasos* o *cascos.*

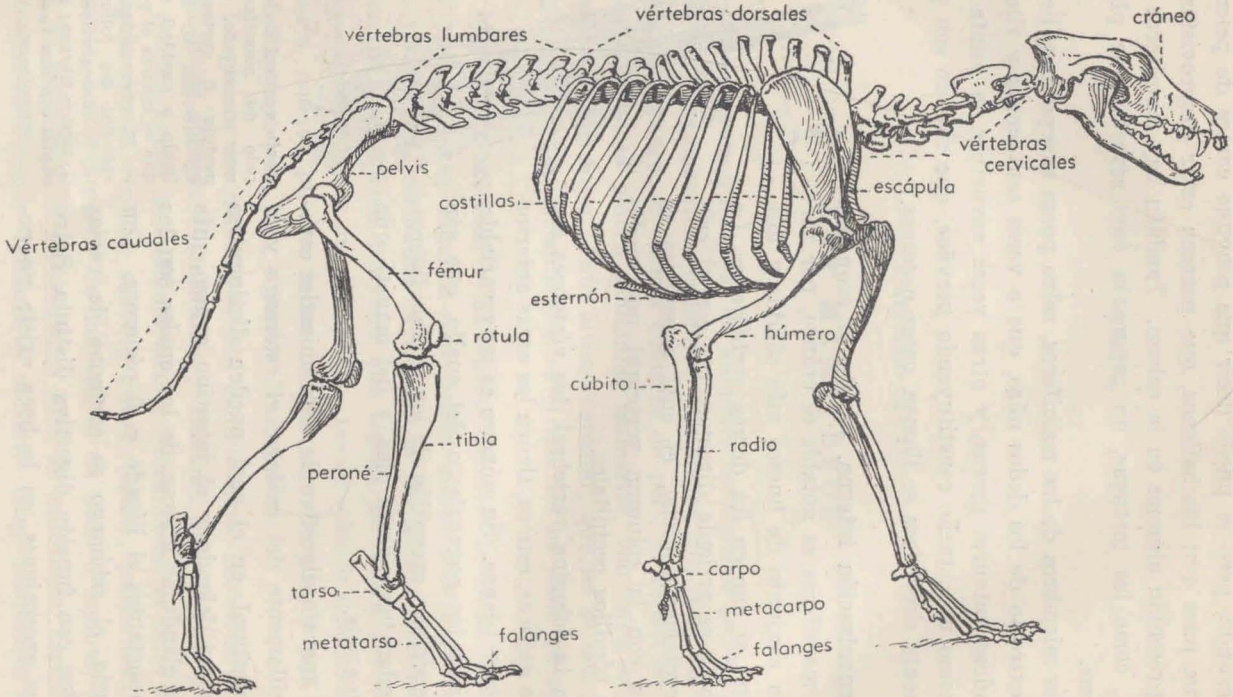
Organización interna. — En el esqueleto de los mamíferos es notable el cráneo, por formar un conjunto de huesos más sólidos y unidos entre sí que en los demás vertebrados. La mandíbula se articula directamente con el cráneo propiamente dicho, el cual a su vez se articula con la columna vertebral por medio de dos cóndilos occipitales.

En la columna vertebral, las vértebras son siempre *acélicas,* esto es, tienen las caras anterior y posterior planas. Su número es muy variable, salvo para las *cervicales* o del cuello, que son siempre siete, a excepción de los pericos ligeros, que pueden tener hasta diez, y del manatí, que sólo tiene seis.

El aparato digestivo de estos animales consta sencillamente del esófago, el estómago y el tubo intestinal, en el cual pueden distinguirse el intestino delgado y el intestino grueso, más algunas glándulas anexas, de las cuales son las más importantes el hígado y el páncreas. Con frecuencia, el estómago se compone de varias cavidades, con función digestiva distinta. Salvo contadas excepciones, en la boca existe un po-

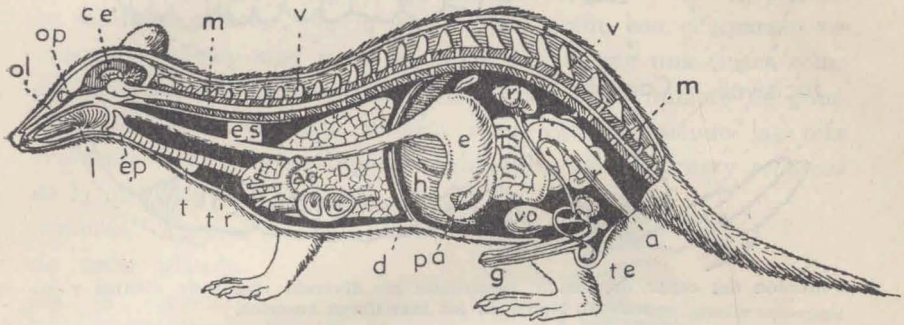


Corte vertical de un pelo de mamífero, muy aumentado. A, medula; B, corteza; C, cutícula; D, folículo o cavidad en que se inserta el pelo; E, revestimiento epitelial del folículo; F, túnica vítrea; G, túnica fibrosa; H, papila con sus vasos sanguíneos.



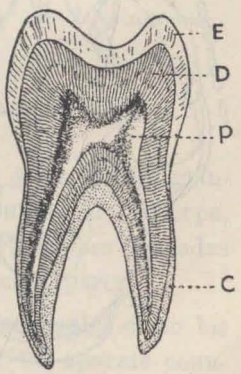
Esqueleto de perro galgo.

deroso aparato masticador formado por los dientes, que tienen en casi todos los mamíferos gran importancia por variar mucho su número y forma de acuerdo con la alimentación del animal, a pesar de que están siempre situados en el mismo lugar, que es el borde los huesos premaxilares y maxilares, que forman la cara, y el de la mandíbula.



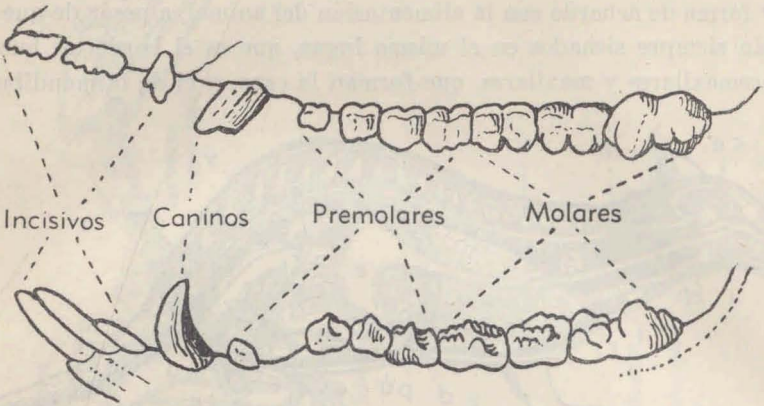
Corte longitudinal de un mamífero, mostrando su organización interna, **a**, ano; **ao**, aorta; **c**, corazón; **ce**, cerebro; **d**, diafragma; **e**, estómago; **ep**, epiglotis; **es**, esófago; **g**, miembro genital; **h**, hígado; **i**, intestino; **l**, lengua; **m**, medula espinal; **ol**, nervio olfatorio; **op**, nervio óptico; **p**, pulmón; **pa**, páncreas; **r**, recto; **ri**, riñón; **t**, glándula tiroides; **te**, testículos; **tr**, tráquea; **v**, columna vertebral; **vo**, vejiga de la orina.

Casi todos los mamíferos son *heterodontos*, es decir, tienen dientes de varias clases. Los que hay en la parte anterior de la boca son prensores y cortantes, y se llaman *incisivos;* a continuación hay otros idóneos para desgarrar, que son los colmillos o *caninos*, y luego otros que sirven para triturar o machacar, denominados muelas o *molares*. Por regla general, el mamífero tiene una serie de dientes cuando es joven, y más tarde la muda por otra; pero de los molares, los que están más atrás sólo salen una vez, y de ahí que en ellos se distingan dos grupos: los *premolares*, o muelas anteriores, que se cambian, y los verdaderos molares, que no se mudan nunca.



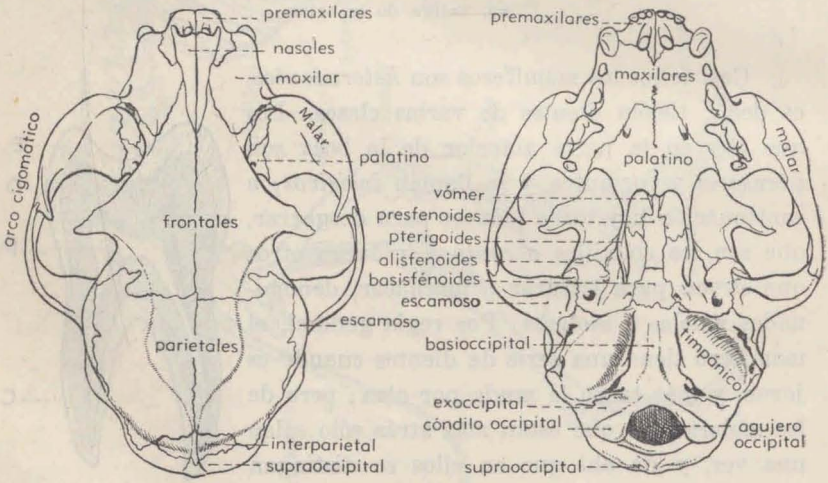
Corte vertical de un molar humano. C, cemento; D, dentina; E, esmalte; P, pulpa.

La respiración es en los mamíferos estrictamente pulmonar. El aparato circulatorio está construído según el mismo plan que el de



Dentición del cerdo doméstico, mostrando las diversas clases de dientes y su número típico en los mamíferos euterios.

las aves, pero la aorta se dirige hacia la izquierda. Una particularidad del grupo es que el corazón y el aparato respiratorio están

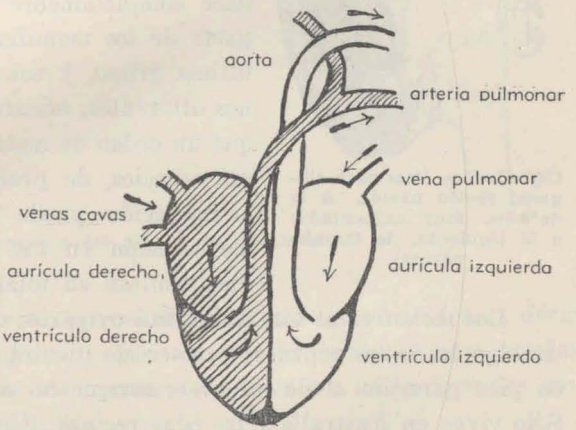


Cráneo de gato doméstico, visto por arriba y por abajo.

separados de las demás vísceras por un *diafragma* o tabique muscular que divide el interior del cuerpo en dos cavidades, una torácica

y otra abdominal. En la sangre, a excepción de los camellos y las llamas, los glóbulos rojos son células sin núcleo. Como las aves, los mamíferos son homotermos; conservan, en la mayoría de las especies, y en circunstancias normales, una temperatura próxima a 37 grados.

El aparato excretor se compone de un par de riñones, y tiene su salida al exterior, por lo general, en común con el aparato reproductor, siendo muy raros los casos en que hay una cloaca como en los reptiles y las aves. Existen además buen número de glándulas de secreción tanto interna como externa, siendo las más frecuentes entre las segundas las glándulas *sudoríparas* y *sebáceas* de la piel. En las hembras, algunas de estas glándulas se especializan, convirtiéndose en *glándulas mamarias*, destinadas a segregar la leche, sustancia líquida rica en azúcar, grasa y una materia de gran valor nutritivo, la caseína, con cuya sustancia se alimentan las crías durante la primera época de su vida. Dichas glándulas, situadas siempre en la superficie abdominal del cuerpo, tradúcense casi siempre al exterior en unas tumefacciones llamadas *mamas*, cuyo número varía desde dos hasta muchos pares.

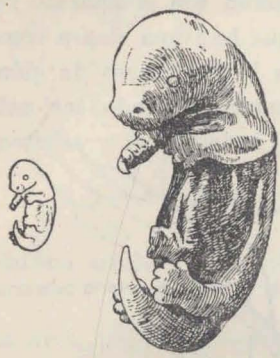


Esquema del corazón de un mamífero.

Todos los mamíferos son dioicos. Tanto los testículos como los ovarios están en número de dos, y existe siempre un aparato copulador, el *pene*, por ser la fecundación interna en todos ellos. Los óvulos son siempre muy pequeños, aun en las especies de mayor tamaño. Con muy pocas excepciones, son vivíparos, pero los hijos

pueden nacer en muy distintos estados de desarrollo, unas veces casi como simples embriones y otras tan activos como sus padres.

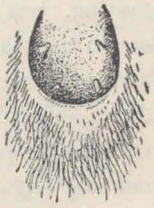
Clasificación de los mamíferos. — De la manera de reproducirse los mamíferos se deriva su clasificación en grupos. Hay, ante todo, los mamíferos que ponen huevos, los cuales reciben el nombre de *prototerios,* y los que dan a luz sus hijos vivos, que son los *terios.* Después, entre los terios hay los *metaterios,* cuyos hijos nacen en un estado de desarrollo muy atrasado, como embriones no acabados de formarse, y los *euterios,* en que el hijo nace completamente formado. La mayor parte de los mamíferos pertenecen a este último grupo, y constituyen quince órdenes diferentes, mientras que no existe más que un orden de metaterios y otro, con pocas especies, de prototerios. La siguiente enumeración puede dar una idea de la clasificación en los diez y siete órdenes que resultan en total:



Comadrejita (**Marmosa elegans**) recién nacida. A la derecha, muy aumentada; a la izquierda, de tamaño natural.

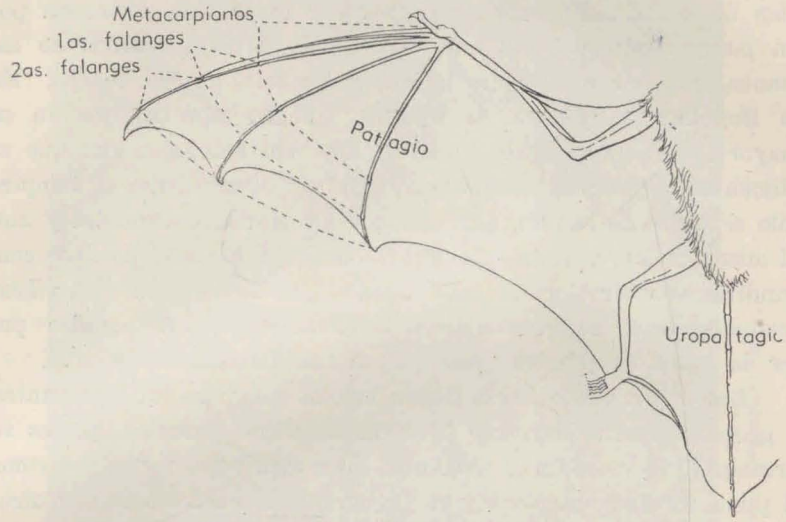
Los *monotremas* son mamíferos ovíparos, cuya anatomía recuerda algo la de los reptiles; carecen de dientes, y su cabeza termina en pico parecido al de las aves, aunque no córneo. Sólo viven en Australia y las islas vecinas. Ejemplo, el equidno (*Echidna aculeata*) y el ornitorrinco (*Ornithorhynchus anatinus*).

Los *marsupiales,* también llamados *didelfos,* dan a luz sus hijos en un estado de desarrollo incompleto, por lo que la mayoría de ellos tienen, en el sexo femenino, una bolsa ventral para llevarlos mientras están lactando. Poseen en el cinturón pelviano unos huesos que no se encuentran en los demás mamíferos, los *huesos epipúbicos,* y su encéfalo tiene algunas características como de reptil. Son ejemplos nuestras comadrejas overa y colorada (*Didelphis azarae* y



Bolsa abdominal de comadreja hembra, mostrando las mamas en su interior.

Lutrolina crassicaudata), y también pertenece a este grupo el canguro (*Macropus giganteus*), de Australia.



Esquema del ala de un quiróptero.

Los *insectívoros* son pequeños mamíferos *unguiculados*, es decir, con uñas; sus molares presentan puntas cónicas muy agudas, idóneas para triturar los tegumentos quitinosos de los insectos, que constituyen su alimento. No está este orden representado en nuestra fauna. Ejemplos, el topo (*Talpa europaea*) y el erizo (*Erinaceus europaeus*), ambos de Europa.

Cabezas de un filostómido o falso vampiro. A (**Artibeus jamaicensis**), y del verdadero vampiro; B (**Desmodus rotundus**).

Los *galeopitecos* se asemejan a los insectívoros, pero tienen a los lados del cuerpo unas membranas formando paracaídas, que les permiten lanzarse planeando desde unos árboles a otros, y sus incisivos presentan forma de peines. Son

propios del sudeste de Asia y Archipiélago Malayo. Ejemplo, el caguán (*Galeopithecus volans*), de Filipinas.

Los *quirópteros,* comúnmente llamados murciélagos, se diferencian de todos los demás mamíferos por tener alas, formadas por un *patagio* o *membrana* que se extiende entre los dedos de las manos, que son sumamente largos, y los costados del cuerpo. En la República Argentina se conocen muchas especies, que en su mayoría se alimentan de insectos; hay, sin embargo, una que se alimenta de peces (*Noctilio leporinus*), y el mordedor o vampiro sólo se nutre de sangre, que chupa a los animales dormidos y aun al mismo hombre. Esta especie (*Desmodus rotundus*) no debe confundirse con otras, como las llamadas *Sturnira lilium* y *Artibeus jamaicensis,* a las que se suele atribuir el mismo régimen por ser de aspecto repulsivo, pero que en realidad son inofensivas.

Los *carnívoros* o fieras tienen muelas comprimidas y cortantes, a propósito para desgarrar la carne de otros animales, que es su principal y a veces único alimento. Hay carnívoros terrestres, como el puma (*Puma concolor*) y el yaguareté (*Panthera onca*), y otros que son acuáticos, teniendo en este caso los miembros anteriores conformados como aletas, según se ve en el lobo marino (*Otaria flavescens*).

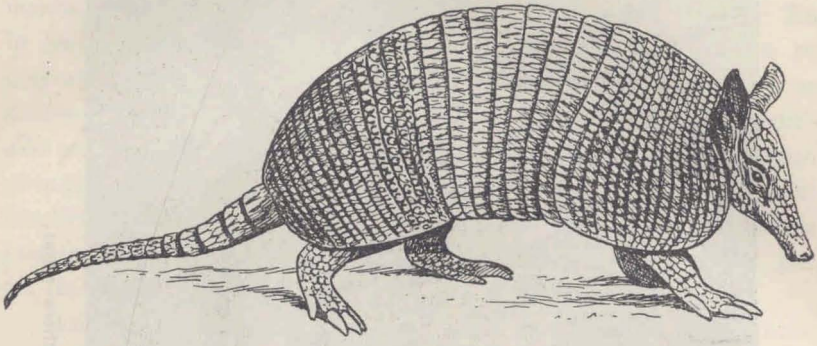
Los *primates* se distinguen de todos los otros mamíferos unguiculados porque su cráneo tiene las cavidades de los ojos, u orbitarias, cerradas por detrás, lo que influye en que la mirada se dirija de frente y haya una cara más bien que un hocico. Pertenecen a este orden los monos, como el carayá (*Alouatta caraya*) y el caí (*Cebus paraguayanus*) de nuestras selvas norteñas; también entra en él la especie humana (*Homo sapiens*).

Los *roedores* están caracterizados por carecer siempre de caninos y tener sólo dos o cuatro incisivos arriba y dos abajo, los cuales sólo llevan esmalte por delante y están creciendo constantemente, porque su raíz no se cierra nunca. Ejemplos, la vizcacha (*Lagostomus viscaccia*), la nutria (*Myocastor coypus*) y el carpincho (*Hydrochoerus hydrochoeris*).

Los *xenartros,* que también se han llamado *desdentados* por

Yaguareté o tigre americano **(Panthera onca).**

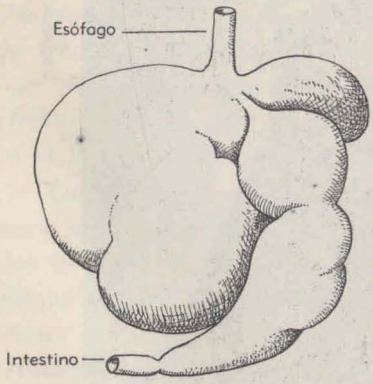
carecer algunos de ellos de dientes, cuando los tienen no presentan en ellos esmalte, y además, siempre faltan los incisivos. Son exclusivamente americanos, contándose entre ellos el oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), el perico ligero (*Bradypus boliviensis*) y la mulita (*Dasypus hybridus*).



Mulita (Dasypus hybridus).

Los *folídotos* están cubiertos de escamas, carecen de dientes y tienen un remoto parecido con los lagartos. Suele llamárseles también pangolines, y son de Africa y Asia. Un ejemplo es el atadillo (*Manis tricuspis*), de la costa de Guinea.

Los tubulidentados se llaman así porque sus dientes, que carecen de esmalte, están formados por unos tubos prismáticos yuxtapuestos. Sólo pertenecen a este grupo los llamados cerdos de tierra, o cerdos hormigueros (*Orycteropus afer*), propios de Africa.



Estómago de vacuno, como ejemplo de artiodáctilo rumiante.

Los *artiodáctilos* son mamíferos *ungulados*, esto es, con pezuñas, en los cuales la línea media de cada pie no pasa por el medio de éste, sino entre los dedos tercero y cuarto; hay generalmente dos o cuatro dedos y falta siempre el primero. De ahí que también se les llame *paridigitados*. De estos animales, hay unos que

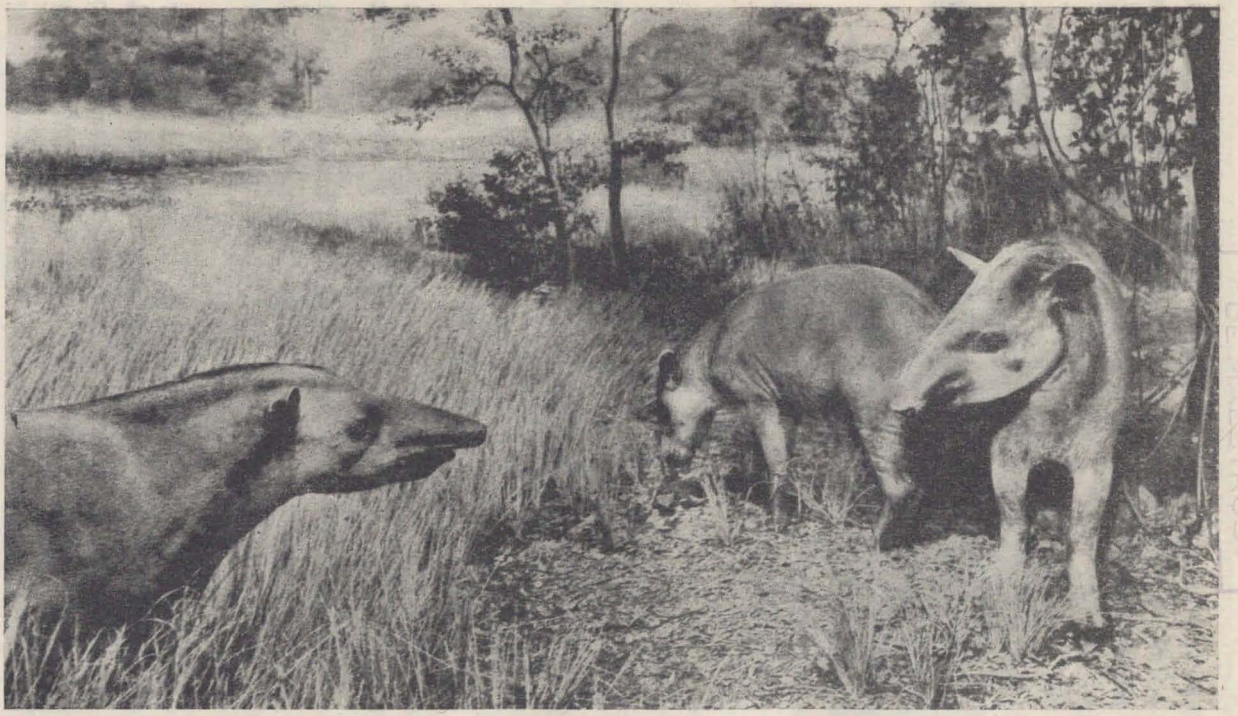
tienen el estómago dividido en varias cavidades y rumian, como el toro (*Bos taurus*), el venado (*Ozotoceros bezoarticus*) o el guanaco (*Lama guanicoe*), y otros en los cuales no se observa esta particularidad, como el hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*) o el chancho de monte (*Pecari tajacu*).

Venado (Ozotoceros bezoarticus).

Los *perisodáctilos* también tienen pezuñas o vasos, pero en ellos el eje o línea media del pie pasa por el centro de éste, o sea por el tercer dedo, que con frecuencia es el único que existe. También se denominan *imparidigitados*. Son de este grupo el caballo (*Equus caballus*), el rinoceronte (*Rhinoceros unicornis*) y el tapir o danta (*Tapirus terrestris*) : este último existe en el norte argentino.

Los *hiracoideos* son de pequeño tamaño, y aunque ungulados, tienen más bien aspecto de cuises o de conejos, poseyendo, como los roedores, incisivos de raíz abierta. Ejemplo: el damán del Cabo de Buena Esperanza (*Procavia capensis*).

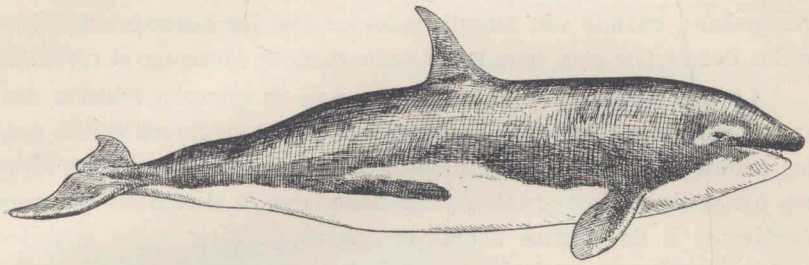
Los *proboscídeos* tienen gran tamaño, presentan la nariz prolongada en una larga trompa, y sus incisivos, equivocadamente llamados colmillos, están reducidos a un solo par, en la parte superior. Son los elefantes de Asia y Africa (*Elephas maximus* y *Loxodonta africana*).



Dantas o tapires (**Tapirus terrestris**). (Museo Field, Chicago).

Los *sirenios* ofrecen en su anatomía muchos caracteres semejantes a los de los mamíferos ungulados, pero tienen los miembros anteriores convertidos en aletas y carecen de los posteriores; son animales acuáticos. Ejemplo, el manatí (*Manatus manatus*) del mar de las Antillas.

Los *cetáceos* están todavía más adaptados para la vida acuática que los anteriores, y presentan una forma muy parecida a la de los peces, salvo que la cola es horizontal en vez de vertical. Tienen las ventanas de la nariz en la parte superior de la cabeza, y a veces



Orca (**Orcius orca**).

reunidas en una sola abertura o *espiráculo*. Ejemplo, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), el mayor de los animales vivientes (hasta 31 metros de longitud), que se acerca a veces a nuestra costa.

La vida de los mamíferos. — La misma clasificación de los mamíferos indica que estos animales se han adaptado a vivir de todas las maneras que viven los demás vertebrados. La mayoría son terrestres, pero hay algunos, como los cetáceos, tan acuáticos como los peces, mientras que los quirópteros son tan voladores como las aves. En cada caso, los miembros se hallan conformados de acuerdo al género de vida; en los quirópteros son los anteriores verdaderas alas, y hasta hay una quilla en el esternón para la inserción de los músculos que las mueven; en los sirenios, cetáceos y carnívoros marinos, se transforman en aletas.

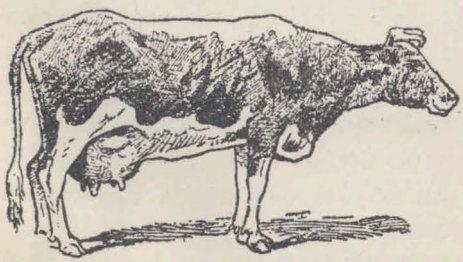
Entre los mamíferos esencialmente terrestres, los hay que viven bajo tierra, y entonces sus miembros anteriores hacen las veces de

azada y de pala para cavar, teniendo unas uñas robustas y corvas, como se puede observar en los tucotucos (género *Ctenomys*, con sus numerosas especies repartidas por nuestro país) o en el peludo (*Chaetophractus villosus*). Otros son hábiles trepadores, como los monos y las ardillas, mientras que muchos están organizados para correr con gran velocidad, como los venados.

Por la manera como caminan, los mamíferos pueden ser *plantígrados*, si ponen en tierra toda la planta del pie, como los osos; *digitígrados*, si sólo apoyan los dedos, como hace el perro; *ungulígrados*, si se sostienen sobre la punta de los dedos, como el caballo, *rectígrados*, cuando son ungulígrados en que los dedos están reforzados detrás por una especie de cuña carnosa, como en el elefante.

La alimentación de los mamíferos está en estrecha relación con su locomoción, porque una y otra dependen del medio ambiente. Así, los mamíferos rectígrados y ungulígrados son casi siempre herbívoros o comedores de vegetales, y los nadadores se alimentan de peces (cetáceos) o de plantas acuáticas (sirenios). Muy pocos mamíferos son omnívoros, es decir, comen indistintamente de todo; en este caso se hallan los osos, las ratas y los cerdos, aparte del hombre.

Mamíferos útiles y dañinos. — Entre los mamíferos figuran los animales más útiles al hombre, que ha domesticado algunos de ellos para tenerlos más a su alcance. A este número pertenecen el perro (*Canis familiaris*), el caballo, el toro, la oveja (*Ovis aries*), la cabra (*Capra hircus*), el cerdo (*Sus scrofa*), el gato (*Felis catus*), el camello de una jiba (*Camelus dromedarius*) y el de dos (*Camelus bactrianus*), la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*), el búfalo (*Bubalus bubalis*) y el elefante asiático.



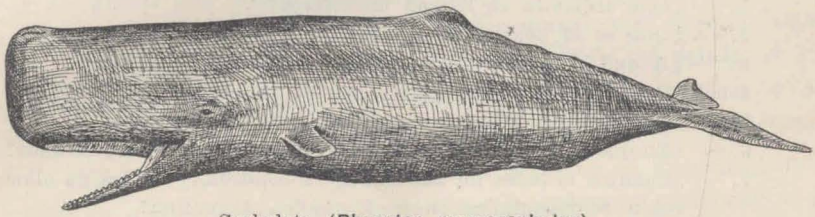
Vaca lechera de raza holandesa.

Aún de los mamíferos no domésticos obtiene el hombre valiosos productos,

tales como la grasa de las ballenas, el ámbar gris del cachalote (*Physeter macrocephalus*), el almizcle del almizclero (*Moschus moschiferus*), el marfil del elefante, etc. Pero por lo que más se persigue a muchos de estos animales es por el valor de sus pieles. La chinchilla (*Chinchilla bennettii*), la nutria, la marta (*Martes martes*), los lobos marinos, los zorros de diversas especies y tantos otros mamíferos, son estimados por este concepto.

Carnero merino Rambouillet.

Mamíferos verdaderamente dañinos, casi no lo son más que algunos roedores, como las vizcachas, por los perjuicios que ocasionan en los campos, o los ratones y las ratas, que se han hecho pa-



Cachalote (**Physeter macrocephalus**).

rásitos de las poblaciones y, además de los destrozos que ocasionan en graneros y almacenes, son vehículos de enfermedades contagiosas. En algunos países, los grandes carnívoros hacen anualmente muchas víctimas, así en los seres humanos como en los animales domésticos; pero estas fieras ceden fácilmente ante una defensa bien organizada, como lo prueba su rápida desaparición donde se usan armas modernas. En cuanto a las plagas de conejos, de liebres y de otros roedores que se citan en algunos países, la principal responsabilidad es del hombre, que imprudentemente aclimata estos animales en regiones donde encuentran condiciones óptimas para propagarse y, en cambio, no tienen los enemigos naturales que hay en su país natal.

En conjunto, pues, los mamíferos son más útiles que perjudi-

ciales, y constituyen una riqueza para un país, tanto si son domésticos como si viven en libertad. La industria ganadera, base de nuestra prosperidad, con su derivada inmediata, la industria de la carne, serían imposibles sin los mamíferos domésticos. Aun hoy, pese a los progresos de la tracción mecánica, la cría caballar es una de las bases de la defensa nacional y de la agricultura. De ahí que el estado y entidades privadas se esfuercen por fomentar estas ramas de la industria por diversos procedimientos. La peletería es otra forma de explotación de los mamíferos, que constituye una fuente de progreso en muchas naciones, y de algún tiempo a esta parte, se vienen incorporando al número de los animales domésticos ciertas especies de piel fina, como los zorros y las nutrias, para metodizar su aprovechamiento y evitar su desaparición.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué animales se llaman mamíferos?
2. — ¿Qué es el pelo, y qué clases de pelo hay?
3. — ¿A qué llamamos uñas, garras, pezuñas y vasos?
4. — ¿Cuántas clases de dientes pueden tener los mamíferos?
5. — ¿Qué son las glándulas mamarias y para qué sirven?
6. — ¿En qué se basa la división de los mamíferos en grandes grupos?
7. — ¿Cuántos órdenes de mamíferos se conocen, y cuáles de ellos están representados en la República Argentina?
8. — ¿Qué caracteres importantes tienen las comadrejas, que las diferencien de los demás mamíferos argentinos?
9. — ¿Cuáles son los mamíferos que pueden volar como las aves?
10. — ¿A qué orden pertenecen los que pueden nadar como los peces?
11. — ¿A qué orden pertenece el hombre, y qué otros seres hay en el mismo orden?
12. — ¿Hay algún orden de mamíferos que no exista más que en América? ¿Qué ejemplos se pueden citar en nuestro país?
13. — ¿Qué diferencia hay entre artiodáctilos y perisodáctilos? ¿Cómo se llama también a cada uno de estos órdenes?
14. — ¿Qué nombres se dan a los mamíferos según su manera de caminar?
15. — ¿Cuáles son los principales mamíferos domésticos?
16. — ¿Qué utilidad pueden tener los mamíferos no domésticos?
17. — ¿Qué industrias importantes se basan en la explotación de los mamíferos?

Capítulo XVIII

LOS CORDADOS

Una diferencia importante entre todos los animales vertebrados y los demás que hemos estudiado, es que en los primeros están los grandes centros nerviosos hacia la región dorsal, y el aparato digestivo hacia la superficie ventral, mientras que en los demás, el sistema nervioso es radial (equinodermos), ventral (gusanos y artrópodos) o formado por ganglios dispersos en el cuerpo (moluscos).

Esta ubicación dorsal del sistema nervioso se encuentra también en algunos animales que carecen de columna vertebral, y en los cuales el principal centro nervioso es un cordón que se apoya sobre una especie de varilla rígida longitudinal, denominada *cuerda dorsal* o *notocordio*. Esta cuerda dorsal también se presenta en los embriones de los animales vertebrados, pero luego desaparece y es sustituída por el espinazo. Otra semejanza entre dichos animales y los vertebrados es que en unos y otros el aparato respiratorio está vinculado con el principio o entrada del aparato digestivo; si la respiración es branquial, el agua entra por la boca para bañar luego las branquias, y en los vertebrados de respiración pulmonar el aire entra por las fosas nasales, que están en comunicación con la cavidad de la boca. Esto no ocurre nunca en los animales cuyo sistema nervioso no es dorsal.

A causa de estas coincidencias, se suele reunir a los animales con cuerda dorsal y a los vertebrados en un grupo general, bajo el nombre de *cordados,* o animales con cuerda, llamando a los primeros *procordados.*

Organización interna. — Todos los cordados se asemejan entre sí por las siguientes características de su organización:

El aparato digestivo se halla en situación ventral, y su parte inicial lo es también del aparato respiratorio.

El órgano central de la circulación está igualmente colocado ventralmente.

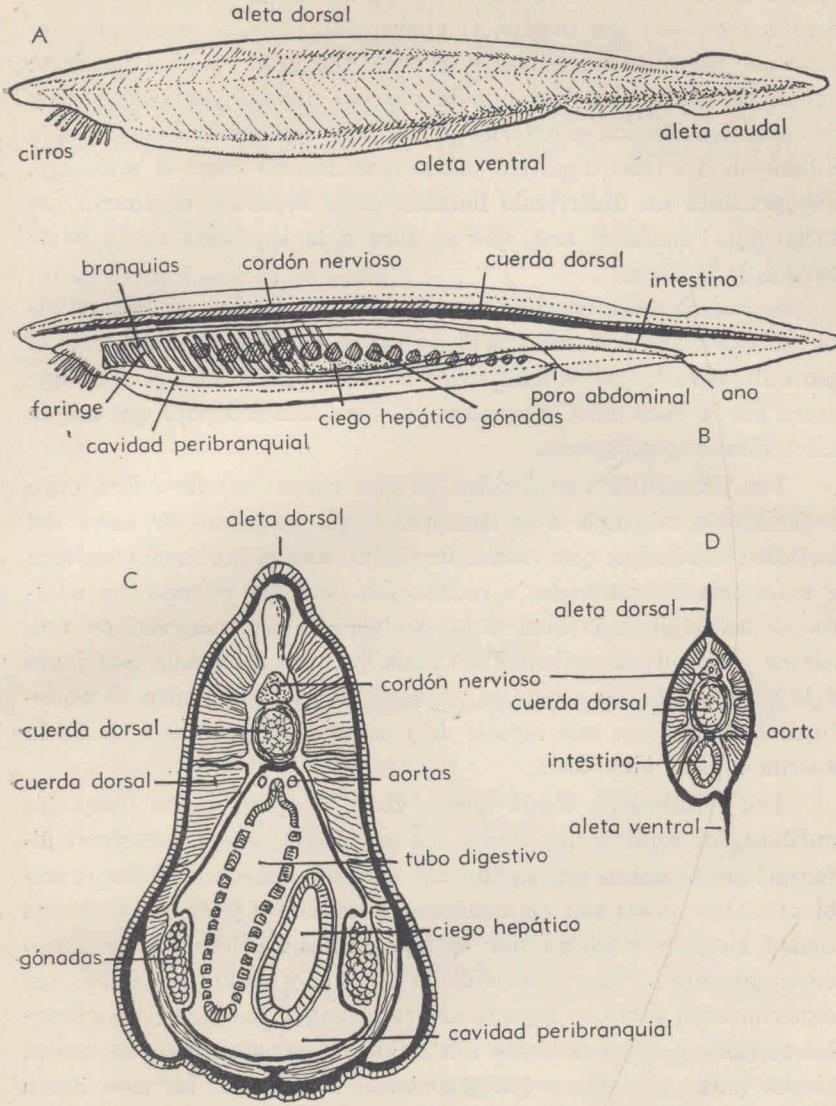
El sistema nervioso tiene como centro un cordón dorsal tubular, que va longitudinalmente de un extremo a otro del animal.

Debajo del cordón nervioso, aislándolo del tubo digestivo, hay un órgano de sostén en forma de varilla, la cuerda dorsal o notocordio, que puede subsistir toda la vida o ser sustituída por un eje óseo o cartilaginoso formado por segmentos o vértebras.

Procordados y vertebrados. — La diferencia esencial entre los dos grandes grupos de animales cordados consiste en la ausencia de una columna vertebral en los procordados y su presencia en los vertebrados.

Como un ejemplo de procordado se puede citar el anfioxo o lancilla (*Branchiostoma lanceolatum*), animalito marino de unos cuatro centímetros de longitud, de cuerpo blanquecino y transparente y de forma lanceolada, que termina en punta en sus dos extremos. En el anterior, por debajo, presenta una pequeña boca, rodeada de unos tentáculos denominados *cirros;* cerca del posterior, y también ventralmente, se observa un *poro abdominal,* y un poco más atrás el orificio del ano. Todo el contorno del animal está rodeado de una aleta parecida a la aleta primitiva de los peces.

Interiormente, todo el animal está recorrido por el notocordio, que presenta una envoltura gelatinosa, a la que se da el nombre de *capa esqueletógena,* porque se admite que es a expensas de una envoltura semejante como en los embriones de los vertebrados se



Anfioxo (Branchiostoma lanceolatum). A, aspecto externo; B, corte longitudinal; C, corte transversal hacia la mitad del ciego hepático; D, corte transversal hacia el final del intestino. (Las figuras A y B al doble del tamaño natural; C y D, muy aumentadas).

forma la columna vertebral. Por encima de esta cuerda corre el cordón nervioso; por debajo, el aparato digestivo, formado por un tubo que presenta inmediata a la boca una gran cavidad donde se hallan las branquias, denominada por eso *cavidad peribranquial*, y en comunicación con el exterior por el poro abdominal. Una segunda dilatación del tubo digestivo puede considerarse como el estómago, que presenta un divertículo llamado *ciego hepático*, continuándose luego aquel hasta el ano, que se abre a la izquierda de la parte caudal de la aleta.

Los sexos están en el anfioxo separados y la fecundación es externa. Las glándulas sexuales se hallan a los lados del cuerpo, y el poro abdominal, que es ante todo el orificio de salida del agua que entra por la boca para la respiración, sirve también para que salgan las células reproductoras.

Los procordados se dividen en tres clases: *cefalocordios*, cuya organización responde a la descripción que acabamos de hacer del anfioxo; *tunicados*, que tienen larvas de una organización análoga y exteriormente parecidas a renacuajos, pero que cuando son adultos se asemejan más bien a los moluscos y se encierran en una *túnica* o envoltura cuticular formada por una sustancia semejante a la celulosa de los vegetales; y *hemicordios*, que tienen el aspecto de gusanos, con una especie de trompa en cuya base se halla la cuerda dorsal, muy corta.

Los vertebrados, según hemos visto, comprenden los peces, los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos, cuyos caracteres diferenciales se deben principalmente a su adaptación a distintos ambientes. Los peces son eminentemente acuáticos y en consecuencia tienen aletas y respiran por branquias; los anfibios son acuáticos en su juventud y terrestres cuando adultos, y de ahí el cambio que experimentan tanto su aspecto externo como su manera de respirar; los reptiles y los mamíferos son animales esencialmente terrestres, tienen patas y respiran por pulmones; finalmente, las aves hacen vida aérea y tienen los miembros, el esqueleto y todos sus órganos adaptados al vuelo. Sin embargo, para ninguna de las cinco clases puede darse una regla general. Hemos visto que hay peces organi-

zados para vivir fuera del agua, y reptiles adaptados para la vida acuática, y en los mamíferos los hay que viven como los peces y otros que vuelan lo mismo que las aves.

Los verdaderos caracteres que distinguen unas de otras estas cinco clases, se pueden expresar claramente por medio del siguiente cuadro:

Respiración	branquial toda la vida			Peces
Respiración pulmonar	sólo en el adulto			Anfibios
	toda la vida	Aorta doble; pecilotermos		Reptiles
		Aorta simple; homotermos ..	Un solo cóndilo occipital; con plumas	Aves
			Dos cóndilos occipitales; con pelo	Mamíferos

CUESTIONARIO

1. — ¿Cuál es la diferencia más notable entre los vertebrados y los invertebrados?
2. — ¿Qué es la cuerda dorsal?
3. — ¿Cómo se llaman los animales que tienen cuerda dorsal en algún momento de su existencia?
4. — ¿Qué diferencia hay entre procordados y vertebrados?
5. — ¿En cuántas clases se dividen los procordados y cómo se llama cada una de ellas?
6. — ¿Cómo es el aparato respiratorio del anfioxo?
7. — ¿Qué es el poro abdominal, y para qué sirve?
8. — ¿Qué relación hay entre los caracteres de los vertebrados y su género de vida?
9. — ¿En qué se distinguen los peces de los demás vertebrados?
10. — Y las aves y los mamíferos ¿en qué se diferencian esencialmente?

Capítulo XIX

LA SERIE ANIMAL

Como hemos visto a través de las lecciones de este curso, en el reino animal se pueden distinguir dos grandes partes perfectamente discernibles: por un lado los *protozoarios,* o animales que constan de una sola célula; por otro, los *metazoarios,* o animales pluricelulares. En los primeros, sea cual fuere su estructura, apenas puede decirse que sean unos más complejos que otros; en los segundos, por el contrario, existe una verdadera serie progresiva o escala ascendente de complejidad, y se puede calificar a unos de superiores con respecto a otros.

Esta superioridad depende del grado de *diferenciación* de cada tipo animal, entendiendo por diferenciación el resultado morfológico de la distribución de las funciones entre las distintas partes del organismo. Se dice que un órgano es muy diferenciado cuando está especialmente construído para desempeñar eficazmente una función determinada.

La diferenciación comienza en los metazoarios en los primeros momentos del desarrollo embrionario; a medida que las células van encargándose de las distintas funciones, cada una de ellas toma la estructura más apropiada para producir el trabajo que corresponde a su función; las células que ejecutan el mismo trabajo se reúnen

luego para constituir un tejido, que resulta así diferenciado, y la reunión de estos tejidos origina órganos diferenciados también.

Síguese de aquí que la diferenciación morfológica es un resultado de la ley de la división del trabajo aplicada al organismo animal, de donde resulta que un animal presentará un grado tanto mayor de diferenciación de sus órganos, cuanto mayor sea en su organismo la división del trabajo fisiológico.

Taxonomía zoológica. — La serie animal presenta así el carácter de una escala ascendente en la cual es posible reconocer los distintos grados o escalones de superioridad. El estudio comparativo de estos distintos grados permite hacer de los animales clasificaciones que facilitan su conocimiento. Las reglas y procedimientos para estas clasificaciones son el objeto de la *taxonomía zoológica.*

Los zoólogos reconocen en el reino animal varias categorías de agrupación, subordinadas unas a otras, para poder llegar hasta la *especie,* que es la unidad taxonómica.

Se entiende por especie en zoología *un conjunto de animales semejantes entre sí, en igualdad de condiciones de edad y de sexo, y que son capaces de reproducirse dando descendientes también semejantes a ellos.*

Un conjunto de especies muy parecidas entre sí constituye un *género;* la reunión de géneros muy afines, se llama *familia;* el conjunto de familias semejantes es un *orden;* la reunión de órdenes forma la *clase;* con las clases que presentan caracteres parecidos se constituye la *rama,* y todas las ramas juntas hacen el *reino animal.*

Cuando un grupo correspondiente a una de estas categorías es demasiado numeroso, por comodidad se establecen categorías intermedias, que llevan el nombre de la categoría superior con el prefijo *sub,* y así se dice *subgénero, suborden,* etc. Los protozoarios y los metazoarios son dos subreinos del reino animal.

Como ejemplo de esta subordinación de las categorías taxonómicas, damos a continuación la clasificación completa del puma o león americano:

Reino **Animal**
Subreino *Metazoarios*
Rama *Vertebrados*
Clase *Mamíferos*
Subclase *Terios*
Orden *Carnívoros*
Suborden *Fisípedos*
Familia *Félidos*
Subfamilia *Felinos*
Género *Puma*
Especie *Puma concolor*

Todavía por debajo de la especie se hace una nueva división, en *subespecies*, cuando se observan modificaciones en ciertos caracteres de coloración y tamaño, debidas a la influencia del medio ambiente. Cuando estas modificaciones se dan en animales domésticos y son un resultado de la domesticidad misma, se llaman *razas*.

Nomenclatura zoológica. — La zoología tiene, como toda ciencia, su terminología especial. Los zoólogos dan a los animales nombres convencionales, aparte de los que el vulgo les da en cada idioma, tanto para entenderse entre sí los que hablan distintas lenguas, como porque los nombres vernáculos faltan para gran número de animales que el vulgo no conoce o no sabe distinguir. Así, un naturalista puede reconocer varios centenares de especies de mariposas y nombrarlas a cada una por su nombre, mientras que para el vulgo todas son mariposas, a secas.

La nomenclatura zoológica fué ideada por el naturalista sueco Carl von Linné y se empezó a aplicar en 1758. Se basa en el empleo de dos nombres para cada especie, en latín o en forma latinizada, el primero para designar el género a que la especie pertenece (nombre genérico) y el segundo para designar propiamente la especie (nombre específico). Por ejemplo, el caballo se llama *Equus caballus*, el asno *Equus asinus* y la cebra *Equus zebra; Equus* es el nombre del género a que los tres animales pertenecen, y *caballus*, *asinus* y *zebra* son los nombres específicos respectivos. En todo el reino ani-

mal no puede haber dos géneros que lleven el mismo nombre, y dentro de un género tampoco se puede dar el mismo nombre específico a dos especies; de este modo, nunca habrá dos especies, entre todos los animales, que se designen con la misma combinación de nombres.

A veces, en homenaje a algún naturalista o explorador eminente, o también a algún protector de las ciencias, el nombre de un animal se forma con el de la persona a quien se quiere recordar; por ejemplo, el mono nocturno del norte argentino llamado en guaraní mirikiná, científicamente se llama *Actus azarae*, en recuerdo del naturalista Félix de Azara, y el atún argentino se denomina *Chenogaster holmbergi* en homenaje al sabio argentino Eduardo L. Holmberg.

Las grandes divisiones del reino animal. — El reino animal puede considerarse dividido, de acuerdo con los estudios modernos, en los siguientes grandes grupos:

I. Subreino **PROTOZOARIOS** (Animales unicelulares)

1. Rama **Plasmódromos.**

   a. Clase *Mastigóforos.*
   b. Clase *Sarcodarios.*
   c. Clase *Esporozoarios.*

2. Rama **Cilióforos.**

   a. Clase *Ciliados.*
   b. Clase *Suctores.*

II. Subreino **METAZOARIOS** (Animales pluricelulares)

1. Rama **Celenterados.**

   a. Clase *Hidrarios.*
   b. Clase *Sifonóforos.*
   c. Clase *Escifozoos.*
   d. Clase *Actinozoos.*
   e. Clase *Ctenóforos.*

2. Rama **Espongiarios** o **Poríferos.**

b. Clase *Calcisponjas.*
a. Clase *Silicisponjas.*

3. Rama **Equinodermos.**

a. Clase *Equinoideos.*
b. Clase *Asteroideos.*
c. Clase *Ofiuroideos.*
d. Clase *Crinoideos.*
e. Clase *Holoturioideos.*

4. Rama **Gusanos** o **Vermes.**

a. Clase *Platelmintos.*
b. Clase *Nematelmintos.*

5. Rama **Anélidos.**

a. Clase *Hirudíneos.*
b. Clase *Quetópodos.*
c. Clase *Gefireos.*

6. Rama **Moluscoideos.**

a. Clase *Braquiópodos.*
b. Clase *Briozoarios.*

7. Rama **Artrópodos.**

a. Clase *Crustáceos.*
b. Clase *Arácnidos.*
c. Clase *Meróstomos.*
d. Clase *Pantópodos.*
e. Clase *Onicóforos.*
f. Clase *Miriápodos.*
g. Clase *Insectos.*

8. Rama **Moluscos.**

a. Clase *Anfineuros.*

b. Clase *Pelecípodos* o *Bivalvos.*
c. Clase *Gastrópodos.*
d. Clase *Escafópodos.*
e. Clase *Cefalópodos.*

9. Rama **Procordados.**

a. Clase *Cefalocordios.*
b. Clase *Tunicados.*
c. Clase *Hemicordios.*

10. Rama **Vertebrados.**

a. Clase *Peces.*
b. Clase *Anfibios.*
c. Clase *Reptiles.*
d. Clase *Aves.*
e. Clase *Mamíferos.*

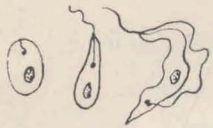
CUESTIONARIO

1. — ¿Qué se entiende por diferenciación morfológica?
2. — ¿De qué depende la diferenciación?
3. — ¿Hay diferenciación en los protozoarios?
4. — ¿A qué llamamos animales superiores?
5. — ¿Qué es especie en zoología?
6. — ¿Cuáles son las categorías taxonómicas?
7. — ¿Cómo se forman los nombres científicos de los animales?
8. — ¿Cuáles son los grandes grupos del reino animal?

Cuadros gráficos de la clasificación zoológica

SUBREINO PROTOZOARIOS

A. Rama PLASMÓDROMOS. Sin cilias vibrátiles.

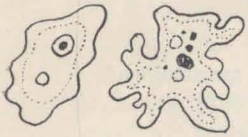


a. Clase MASTIGÓFOROS. Con flagelos.

1. Orden **Protomonadinos.** Con un solo núcleo (*Leishmania, Leptomonas, Trypanosoma*).

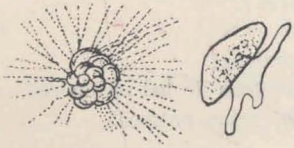
2. Orden **Polimastiginos.** Con dos o más núcleos (*Hexamitus, Lamblia*).

3. Orden **Cistoflagelados.** Con citóstoma y un tentáculo (*Noctiluca*).

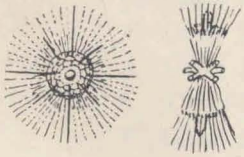


b. Clase SARCODARIOS. Con seudopodios.

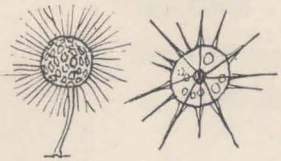
1. Orden **Amiboideos.** Sin esqueleto ni caparazón (*Wahlkampfia, Amoeba*).



2. Orden **Foraminíferos.** Con un caparazón calizo, silíceo o arenoso (*Globigerina, Arcella*).



3. Orden **Radiolarios.** Con una cápsula quitinosa y, generalmente, un esqueleto silíceo. (*Heliosphaera, Diploconus*).

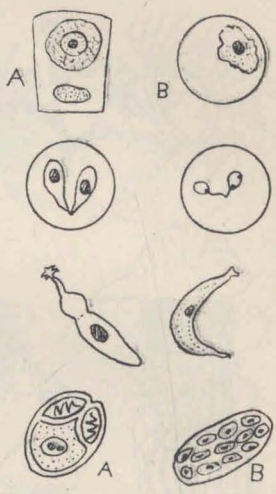


4. Orden **Heliozoarios.** Con algunos seudopodios provistos de un eje rígido y, generalmente, un esqueleto silíceo (*Clathrulina, Actinophrys*).

A. Rama PLASMÓDROMOS (Continuación).

c. Clase ESPOROZOARIOS. Sin flagelos ni seudopodios.

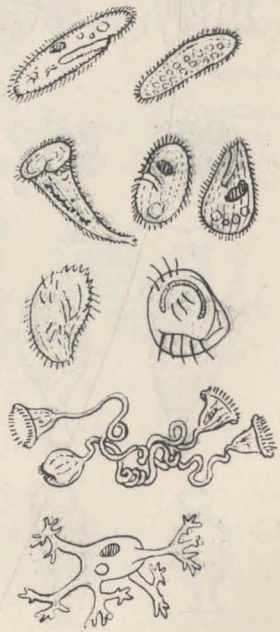
1. Orden **Coccidios** (A). Con esquizogonia y esporogonia en un solo huésped (*Eimeria*).
2. Orden **Hemosporidios** (B). Con esquizogonia y esporogonia en dos huéspedes (*Plasmodium*).
3. Orden **Piroplasmas.** Con simple división y esporulación en huéspedes distintos (*Piroplasma, Babesiella*).
4. Orden **Gregarinas.** Con un apéndice fijador, o epimeridio (*Corycella, Monocystis*).
5. Orden **Nidosporidios** (A). Con cápsulas polares (*Myxobolus*).
6. Orden **Sarcosporidios** (B). Formando quistes (*Sarcocystis*).



B. Rama CILIÓFOROS. Con cilias vibrátiles.

a. Clase CILIADOS. Sin tubos suctores.

1. Orden **Holótricos.** Cilias en todo el cuerpo (*Paramoecium, Opalina*).
2. Orden **Heterótricos.** Cilias sobre todo alrededor de la boca (*Stentor, Nyctotherus, Balantidium*).
3. Orden **Hipótricos.** Con fuertes cirros locomotores (*Stylonychia, Aspidisca*).
4. Orden **Perítricos.** Con cilias sólo alrededor de la boca (*Vorticella*).

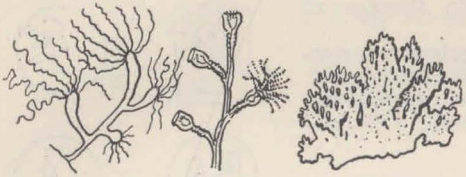


b. Clase SUCTORES. Con tubos suctores.

1. Orden **Tentaculíferos** (*Dendrocometes*).

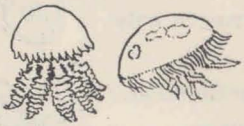
SUBREINO METAZOARIOS

A. Rama CELENTERADOS. Cavidad digestiva con un solo orificio.

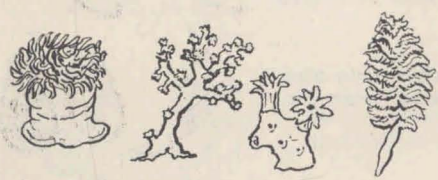


a. Clase HIDRARIOS. Sin tabiques en la cavidad digestiva (*Hydra, Campanularia, Millepora*).

b. Clase SIFONÓFOROS. Con un tubo filiforme, o estolón, y vejigas natatorias (*Physalia, Physophora*).

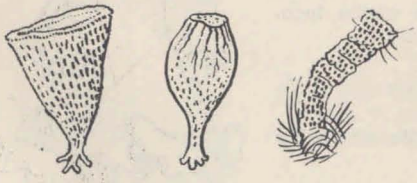


c. Clase ESCIFOZOOS. Con tabiques en la cavidad digestiva; forman medusas (*Crambessa, Aurelia*).



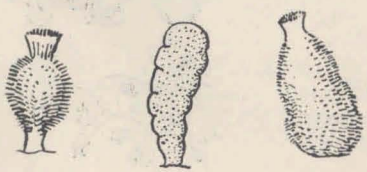
d. Clase ACTINOZOOS. Con tabiques en la cavidad digestiva; forman pólipos (*Actinia, Corallium, Pennatula*).

e. Clase CTENÓFOROS. Con series de cilias en forma de peines (*Beroe*).



B. Rama ESPONGIARIOS. Cavidad digestiva con un gran orificio, ósculo, y numerosos orificios pequeños o poros; un esqueleto de espículas.

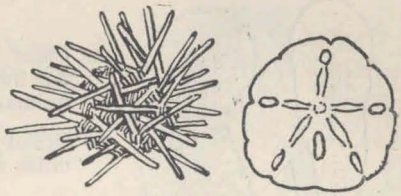
a. Clase SILICOSPONJAS. Esponjas de esqueleto silíceo o córneo (*Ventriculites, Jerea, Euplectella*).



b. Clase CALCISPONJAS. Esponjas de esqueleto calizo (*Sycandra, Peronella, Leucandra*).

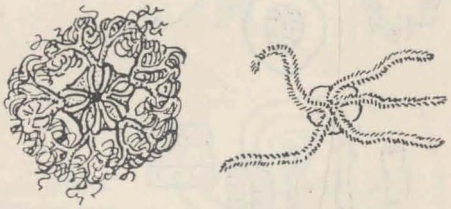
C. Rama EQUINODERMOS. Simetría radiada pentagonal; aparato locomotor ambulacral.

a. Clase EQUINOIDEOS. Forma globosa o achatada; exoesqueleto con púas (*Austrocidaris, Encope*).



b. Clase ASTEROIDEOS. Forma estrellada, casi siempre con cinco brazos (*Porania, Cosmasterias, Patiriella*).

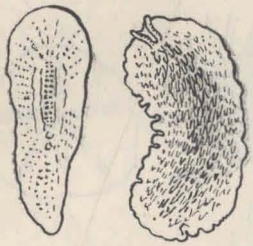
c. Clase OFIUROIDEOS. Forma estrellada con los brazos insertos en un disco central (*Gorgonocephalus, Amphipholis*).



d. Clase CRINOIDEOS. Forma arborescente, con brazos ramificados insertos en un cáliz central (*Promachrinus, Antedon*).

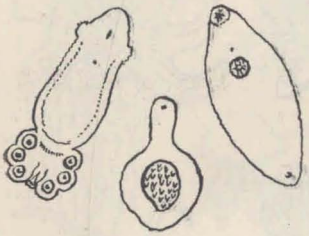
e. Clase HOLOTURIOIDEOS. Cuerpo en forma de bolsa, simetría desfigurada (*Psolus, Holothuria*).

D. Rama GUSANOS o VERMES. Simetría bilateral; sin miembros locomotores.

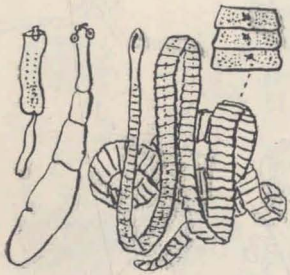


a. Clase PLATELMINTOS. Cuerpo achatado, lleno interiormente de tejido parenquimatoso.

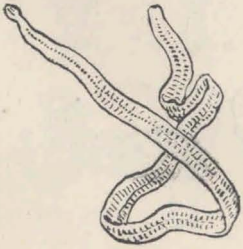
1. Orden **Turbelarios.** Libres; con pequeñas cilias vibrátiles (*Planaria, Thysanozoon*).



2. Orden **Trematodes.** Parásitos; sin cilias; con aparato digestivo (*Polystomum, Gastrodiscus, Fasciola*).



3. Orden **Cestodes.** Parásitos; sin cilias; sin aparato digestivo (*Archigetes, Echinococcus, Diphyllobothrium*).

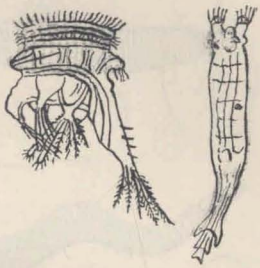


4. Orden **Nemertinos.** Libres; con una especie de trompa muy extensible (*Cerebratulus*).

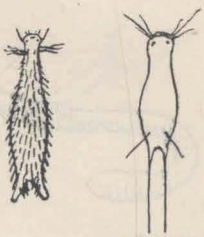
D. Rama GUSANOS o VERMES (Continuación).

b. Clase NEMATELMINTOS. Cuerpo cilíndrico o cilindroideo, con una cavidad interna.

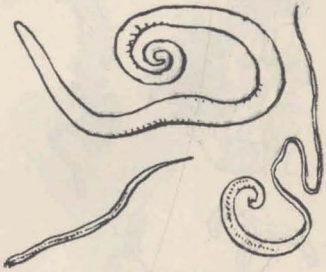
1. Orden **Rotíferos.** Libres; con círculos de cilias vibrátiles (*Pedalium, Rotifer*).



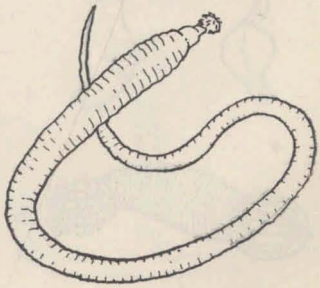
2. Orden **Nematorrincos.** Libres; con cilias vibrátiles y pinceles pestañosos (*Chaetonotus, Ichthydium*).



3. Orden **Nematodes.** Parásitos de animales o de plantas; sin cilias; con aparato digestivo (*Ascaris* o lombriz intestinal, *Trichinella* o triquina del cerdo, *Trichiurus*).



4. Orden **Acantocéfalos.** Parásitos de animales; sin cilias; sin aparato digestivo; con una trompa provista de garfios (*Macracanthorhynchus*).



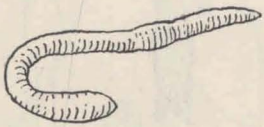
E. Rama ANÉLIDOS o GUSANOS ANILLADOS. Simetría bilateral; sin miembros locomotores; cuerpo segmentado o anillado.

a. Clase HIRUDÍNEOS. Parásitos; provistos de ventosas.

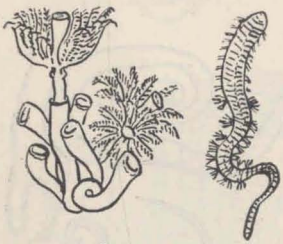
1. Orden **Gnatobdelídeos.** Sin trompa (*Hirudo* o sanguijuela de las farmacias).

2. Orden **Rincobdelideos.** Con una trompa corta (*Pontobdella*).

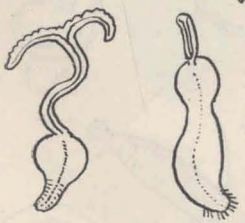
b. Clase QUETÓPODOS. Libres; sin ventosas; con cilias quitinosas.



1. Orden **Oligoquetos.** Pocas cilias, no distribuídas en haces; terrestres (*Lumbricus*).

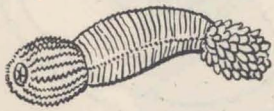


2. Orden **Poliquetos.** Numerosas cerdas, formando haces locomotrices; acuáticos (*Serpula, Arenicola*).



c. Clase GEFIREOS. Libres o parásitos; con una especie de trompa protráctil.

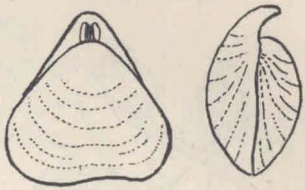
1. Orden **Quetíferos.** Con cilias (*Bonellia, Echiurus*).



2. Orden **Aquetos.** Sin cilias (*Priapulus*).

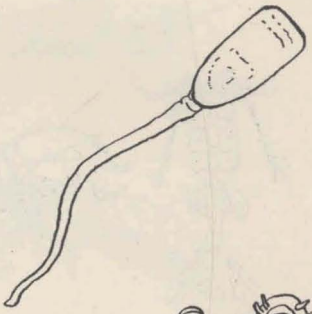
F. Rama MOLUSCOIDEOS. Simetría bilateral; sin miembros locomotores; con tentáculos.

a. Clase BRAQUIÓPODOS. Con conchilla bivalva formada por una valva dorsal y otra ventral; dos falsos brazos espiralados.



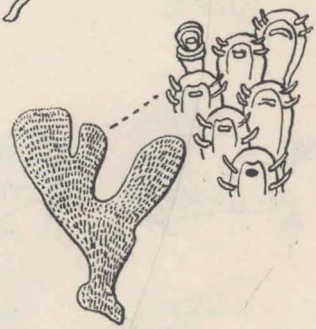
1. Orden **Testicardios.** Valvas unidas por una charnela; falsos brazos con esqueleto calizo (*Terebratula*).

2. Orden **Ecardios.** Valvas unidas sólo por músculos; falsos brazos sin esqueleto calizo (*Lingula*).

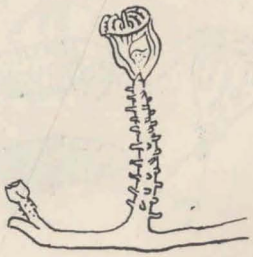


b. Clase BRIOZOARIOS. Sin conchilla; generalmente reunidos en colonias arborescentes.

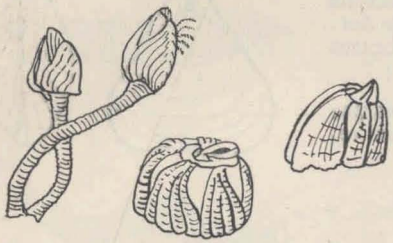
1. Orden **Ectoproctos.** Ano sobresaliendo de los tentáculos (*Flustra*).



2 Orden **Endoproctos.** Ano en el fondo de una corona de tentáculos (*Pedicellina*).



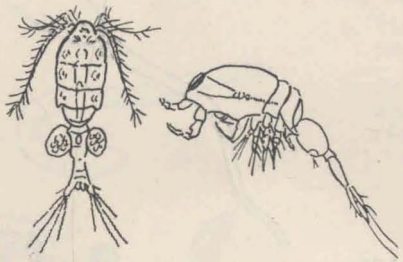
G. Rama ARTRÓPODOS. Simetría bilateral; miembros locomotores pares, articulados; tegumentos quitinizados.



a. Clase CRUSTÁCEOS. Con dos pares de antenas; respiración branquial.

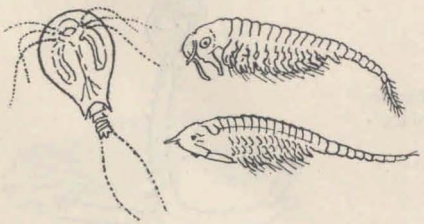
I. Subclase **Entomóstracos.** Segmentos en número muy variable, ojos no pedunculados.

1. Orden **Cirrípedos.** Con una conchilla de valvas calizas (*Lepas, Coronula, Balanus*).



2. Orden **Copépodos.** Sin conchilla; con un apéndice terminal bifurcado, o furca, y un ojo central, u ojo de Nauplius (*Cyclops, Corycaeus*).

3. Orden **Ostrácodos.** Con un caparazón bivalvo; abdomen muy reducido (*Candona, Bosmina*).



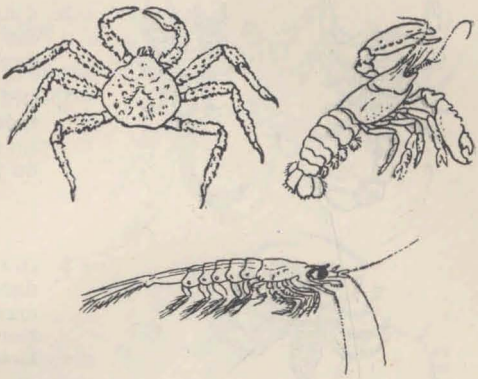
4. Orden **Branquiópodos.** Patas pequeñas y muy numerosas; a veces, un gran escudo dorsal (*Lepidurus, Branchipus, Artemia*).

G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).

a. Clase CRUSTÁCEOS (Continuación).

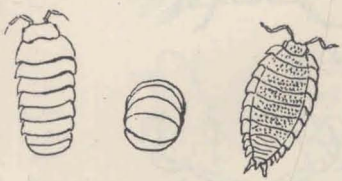
II. Subclase **Malacóstracos.** Segmentos en número de 21; ojos pedunculados.

1. Orden **Decápodos.** Caparazón muy duro; los tres primeros pares de patas torácicas son maxilípedos (*Lithodes* o centolla, *Homarus* o langosta de mar).



2. Orden **Esquizópodos.** Caparazón membranoso; todas las patas torácicas son locomotoras (*Euphausia*).

3. Orden **Estomatópodos.** Caparazón muy reducido; quinto par de apéndices bucales enormemente desarrollado (*Squilla*).

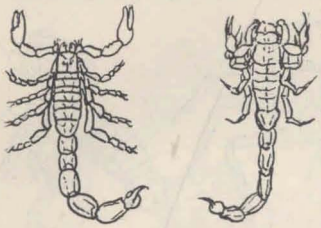


4. Orden **Isópodos.** Cuerpo muy homogéneamente segmentado, apto para enroscarse (*Armadillidium*, *Porcellio*).

5. Orden **Anfípodos.** Cuerpo comprimido; cabeza muy chica: abdomen atrofiado (*Hypera*, *Caprella*).

6. Orden **Nebaliáceos.** Con un caparazón bivalvo; los últimos segmentos abdominales sin patas y terminando en una furca (*Nebalia*).

G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).

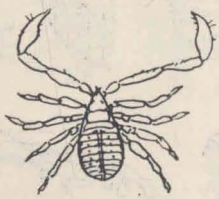


b. Clase ARÁCNIDOS. Sin antenas, con quelíceros; respiración traqueal o cutánea.

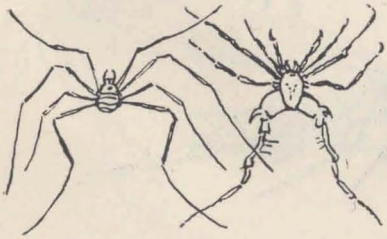
1. Orden **Escorpioninos.** Abdomen sentado; postabdomen con un garfio venenoso; maxilipalpos formando pinzas (*Buthus, Telegonus*).

2. Orden **Pedipalpos.** Abdomen pedunculado; sin garfio venenoso; maxilipalpos formando pinzas; primer par de patas muy largo y no locomotor (*Thelyphonus*).

3. Orden **Solífugos.** Abdomen sentado; sin garfio venenoso; maxilipalpos en forma de patas (*Galeodes*).



4. Orden **Pseudoscorpioninos.** Abdomen sentado, corto y ancho; maxilipalpos muy grandes, en forma de pinzas (*Chelifer*).

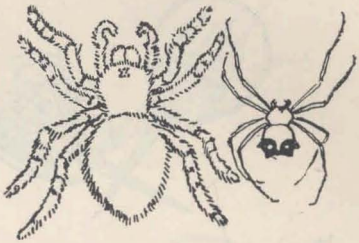


5. Orden **Opiliones.** Abdomen sumamente corto, sentado; patas muy largas y delgadas (*Phalangium, Gonyleptes*).

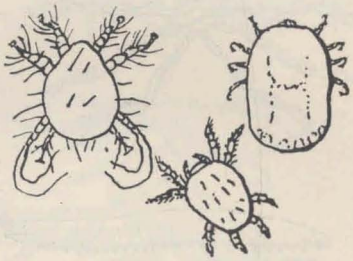
G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).

b. Clase ARÁCNIDOS (Continuación).

6. Orden **Areneinos.** Abdomen pedunculado; maxilipalpos cortos y en forma de patas (*Eurypelma* o araña pollito, *Argiope*).

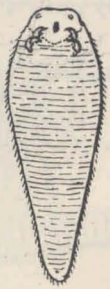


7. Orden **Acarinos.** Abdomen confundido con el cefalotórax; patas y quelíceros bien desarrollados (*Cnemidoptes* o ácaro de las ovejas, *Tetranychus* o bicho colorado, *Boophilus* o garrapata de los vacunos).

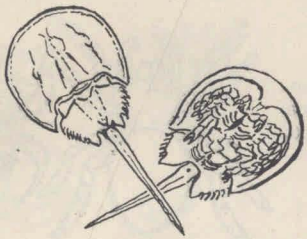


8. Orden **Tardígrados.** Abdomen confundido con el cefalotórax; patas rudimentarias; quelíceros atrofiados (*Macrobius, Emydium*).

9. Orden **Pentastominos.** Abdomen confundido con el cefalotórax; sin patas; aspecto de gusano (*Linguatula*).

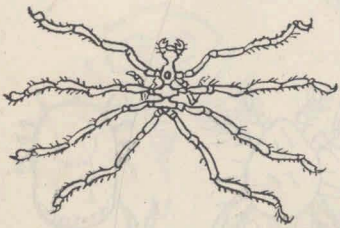


G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).



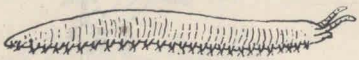
c. Clase MERÓSTOMOS. Sin antenas, con quelíceros; respiración branquial.

1. Orden **Xifosuros** (*Limulus*).



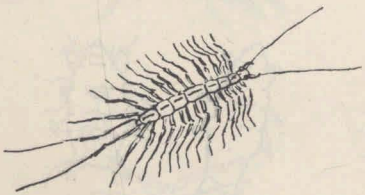
d. Clase PANTÓPODOS. Sin antenas, con quelíceros; respiración cutánea acuática; cuerpo atrofiado; órganos internos contenidos en las patas.

1. Orden **Picnogónidos** (*Pallene*).



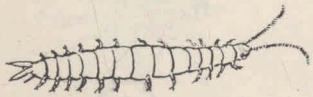
e. Clase ONICÓFOROS. Con un par de antenas; respiración traqueal; segmentación poco marcada; muchos pares de patas.

1. Orden **Protraqueados** (*Peripatus*).

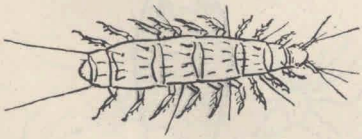


f. Clase MIRIÁPODOS. Un par de antenas; respiración traqueal; segmentación bien marcada; muchos pares de patas.

1. Orden **Quilópodos.** Antenas muy largas; cuerpo achatado; más de 12 pares de patas (*Scutigera*).



2. Orden **Sinfilos.** Antenas largas; cuerpo cilíndrico, con doce pares de patas y dos hileras (*Scolopendrella*).



3. Orden **Paurópodos.** Antenas trífidas; nueve pares de patas (*Pauropus*).

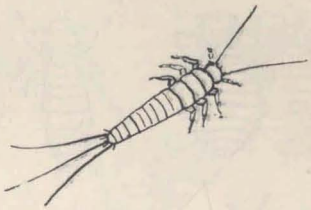
4. Orden **Diplópodos.** Antenas muy cortas; cuerpo cilíndrico, con más de 12 pares de patas, a dos pares por segmento (*Spirobolus*).

G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).

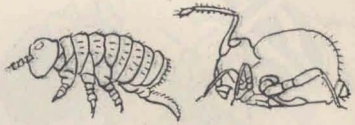
g. Clase INSECTOS. Un par de antenas; respiración traqueal; tres pares de patas.

I. Subclase **Apterigógenos.** Sin alas; abdomen con apéndices locomotores.

1. Orden **Tisanuros.** Antenas largas; abdomen con falsas patas y cercas terminales (*Lepisma* o pescadito de plata).

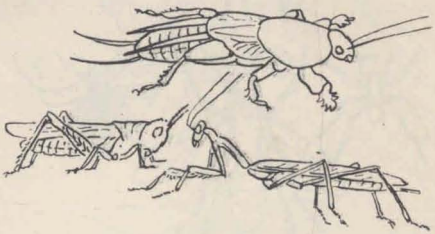


2. Orden **Colémbolos.** Antenas cortas; abdomen con un aparato saltador (*Podura, Sminthurus*).

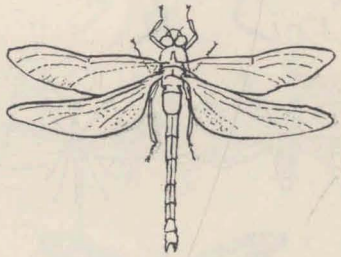


II. Subclase **Pterigógenos.** Con alas o sin ellas; abdomen sin apéndices locomotores.

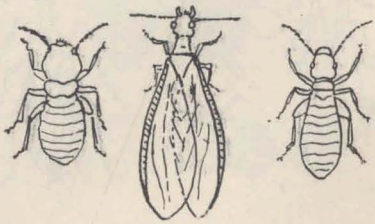
1. Orden **Ortópteros.** Aparato bucal masticador; alas anteriores transformadas en tégmenes; metamorfosis incompletas (*Scapteriscus* o grillotopo, *Trigonophymus* o tucura, *Coptopteryx* o mamboretá).



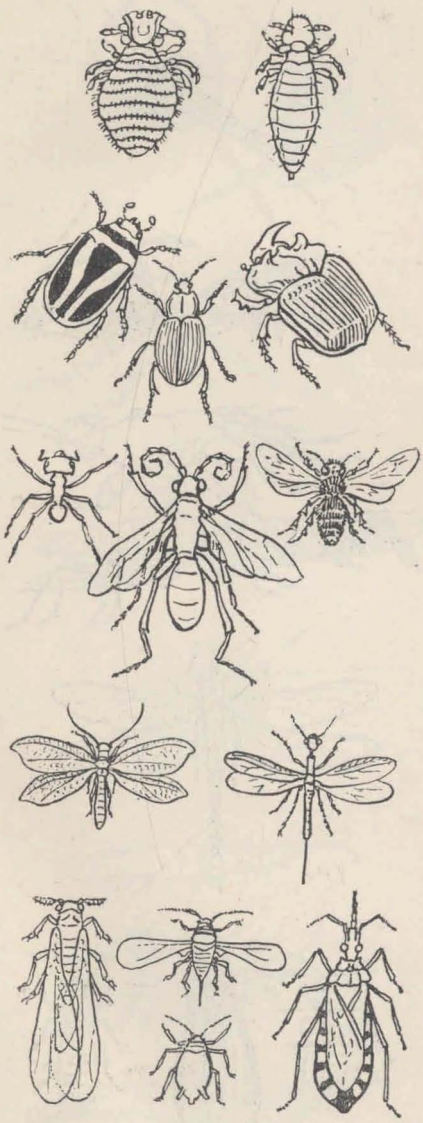
2. Orden **Pseudoneurópteros.** Aparato bucal masticador; cuatro alas membranosas; metamorfosis incompletas; larvas acuáticas (*Aeschna* o alguacil).



3. Orden **Arquípteros.** Aparato bucal masticador; cuatro alas membranosas; individuos asexuados ápteros; metamorfosis incompletas; larvas terrestres (*Termes, Corydalis, Psocus*).



G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).



g. Clase INSECTOS; Subclase **Pterigógenos** (Continuación).

4. Orden **Malófagos.** Aparato bucal masticador; sin alas; antenas y patas cortas; cuerpo muy deprimido; metamorfosis incompletas (*Trichodectes, Lipeurus*).

5. Orden **Coleópteros.** Aparato bucal masticador; alas anteriores transformadas en élitros; metamorfosis completas (*Macraspis, Brachygnathus, Phaneus*).

6. Orden **Himenópteros.** Aparato bucal masticador y lamedor; cuatro alas membranosas, pero puede haber formas asexuadas ápteras; metamorfosis completas (*Atta* u hormiga negra; *Brethesia* o sanjorge, *Polybia* o camuatí).

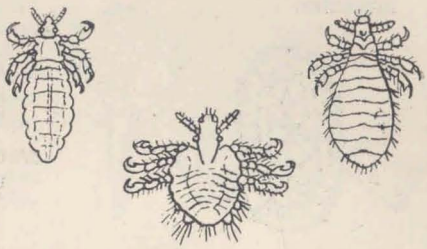
7. Orden **Neurópteros.** Aparato bucal masticador; cuatro alas membranosas muy delicadas; metamorfosis completas (*Chrysopa, Rhaphidia*).

8. Orden **Hemípteros.** Aparato bucal picador y chupador; alas anteriores frecuentemente transformadas en hemiélitros; metamorfosis incompletas (*Phylloxera* o filoxera de la vid, *Diaspis, Toxoptera* o pulgón del naranjo, *Triatoma* o vinchuca).

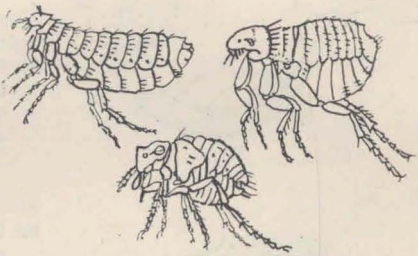
G. Rama ARTRÓPODOS (Continuación).

g. Clase INSECTOS; Subclase **Pterigógenos** (Continuación).

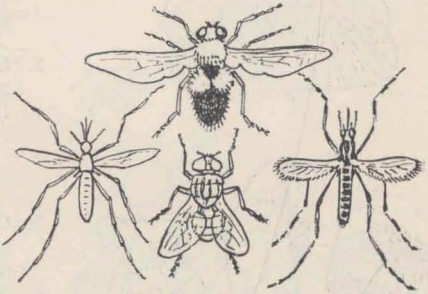
9. Orden **Anopluros.** Aparato bucal picador y chupador; sin alas; cuerpo deprimido; patas cortas; metamorfosis incompletas (*Pediculus* o piojo del hombre, *Phthirius* o ladilla, *Hematopinus* o piojo del caballo).



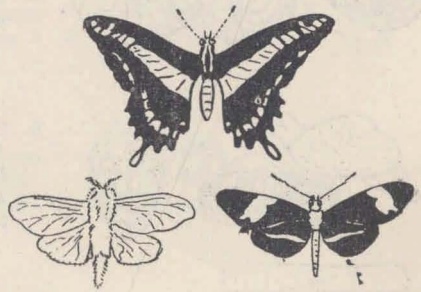
10. Orden **Afanípteros.** Aparato bucal picador y chupador; sin alas; cuerpo comprimido; patas largas; metamorfosis completas (*Pulex* o pulga común, *Tunga* o pique, *Ctenocephalides* o pulga del perro).



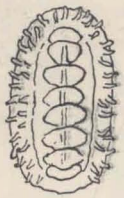
11. Orden **Dípteros.** Aparato bucal picador y chupador o lamedor; alas posteriores atrofiadas y transformadas en balancines; metamorfosis completas (*Gastrophilus* o gastrófilo del caballo, *Anopheles* o mosquito transmisor de la malaria, *Musca* o mosca común, *Stegomyia* o mosquito de la fiebre amarilla).



12. Orden **Lepidópteros.** Aparato bucal chupador; cuatro alas cubiertas de escamas; metamorfosis completas (*Papilio*, *Oeceticus* o mariposa del bicho de cesto, *Heliconius*).

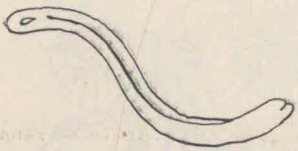


H. Rama MOLUSCOS. Simetría bilateral; cuerpo blando, casi siempre protegido por una conchilla caliza; un manto o repliegue cutáneo; un pie muscular.



a. Clase ANFINEUROS. Conchilla dorsal formada por varias valvas imbricadas.

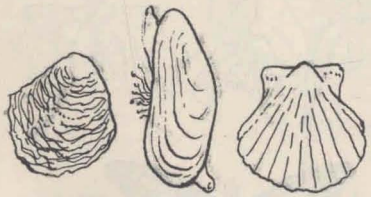
1. Orden **Placóforos.** Conchilla persistente toda la vida (*Chiton*).



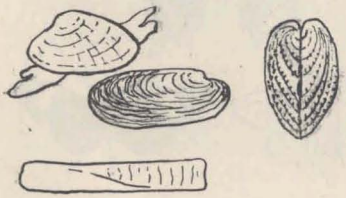
2. Orden **Aplacóforos.** Conchilla ausente en el adulto, que ofrece aspecto de gusano; pie contenido en un surco ventral (*Neomenia*).

b. Clase PELECíPODOS. Conchilla formada por dos valvas laterales; sin cabeza; pie en figura de hacha; branquias hojosas.

1. Orden **Protobranquios.** Branquias pequeñas, plumosas, en el fondo de la cavidad del manto (*Arca*).



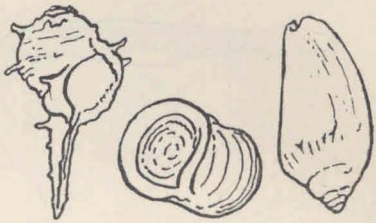
2. Orden **Anisomiarios.** Branquias grandes, replegadas sobre sí mismas; una sola impresión muscular, o dos desiguales (*Ostrea* u ostra, *Mytilus* o mejillón, *Pecten*).



3. Orden **Dimiarios.** Branquias grandes, replegadas sobre sí mismas; dos impresiones musculares iguales (*Venus*, *Pholas*, *Cardium* o berberecho, *Solen* o mango de cuchillo).

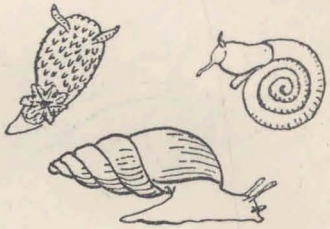
H. Rama MOLUSCOS (Continuación).

c. Clase GASTRÓPODOS. Conchilla formada por una sola valva, casi siempre en figura de cono más o menos retorcido; simetría bilateral desfigurada por torsión; cabeza con uno o dos pares de tentáculos.



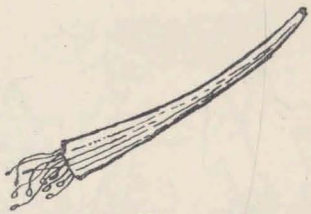
1. Orden **Estreptoneuros.** Sexos separados; respiración por branquias situadas delante del corazón (*Murex. Ampullaria. Voluta*).

2. Orden **Eutineuros.** Hermafroditas; respiración por branquias situadas detrás del corazón, o por un pulmón (*Doris, Planorbis, Bulimus*).



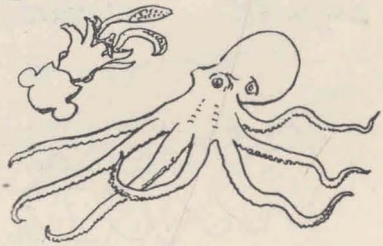
d. Clase ESCAFÓPODOS. Conchilla formada por una valva tubular, en figura de diente de elefante.

1. Orden **Solenoconchas** (*Dentalium*)



e. Clase CEFALÓPODOS. Casi siempre sin conchilla externa; pie rodeando la cabeza y dividido en tentáculos o brazos.

1. Orden **Dibranquiados.** Un par de branquias; una conchilla interna rudimentaria (*Sepiola, Octopus* o pulpo).

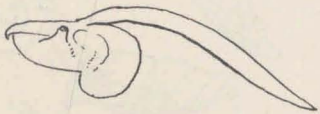


2. Orden **Tetrabranquiados.** Dos pares de branquias; conchilla externa univalva y dividida por tabiques (*Nautilus*).

I. Rama PROCORDADOS. Simetría bilateral; sin miembros locomotores; sistema nervioso dorsal; una cuerda dorsal; sin esqueleto.

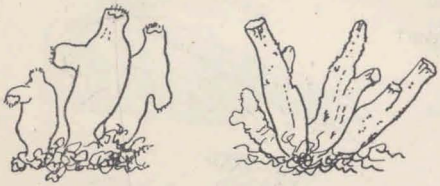
a. Clase CEFALOCORDIOS. Cuerda dorsal a lo largo de todo el cuerpo; boca rodeada de cirros.

1. Orden **Branquióstomos.** (*Branchiostoma*).



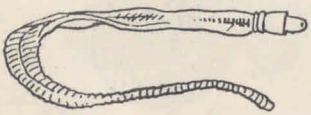
b. Clase TUNICADOS. Cuerda dorsal reducida al extremo caudal, y a veces ausente en el adulto.

1. Orden **Apendicularias.** Cuerda dorsal persistente en el adulto, que tiene una larga cola (*Apendicularia*).



2. Orden **Ascidias.** Cuerda dorsal ausente en el adulto, que carece de cola y ofrece figura de tubo o de tonel, casi siempre fijo (*Cynthia, Ciona*).

3. Orden **Teliáceos.** Parecidos a las ascidias, pero con un cerebro y un ojo; libres, con frecuencia reunidos en colonias (*Salpa*).



c. Clase HEMICORDIOS. Cuerda dorsal existente sólo junto a la faringe; aspecto de gusano.

1. Orden **Enteropneustos** (*Balanoglossus*).

J. Rama VERTEBRADOS. Simetría bilateral; nunca más de dos pares de miembros locomotores; sistema nervioso dorsal; un esqueleto óseo o cartilaginoso con una columna vertebral como eje.

a. Clase PECES. Respiración branquial; corazón con dos cavidades; temperatura variable; adaptados a la vida acuática.

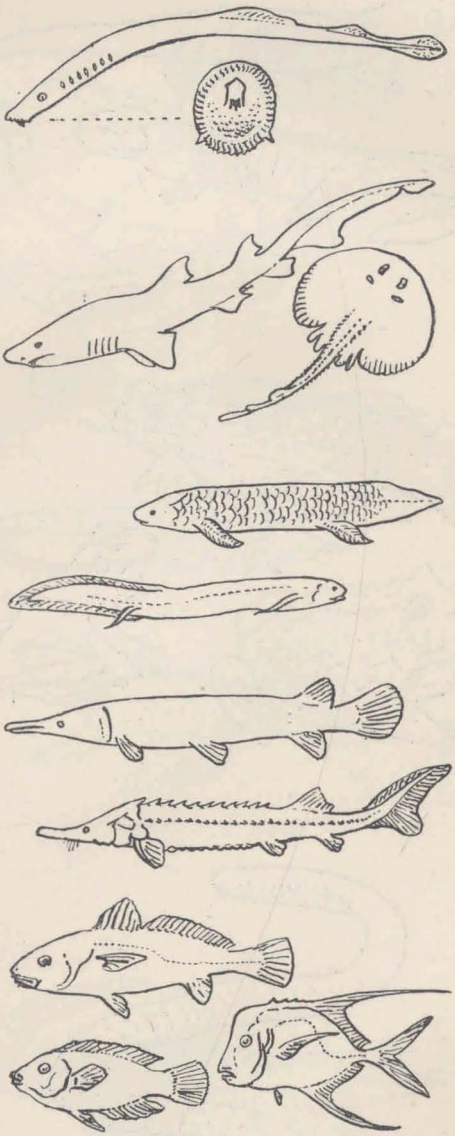
1. Orden **Ciclóstomos.** Branquias con aberturas externas; boca circular, formando ventosa, sin mandíbula (*Geotria* o bandera argentina).

2. Orden **Elasmobranquios.** Branquias con aberturas externas; boca normal, con mandíbula; esqueleto cartilaginoso; sin vejiga natatoria (*Odontaspis* o tiburón de leznas, *Psammobatis* o raya).

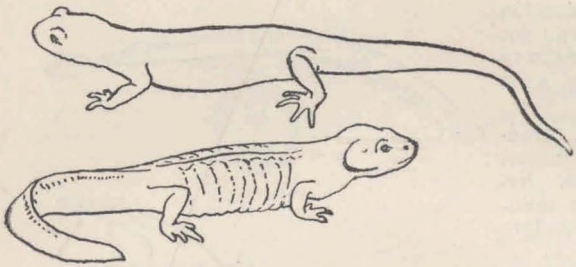
3. Orden **Dipnoos.** Branquias cubiertas por un opérculo; boca normal; esqueleto óseo; vejiga natatoria modificada, pudiendo funcionar como un pulmón (*Neoceratodus*, *Lepidosiren*).

4. Orden **Ganoideos.** Branquias cubiertas por un opérculo; boca normal; esqueleto sólo parcialmente osificado; vejiga natatoria normal; escamas ganoideas (*Lepidosteus* o manguarí, *Acipenser* o esturión).

5. Orden **Teleósteos.** Branquias cubiertas por un opérculo; boca normal; esqueleto totalmente osificado; vejiga natatoria normal; escamas cicloideas o ctenoideas (*Micropogon* o corvina, *Cichlasoma* o chanchito, *Selene* o jorobado).

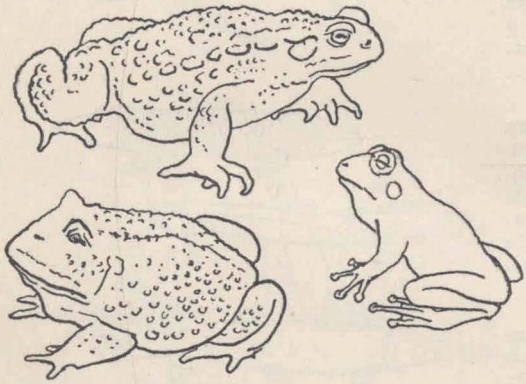


J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

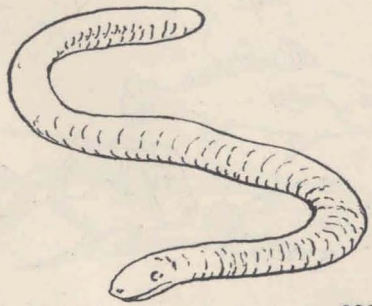


b. Clase ANFIBIOS o BATRACIOS. Respiración branquial en la juventud, pulmonar en la edad adulta; corazón con tres cavidades; temperatura variable; adaptados a la vida terrestre y acuática.

1. Orden **Urodelos.** Con cola; extremidades bien desarrolladas; ojos visibles (*Plethodon* o salamandra del Plata, *Amblistoma* o axolote).



2. Orden **Anuros.** Sin cola en la edad adulta; extremidades bien desarrolladas; ojos visibles y saltones (*Bufo* o sapo, *Ceratophrys* o escuerzo, *Hyla* o rana de zarzal).

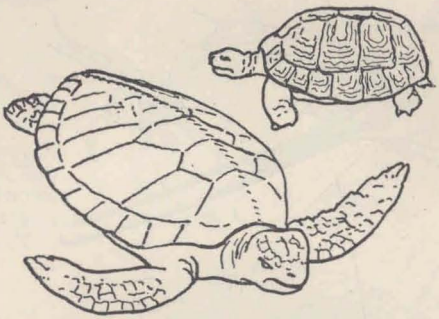


3. Orden **Ápodos.** Cola corta; cuerpo largo, vermiforme; extremidades ausentes; ojos cubiertos por la piel, y a veces por los huesos del cráneo (*Chthonerpeton* o viborita ciega).

J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

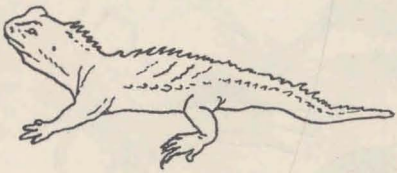
c. Clase REPTILES. Respiración pulmonar toda la vida; corazón con tres o cuatro cavidades; temperatura variable; aorta doble; adaptados a la vida terrestre, o terrestre y acuática.

1. Orden **Quelonios.** Sin dientes; un pico córneo; un caparazón óseo unido a las costillas y recubierto de placas dérmicas (*Chelone* o tortuga marina, *Testudo* o tortuga terrestre).



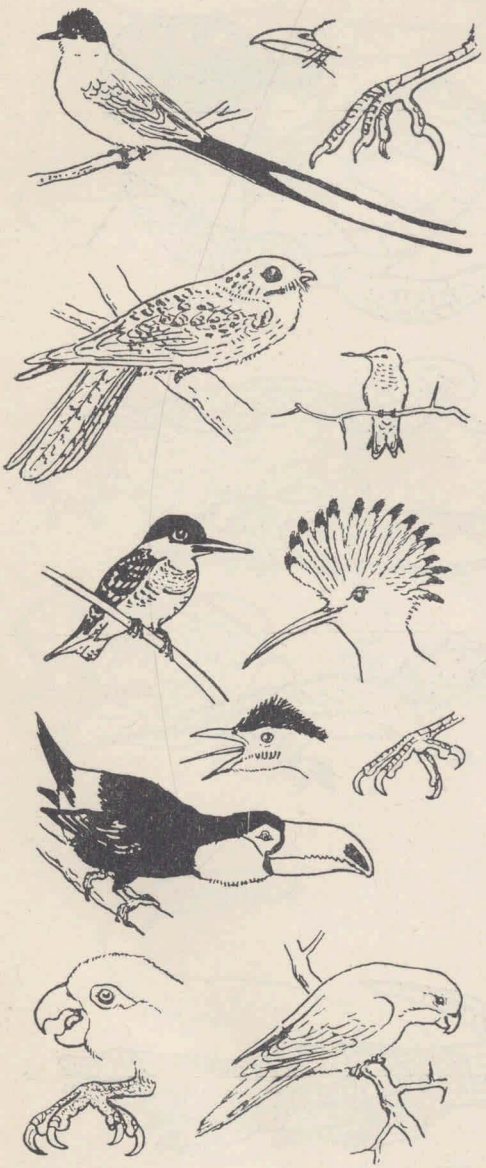
2. Orden **Saurofidios.** Con dientes, no implantados en alvéolos; cuerpo cubierto de escamas, sin caparazón; miembros ausentes (ofidios) o presentes (saurios); corazon con tres cavidades (*Constrictor* o lampalagua, *Tupinambis* o iguana).

3. Orden **Rincocéfalos.** Dientes soldados a los huesos que los sostienen, los anteriores formando una especie de pico; cuerpo cubierto de escamas y espinas; un ojo frontal atrofiado (*Sphenodon* o tuatera).



4. Orden **Hidrosaurios** o **Emidosaurios.** Dientes implantados en alvéolos; cuerpo cubierto de escamas y escudetes óseos; corazón con cuatro cavidades; paladar óseo muy extendido hacia atrás; adaptados a la vida anfibia (*Jacaretinga* o yacaré).

J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).



d. Clase AVES. Respiración pulmonar; corazón con cuatro cavidades; aorta simple, vuelta a la derecha; temperatura constante; cuerpo cubierto de plumas; miembros anteriores transformados en alas.

I. Subclase **Carenadas.** Voladoras en general; esternón con quilla.

1. Orden **Pájaros.** Cuatro dedos al mismo nivel, el primero vuelto hacia atrás y con la uña muy grande; nidófilos (*Muscivora* o tijereta, *Mimus* o calandria).

2. Orden **Macroquiras.** Pies muy pequeños y débiles; alas muy largas y fuertes; pico corto, o largo y muy delgado (*Nyctibius* o urutaú, *Chlorostilbon* o picaflor).

3. Orden **Insesoras.** Pies con dedos débiles, el primero vuelto hacia atrás y dos o tres de los otros unidos en la base; pico generalmente largo; nidófilas (*Chloroceryle* o martín pescador, *Upupa* o abubilla).

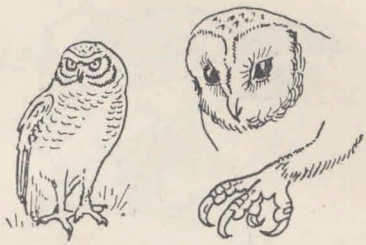
4. Orden **Cigodáctilas.** Pies con dos dedos vueltos hacia atrás; pico muy variable, pero siempre córneo hasta la base. (*Rhamphastos* o tucano, *Colaptes* o carpintero).

5. Orden **Psitáceas.** Pies con dos dedos vueltos hacia atrás; pico ganchudo, con las narices abiertas en una piel desnuda o cera; ojos laterales; oídos normales (*Cyanolyseus* o loro barranquero, *Myiopsitta* o cotorra).

J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

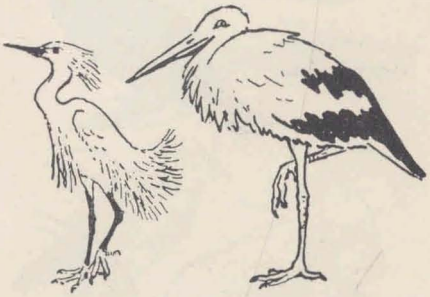
d. Clase AVES: Subclase **Carenadas** (Continuación).

6. Orden **Estrigias.** Pies con tendencia a volver dos dedos hacia atrás; pico ganchudo, con cera; ojos hacia delante, muy grandes, rodeados de discos de pluma; oídos muy grandes, con rudimentos de oreja externa (*Speotyto* o lechucita, *Tyto* o lechuza de los campanarios).

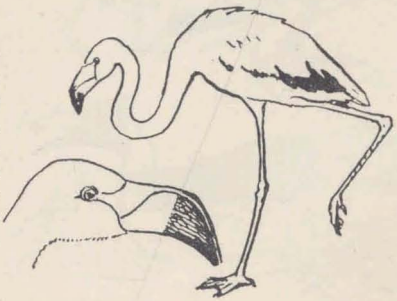


7. Orden **Rapaces.** Un solo dedo vuelto hacia atrás; uñas muy fuertes, casi siempre ganchudas; pico con cera; ojos laterales; oídos normales (*Vultur* o cóndor, *Polyborus* o carancho, *Geranoaëtus* o águila blanca).

8. Orden **Gresoras.** Patas largas, con tres dedos hacia delante unidos en la base y uno hacia atrás bien desarrollado; pico largo; nidófilas (*Leucophoyx* o mirasol, *Euxenura* o cigüeña).



9. Orden **Odontoglosas.** Patas muy largas, con los tres dedos anteriores palmeados y el posterior débil; pico ancho, bruscamente doblado hacia abajo, con la mandíbula inferior más fuerte que la superior; lengua orillada de papilas córneas (*Phoenicoparrus* o parrina; *Phoenicopterus* o flamenco).

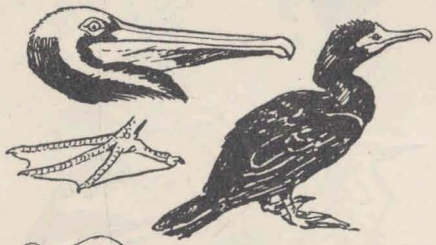


J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

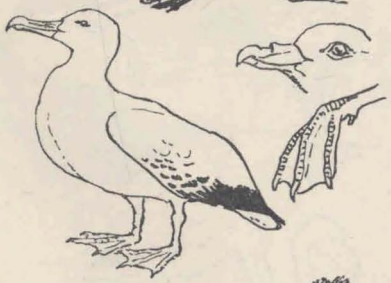
d. Clase AVES; Subclase **Carenadas** (Continuación).

10. Orden **Palamedáceas.** Patas muy robustas, con los dedos 3º y 4º unidos en la base; alas fuertes y armadas de dos espolones; narices perforadas; nidífugas (*Chauna* o chajá).

11. Orden **Anseroideas.** Patas con los tres dedos anteriores palmeados; pico revestido de piel desnuda, con una puntita córnea; nidífugas (*Anas* o pato, *Cygnus* o cisne).



12. Orden **Esteganópodas.** Patas con los cuatro dedos palmeados; pico córneo, largo, de punta ganchuda; nidófilas (*Pelecanus* o pelícano, *Phalacrocorax* o biguá).



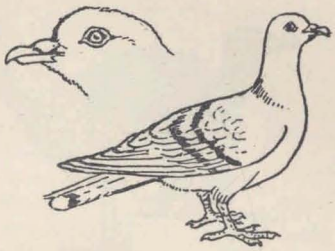
13. Orden **Tubinarias.** Patas con los tres dedos anteriores palmeados; pico córneo, de punta ganchuda, con las narices formando tubos; nidófilas (*Diomedea* o albatros, *Fulmarus* o fulmar).

14. Orden **Pigópodas.** Patas colocadas muy atrás, con los dedos anteriores palmeados o, más comúnmente, orillados de expansiones membranosas; pico muy afilado; cola muy corta; nidífugas (*Podilymbus* o **macá**).

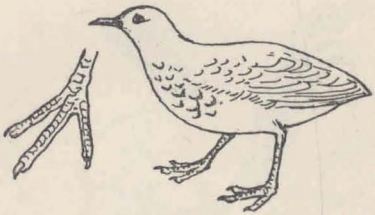
J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

d. Clase AVES; Subclase **Carenadas.** (Continuación).

15. Orden **Colombáceas.** Patas con los cuatro dedos al mismo nivel, los tres anteriores unidos en la base; pico con cera envolviendo las narices; nidófilas (*Columba* o paloma doméstica).



16. Orden **Hemipodias.** Patas con sólo tres dedos; cola sumamente corta; nidífugas (*Turnix* o torillo).

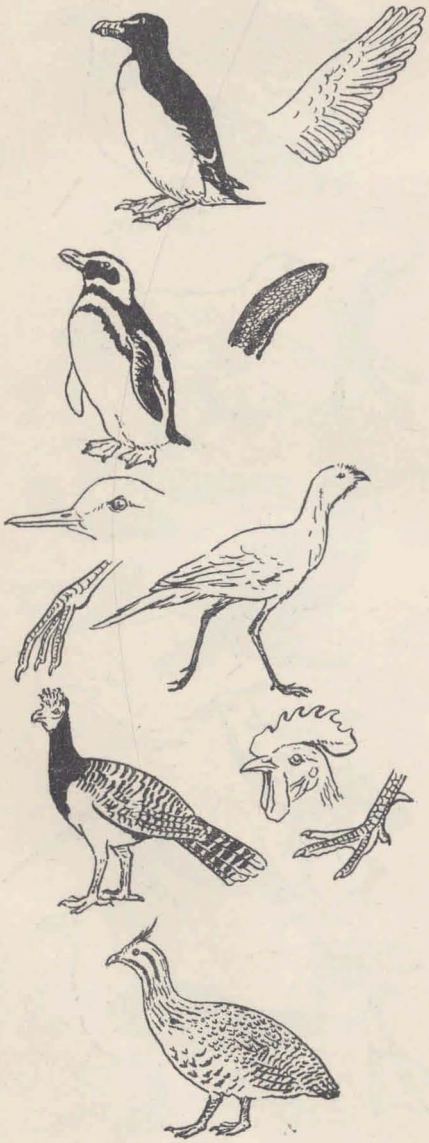


17. Orden **Pterocláceas.** Patas cortas y muy plumosas, con el 1er. dedo muy chico o ausente; cola larga y puntiaguda; pico muy corto; nidífugas (*Pterocles* o ganga).

18. Orden **Limícolas.** Patas largas, sin plumas, con el primer dedo corto o ausente; pico casi siempre alargado; nidífugas (*Belonopterus* o tero, *Jacana* o aguapeazó).

19. Orden **Gavias.** Patas con los tres dedos anteriores palmeados; pico mediano; nidífugas (*Leucophoreus* o gaviota gris, *Larus* o gaviota cocinera).

J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).



d. Clase AVES; Subclase **Carenadas** (Continuación).

20. Orden **Alcoideas.** Patas colocadas muy hacia atrás, con los dedos anteriores palmeados y el posterior atrofiado o ausente; alas poco desarrolladas, pero con plumas normales; pico muy comprimido (*Alca* o pingüino ártico).

21. Orden **Impennes.** Patas colocadas muy hacia atrás, cortas, con los dedos anteriores palmeados y el posterior ausente; alas poco desarrolladas, con las plumas atrofiadas e inútiles para el vuelo, sirviendo de aletas en la natación (*Spheniscus* o pingüino común).

22. Orden **Alectorideas.** Patas largas, con los dedos libres, el posterior chico o ausente; narices perforadas; nidífugas (*Zonibix* o chorlo, *Chunga* o chuña).

23. Orden **Gallináceas.** Patas robustas con el dedo posterior corto y a más altura que los anteriores, y casi siempre con espolones en los machos; pico con la mandíbula superior cubriendo el borde de la inferior; nidífugas (*Crax* o muitú, *Gallus* o gallo doméstico).

24. Orden **Cripturas.** Patas robustas, con tres o cuatro dedos; sin espolones; cola atrofiada; alas cortas; nidífugas (*Eudromia* o martineta).

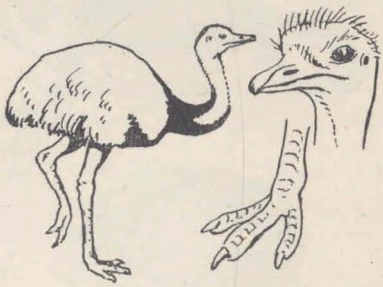
J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

d. Clase AVES (Continuación).

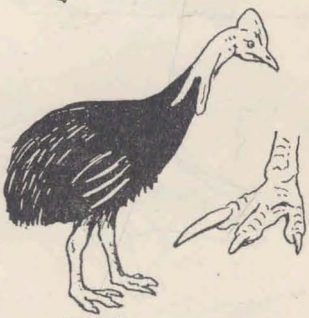
II. Subclase **Rátidas.** No voladoras; esternón sin quilla.

1. Orden **Estrucioideas.** Patas con dos dedos; con cola; pico corto (*Struthio* o avestruz de Africa).

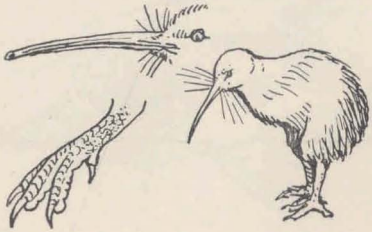
2. Orden **Reideas.** Patas con tres dedos; sin cola; pico corto; plumas sin hiporraquis (*Rhea* o ñandú).



3. Orden **Casuarideas.** Patas con tres dedos; sin cola; plumas con el hiporraquis tan largo como el raquis, con aspecto de pelo; pico corto (*Casuarius* o casuario).



4. Orden **Apterigias.** Patas cortas y robustas, con cuatro dedos; sin cola ni alas; plumas con aspecto de pelo; pico muy largo, con las narices en la punta (*Apteryx* o kivi).



J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

e. Clase MAMíFEROS. Respiración pulmonar; corazón con cuatro cavidades; aorta simple, vuelta a la izquierda; temperatura constante; cuerpo cubierto de pelos; hembras con glándulas mamarias.

I. Subclase **Prototerios.** Ovíparos; hembras sin mamas externas; con cloaca.

1. Orden **Monotremos** (*Echidna* o equidno, *Ornithorhynchus* u ornitorrinco).

II. Subclase **Terios.** Vivíparos; hembras con mamas externas.

1. Orden **Marsupiales.** Con huesos epipúbicos; hembras casi siempre con una bolsa abdominal para meter los hijos, que nacen muy atrasados en su desarrollo (*Didelphis* o comadreja).

2. Orden **Insectívoros.** Unguiculados; con caninos; muelas con cúspides puntiagudas, idóneas para perforar los tegumentos duros de los insectos, de que se alimentan (*Erinaceus* o erizo).

3. Orden **Galeopitecos.** Unguiculados; con caninos; incisivos en forma de peine; un paracaídas cutáneo a lo largo de los costados (*Galeopithecus*).

4. Orden **Quirópteros.** Unguiculados; con caninos; extremidades anteriores transformadas en alas membranosas (*Lasiurus, Artibeus*).

J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

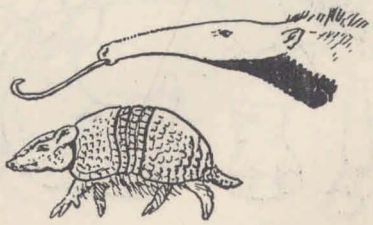
e. Clase MAMíFEROS. Subclase **Terios** (Continuación).

5. Orden **Carnívoros.** Unguiculados; caninos muy desarrollados; muelas con cúspides cortantes, idóneas para desgarrar carne y partir huesos (*Conepatus* o zorrino, *Puma* o león americano).

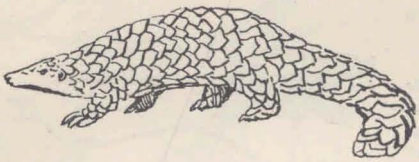
6. Orden **Primates.** Unguiculados; con caninos; cráneo con las fosas orbitarias cerradas por atrás; ojos dirigidos al frente (*Anthropopithecus* o chimpancé, *Cebus* o caí). En este orden se incluye al hombre.

7. Orden **Roedores.** Unguiculados; sin caninos; incisivos reducidos a dos o cuatro arriba y dos abajo, de crecimiento continuo. (*Myopotamus* o nutria, *Hydrochoerus* o carpincho, *Lagostomus* o vizcacha).

8. Orden **Xenartros.** Unguiculados; sin incisivos, y a veces sin ningún diente; cuando éstos existen, están desprovistos de esmalte (*Myrmecophaga* u oso hormiguero, *Tolypeutes* o mataco).



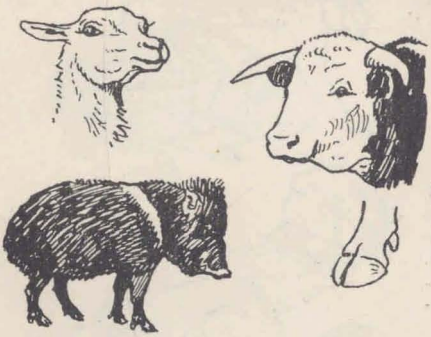
J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).



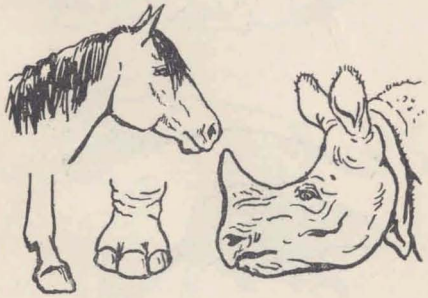
e. Clase MAMíFEROS; Subclase **Terios** (Continuación).

9. Orden **Folídotos.** Unguiculados; sin dientes; cuerpo revestido de escamas imbricadas (*Manis* o pangolín).

10. Orden **Tubulidentados.** Unguiculados; sin incisivos; dientes formados por tubos de dentina yuxtapuestos (*Orycteropus*).



11. Orden **Artiodáctilos.** Ungulados; eje de sustentación de las patas pasando por entre los dedos 3º y 4º (*Lama* o guanaco, *Bos* o vacuno, *Pecari* o chancho de monte).



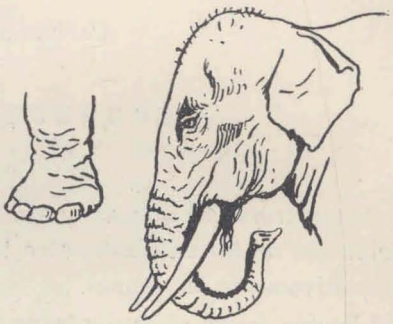
12. Orden **Perisodáctilos.** Ungulados; eje de sustentación de las patas pasando por enmedio del 3er. dedo, que a veces es único (*Equus* o caballo, *Rhinoceros* o rinoceronte).

J. Rama VERTEBRADOS (Continuación).

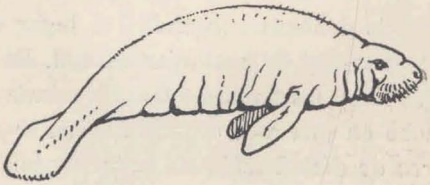
e. Clase MAMIFEROS; Subclase *Terios* (Continuación).

13. Orden **Hiracoideos.** Ungulados, con los pies parecidos a los de los perisodáctilos, pero aspecto general de roedor (*Procavia*).

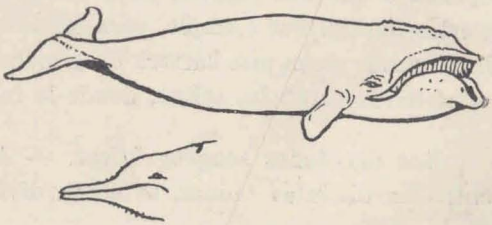
14. Orden **Proboscidios.** Ungulados; sin caninos; incisivos enormes, de crecimiento continuo; una trompa larga y flexible (*Elephas* o elefante).



15. Orden **Sirenios.** Extremidades anteriores en formas de aletas; cola también formando aleta caudal; narices normales; mamas pectorales (*Trichechus* o manatí).



16. Orden **Cetáceos.** Pisciformes, con las extremidades anteriores y la cola formando aletas; narices en la parte superior de la cabeza; mamas ventrales (*Balaena* o ballena, *Stenodelphis* o franciscana).



Capítulo XX

ZOOGEOGRAFÍA

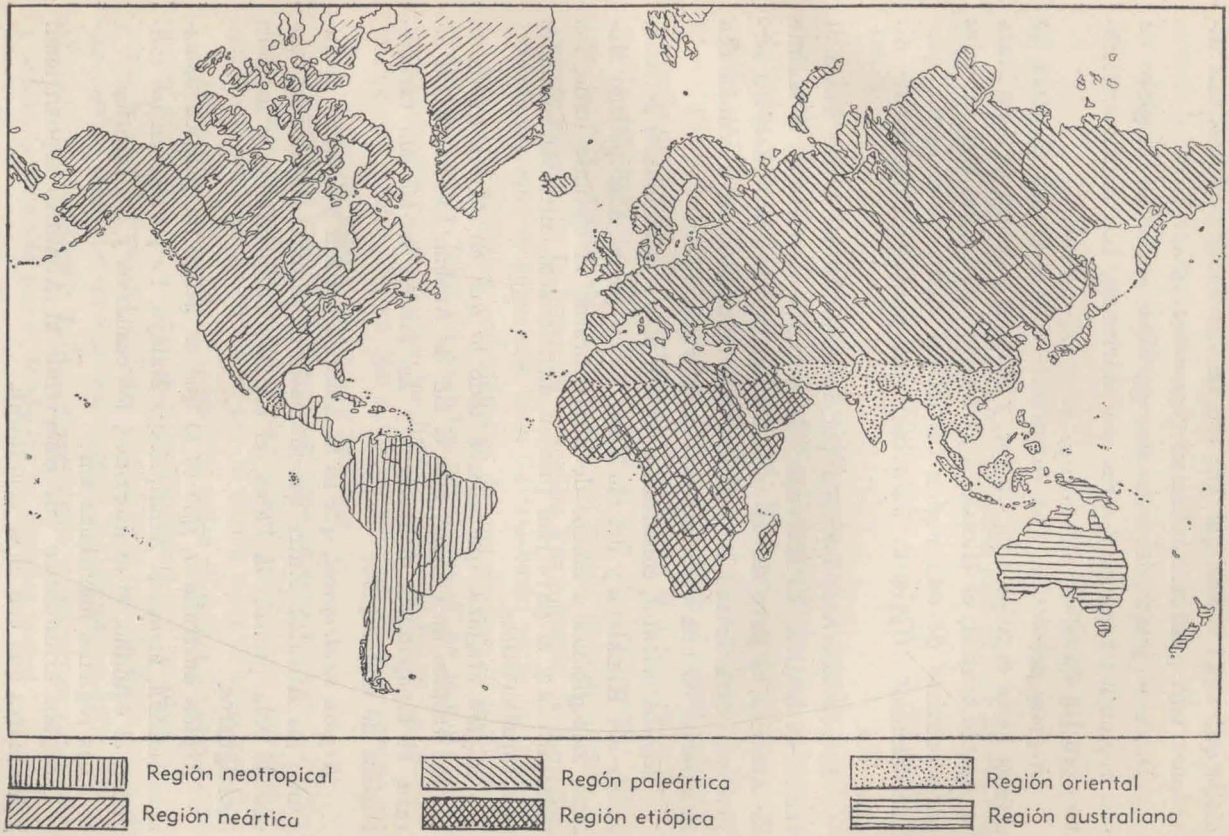
Zoogeografía es aquella parte de la zoología que trata de la distribución de los animales sobre la superficie del globo y estudia comparativamente las faunas.

Llámase *fauna* al conjunto de todos los animales que viven en un país, región o zona determinada.

Se denomina *localidad* el lugar en que se obtiene o se observa un ejemplar de cualquier animal. El conjunto de las localidades en que viven los animales de una misma especie, o sea toda la parte del globo en que esta especie habita, se denomina *área de dispersión* o *área de distribución* de la tal especie. También se puede hablar del área de dispersión de todo un género, de una familia, de un orden, etc.

Barreras de dispersión son aquellos obstáculos naturales que se oponen a que una especie, un género, etc. se extienda más allá de ciertos límites. Por ejemplo, para un animal que viva en los árboles, las llanuras serán una barrera de dispersión; para otro que sea muy corredor, lo serán las selvas, donde le falta espacio para correr.

Las divisiones zoogeográficas. — Atendiendo a la diferencia entre las distintas faunas, se hacen divisiones de la superficie del



Distribución de las regiones zoogeográficas terrestres.

globo que nada tienen que ver con las divisiones políticas. Las divisiones más grandes se llaman *regiones zoogeográficas.*

Desde el punto de vista zoogeográfico, se divide el globo en seis regiones terrestres y otras seis marítimas. Las regiones terrestres son las siguientes:

Región paleártica, que comprende toda Europa, el norte de Africa hasta el trópico de Cáncer, y el norte y centro de Asia hasta la Arabia central, el Himalaya y el centro de China. Son animales característicos de esta región las cabras monteses, el águila quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), las perdices propiamente dichas, etc.

Región neártica, formada por la América del Norte, hasta el centro de Méjico. El berrendo (*Antilocapra americana*), el bisonte de América, el pavo salvaje y la tortuga mordedora (*Chelydra serpentina*) caracterizan esta región, que algunos autores reúnen con la anterior en una sola, llamándola *holártica.*

Región oriental, constituída por los países meridionales de Asia, al sur del Himalaya y del río Yang-Tsé, y por el Archipiélago Malayo. Los gibones o monos de largos brazos, el elefante indio, los galeopitecos y el pavo real pueden mencionarse entre sus animales más característicos.

Región etiópica, que abarca todo lo que en Africa queda al sur del trópico de Cáncer, más el sur de Arabia. Las cebras, la jirafa, el hipopótamo, el avestruz y las moscas tse-tsé son característicos de esta región.

Región neotropical, que es la América del Sur y Central, incluyendo las Antillas. Entre sus animales distintivos figuran los monos de cola prensil, la llama, el cóndor, los picaflores y los osos hormigueros.

Región australiana, que es lo que en geografía política llamamos Oceanía, menos el Archipiélago Malayo. Le pertenecen los canguros, el equidno, el ornitorrinco, los casuarios y los cacatúas.

Las regiones marítimas son:

Región artatlántica que comprende el Atlántico septentrional y los mares que con él se comunican.

Región mesatlántica, formada por la parte media del mismo océano con el Mar Mediterráneo y el de las Antillas.

Región antirénica, que corresponde en el Pacífico a la artatlántica.

Región mesirénica, que es la equivalente de la mesatlántica en el Pacífico.

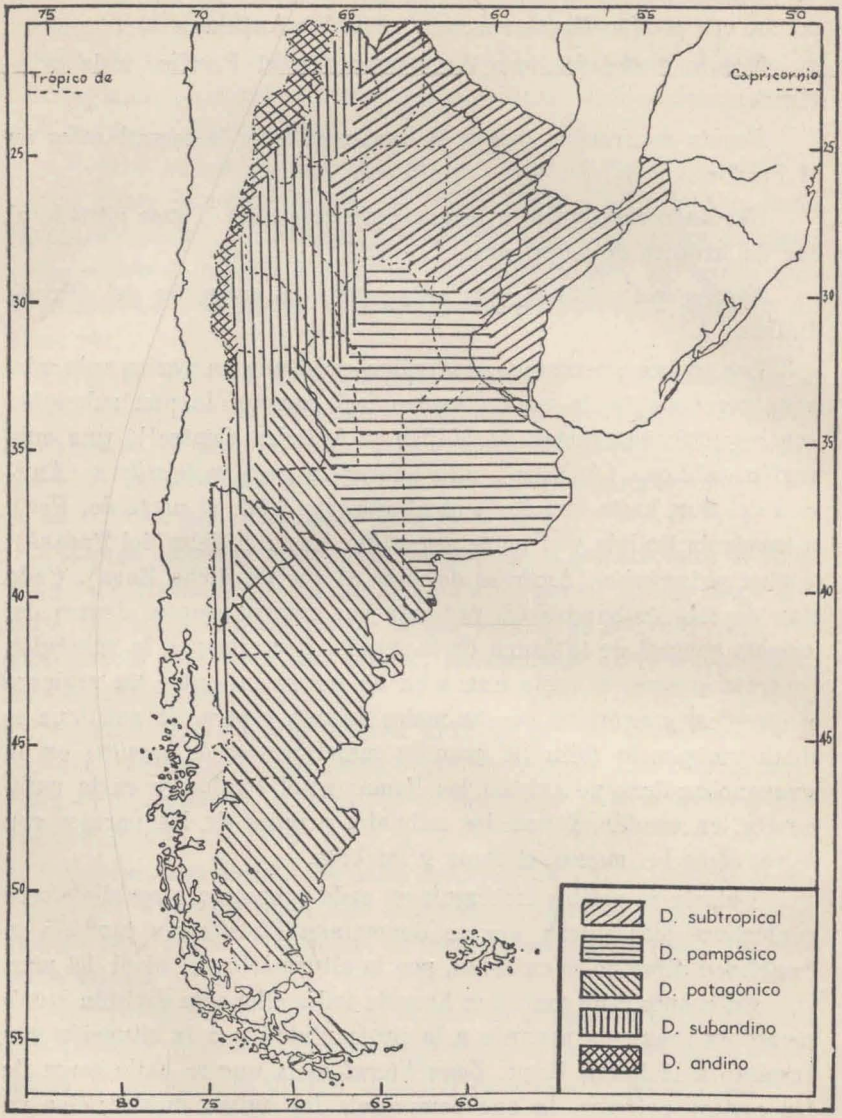
Región notopelágica, a la que pertenece todo el mar situado al sur del trópico de Capricornio.

Región indopelágica, que ocupa toda la extensión del Océano Indico.

Las regiones terrestres se dividen cada una en varias subregiones; por ejemplo, la región neotropical comprende una subregión *centroamericana* (costas de Méjico y América Central), una subregión *antillana* (Antillas), otra subregión *guayanobrasilera* (América del Sur, hasta una línea ideal que iría desde el norte del Perú, a través de Bolivia y el norte argentino, hasta el delta del Paraná), y otra *patagónica* (América del Sur al sur de dicha línea). Cada una de estas subdivisiones presenta sus rasgos propios dentro del aspecto general de la fauna de la región. Por ejemplo, la subregión centroamericana es como una zona de transición entre las regiones neotropical y neártica, con animales de una y otra; la antillana se distingue por la falta de grandes mamíferos y de monos; en la guayanobrasilera no existen las llamas ni el cóndor, y en la patagónica, en cambio, faltan los animales propios de los parajes con selva, como los monos, el tapir y las boas.

Todavía es posible distinguir en cada subregión otras divisiones faunísticas más chicas, que se denominan *distritos,* y también se establecen diferencias en *zonas,* por la altura sobre el nivel del mar.

En cuanto a los mares, se hace de todos ellos una división igualmente en zonas, de acuerdo a la profundidad y a la situación con respecto a la tierra firme. *Zona litoral* es la que se halla cerca de las costas; *pelágica,* la que comprende las aguas superficiales en alta mar; *batipelágica,* la que corresponde a las aguas profundas, y *abisal,* la formada por el fondo de los grandes mares.



División del territorio argentino en distritos zoogeográficos.

La fauna argentina. — Zoogeográficamente, nuestra República pertenece a dos subregiones de la región neotropical. Su parte nordeste corresponde a la subregión guayanobrasilera, y ofrece grandes analogías con el Brasil en cuanto a sus animales, mientras que el resto entra en la subregión patagónica.

Un estudio detenido de nuestra fauna permite hacer una división en cinco distritos con características propias, a saber: el distrito *subtropical*, el *pampásico*, el *austral* o *patagónico*, el *andino* y el *subandino*.

El distrito subtropical corresponde a la parte de grandes bosques y de monte espeso que ocupan nuestro nordeste, y forma el extremo meridional de la subregión guayanobrasilera. En él viven los monos, el tapir, el vampiro o murciélago mordedor, las boas, el yacaré, la garrapata de los vacunos y la pulga llamada pique (*Tunga penetrans*).

El distrito pampásico lo forman, como su nombre indica, las pampas que constituyen las provincias de Buenos Aires y Santa Fe y la parte oriental de Córdoba y de la gobernación de La Pampa. La vizcacha, el chajá, el ñandú, son sus animales más característicos.

El distrito patagónico o austral se extiende al oeste y al sur del pampásico, desde San Luis y Mendoza hasta la Tierra del Fuego. Entre sus animales típicos merecen citarse el marra (*Dolichotis australis*) y el ñandú petizo (*Pterocnemia pennata*).

El distrito subandino abarca toda la región montañosa que hay al oeste de los distritos anteriores, desde Jujuy hasta los 45 grados de latitud, próximamente; su fauna se asemeja a la del distrito patagónico, pero es más rica y tiene especies propias.

Finalmente, el distrito andino comprende las grandes alturas de la Cordillera del mismo nombre, llegando por el sur hasta Mendoza, y tiene entre sus especies típicas la vicuña y la chinchilla.

La mayor parte de las costas argentinas pertenece al distrito patagónico, el cual podría también caracterizarse por la presencia en aquellas de ciertos mamíferos y aves marinos, como los lobos de uno y de dos pelos, el elefante de mar y varias especies de pingüinos.

CUESTIONARIO

1. — ¿Qué es zoogeografía?
2. — ¿Qué se entiende por área de dispersión de un animal?
3. — ¿Qué son las barreras de dispersión?
4. — ¿Cómo se divide zoogeográficamente la superficie del globo?
5. — ¿Qué se entiende por fauna de una región?
6. — ¿Cuáles son los animales característicos de la región neotropical? [1]
7. — ¿Cómo se subdivide la región neotropical?
8. — ¿A qué regiones zoogeográficas corresponde la República Argentina?
9. — ¿En cuántos distritos se puede dividir nuestro país de acuerdo a su fauna, y cómo se llama cada uno de ellos ?
10. — ¿Cuáles son los animales típicos de cada distrito?

[1] O de otra cualquiera, aunque es conveniente que el alumno empiece por conocer bien lo propio. Constituye un buen ejercicio práctico, cuando los alumnos visitan museos o jardines zoológicos, el habituarlos a tomar nota de las localidades de los animales que ven en ellos, para que vayan formando listas de especies características de cada región zoogeográfica, y aun de cada subregión y distrito. La costumbre que hay, en algunos de aquellos establecimientos, de poner cerca de los animales un mapa de su distribución, merece el mayor aplauso, siempre, claro está, que estos mapas sean exactos.

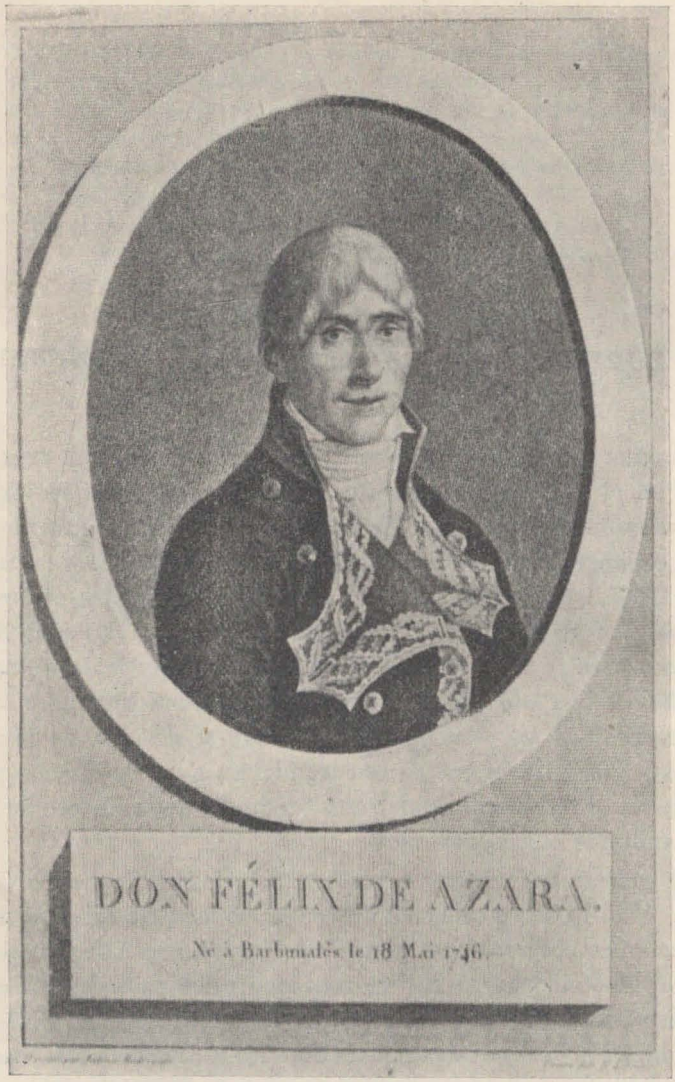
Capítulo XXI

LA ZOOLOGÍA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Aunque existen algunas observaciones sobre la fauna argentina hechas en el siglo XVIII por los misioneros jesuítas que vivieron en el país, puede decirse que los estudios zoológicos comenzaron aquí con el cosmógrafo español Félix de Azara, quien, en los comienzos ya del XIX, publicó las primeras descripciones exactas de los animales de nuestro suelo, principalmente en las obras tituladas *Apuntamientos para la historia natural de los qüadrúpedos del Paraguay y del Río de la Plata* (Madrid, 1802) y *Apuntamientos para la historia natural de los páxaros del Paraguay y del Río de la Plata* (Madrid, 1805), libros que fueron traducidos a varios idiomas y que todavía son la base de cualquier estudio que se quiera hacer de nuestros mamíferos o nuestras aves.

El primer naturalista argentino fué el Dr. Francisco Javier Muñiz (1795-1871), a quien se debe una monografía sobre el ñandú e interesantes observaciones acerca de los vacunos ñatos. Casi toda su labor, sin embargo, se refiere más bien a los animales fósiles.

Los viajes científicos del francés Alcide D'Orbigny en 1827-1834, y del inglés Charles Darwin en 1831-1833, llamaron la atención del mundo sabio hacia la historia natural en la República Argentina, y despertaron también en nuestros gobernantes el deseo de fomentar su estudio, para lo cual hicieron venir ilustres hombres de ciencia



Félix de Azara, autor de los primeros estudios sobre fauna argentina.
(1746 - 1806)

que se incorporaron al número de los ciudadanos que estaban iniciando el progreso cultural de la nación. El primero de ellos fué el alemán Herman Burmeister (1807-1892), que publicó muchos trabajos sobre distintos grupos zoológicos, así como un relato de un viaje de cuatro años por el país y un tomo de zoología con su atlas como parte de su obra *Description physique de la République Argentine* (1879), y ocupó el cargo de director del Museo de Buenos Aires durante treinta años.

Su sucesor en este cargo fué Carl Berg (1843-1911), que se ocupó principalmente de peces, anfibios y ciertos grupos de insectos, y a quien se puede considerar como fundador de la enseñanza de la zoología en la Universidad de Buenos Aires.

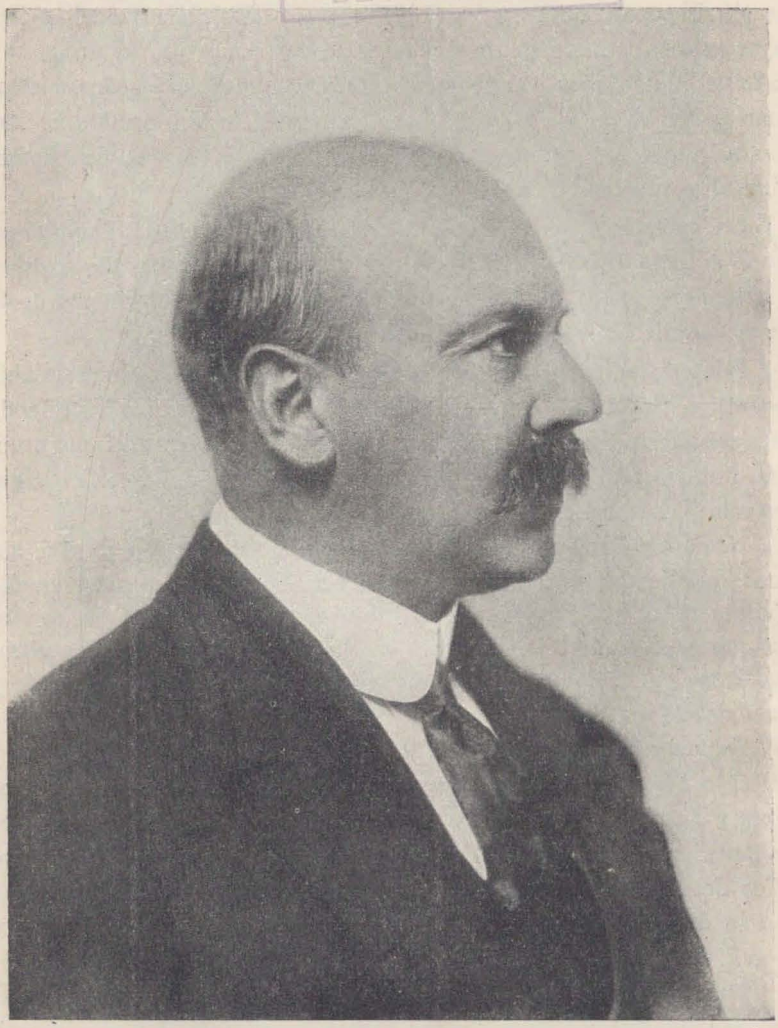
Contemporáneo de Burmeister y de Berg fué el eminente sabio argentino Florentino Ameghino, quien, aunque se dedicó sobre todo a los estudios paleontológicos, en los cuales pronto alcanzó fama mundial, publicó también algunos trabajos de zoología, entre ellos algunos relativos a la dentadura de los mamíferos.

Nacido en nuestro país, aunque ciudadano inglés y con sus obras publicadas en Inglaterra, debe ser también mencionado William Henry Hudson, uno de los mejores conocedores de las costumbres de nuestros animales, a quien se deben algunas obras maestras de zoología, como las tituladas *El naturalista en el Plata* y *Aves del Plata*.

Zoólogos argentinos de indiscutible mérito son Angel Gallardo, fallecido hace pocos años, director que fué del Museo de Buenos Aires y autor de notables trabajos acerca de la cariocinesis y sobre las hormigas argentinas, y Eduardo Holmberg, primer director científico del Jardín Zoológico de Buenos Aires y sabio investigador al que se deben importantes estudios acerca de arácnidos, insectos y peces.

Junto a ellos deben citarse los nombres de dos naturalistas que vinieron de Europa para ocupar cargos científicos con sus investigaciones zoológicas. Son ellos el francés Ferdinand Lahille, célebre por sus estudios sobre fauna marina, sobre parásitos y sobre artrópodos de interés agrícola o veterinario, y el italiano Roberto Dab-

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS



Angel Gallardo, uno de los más eminentes zoólogos argentinos contemporáneos
(1867 - 1934)

bene, que es considerado como el mejor ornitólogo de Sud América. Igualmente digno de mención, en fin, es el entomólogo alemán Carl Bruch, durante largos años jefe del departamento de zoología del Museo de La Plata y autor de un gran número de publicaciones sobre nuestros insectos.

Los museos y los jardines zoológicos. — Instituciones indispensables para el progreso de los estudios zoológicos son los museos de historia natural y los jardines o parques zoológicos. En los primeros, se contemplan los animales conservados de diversos modos y se puede hacer la investigación de laboratorio indispensable para esta clase de conocimientos; en los segundos, los animales se exhiben en vida, y es posible, no sólo contemplarlos como son, sino observar mucho de sus costumbres y de su carácter.

La primera razón de ser de ambas clases de establecimientos es la educación científica del pueblo, y de ahí que el grado de adelanto de un país esté siempre en proporción al progreso de sus museos y sus jardines zoológicos. En las naciones más adelantadas, los gobiernos y ciertas entidades privadas dedican cuantiosas sumas a la fundación y al sostenimiento de estas instituciones.

Un museo no debe ser, sin embargo, una simple colección de animales embalsamados o metidos en frascos de alcohol para satisfacer la curiosidad del público; para llenar sus funciones, debe contar con colecciones de estudio, con laboratorios bien montados, con buen instrumental de trabajo y, sobre todo, con personal preparado que haga progresar a la vez la institución y la ciencia patria.

Un jardín zoológico tampoco es sólo un lugar ameno donde la gente va a ver animales metidos en jaulas o en corrales; al mismo tiempo, debe contribuir a hacer amar los animales, exhibiéndolos en condiciones de comodidad y de salud inmejorables, y debe contribuir al progreso de la zoología por medio de un personal idóneo que haga y sepa aprovechar las observaciones de interés, para incorporarlas a la historia de cada especie.

En la República Argentina existen dos grandes museos de historia natural, el de Buenos Aires, o Museo Argentino de Ciencias

Naturales Bernardino Rivadavia, así llamado en recuerdo de su ilustre fundador, y el Museo de La Plata, fundado en 1884 como simple museo provincial por el Dr. Francisco P. Moreno y ahora perteneciente a la Universidad de La Plata. En ambos se da a la zoología la debida importancia, y aun cuando no disponen de los medios que poseen algunos museos europeos o norteamericanos, pueden competir con ellos en algunos aspectos. Son especialmente dignas de atención en el primero las colecciones de moluscos y de mamíferos y aves argentinos, y en el segundo las de insectos y la de osteología comparada: en la última, sobre todo, la magnífica serie de esqueletos de cetáceos.

Además, en algunas provincias existen museos más pequeños, apenas dignos de atención más que como una muestra del esfuerzo local.

El jardín zoológico de Buenos Aires, fundado en 1888 con las colecciones que desde 1875 había en el Parque 3 de Febrero, puede compararse por su extensión, aunque no por el número de los animales exhibidos, con los mejores de Europa. Durante algunos años, sus autoridades publicaron una revista que contenía valiosos trabajos de zoología. Otro establecimiento similar, aunque más modesto, existe en La Plata. Depende del Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires, y en él se exhiben con frecuencia magníficos ejemplares tanto de la fauna nativa como de las exóticas. También hay un jardín zoológico bastante bien mantenido, y con interesantes exhibiciones, en Mendoza, y en otras capitales existen otros de menos importancia. La obra científica de todos ellos es, por desgracia, escasa o nula.

Los parques nacionales. — Otra forma de institución, la más moderna, que contribuye al adelanto de la zoología, son los parques nacionales. Desde el punto de vista zoológico, el objeto de estos parques es conservar la fauna nativa con su carácter y condiciones naturales, de modo que el público pueda ver cómo son y cómo viven los animales del país en su propio ambiente. Para ello son necesarias tres cosas: que los animales vivan en completa libertad, que

nadie pueda cazarlos ni molestarlos de ninguna manera y que no se introduzcan en el parque animales ni plantas de otros países, con objeto de no desfigurar el ambiente local ni crear a los animales nativos enemigos ni rivales.

Actualmente hay en todos los países civilizados parques de este tipo, que son para las faunas como una defensa contra la destrucción consiguiente a la propia civilización.

En nuestro país tenemos una Comisión de Parques Nacionales, creada en 1934, y existen ya dos parques nacionales, el de Nahuel Huapí y el del Iguazú; pero hasta ahora son más bien lugares de turismo y deporte que reservas faunísticas, como lo prueba el haberse introducido en el primero venados y otros animales de especies que no son argentinas, ni siquiera sudamericanas. Es de esperar, sin embargo, que antes de que sea demasiado tarde podrán aprovecharse dichos lugares para salvar algunas especies de nuestra fauna a punto de extinguirse.

CUESTIONARIO

1. — ¿De cuándo datan los estudios de zoología argentina, y quién fué el que hizo los primeros?
2. — ¿Qué zoólogos argentinos nativos ilustres ha habido?
3. — ¿Qué grandes zoólogos extranjeros merecen considerarse como argentinos por haber contribuído a nuestro progreso científico?
4. — ¿Dónde se hallan, y cómo se llaman, los grandes museos de historia natural argentinos?
5. — ¿Para qué sirven los jardines zoológicos?
6. — ¿Cuáles son los principales jardines zoológicos argentinos?
7. — ¿Qué interés pueden tener para el zoólogo los parques nacionales?
8. — ¿Qué parques nacionales hay en la Argentina, y dónde se encuentran situados?

APÉNDICE

INSTRUCCIONES PARA FORMAR COLECCIONES ZOOLOGICAS DE ESTUDIO

Las instrucciones que siguen no son un compendio de taxidermia. El estudiante de Zoología que no esté dotado de verdadera habilidad artística no debe pretender formar un museo; realizará una labor mucho más útil para él y para los demás formando colecciones de estudio que vengan a ser, en pequeña escala, lo que son las que existen en los grandes museos, no para contemplación del público, sino para ser consultadas por los investigadores. Por otro lado, una colección de estudio resulta menos costosa y ocupa mucho menos lugar que un museo de animales embalsamados. Todo lo que se requiere para que una de estas colecciones sea valiosa es que haya sido hecha con cuidado minucioso y que esté bien documentada, es decir, que no haya un solo ejemplar del cual no se sepa con exactitud dónde y cuándo fué recogido, haciéndose constar estos datos en la oportuna etiqueta.

Comencemos con los insectos, que son los animales más fáciles de recolectar y de preparar.

Para cazarlos, se necesita uno de esos *mariposeros* o bolsas cónicas de gasa con mango largo, unas pinzas livianas y un frasco

de boca ancha, con tapón de corcho, en el cual se pone, hasta algo más de la mitad, afrecho, alpiste o aserrín muy fino, vertiendo encima algunas gotas de bencina.

Con un poco de práctica, se aprende pronto a atrapar con el mariposero los insectos que vuelan o que están posados en el pasto, y a sacarlos luego de allí por medio de las pinzas, que también son muy útiles para atrapar en el suelo aquellos insectos que no vuelan. La caza se va echando al frasco, procurando tenerlo destapado el menor tiempo posible para que no se evapore la bencina, pues sus vapores son los que han de matar en un instante a los insectos mientras procuran esconderse entre el afrecho o aserrín.

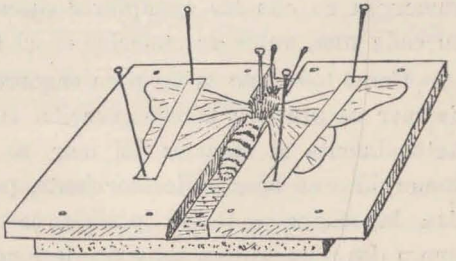
Como quiera que los insectos mueren encogiendo las patitas, al llegar a casa hay que extendérselas con cuidado; si están muy duras, y hay miedo de romperlas, se colocan los insectos, sobre un trozo de papel secante o de papel de filtro, en una asadera o un plato donde se habrá puesto una capa de arena húmeda, cubriéndolo todo con una campana de vidrio. La tapa de una quesera sirve muy bien para este fin. Pronto estarán los insectos tan blandos como si acabasen de morir; pero hay que cuidar de no tenerlos en esta cámara húmeda demasiado tiempo, porque se cubrirían de moho y habría que tirarlos.

Todo el mundo sabe que los insectos se guardan en cajas de cartón o de madera delgada con el fondo de corcho, clavándolos con alfileres; pero no todos saben el arte de clavarlos. Ante todo, nunca se deben usar alfileres corrientes, que se oxidan y estropean los ejemplares. En las casas de artículos de historia natural se venden alfileres especiales para entomología, inoxidables, de distintos gruesos en proporción al tamaño de cada insecto. Además, el alfiler no debe clavarse en cualquier parte del insecto. En la mayoría de ellos, se pasa por el centro del tórax; en los coleópteros, por el primer tercio del élitro derecho; también se suelen clavar por el primer tercio del tegmen o del hemiélitro derecho, respectivamente, ciertos ortópteros y hemípteros de cuerpo achatado.

A las langostas, tucuras, mamboretás, y otros ortópteros de abdomen muy grueso es bueno abrirles una rajita en el vientre, sacarles

el contenido y rellenarlos luego con un poquito de algodón absorbente humedecido en trementina. Así se evita una posible descomposición.

Los lepidópteros, arquípteros y neurópteros deben colocarse con las alas bien extendidas, lo cual se consigue teniéndolos unos días en un aparatito como el que muestra la figura adjunta, antes de ponerlos en la caja. Dicho aparato puede hacerlo cualquiera en casa con tres tablitas, la de abajo de corcho o de una madera muy blanda y porosa, pues en ella hay que afirmar el insecto por medio de su alfiler. Las alas se mantienen en posición, hasta que el insecto está seco, con pequeñas tiras de papel fuerte sujetas con alfileres corrientes en las otras tablas. Dichos insectos, tan pronto como se asfixian en el frasco de caza, deben sacarse de él y guardarse cada uno por separado en unos sobrecitos triangulares de papel blanco, que conviene llevar preparados al efecto; pues, sin esta precaución, al rozar unos con otros se les estropean las alas. Muchos entomólogos no ponen las mariposas nunca en el frasco, sino que al ir a sacarlas del mariposero les oprimen ligeramente el tórax entre el pulgar y el índice, matándolas en el acto, y las pasan directamente a los sobrecitos. Todos los referidos insectos, si tienen el abdomen muy grueso, se vacían como hemos dicho para los ortópteros. Con los alguaciles, para rellenarles el abdomen, basta introducir en él un palito delgado del largo conveniente.



Procedimiento para secar un insecto con las alas extendidas.

Una cosa que ningún coleccionista de insectos debe hacer, bajo ningún pretexto, es clavarlos vivos. Si al volver de la caza y sacar el producto de ella se ve que alguno no ha muerto, se le debe volver al frasco hasta que perezca por completo.

Los moluscos del grupo de los cefalópodos, los celenterados, los gusanos en general, los miriápodos y las larvas blandas de in-

sectos, como mejor se conservan es dentro de frascos de tapón de vidrio raspado, con un líquido conservador que se hace mezclando cien partes de agua y cuatro de formol. También se puede emplear alcohol, rebajado a 70 grados, pero tiene el inconveniente de que decolora rápidamente los tejidos animales. Las formaciones calizas de los celenterados (corales, madréporas, etc.) se pueden conservar al aire, siempre que al recogerlas se hayan lavado con una solución fuerte de sosa cáustica, enjuagándolas después varias veces con agua clara.

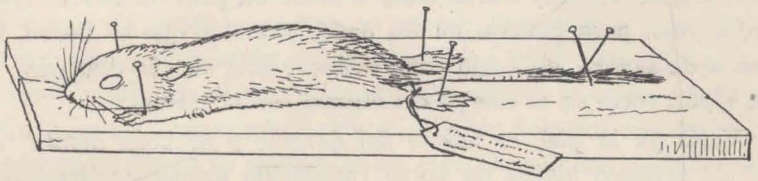
Los equinodermos son más difíciles de conservar, porque se ha comprobado que el formol ataca, y aun destruye con el tiempo, sus delicadas estructuras calizas, mientras que el alcohol los decolora. Esto último se evita, sin embargo, utilizando el líquido azucarado de Fabre-Doumergue, que se hace disolviendo 2 kilos de azúcar en 4 litros de agua filtrada y mezclando la solución con 60 gramos de formol y una regular cantidad de alcanfor. Con este líquido se preparan soluciones al 25, al 50 y al 75 por ciento, y se sumergen en ella los ejemplares sucesivamente, de uno a dos días en cada una, antes de meterlos en el frasco de alcohol.

Como todo esto es un poco engorroso, para los erizos y estrellas de mar se prefiere la conservación en seco. Muertos los animales naturalmente al sacarlos del mar, se tienen durante varias horas sumergidos en agua dulce corriente, para que se laven bien y pierdan la mayor cantidad posible de sal. Después, se ponen por uno o dos días en una solución de formol al 10 por 100, y se dejan secar sobre una malla de alambre galvanizado, a ser posible al aire, pero de ningún modo al sol. Desde luego, este procedimiento no sirve para las holoturias, que siempre deben ponerse en alcohol.

De los moluscos provistos de conchilla, ésta es generalmente lo único que se conserva en las colecciones. Si cuando se obtienen llevan dentro su animal, para extraerlo no hay más que meter el molusco en agua caliente, casi hirviendo, si es un gastrópodo u otro molusco univalvo, o ponerlo al sol y esperar a que las valvas se abran por sí solas si es un pelecípodo. En todos los casos hay que lavar luego bien la conchilla con muchas aguas, y, si aquella está

muy sucia o tiene mal olor, conviene poner en la primera agua un poco de ácido nítrico. A veces interesa conservar el animal entero, y en este caso se pone, con conchilla y todo, en un frasco con alcohol o formol, como se hace con los otros animales a que nos hemos referido en los párrafos anteriores.

Los vertebrados exigen mayor trabajo para su conservación, especialmente los mamíferos y las aves. Los reptiles, los peces y los anfibios, en efecto, como mejor se conservan es en las soluciones de formol o en alcohol rebajado. Hoy ya ni en los mejores museos se embalsaman estos animales, y en su lugar se exhiben al público sus moldes hechos en celuloide o en cera, porque sus pieles desnu-



Piel de pequeño mamífero correctamente preparada para su conservación, etiquetada y clavada para que se seque.

das tienen, cuando secas, un aspecto feo. Claro es que si se trata de un yacaré o de una lampalagua, no se puede pensar en meter el ejemplar en un frasco; pero, en este caso, lo mejor es quitar el cuero y conservarlo abierto, después de hacerlo curtir.

También hay quien conserva en alcohol los mamíferos chicos, tales como ratones de campo y murciélagos; pero este procedimiento sólo debe seguirse cuando interesa hacer estudios anatómicos. En un mamífero, para la colección sistemática, lo que importa conservar es el cuero y el cráneo. Si se trata de un mamífero que no sea mayor que un conejo doméstico, se le cuerea en bolsa, es decir, haciendo con un bisturí o cortaplumas muy filoso una sola incisión en el vientre, desde la punta del esternón hasta el ano, y volviendo la piel poco a poco del revés. Los huesos de las patas se cortan por

debajo de la rodilla y se dejan dentro de la piel, pero no sin descarnarlos todo lo mejor que se pueda; los de la cola, en cambio, hay que sacarlos, y sacarlos de un tirón, como se saca una espada de su vaina. Esta es tal vez la parte más difícil, pero con un poco de práctica se logra llevarla a término con toda facilidad. Dos cosas son esenciales al hacer esta operación: no dejar carne ni grasa adherida al interior del cuero, y no tironear demasiado de éste mientras se va volviendo, para lo cual es importante sujetarlo siempre por el punto mismo en que se está desprendiendo; de no hacerlo así, se corre el riesgo de que al terminar tenga el cuero doble longitud de la natural. También hay que obrar con mucha precaución, y ayudándose con la punta del bisturí, cuando se está separando el cuero de alrededor de los ojos y de los labios, o de debajo de las orejas. Es muy bueno tener a mano un poco de aserrín muy fino, o yeso, para ponerse en los dedos y evitar que se llenen de grasa o de sangre, así como para estancar ésta si, por descuido, se hace algún corte en el cuerpo del animal con el bisturí.

Vacía ya la piel, se vuelve del derecho y se pone dentro un poco de arsénico blanco en polvo (anhídrido arsenioso), mezclado con una pequeña cantidad de alumbre en polvo, o de ácido bórico en polvo, y se rellena cuidadosamente con algodón absorbente, de modo que tenga aproximadamente el mismo volumen que tenía el animal. Cuando éste es mayor que una rata, para economizar algodón se puede emplearlo sólo en la cabeza y las patas y llenar lo demás con estopa, siempre que sea bien limpia. Antes de hacer este relleno, dentro de la cola vacía se habrá puesto un alambre galvanizado fino, ligeramente envuelto en algodón e impregnado en arsénico o ácido bórico. El ejemplar, una vez terminado, se clava con alfileres de entomología en una tablilla, para que se seque, debiéndose poner los alfileres en las patas, que se colocarán bien extendidas hacia delante y hacia atrás, y con las plantas hacia abajo. Las orejas se doblarán hacia atrás, como amusgadas, para que no sobresalgan y corran riesgo de quebrarse cuando se hayan secado.

Nunca se deben poner ejemplares a secar al sol, y también hay que cuidar de ponerlos fuera del alcance de las hormigas, lo que

se consigue metiéndolos, hasta que están secos, en una de esas fresqueras de tejido de alambre que se usan para poner comestibles.

Los mamíferos más grandes que un conejo se cuerean del mismo modo, pero no se rellenan, para que ocupen menos lugar. Si son mayores que un zorro, lo mejor es cuerearlos abriendo toda la piel, como si fuese para peletería, y haciéndola curtir.

Este procedimiento, mucho más sencillo que el llamado embalsamamiento, y que requiere menos lugar para la colección, es lo que se llama conservar mamíferos en piel, y es el que se sigue en todos los grandes museos para las colecciones de estudio. Una de sus ventajas es que se pueden guardar las pieles en cajas, bien ordenadas, o en armarios de cierre hermético, donde con unas bolas de naftalina o bolsas de alcanfor se las pone a salvo de la polilla.

Las calaveras de los mamíferos cuyas pieles se han preparado se descarnan cuidadosamente, se cuecen ligeramente y se limpian bien, para lo cual serán de gran utilidad unas pinzas finas y un pequeño cepillo de dientes algo duro. El cerebro se extrae por el agujero occipital, removiéndolo con un alambre de punta retorcida. Después, cada cráneo se guarda entre algodón en una cajita o en un pequeño frasco.

Con las aves se sigue el mismo procedimiento que con los mamíferos, pero la operación es más delicada, porque hay que tener cuidado de no descomponer el plumaje. Además, se tendrán en cuenta las siguientes variantes:

El cráneo no se saca del cuero, porque sirve de sostén al pico; así, cuando se ha vuelto la piel hasta algo adelante de los ojos, se extraen éstos con unas pinzas, sustituyéndolos por sendos copos de algodón impregnados en arsénico, y luego se recorta con unas tijeras pequeñas la parte posterior de la caja craneana, sacando por allí el cerebro y llenando también con algodón el hueco que queda.

En el interior de las alas debe quedar todo el hueso, incluso el húmero, y antes de volver la piel del derecho, deben atarse los dos húmeros con un hilo que cruce transversalmente el tórax del ave, pues de lo contrario no habrá manera de que las alas queden en su lugar. También en las patas conviene dejar los fémures y

atarlos por sus cabezas. Igualmente, al cuerear hay que cuidar de dejar en el cuero el pigóstilo; no se olvide que allí está el sostén de la cola.

La piel de un ave, una vez terminada su preparación, debe ofrecer el aspecto que tendría la misma ave muerta. Para que se seque, no se la clava como se hace con los mamíferos, sino que se la pone dentro de un cucurucho de papel, con el pico hacia abajo, lo que ayuda a que conserve su forma.

Algunos preparadores de pieles de aves acostumbran, al rellenarlas de algodón, meterlo envolviéndolo a un palito afilado en un extremo, que se inserta en el cráneo. Esto, además de dar mayor solidez al conjunto, ofrece la ventaja de que, si el palito sale algunos centímetros fuera del cuero por entre las patas del ave, sirve para sujetarla cuando se la estudia y manejarla sin necesidad de andar manoseándola.

Hay aves que tienen el cuello o las patas muy largos; en tales casos, para evitar posibles roturas, y también para que ocupen menos lugar, es muy conveniente doblar el cuello o las patas contra el vientre.

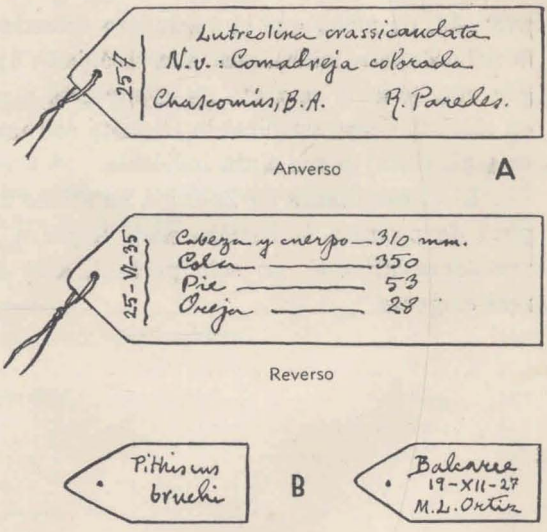
Tanto los mamíferos como las aves en piel tienen para el naturalista que desea entrar en relaciones de canje con otros estudiosos la enorme ventaja de que pesan poco y se embalan con facilidad, pudiendo viajar por poco precio como encomiendas postales. Además, si un día se quiere formar un museo de exhibición, una piel bien preparada puede ser convertida en un ejemplar montado o embalsamado si se pone en manos de un taxidermista que conozca su profesión.

Sea cualquiera la clase de animales que se coleccione, lo esencial en toda colección zoológica es limpieza y orden. Sin limpieza, en un verano acaba la polilla con el fruto de todo el trabajo; sin orden, la colección es tan inútil como una colección de huesos de durazno y tan ingrata a la vista como la vidriera de un cambalache.

Para la limpieza, no basta tener las cajas o los armarios bien cerrados y quitarles el polvo; además, cada tres o cuatro meses hay

que poner un poco de naftalina, que alejará la polilla. También se puede emplear con éxito el alcanfor, o el ácido bórico en escamas; pero lo mejor es poner en cada caja una o dos bolitas de naftalina, clavadas con un alfiler. Este debe ser calentado un poco para que pueda atravesar la bola de naftalina. Si se emplea alcanfor, se deberá poner dentro de una minúscula bolsa de gasa, y si se usa ácido bórico, se colocará en una cajita de cartón que se sujetará, abierta, a un costado de la caja de insectos o de pieles.

En cuanto al orden, para el estudiante de Zoología es un excelente ejercicio clasificar sus ejemplares y reunir los de cada grupo en una misma caja o un mismo armario. Pero además, en el orden entra la documentación. Cada ejemplar debe llevar una etiqueta donde conste el lugar y la fecha donde fué obtenido, así como cualquier otro dato de interés, por ejemplo, el nombre que da al animal la gente del lugar donde se consiguió. Por supuesto, en cuanto se sepa el nombre científico latino, debe escribirse también. Cuando se trata de un mamífero, conviene poner en el reverso de la etiqueta sus dimensiones, tomadas antes de cuerearlo, es a saber: la longitud de la cabeza y el cuerpo juntos, la de la cola sin contar los pelos de la punta, la de las orejas, y las del pie posterior, sin contar las uñas. También se debe poner un número, y al cráneo del mismo ejemplar se le pone el



Modelos de etiquetas para un mamífero (A) y para un insecto (B).

mismo número, para poder identificarlo. En las aves, es de interés anotar el color del pico y de las patas, porque generalmente estas partes se decoloran con el tiempo, y su color puede tener importancia para la clasificación. También, y lo mismo en los mamíferos, conviene anotar si es un macho o una hembra, empleándose para el primero el signo ♂ y para la segunda el símbolo ♀

Para los insectos, la etiqueta será chiquita, pues debe ir clavada en el alfiler; para los vertebrados, en cambio, puede ser una tira de papel o de pergamino de 7 a 9 centímetros de largo, y se pone siempre atada a una pata. En cualquier caso, conviene que sea pequeña, de modo que el verdadero coleccionista debe acostumbrarse a hacer letra chica, casi microscópica. Apenas será preciso agregar que, cuando se trata de ejemplares a conservarse en formol o en alcohol, debe escribirse la etiqueta con un lápiz bien negro (nunca lápiz-tinta) o con tinta indeleble.

Si el estudiante de Zoología se atiene a estas instrucciones, un poco de práctica le bastará para llegar a hacer una colección de verdadera utilidad, no sólo para él, sino aun para el naturalista más exigente.

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

BIBLI... DE ... ROS

INDICE

	Pág.
Prefacio	7
I. — Concepto y contenido de la zoología	9
II. — La célula	14
III. — Animales unicelulares	24
IV. — Embriología de los animales multicelulares	37
V. — La estructura de los metazoarios	52
VI. — Los equinodermos	65
VII. — Los crustáceos	72
VIII. — Los insectos: estructura	81
IX. — Los insectos: biología y clasificación	102
X. — Artrópodos	111
XI. — Los gusanos o vermes	119
XII. — Los moluscos	127
XIII. — Los peces	138
XIV. — Los anfibios	150
XV. — Los reptiles	158
XVI. — Las aves	166
XVII. — Los mamíferos	180
XVIII. — Los cordados	197
XIX. — La serie animal	202
XX. — Zoogeografía	240
XXI. — La zoología en la República Argentina	247
Apéndice	255