

ATLAS TEMÁTICOS

RELACIÓN DE TÍTULOS

CIENCIAS EXACTAS

- Atlas de Matemáticas (Análisis + Ejercicios)
- Atlas de Matemáticas (Álgebra + Geometría)
- Atlas de Física
- Atlas de Química
- Atlas de Prácticas de Física y Química

CIENCIAS COSMOLÓGICAS

- Atlas de Geología
- Atlas de Mineralogía
- Atlas de la Naturaleza
- Atlas de los Fósiles
- Atlas de la Arqueología

CIENCIAS NATURALES

- Atlas de Zoología (Invertebrados)
- Atlas de Zoología (Vertebrados)
- Atlas de Parasitología
- Atlas de Biología
- Atlas de Botánica

CIENCIAS PURAS

- Atlas del Átomo
- Atlas de la Astronomía
- Atlas de la Meteorología
- Atlas de la Microscopia
- Atlas de la Informática

ANATOMÍA

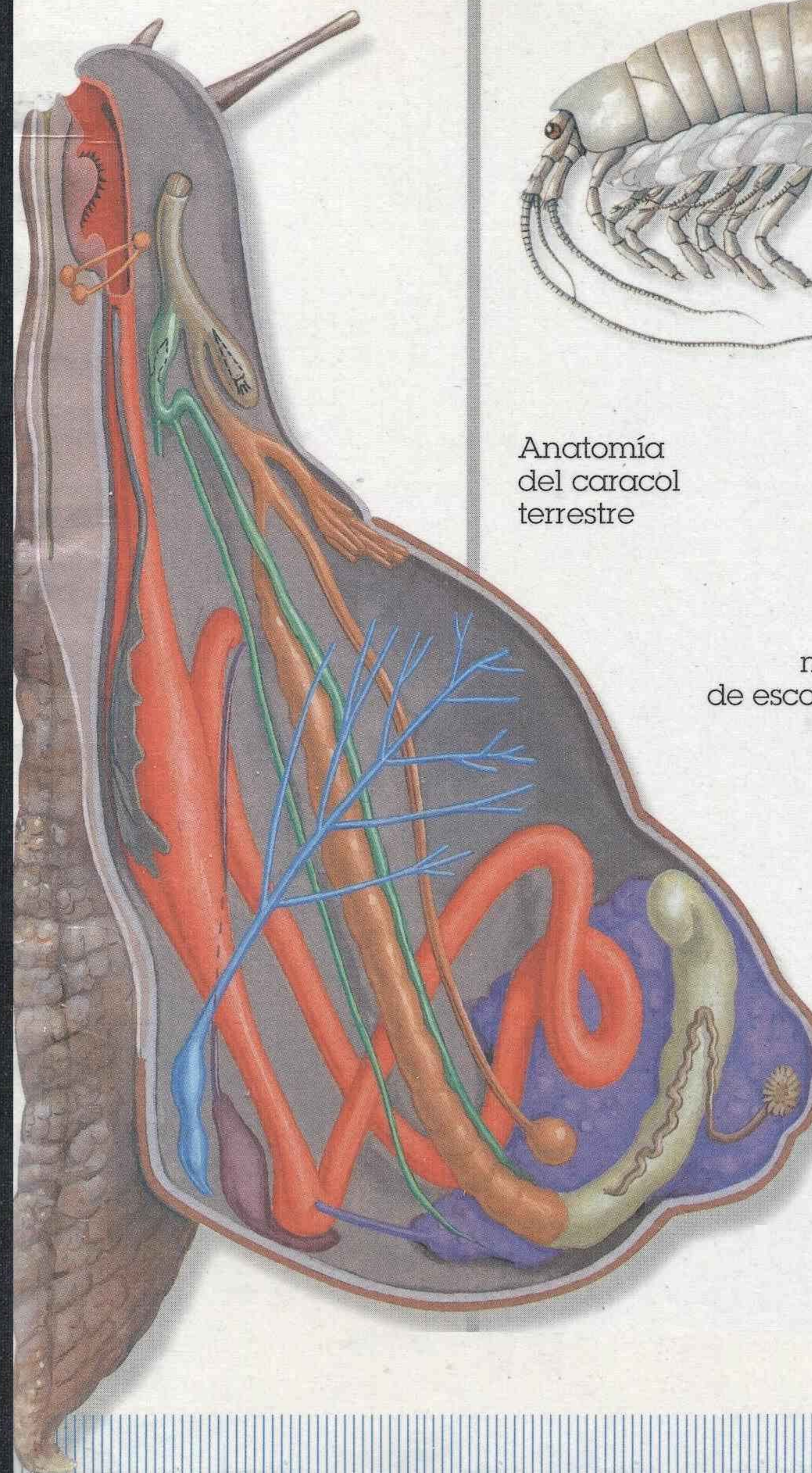
- Atlas de Anatomía Animal
- Atlas de Anatomía Humana
- Atlas del Cuerpo Humano
- Atlas del Hombre
- Atlas de la Cirugía

ZOOLOGÍA Invertebrados

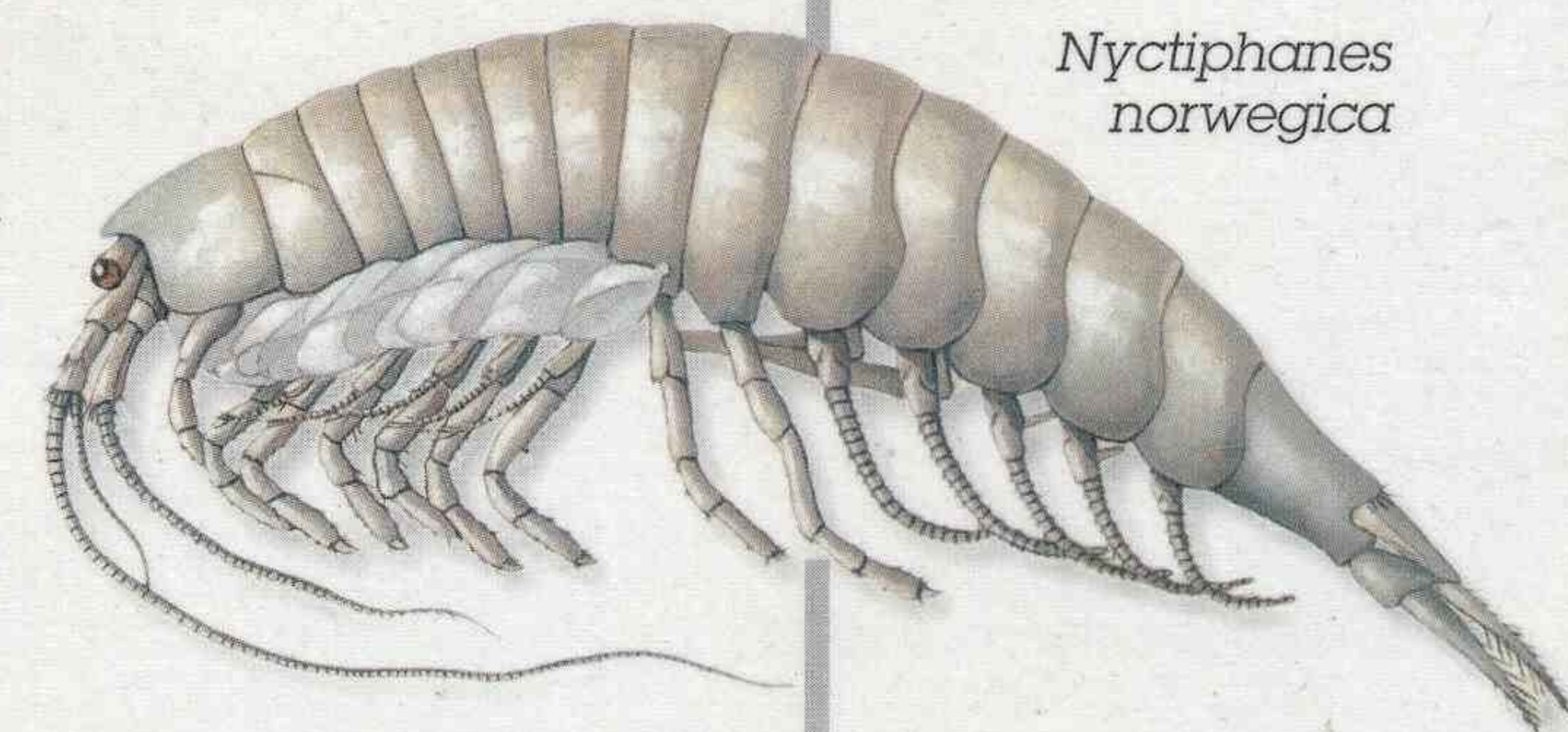
ATLAS TEMÁTICO

ZOOLOGÍA

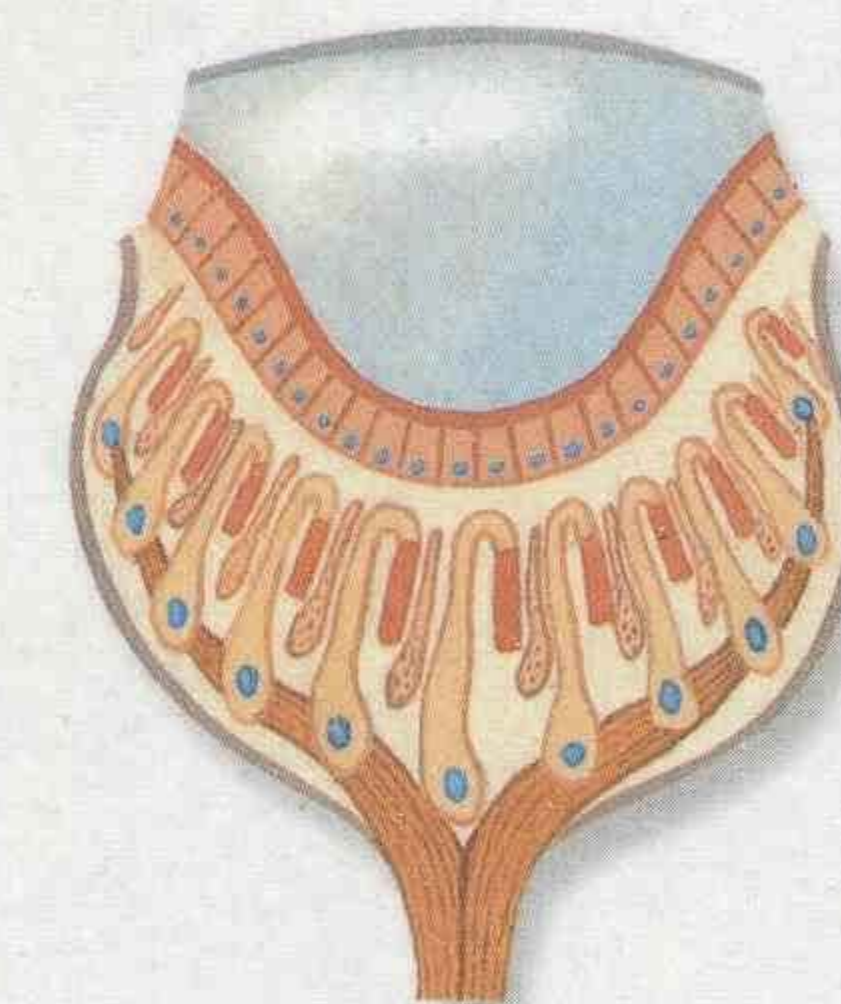
INVERTEBRADOS



Anatomía
del caracol
terrestre



*Nyctiphanes
norvegica*



Ojo
medio
de escorpión



ZOOLOGÍA

INVERTEBRADOS

Título de la colección
ATLAS TEMÁTICOS

Texto e ilustración
© 1996 **IDEA BOOKS, S.A.**

Barcelona - España

Redacción / A. de Haro Vega. Catedrático de
la Facultad de Ciencias de Salamanca

Ilustraciones / Santiago Prevosti Pelegrín,
Montserrat Fabra Hernández,
Martín Martínez Navarro

Fotografías / A. de Haro Vega

Diseño de la cubierta / Lluís Lladó Teixidó

(INVERTEBRADOS)

Printed in Spain by
Emegé, Industria Gráfica, Barcelona

EDICIÓN 1997

El mundo de los animales invertebrados se caracteriza por su gran profusión de formas y por su elevada riqueza instintiva.

La ausencia de esqueleto, o la presencia de formaciones esqueléticas externas, ha limitado el tamaño que alcanzan estos organismos, manteniéndolos dentro de dimensiones relativamente pequeñas. Es en los vertebrados donde el mundo animal alcanza sus formas más voluminosas, pero, en cuanto a los invertebrados, es precisamente su pequeño tamaño y la brevedad de su ciclo biológico lo que les ha permitido realizar su extraordinaria diferenciación morfológica y colonizar todos los ambientes.

Dentro del grupo de los invertebrados, son los Insectos los más abundantes desde el punto de vista específico, al extremo de que, de cada diez especies animales, nueve son de insectos. Su alto nivel instintivo es causa de que su psiquismo, principalmente en los insectos llamados sociales, alcance una complejidad extraordinaria.

La gran variedad de formas de los invertebrados hace dificultoso dar, incluso en grado sucinto, una idea precisa y proporcionada de todos sus grupos. En este ATLAS se exponen las estructuras anatómicas básicas y algunos aspectos del comportamiento, de modo que en conjunto faciliten una visión general del inmenso campo de la Zoología relativa a los invertebrados.

Este campo está todavía poco explorado, a pesar de lo mucho que han adelantado las Ciencias Biológicas, y en él todavía se ha de trabajar larga e intensamente para poder abarcar y comprender en su inmensa variedad este mundo zoológico que nos rodea.

EL AUTOR

GENERALIDADES

La Zoología es una ciencia que tiene por objeto el estudio de los animales en su totalidad. Se apoya en su cometido en la Anatomía, en la Morfología, en la Fisiología, en la Etología y en la Sistemática.

La Anatomía estudia la estructura de los animales, mientras que la Morfología interpreta el valor de estas estructuras y la Fisiología su funcionamiento. La Etología analiza el comportamiento de las estructuras integradas en un organismo, unidad viviente. La Sistemática ordena y clasifica los animales en grupos, según sean sus afinidades estructurales y etológicas.

La Zoología se vale también de otras Ciencias, como la Embriología, que le enseña el desarrollo del nuevo individuo; la Genética, que le ayuda a comprender los fenómenos de herencia y variabilidad, y finalmente, la Paleontología, la cual explica cómo han sido los antepasados ya fosilizados del mundo animal. Todo este conjunto de ramas de la Biología ayuda a comprender al animal como individuo y formando parte de un conjunto.

La especie es la unidad básica en la diferenciación morfológica. Está formada por un conjunto de individuos con idénticos caracteres y procedentes de antepasados comunes. Varias especies que presentan ciertos caracteres comunes se agrupan en una unidad superior o Género. Por agrupaciones sucesivas, se obtienen las otras categorías sistemáticas, como la Familia, el Orden, la Clase y el Tipo o Filum. Fue Linné, con la 10.^a edición de su *Systema naturae* (1758), quien simplificó extraordinariamente la denominación de la especie por medio de su nomenclatura binomial.

A partir de él, cada especie se designa por dos nombres latinos, uno genérico y otro específico, seguido, este último, del nombre del autor que describe la especie. Así, el gorrión se designa por *Passer domesticus* LINNAEUS (el nombre del autor se abrevia; así, LINN. o L.).

PROTOZOOS Y METAZOOS

En la observación del mundo animal se ve una gradación constante, que va desde los organismos formados por una sola célula, llamados Protozoos, a aquellos cuyo cuerpo está formado por la unión de muchas células de actividad coordinada, y que llamamos Metazoos.

El estado unicelular de los Protozoos determina la presencia en ellos de estructuras especiales, las cuales permiten que una misma célula realice las diversas funciones de la vi-

da, como son la nutrición, la relación y la reproducción (figs. 1, 2 y 3).

La aparición en los Metazoos de células con función y morfología determinadas, es decir, la aparición de castas celulares, permite al organismo realizar sus funciones vitales con mayor eficiencia. No ha de realizar cada célula todas las funciones, como es el caso de los Protozoos, sino que estas funciones son únicamente ejecutadas por grupos de células, y, gracias a esta división del trabajo fisiológico, el organismo puede aumentar de tamaño, adaptarse a las condiciones ambientales e imponerse incluso al ambiente.

Los Metazoos se originan típicamente a partir también del estado unicelular, pues el huevo no es más que una célula. Esta célula, llamada *zigoto*, origina un ser pluricelular por sucesivas divisiones (fig. 4). El cigoto origina una *mórula*, de forma esférica, que queda hueca y constituye una *blástula*. Ésta, por una invaginación, forma un saco de doble pared, llamado *gástrula*. La capa interna de este saco es el *endodermo* y la externa es el *ectodermo*.

Este estado de diferenciación caracteriza fundamentalmente a las Esponjas y a los Ctenóteos.

Los otros Metazoos siguen su desarrollo, apareciendo una tercera hoja embrionaria, llamada *mesodermo* y situada entre el ecto- y el endodermo. En el seno del mesodermo aparece por lo general también una cavidad llamada *celoma*, de donde el nombre de Celomados con que se designa a estos organismos.

PROTOZOOS

Los Protozoos son animales microscópicos unicelulares que viven en las aguas marinas y las terrestres, en tierra y en el interior de otros organismos, a los que pueden causar enfermedades.

Tienen estructura celular típica, distinguiéndose un núcleo diferenciado en *chromosomas*, y un nucléolo llamado *endosoma* (figs. 6 y 7). Fuera del núcleo hay un *citocentro*, y el aparato de Golgi se presenta bajo la forma de *dictiosomas*. Todos estos elementos tienen la estructura fundamental de la célula de los Metazoos (1).

Puesto que son células de vida libre, han de tomar y digerir el alimento del exterior, formando *vacuolas digestivas*.

(1) Véase el ATLAS DE BIOLOGÍA, de la misma Colección.



Fig. 1.- Vacuola digestiva.

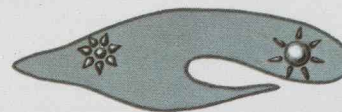


Fig. 2.- La vacuola pulsátil permite la circulación y la secreción.

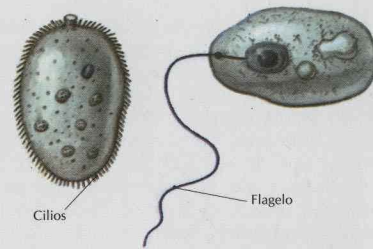


Fig. 3.- Órganos de locomoción.

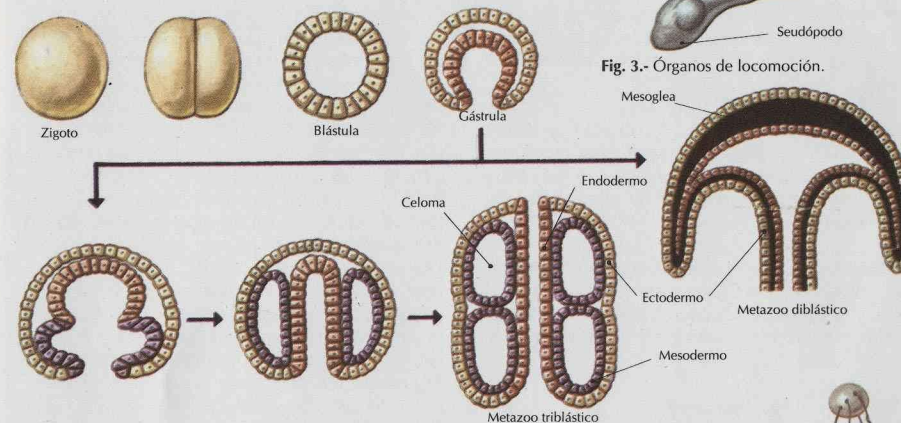


Fig. 4.- Desarrollo de los Metazoos

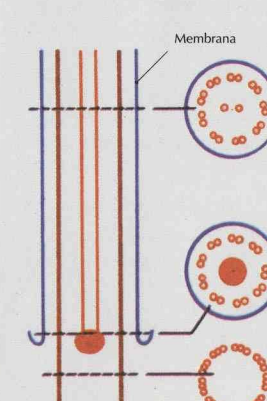


Fig. 5.- Estructura flagelar, con tres cortes transversales.

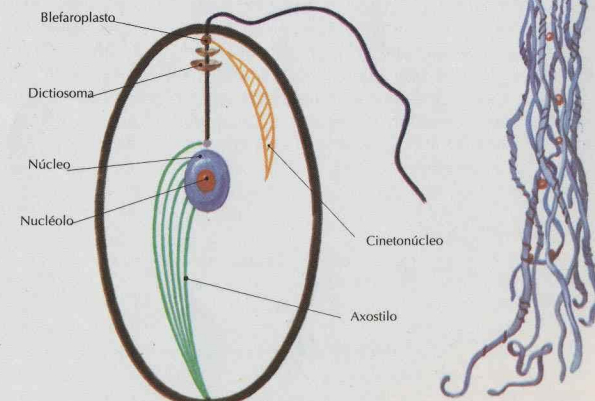


Fig. 6.- Morfología de un flagelado.

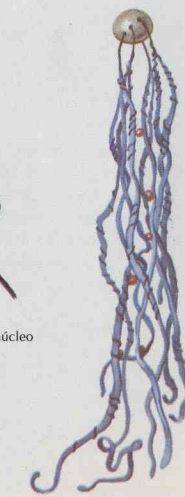


Fig. 7.- Cuatro cromosomas de un flagelado.

También forman *vacuolas pulsátiles*, que vierten al exterior las sustancias de desecho (lám. A/1, figs. 1 y 2).

Para su desplazamiento se sirven de *seudópodos*, que son órganos transitorios, o bien tienen órganos permanentes, como son los *flagelos* y los *cilios* (lám. A/1, fig. 6). Los Flagelados o Mastigóforos son típicos representantes de los Protozoos. En ellos el flagelo es el órgano locomotor, relacionado con estructuras complejas, como el *blefaroplasto* o corpúsculo basal, situado en su base. Visto al microscopio electrónico, también puede aparecer relacionado con un corpúsculo parabasal, que no es otra cosa que un dictiosoma modificado, pudiendo haber a veces en sus proximidades un *cinetonúcleo* alargado, con la estructura de una mitocondria. El *rizoplasto* es un filamento que une el corpúsculo basal con el *centrosoma*. A veces el centrosoma diferencia un *axostilo*, que ocupa toda la longitud celular (lámina A/1, fig. 6).

Etología. — Reaccionan al contacto de objetos sólidos, por medio de desplazamientos activos. La temperatura condiciona la locomoción, así como la velocidad de captura de alimentos.

Clasificación. — Se distinguen, dentro del tipo Protozoos, las Clases sistemáticas siguientes: *Flagelados*, *Rizópodos*, *Radiolarios*, *Acantharios*, *Heliozoos*, *Esporozoos*, *Cnidosporidios* y *Cilióforos*.

Flagelados o Mastigóforos

Son Protozoos en los que predomina la forma con posesión de flagelos, aunque también pueden presentar propiedades ameboideas. Pueden efectuar su nutrición utilizando directamente la materia mineral, gracias a la posesión de pigmentos que realizan la fotosíntesis y contenidos en *Cromatóforos* (nutrición *holófitica*), o bien tomando directamente materia orgánica (nutrición *holozoica*). Estos modos de nutrición fundamentan la división de los Mastigóforos en dos Subclases: *Fitomastiginos*, con nutrición holófitica; *Zoomastiginos*, de nutrición holozoica.

Aunque la mayoría de los Fitomastiginos poseen cromatóforos, sin embargo hay especies que carecen de éstos pero están íntimamente relacionadas con formas que los poseen. A ellos pertenece *Chrysamoeba radians* (fig. 1), que vive en las aguas dulces y es de color amarillento. Carece de boca y puede llegar a tomar alimento orgánico, aunque también realiza la fotosíntesis por medio de sus dos cromatóforos amarillos. *Distephanus* (fig. 2) tiene

esqueleto silíceo y es planctónico, mientras que *Syracosphaera* (fig. 3) lo tiene calcáreo, viviendo también en el mar. Otra forma marina es *Cryptomonas ovata* (fig. 4), de color verde, con dos cromatóforos. Posee almidón como sustancia de reserva y tiene boca o *citostoma*. De este grupo son los Zooxantelas, que forman simbiosis con otros organismos, como los Radiolarios y corales.

Una forma frecuente es *Euglena viridis* (fig. 5), que toma alimentos orgánicos como fuente de nitrógeno, mientras que el carbono lo toma bajo la forma mineral: se encuentra en las infusiones de hojas, así como *Peranema trichophorum* (fig. 6), que carece de cromatóforos. *Copromonas subtilis* (fig. 7) vive en los excrementos de la rana y carece de cromatóforos.

El grupo de los Dinoflagelados, muy abundantes en el plancton marino, presenta formas de gran interés. Tienen dos flagelos contenidos en dos surcos y su esqueleto está típicamente formado por placas de celulosa. Entre ellos se hallan: *Ceratium* (fig. 8), *Dinophysis* (fig. 9), *Noctiluca* (fig. 10); éste da fosforescencia a las aguas marinas. Es notable también el grupo de los Volvocinos, con *Volvox* (fig. 11), que vive en las aguas dulces, donde forma colonias flotantes.

Los Zoomastiginos se caracterizan por no poseer almidón como sustancia de reserva. A ellos pertenece *Mastigamoeba* (fig. 12), con un flagelo y numerosos pseudópodos; vive en las aguas dulces. *Monas* (fig. 13) y *Bodo* (fig. 14) tienen dos flagelos y viven en las infusiones. *Herpetomonas* (fig. 15) y *Crithidia* (fig. 16) son parásitos de insectos; *Trypanosoma gambiense* (figura 17), transmitido por la mosca tsetsé, produce en el hombre la enfermedad del sueño, y vive en el líquido cefalorraquídeo. *Trichomonas* (fig. 18) tiene membrana ondulante y varios flagelos, habiendo especies parásitas de la boca y del intestino humanos. *Trichonympha* (fig. 19) tiene numerosos flagelos y vive en simbiosis con los termes, digiriendo la celulosa, función de la que los termes son incapaces.

Es también de gran interés *Opalina ranarum* (fig. 20), con el cuerpo cubierto de flagelos y numerosos núcleos. Vive en el intestino de la rana y en primavera se divide varias veces, produciéndose así individuos con pocos núcleos, que se enquistan y salen de la rana con los excrementos. Los renacuajos los tragan, y en su interior se abren los quistes.

El microscopio electrónico ha permitido conocer la estructura del flagelo, igual a la estructura de los cilios. (Véase lám. A/1, fig. 5).

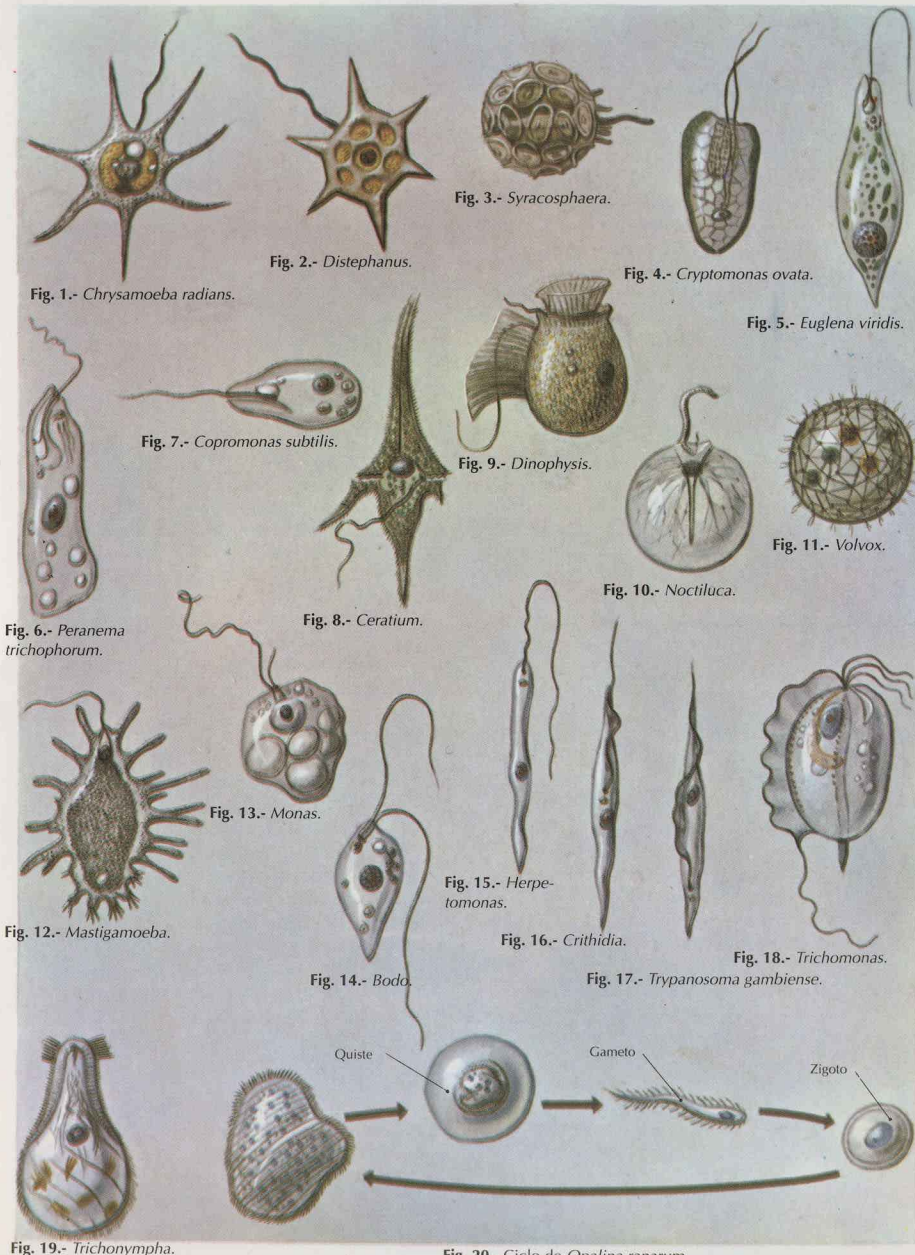


Fig. 1.- Chrysamoeba radians.

Fig. 2.- Distephanus.

Fig. 3.- Syracosphaera.

Fig. 4.- Cryptomonas ovata.

Fig. 5.- Euglena viridis.

Fig. 7.- Copromonas subtilis.

Fig. 9.- Dinophysis.

Fig. 11.- Volvox.

Fig. 6.- Peranema trichophorum.

Fig. 8.- Ceratium.

Fig. 10.- Noctiluca.

Fig. 12.- Mastigamoeba.

Fig. 13.- Monas.

Fig. 15.- Herpetomonas.

Fig. 16.- Crithidia.

Fig. 18.- Trichomonas.

Fig. 14.- Bodo.

Fig. 17.- Trypanosoma gambiense.

Fig. 19.- Trichonympha.

Fig. 20.- Ciclo de Opalina ranarum.

Rizópodos o Sarcodinos

Abarcan los Protozoos que carecen de flagelos y cuya fase principal de desarrollo transcurre bajo la forma ameboide, emitiendo pseudópodos. Es frecuente la diferenciación de su protoplasma en dos capas: una externa o ectoplasma y otra interna o endoplasma. Comprenden tres Ordenes sistemáticos principales: el de los Ameboideos, el de las Tecamebas y el de los Foraminíferos. Los Ameboideos son Rizópodos que emiten pseudópodos amplios, llamados *lobópodos* y que no se fusionan entre sí. Entre ellos está *Amoeba proteus* (fig. 1), que hace vida libre en las aguas dulces y entre la hojarasca.

Las Tecamebas son Rizópodos libres cuyo cuerpo está alojado en un caparazón rígido. Los pseudópodos tienen forma variada y son frecuentes en las aguas dulces, entre los musgos y en la tierra húmeda. Son representantes del grupo: *Quadrula*, *Arcella* y *Diffugia* (figs. 2, 3 y 4).

Los Foraminíferos son Rizópodos que emiten pseudópodos muy finos, llamados *filópodos* y que pueden fusionarse en forma de red. Están provistos de caparazón, que puede estar formado por una o varias cámaras, y típicamente tienen en su superficie numerosas perforaciones, de donde el nombre del grupo.

La reproducción en las formas más sencillas es por bipartición, como en *Lieberkühnia* (fig. 5), habiendo en los más superiores reproducción sexual. Se ha visto que hay alternancia de generaciones, originándose de las formas que se reproducen sexualmente, llamadas *macroféricas*, formas que después se reproducen asexualmente por división múltiple y son llamadas *microféricas*, como sucede en *Elphidium* (figura 8). Los nombres de macro- y microféricas aluden al tamaño de la primera cámara del caparazón.

Allogromia (fig. 7) tiene su caparazón formado por una sola cámara, recubierto por el protoplasma. El caparazón es quitinoide y sólo tiene una abertura. Vive en el mar y en aguas dulces. *Nodosaria* (fig. 6) es marino y tiene el caparazón calizo, provisto de numerosas perforaciones o *forámenes* en sus paredes, que comunican el protoplasma con el exterior. También posee numerosas cámaras que se han ido añadiendo a la primera; es ya un representante típico de los Foraminíferos.

Forma muy frecuente en el plancton marino es *Globigerina* (fig. 11), siendo también de interés *Rotalia* y *Miliola* (figs. 9 y 10). Los

Nummulites desaparecieron en el oligoceno (fig. 13).

Radiolarios

Son formas planctónicas marinas que carecen de caparazón, pero que poseen una cápsula central esquelética quitinoide y generalmente un esqueleto de espículas silíceas. Emiten pseudópodos finos y radiantes. El ectoplasma está muy vacuolizado. Se reproducen por bipartición, y la reproducción sexual, aunque existente, es mal conocida.

Son Radiolarios frecuentes: *Lithocircus* (fig. 14), cuyo esqueleto silíceo tiene forma de anillo. Posee Zooxantelas extracapsulares. *Actinomma* (fig. 15) tiene el esqueleto formado por varias esferas concéntricas, mientras que *Collozoum* (fig. 16) es un radiolario colonial, estando las cápsulas unidas por el protoplasma extracapsular.

Acantarios

Tienen un esqueleto formado por 10 a 20 espículas radiales, formadas por sulfato de estroncio y siempre unidas al centro del cuerpo celular. Son marinos y planctónicos.

El ectoplasma contiene Zooxantelas en simbiosis y también una formación membranosa muy particular conocida con el nombre de *cápsula central*, delgada y elástica, perforada por orificios para el paso de las espículas.

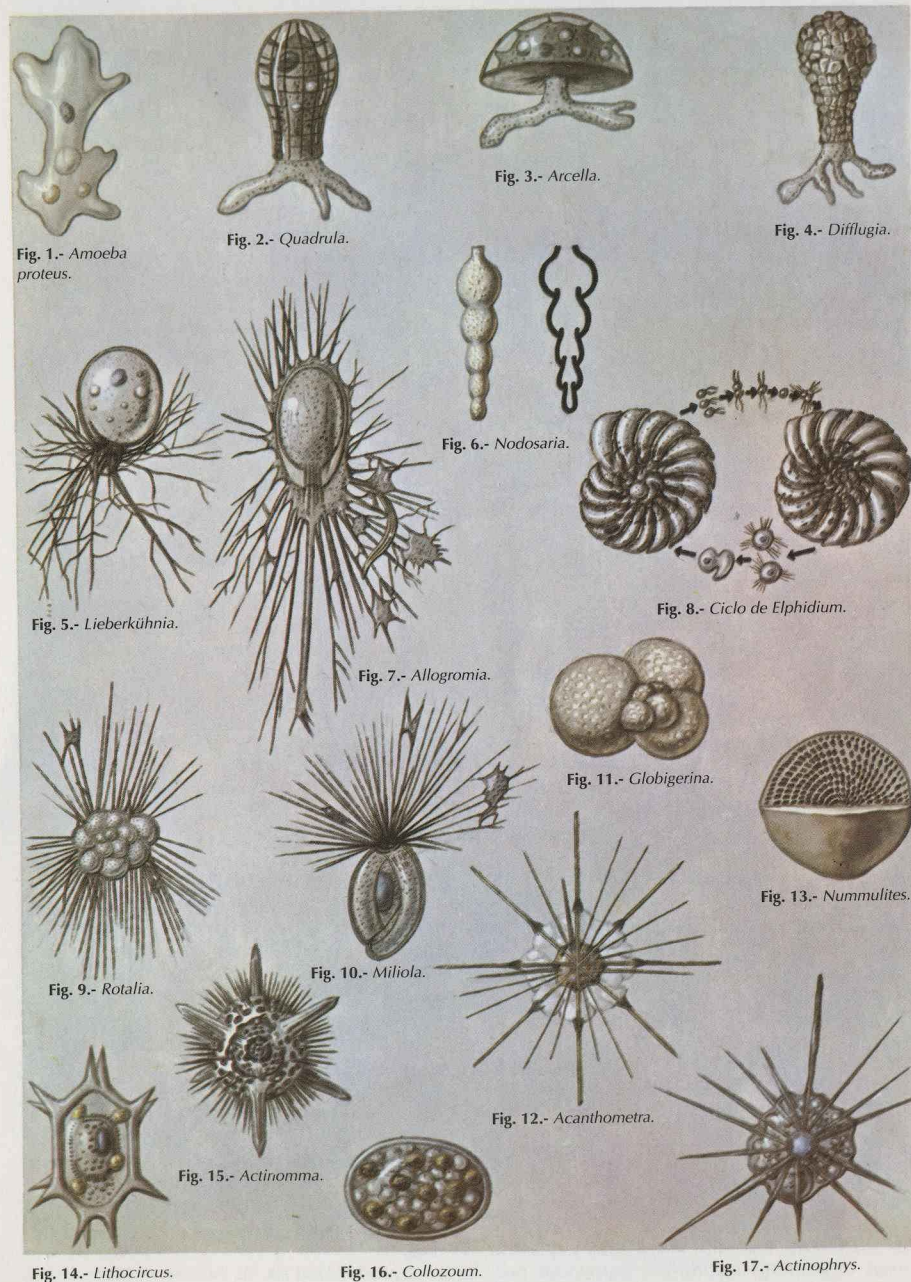
Los Acantarios poseen también *axopodios* con un eje coloreable, que atraviesan la cápsula central.

La reproducción es sexual, formándose varios núcleos que se transforman en gametos biflagelados. La transformación del cigoto se realiza a grandes profundidades, del orden de 300 a 400 metros.

Como ejemplo de acantario está *Acanthometra* (fig. 12), con numerosos núcleos y Zooxantelas intracapsulares. Son notables los *mionemas*, consistentes en fibrillas contráctiles externas, insertas en las espículas y cuyas contracciones hacen aumentar el volumen del cuerpo, disminuyendo la densidad y rigiendo, por lo tanto, la flotación.

Heliozoos

Son Protozoos generalmente flotantes y pobladores de las aguas dulces. Carecen de cápsula central y a veces tienen esqueleto silíceo. Los pseudópodos son radiantes, del tipo filopodio. Los Heliozoos tienen generalmente una capa externa protoplasmática muy vacuolizada. *Actinophrys* (fig. 17) carece de esqueleto; tiene un núcleo central en el cual terminan los filamentos centrales de los axopodios.



Esporozoos

Son todos parásitos y carecen de órganos locomotores. Su ciclo empieza por una configuración vermiforme uninucleada, llamada *esporozoito*, que se divide en numerosos *esquizozoitos*.

La mayoría se reproducen asexualmente por división múltiple o *esquizogonia*. También tienen reproducción sexual (*gamogonia*), produciendo macro- y microgametos, cuya fusión origina un cigoto. Viven parásitos en otros Protozoos, invertebrados y vertebrados, dentro de las células o en los líquidos orgánicos. *Plasmodium falciparum* (fig. 1) produce en el hombre la fiebre terciana maligna, inoculado por el mosquito *Anopheles*.

Cnidosporidios

Son parásitos que, al iniciar su ciclo, tienen forma ameboide, llamada *esporoplasma*, y al final del ciclo están representados por una espora de pared pluricelular. Son formas complejas *sincitiales*. *Myxobolus* (fig. 2) vive parásito en los músculos de peces de agua dulce, como el barbo.

Cilióforos

Son Protozoos que habitan las aguas dulces, las salobres y también las marinas. Se caracterizan por la posesión de cilios vibrátiles, al menos durante parte de su vida. Tienen un aparato nuclear constituido por un núcleo grande llamado *macronúcleo* y otro pequeño, el *micronúcleo*. Comprenden los Protozoos de organización más elevada. La multiplicación se realiza por división binaria transversal y, en algunos casos, por gemación. La sexualidad se presenta con un proceso peculiar llamado *conjugación*.

Se dividen en dos Subclases sistemáticas, los Ciliados y los Suctores.

Los *Ciliados* son Cilióforos caracterizados por la posesión constante de cilios. Toman los alimentos a través del cuerpo o, más frecuentemente, a través de una boca o *citostoma*, que puede ser terminal en las formas primitivas, pero que generalmente es lateral; la boca determina la cara ventral. A veces, como sucede en *Paramecium*, la boca está hundida y hay un vestíbulo, llamado *peristoma*, que comunica con ella, revestido de cilios.

De la boca parte un tubo, la *citofaringe*. También hay una abertura o ano para la salida de los excrementos. Algunos depredadores están provistos de órganos destinados a la captura de sus presas, llamados *tricocistos*, y que son unos bastoncitos fusiformes, colocados perpendicularmente a la cutícula y dispuestos de

modo regular con relación a los cilios, como sucede en *Paramecium* y *Didinium* (fig. 4).

La reproducción se realiza estirándose el macronúcleo y cortándose en dos; también se estira considerablemente el micronúcleo, que sufre una duplicación en el número de sus cromosomas, separándose en dos mitades.

En la conjugación, desaparece el macronúcleo y hay intercambio de materia nuclear del micronúcleo, entre los dos individuos conjugantes.

Las poblaciones jóvenes de Ciliados sólo se reproducen asexualmente realizándose la conjugación en los individuos maduros, de tal modo que si éstos no pueden conjugarse, envejecen y mueren.

Cuando las condiciones del medio ambiente son desfavorables, se enquistan, y resisten así largo tiempo.

Los Ciliados más sencillos tienen los cilios separados y uniformemente repartidos por toda la superficie del cuerpo y forman el Orden de los Holotricos. A ellos pertenecen *Paramecium* y *Didinium*, presentes en las aguas dulces. *Prorodon* tiene la boca terminal y es dulceacuícola. *Colpoda* (fig. 5) tiene forma arriñonada y vive en las infusiones de hojas y en el mar.

En el Orden de los Espirotricos, la disposición de los cilios no es uniforme, sino que se agrupan formando orgánulos peculiares llamados *cirros* y *membranelas*, llevando alrededor de la boca una espiral formada por dos zonas ciliadas que forman una franja adoral. *Balantidium* (fig. 6) y *Nyctotherus* (fig. 7) viven en el intestino de la rana y del hombre. *Stentor* (fig. 8), de forma cónica y macronúcleo arrosariado con varios micronúcleos, vive en las aguas dulces, como *Stylonychia* (fig. 3) y *Euplotes*.

El Orden de los *Peritricos* comprende a los Ciliados en su mayoría fijos por un pedúnculo, con una cintura de cilios en la otra extremidad y el resto del cuerpo sin cilios. *Vorticella* (fig. 9) tiene forma de copa y su pedúnculo es contráctil, viviendo en las aguas dulces y marinas; *Carchesium* (fig. 10) es parecido al anterior, pero forma colonias y su pedúnculo no es contráctil.

La otra Subclase de Cilióforos, la de los *Suctores*, llamados también Acinetos o Tentaculíferos, está caracterizada por perder los cilios en su estado adulto, quedando fijos en un soporte. Tienen tentáculos huecos (fig. 11), que son tubos chupadores terminados por una ventosa y por los cuales aspiran el jugo de sus víctimas.

La reproducción de los Acinetos (figura 12) se realiza por gemación.

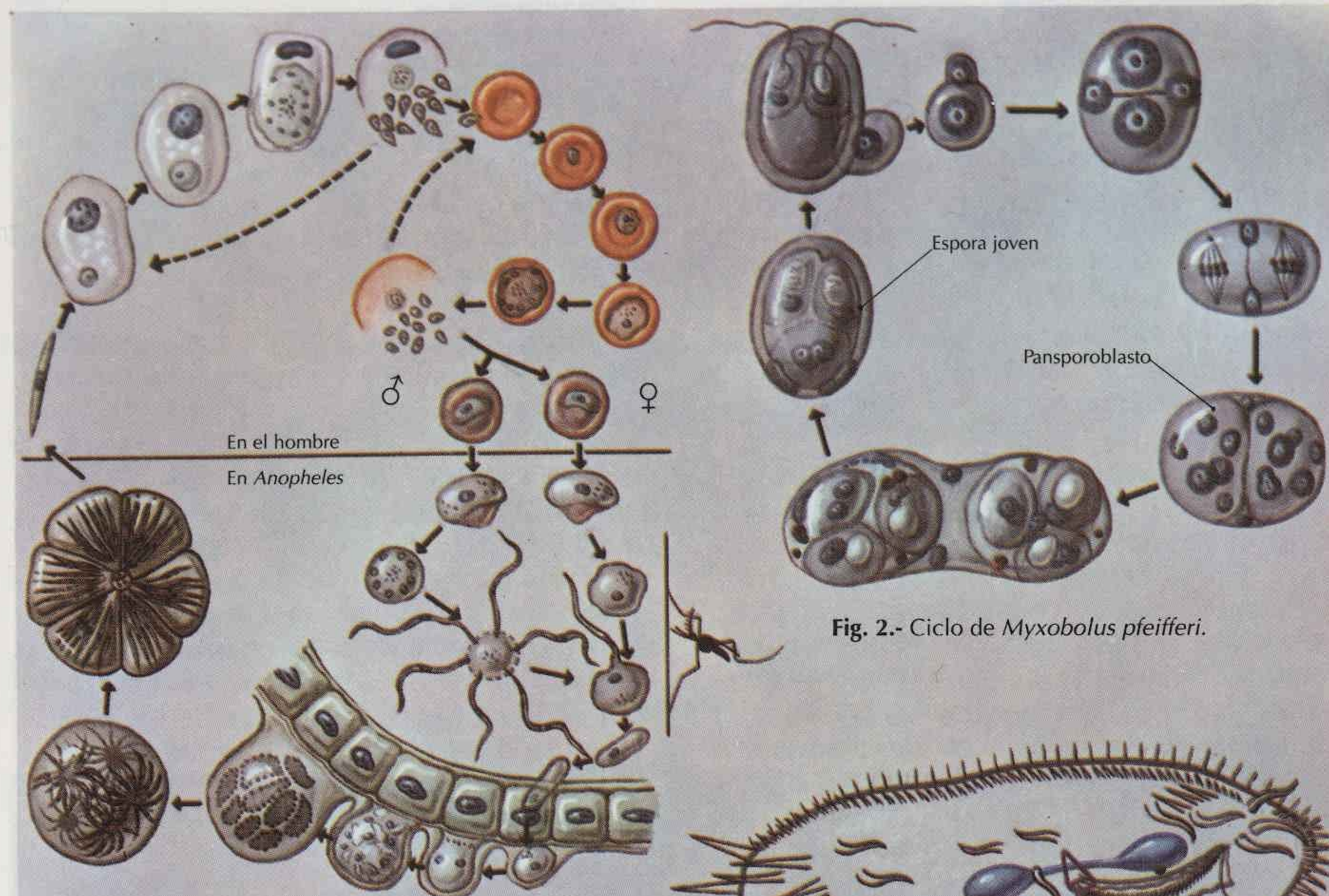


Fig. 1.- Ciclo evolutivo de *Plasmodium falciparum*.

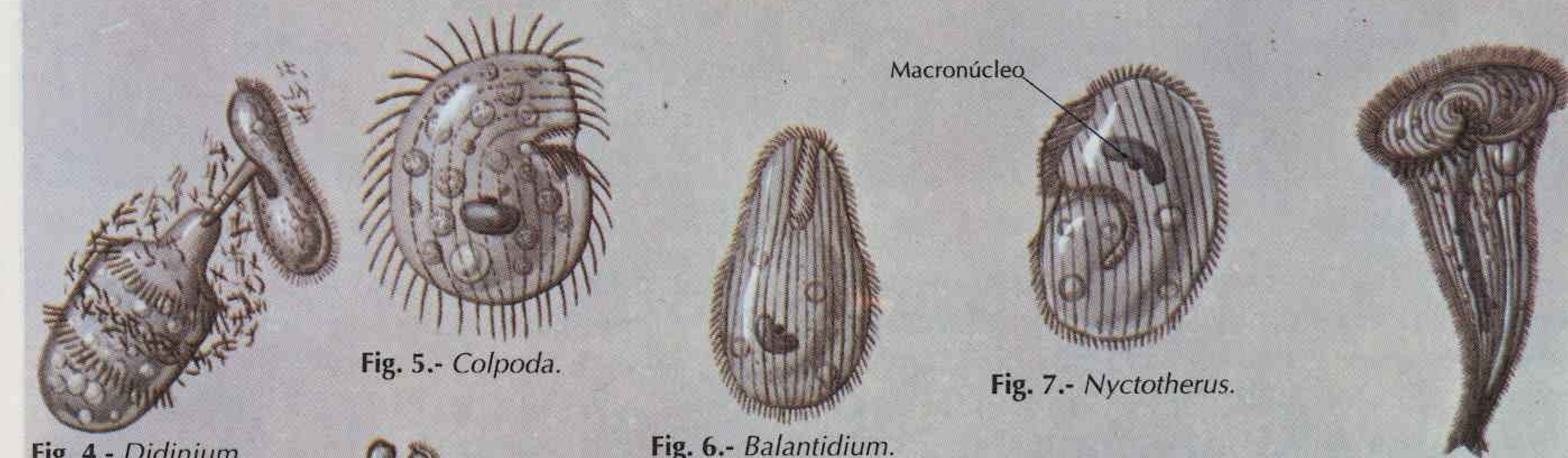


Fig. 2.- Ciclo de *Myxobolus Pfeifferi*.

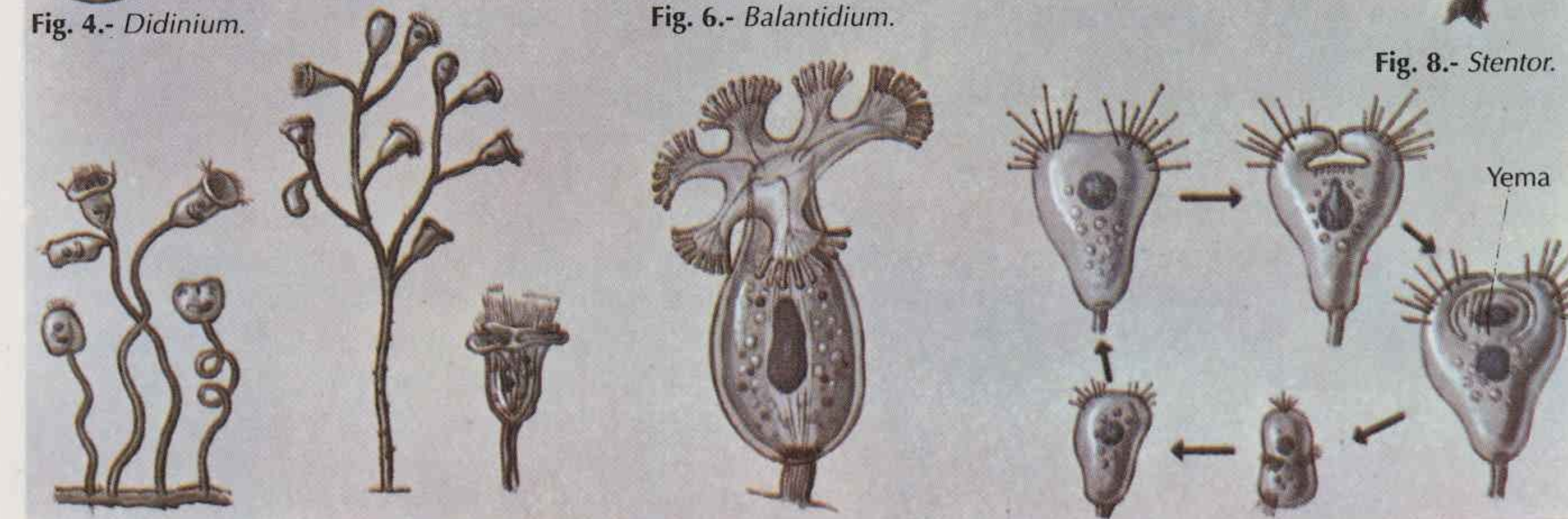


Fig. 3.- *Stylonychia*. Fig. 4.- *Didinium*. Fig. 5.- *Colpoda*. Fig. 6.- *Balantidium*. Fig. 7.- *Nyctotherus*. Fig. 8.- *Stentor*. Fig. 9.- *Vorticella*. Fig. 10.- *Carchesium*. Fig. 11.- *Ophryodendron*. Fig. 12.- Reproducción asexual de un acineto.

GENERALIDADES

Son los Metazoos de organización más sencilla. Viven fijos y son principalmente marinos, habiendo unos pocos dulceacuícolas. Su cuerpo está constituido por un saco de paredes generalmente provistas de esqueleto y perforadas, de aquí el nombre de Poríferos con que también se les designa. El agua entra por los poros de la pared, llega a la gran cavidad interior, llamada *atrio*, y sale por un ancho orificio, el *ósculo*; dejan el alimento y el oxígeno a su paso. Esta propiedad de atravesar el cuerpo la corriente alimenticia se presenta como exclusiva de este grupo.

El ectodermo (fig. 6) está formado por una capa de células aplanadas, llamadas *pinacocitos*. El endodermo está formado por células flageladas, con un collar, llamados *coanocitos*; entre ambas capas de células hay una capa mesenquimatosa, con elementos celulares, como los *escleroblastos*, encargados de formar las espículas, y células amiboideas o amebocitos, que transportan las sustancias alimenticias y los productos de excreción. También hay células de tipo nervioso y muscular.

En el tipo de esponja más sencillo, el de *Ascon* (fig. 1), la cavidad atrial está toda revestida por los coanocitos; en el de *Sycon* (fig. 2) la cavidad atrial se pliega formando divertículos, mientras que en el tipo *Leucon* (fig. 3) los divertículos se multiplican y toman la forma de vesículas llamadas «cestas vibrátiles», que desembocan en el atrio por medio de conductos.

Esqueleto.— Los Espongiarios se caracterizan por la posesión de un esqueleto formado por espículas calcáreas o, más frecuentemente, silíceas (fig. 5). A veces tienen fibras córneas, formadas principalmente (fig. 7) por una sustancia llamada *espongina*.

Entre las espículas calcáreas (fig. 8) están: las *diactinas*, alargadas y puntiagudas; las *triacinas*, formadas por tres ejes, y las *tetractinas*, por cuatro. Estas espículas están formadas por células de origen ectodérmico, los *escleroblastos*, que han emigrado hacia el interior del cuerpo.

Para formar una diactina, el escleroblasto divide su núcleo y su citoplasma se alarga, apareciendo entre los dos núcleos el esbozo de la espícula.

Las esponjas silíceas tienen mayor variación en sus espículas; entre ellas están las *monaxonas*, de un solo eje; las *tetraxonas*, de cuatro ejes, formando ángulos de 90°, y las *poli-*

liaxonas, con varios ejes, los cuales irradian de un centro común.

Hay dos series de espículas: las *megascleras*, de gran tamaño (monaxonas, tetraxonas, poliaxonas, esferas y desmos), y las *microscleras*, muy pequeñas (ásteres, espiras y dragmas). Un tipo de espículas bien definido son las hexactinas, con tres ejes, características de las esponjas hexactinélidas.

Reproducción.—La reproducción sexual es frecuente. La misma esponja puede producir óvulos y espermatozoides a partir de unos amebocitos hialinos, llamados *gonocitos*, que se encuentran en el mesénquima. En ningún momento se diferencia una gónada, manteniéndose este carácter general de las esponjas de no diferenciar órganos, y realizándose todas las funciones al nivel celular. El óvulo se pone bajo los coanocitos y atrae a los espermatozoides, que, transportados por el agua, penetran a través de los coanocitos. Una vez realizada la fecundación, el huevo sufre una segmentación total e igual, permaneciendo dentro del cuerpo de la esponja madre en el caso de *Sycon*.

La reproducción asexual se produce, bien por gemación, como sucede en *Leucosolenia*, que produce expansiones alargadas, al par que en la zona de ruptura aparece el ósculo, bien por la producción de *gémulas*, como sucede en las esponjas de agua dulce. La gémula representa una forma de resistencia de la esponja; la germinación se realiza pasado el invierno, originando una nueva esponja.

Desarrollo embrionario.— La segmentación del huevo lleva a la formación de una blástula aplanada y oval, y en el caso de la esponja *Sycon raphanus*, se ven en ella ocho células grandes superiores, que originarán el ectodermo, estando la parte inferior de la blástula formada por células pequeñas y numerosas, que originarán el endodermo. Estas últimas células adquieren flagelos, dirigidos hacia el interior de la cavidad blastular, aumentando en número, pero permaneciendo en una sola línea convexa; al mismo tiempo, las células ectodérmicas se van disponiendo en dos capas, haciendo la capa externa la función de membrana placentaria que envuelve al embrión. Éste tiene la forma de una lámina cuyas células se excurren y los flagelos se hacen externos. Esta inversión de las superficies de la blástula es exclusiva de este grupo y no se conoce en ningún otro metazo.

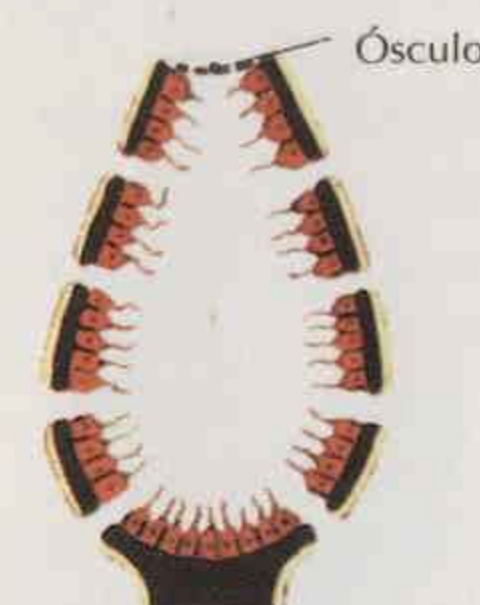


Fig. 1.- *Ascon*.

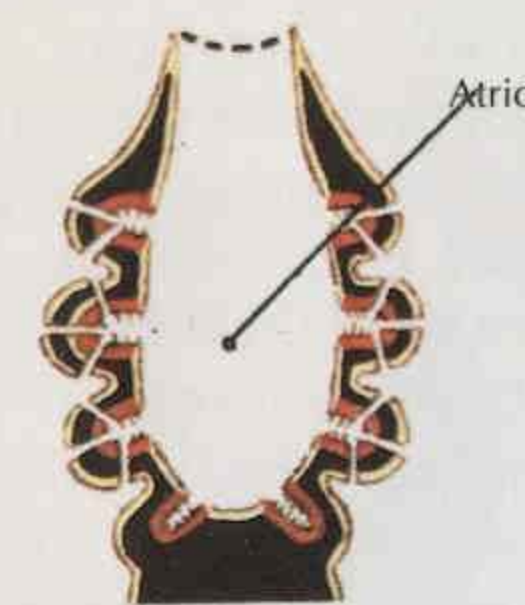


Fig. 2.- *Sycon*.



Fig. 3.- *Leucon*.



Fig. 4.- Corte de la esponja de agua dulce *Spongilla*.



Fig. 5.- Formación de una espícula.

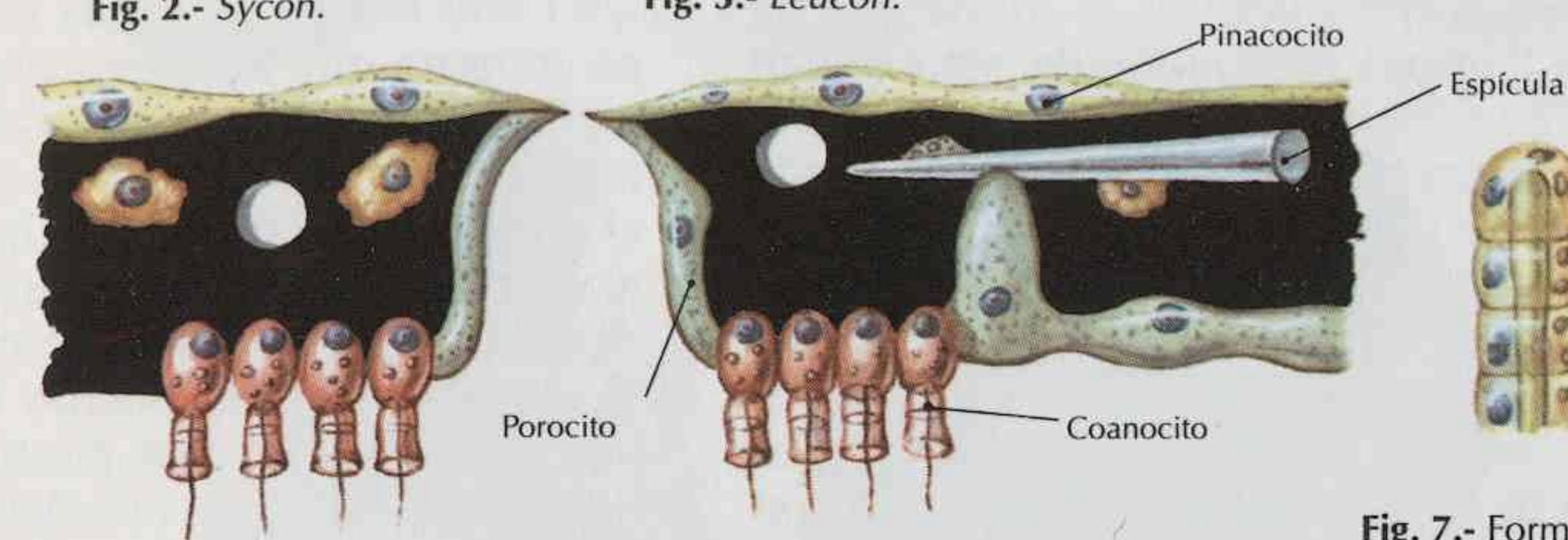


Fig. 6.- Corte de esponja.

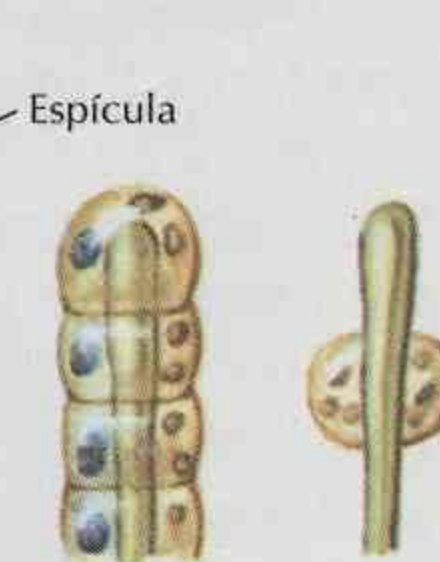


Fig. 7.- Formación de una fibra de espongina.

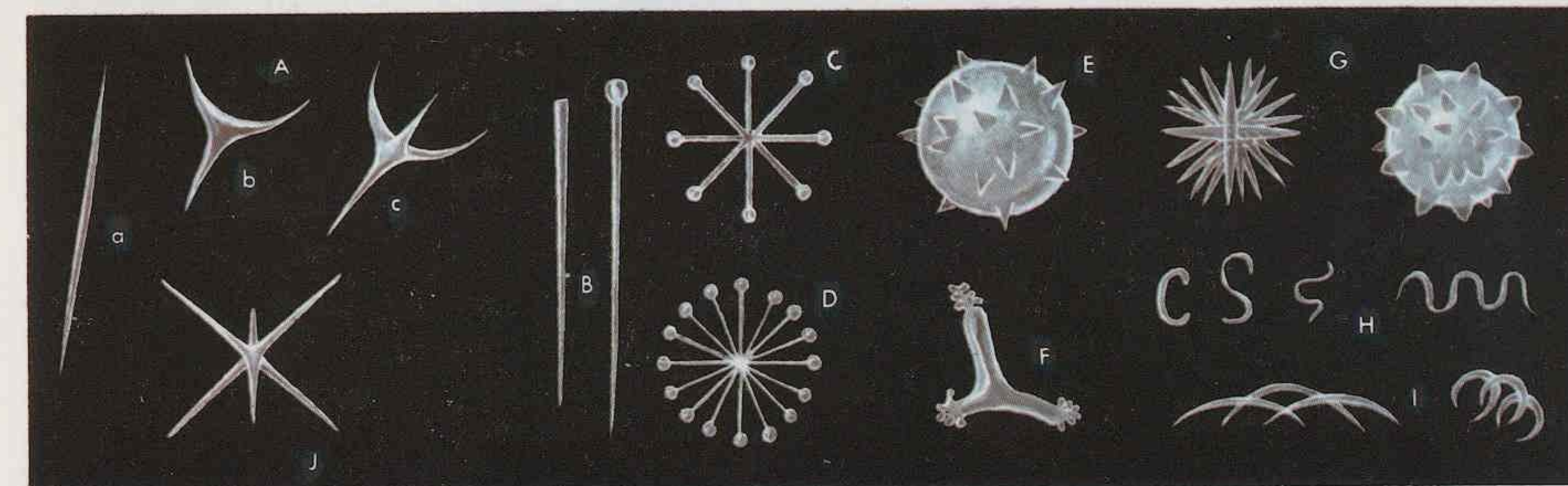


Fig. 8.- A: Espículas calcáreas. a, diactina; b, triactina; c, tetractina. Diversas formas de megascleras: B, monaxona, C, tetraxona, D, poliaxonona; E, esfera; F, desmo; G, H, I, microscleras; J, hexactina.

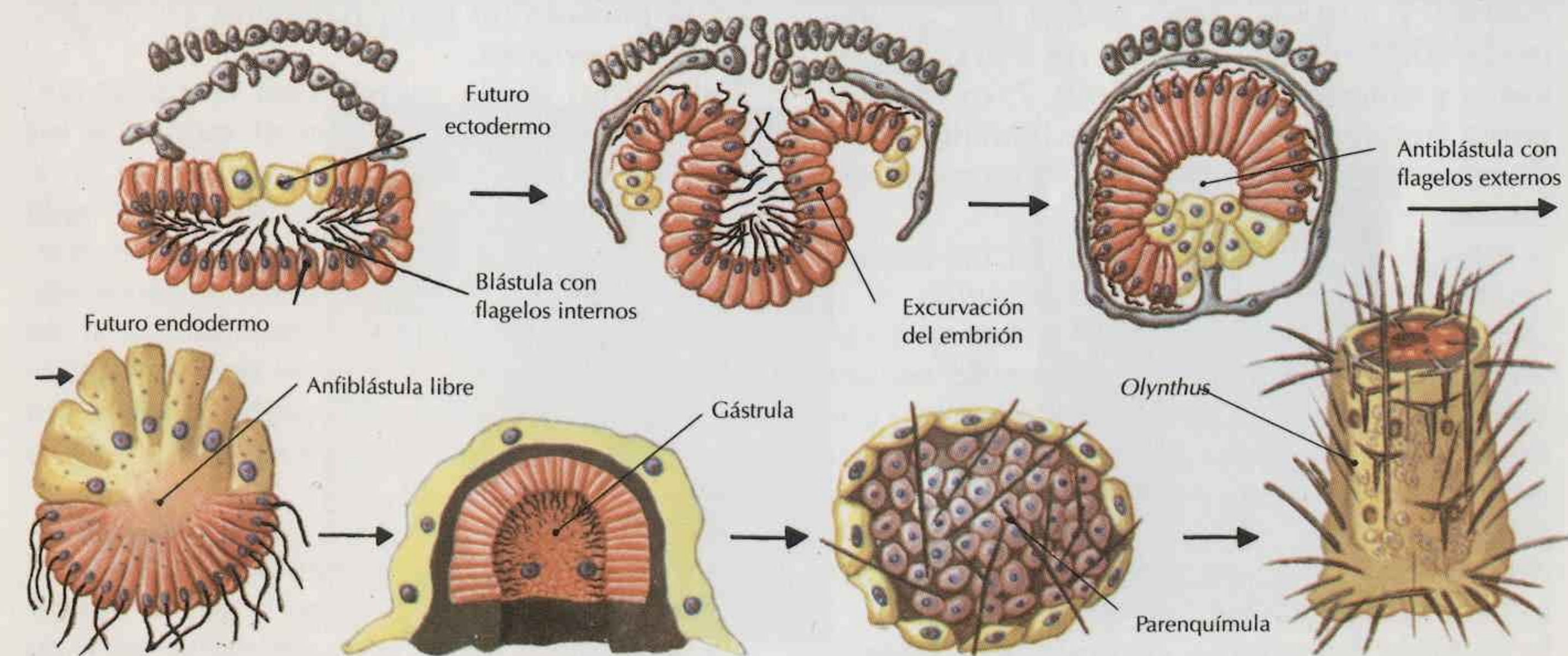


Fig. 9.- Desarrollo de *Sycon raphanus*.

Una vez realizada la inversión de las superficies, la blástula se hace esférica, con gruesas células ectodérmicas, y queda en libertad, nadando, pues, libremente: se la conoce entonces como *larva anfiblástula*.

Al cabo de cierto tiempo, esta larva se dirige al fondo y se fija. Entonces la capa flagelada se invagina y origina una gástrula típica, adherida al suelo por la boca; esta última se cierra y las células flageladas pierden sus flagelos, al mismo tiempo que se dividen repetidas veces. El resultado es la formación de una larva llamada *parenquímula*, sin cavidad alguna y constituida por una envuelta de células ectodérmicas aplanadas y por una masa inferior de células endodérmicas, con espículas entre ellas. Esta larva se yergue y se transforma en *Olynthus*, perforándose sus paredes por los poros inhalantes y recubriéndose su cavidad gástrica de células flageladas: a partir de la forma *Olynthus* se forma el joven *Sycon*, por modificaciones en el ecto- y endodermo (lám. B/1, fig. 9).

Sistemática.— El tipo Espongiarios se clasifica en tres Clases sistemáticas: Calcáreas, Demosponjas y Hexactinélidas.

Las *Calcáreas* o *Calcisponjas* se caracterizan por la posesión de espículas formadas de carbonato de calcio. *Sycon raphanus* es una pequeña esponja blanquecina (fig. 1), que suele verse sobre soportes varios.

Las *Demosponjas* constituyen la Clase más importante y se caracterizan (figs. 3, 4, 5 y 6) por la posesión de un esqueleto formado por espículas silíceas y fibras córneas, aunque también pueden carecer de esqueleto.

Sus espículas pueden ser de tipo tetraxonas, y pertenecen a este grupo esponjas tan frecuentes y vistosas como *Tethya* (fig. 2), llamada vulgarmente «naranja de mar», por su forma y colorido. *Suberites* (fig. 7) es otra esponja frecuente, vulgarmente llamada «pan de gaviotas», y que alberga a un cangrejo ermitaño.

A este grupo pertenecen también las esponjas de agua dulce *Ephydatia* y *Spongilla*.

Dentro de las Demosponjas las hay que carecen de megascleras, teniendo sólo esqueleto córneo, con microscleras o sin ellas; entre éstas están la esponja de tocador, *Euspongia officinalis*, carente de espículas, y la esponja caballar, *Hippospongia communis* (figs. 8 y 9), que tiene granitos de arena, por lo cual es más basta.

Es notable la esponja *Hircinia*, por cuanto puede alcanzar grandes dimensiones y pesar hasta 45 kg. Notable por su forma de copa

es *Calyx nicaensis* (fig. 10), y se encuentra en el Mediterráneo a escasa profundidad, resaltando sobre las rocas.

Las *Hexactinélidas* tienen espículas triaxonas y son las esponjas más primitivas, seguramente del Precámbrico. Entre ellas está la «regadera de Filipinas», *Euplectella* (fig. 11), cuyo esqueleto forma un fino encaje de sílice. Tiene forma cilíndrica, y algunas especies alcanzan 60 cm de altura. La esponja está fija en el suelo por espículas muy largas. Un corte transversal de la pared de su cuerpo muestra que las Hexactinélidas están formadas de dos clases de tejido: un tejido trabecular con espículas, que es el *ectosoma*, y el conjunto de coanocitos, que forman el *coanosoma*. Este está constituido por tubos radiales cortos, en forma de dedo.

El extremo libre del cuerpo está cerrado por una placa ligeramente abombada y perforada, interpretándose cada agujero de la placa como correspondiendo a un ósculo.

Etología.— Las esponjas están fijadas en el sustrato, por lo cual no se desplazan. El contacto de cuerpos duros provoca una contracción del cuerpo. En algunas, el ósculo puede cerrarse lentamente. Algunas, como *Cliona*, viven sobre la concha de moluscos, perforándolas.

Posición sistemática.— Se ha discutido largamente sobre la legitimidad de considerar a los Espongiarios como Metazoos, estimándolos algunos como un Subreino aparte. Sin embargo, el estudio del desarrollo de este grupo muestra que se hace según la forma característica de los Metazoos, aunque bien es verdad que la inversión celular realizada en la blástula no tiene parangón en los restantes embriones.

Del mismo modo sucede con la gametogénesis, que se realiza según el modo de los Metazoos. Sobre todo es extraordinaria la riqueza de tipos celulares de que hacen gala los Espongiarios, por todo lo cual se les puede considerar como verdaderos organismos, en los que hay ya una diferenciación, si no al nivel de órgano, sí al nivel de los conjuntos celulares, que por otra parte se muestran con propiedades morfológicas y funcionales bien determinadas.

Ocupan el lugar más bajo en la escala zoológica por el estado, el más primitivo conocido, de su sistema nervioso y por la ausencia de órganos sensoriales definidos, pero no puede ponerse en duda que forman parte del grupo de los Metazoos.



Fig. 1.- *Sycon raphanus*.

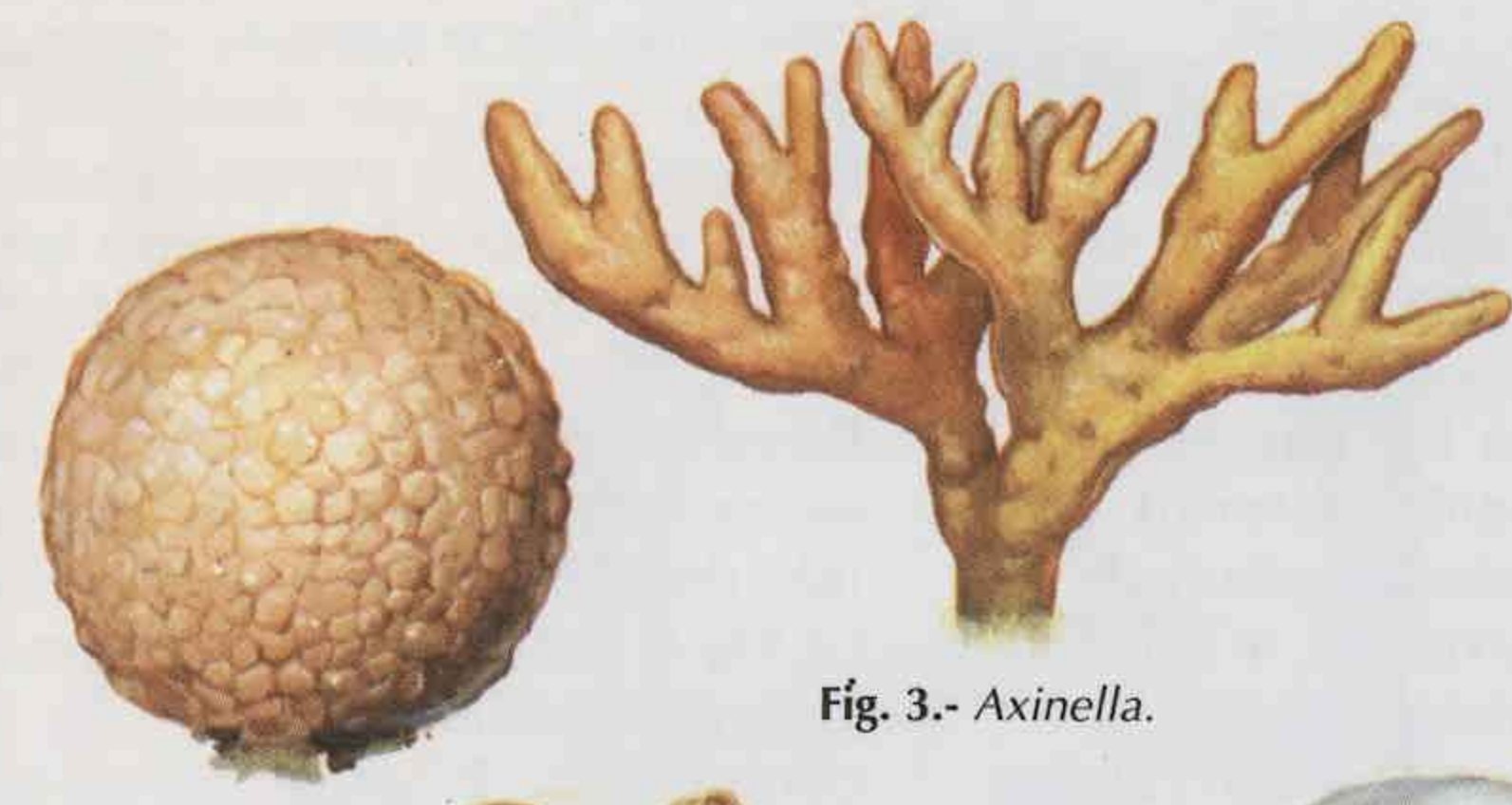


Fig. 2.- *Tethya*.



Fig. 4.- *Acanthella*.



Fig. 5.- *Verongia*.



Fig. 6.- *Geodia*.



Fig. 7.- *Suberites*, pan de gaviotas.

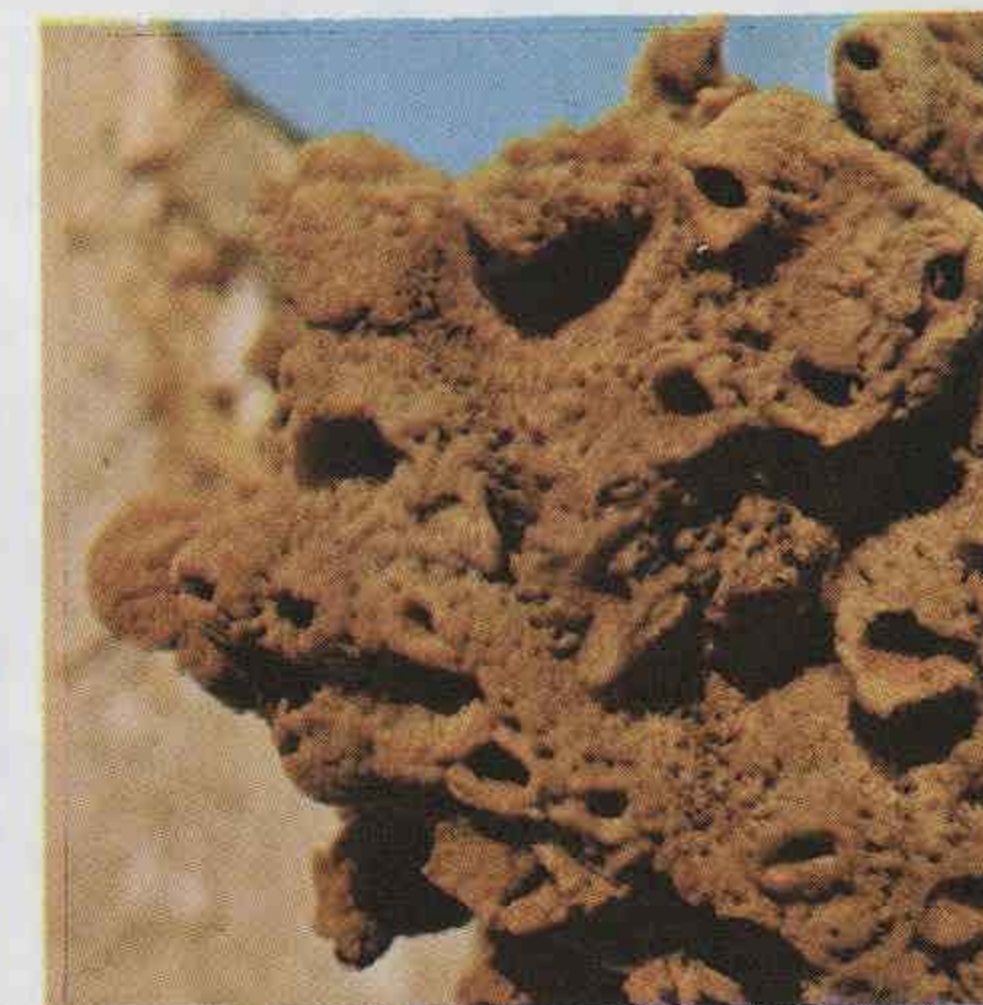


Fig. 8.- *Hippospongia communis*, la esponja caballar.

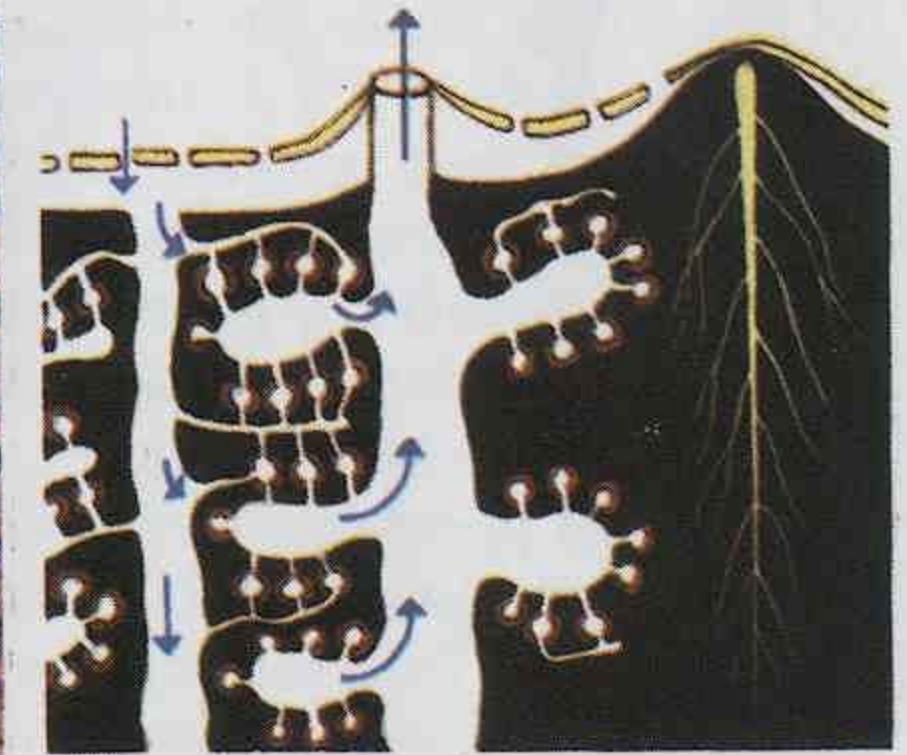


Fig. 9.- Corte de *Hippospongia*.

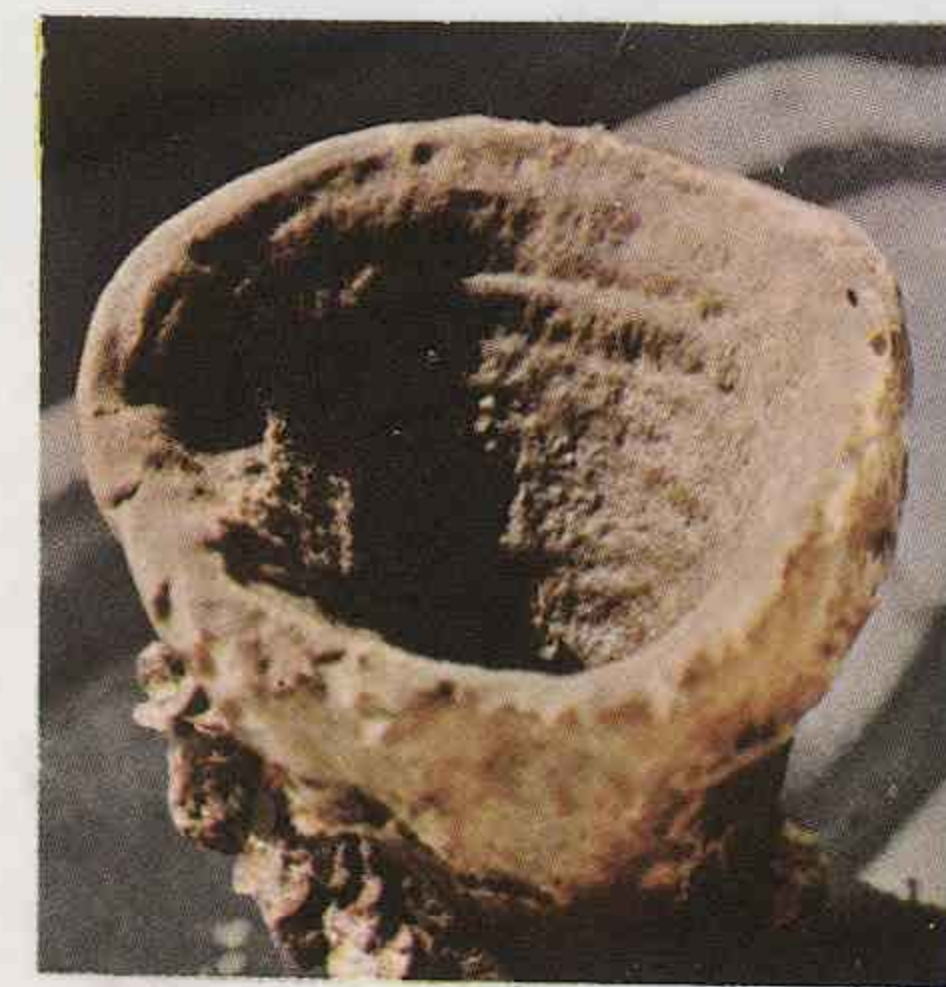


Fig. 10.- *Calyx nicaensis* o copa de Neptuno.



Fig. 11.- Corte de *Euplectella*.

CNIDARIOS O CELENTÉREOS

Son Metazoos eminentemente marinos, cuyo cuerpo está formado por las dos hojas embrionarias propias de los Celentéreos, el ectodermo y el endodermo; entre ellas hay una sustancia gelatinosa, que constituye la *mesoglea*. Son diblásticos, como los Espongiarios, pero en ellos hay una región anterior que contiene la boca, única comunicación de la cavidad digestiva con el exterior, y además tienen simetría radiada o bilateral.

Es característico del grupo el poseer células urticantes, llamadas *cnidoblastos*, que contienen en su interior una cápsula o *cnidocisto*, donde se encierra un líquido urticante que utilizan para atacar a sus víctimas. Se presentan fijos o libres.

Pólipos y medusas.— Los individuos fijos sobre el sustrato son los pólipos, mientras que las medusas son formas libres y nadadoras. Un mismo Cnidario puede presentar alternativamente ambas formas.

El pólipo (figs. 1 y 2) es un saco de doble pared, con tentáculos alrededor de la boca, y con una cavidad interna calificada de gastrovascular, o *énteron*, que puede extenderse por el interior de los tentáculos.

La medusa (figs. 1 y 2) tiene forma de campana flotante, con la boca hacia abajo, prolongada por una especie de trompa, que constituye el *manubrio*, llamándose *umbrela* al cuerpo redondeado de la campana, y habiendo tentáculos en su borde.

La medusa puede considerarse como un pólipo invertido, teniendo la misma organización fundamental. Está formada por las dos capas del pólipo, pero la mesoglea se desarrolla enormemente al nivel de la umbrela; reduce la cavidad gastrovascular, diferenciándose en ella un esófago, contenido en el manubrio, que desemboca en el estómago.

Las medusas tienen órganos de los sentidos, representados por ojos situados en la base de los tentáculos, y órganos del equilibrio, representados por *ropalias*, tentáculos modificados a modo de *estatocistos*, con una o varias piezas calcáreas, los *estatolitos*. Estos órganos de los sentidos corresponden a organismos pelágicos, como son las medusas. En cambio los pólipos, organismos fijos, carecen de ellos.

El cnidoblasto.— Es una célula (figura 3) característica de los Cnidarios. Consta además del núcleo, de una cápsula o *cnidocisto* (fig. 4) que, aparte un líquido urticante, contiene un filamento arrollado en su interior. Hay una

prolongación del cnidoblasto llamado *cnidocilo*, que hace saliente en la superficie del epitelio y es el que determina, al ponerse en contacto con un cuerpo extraño, la explosión del cnidocisto. El filamento urticante tendría origen centrosómico, como los flagelos.

Pared del cuerpo.— Se observan dos capas en su constitución, separadas por una capa de tejido de tipo conjuntivo, la llamada mesoglea. La capa ectodérmica está formada por cuatro clases de células: 1.º, células mioepiteliales, contráctiles; 2.º, los cnidoblastos, especialmente abundantes en los tentáculos, donde se agrupan formando botones urticantes, 3.º, células sensoriales estrechas, terminadas por un cilio; 4.º, células intersticiales, embrionarias y totipotentes, situadas (fig. 2) en la base de las epitelio-musculares.

En el endodermo se encuentran grandes células epitelio-musculares con flagelos en su extremidad libre. En su base se diferencia un haz de fibras musculares lisas, formando el conjunto del endodermo una capa transversal de fibras musculares, antagónicas de las fibras longitudinales del ectodermo.

Las fibras musculares ectodérmicas producen la contracción del pólipo; las endodérmicas, lo alargan.

La digestión es preparada extracelularmente por la secreción de células glandulares dispersas entre las células endodérmicas, y completada por la acción fagocitaria de las células flageladas.

Sistemática.— El tipo Cnidarios llamados, también Celentéreos, se clasifica en tres Clases: *Hidrozoos*, *Escifozoos* y *Antozoos*.

Hidrozoos

Se caracterizan por la presencia de una clara alternancia de generaciones, por la cual formas coloniales originan asexualmente, por gemación, medusas libres con velo, llamadas *craspedotas*. Estas medusas originan gametos cuyos cigotos producen nuevas colonias de pólipos. Se distinguen los Órdenes siguientes: *Hidroideos*, *Sifonóforos* y *Traquídeos*. Es en los *Hidroideos* donde se muestra la alternancia de generaciones en sus géneros típicos, pues hay en ellos formas con supresión progresiva de la fase medusoide, como sucede en la hidra de agua dulce.

En los *Traquídeos*, por el contrario, se suprime la fase pólipo, mientras que en los *Sifonóforos* aparecen notables colonias flotantes a partir de la gemación de una medusa.

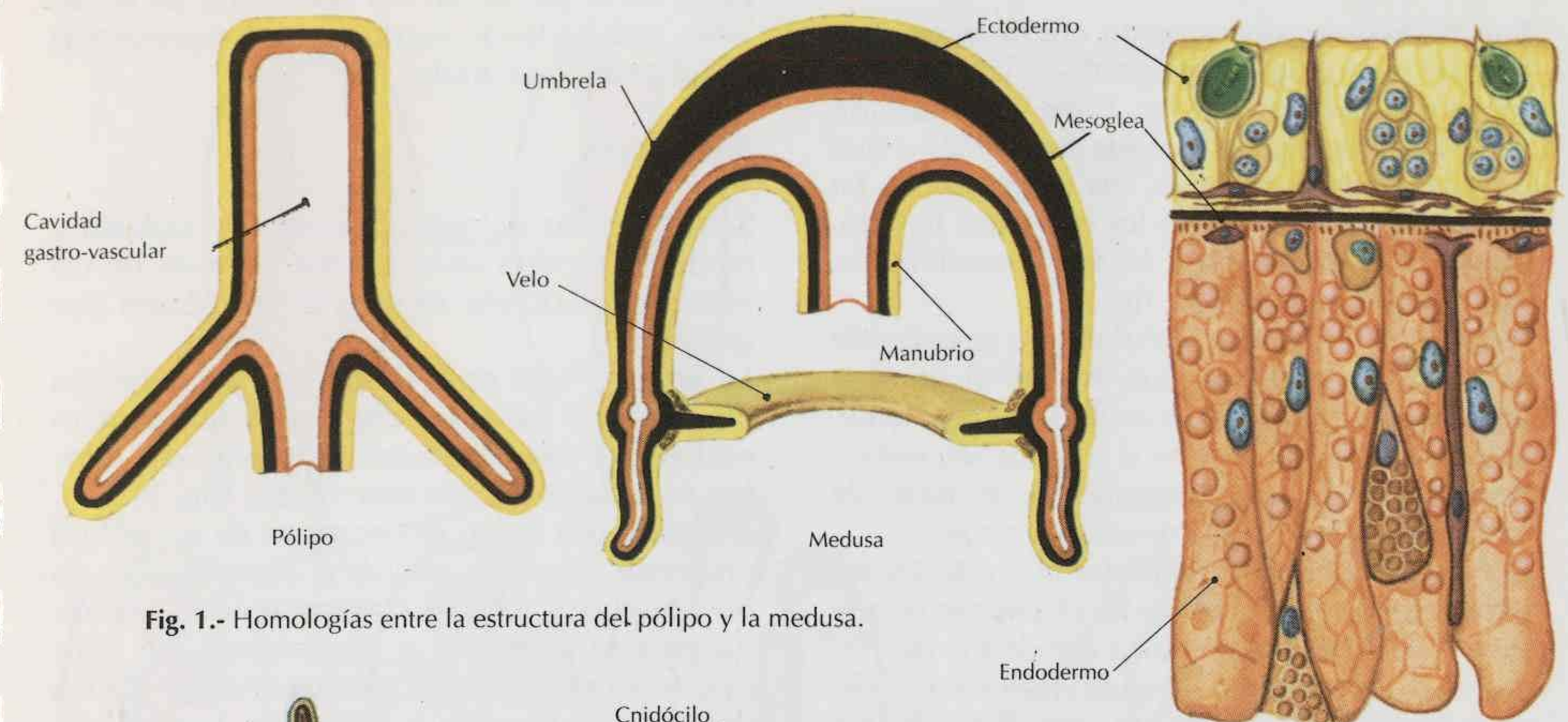


Fig. 1.- Homologías entre la estructura del pólipo y la medusa.

Fig. 2.- Corte de la pared del cuerpo de la Hydra.

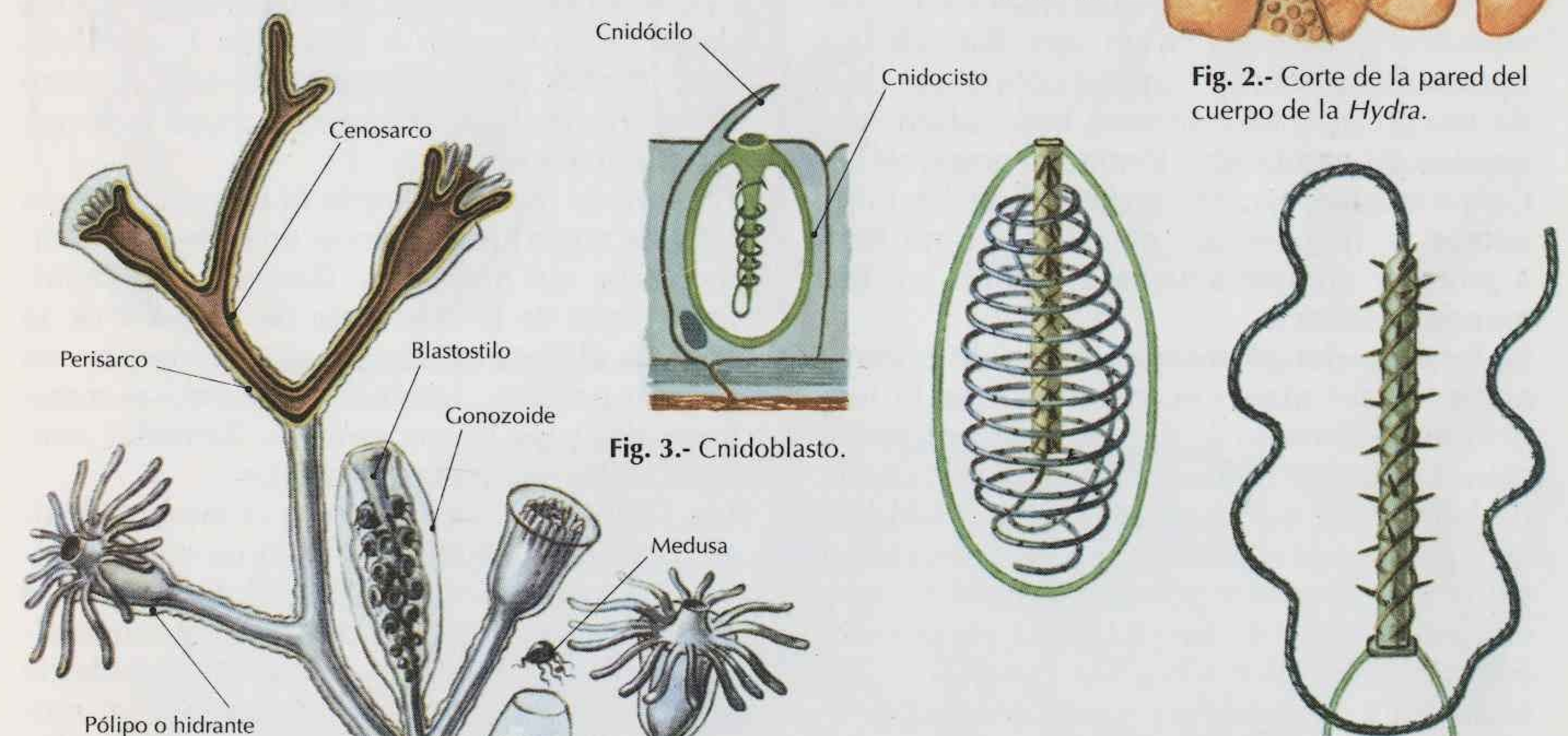


Fig. 3.- Cnidoblasto.

Fig. 4.- Cnidocisto con el filamento urticante enrollado y a la derecha, desenrollado.

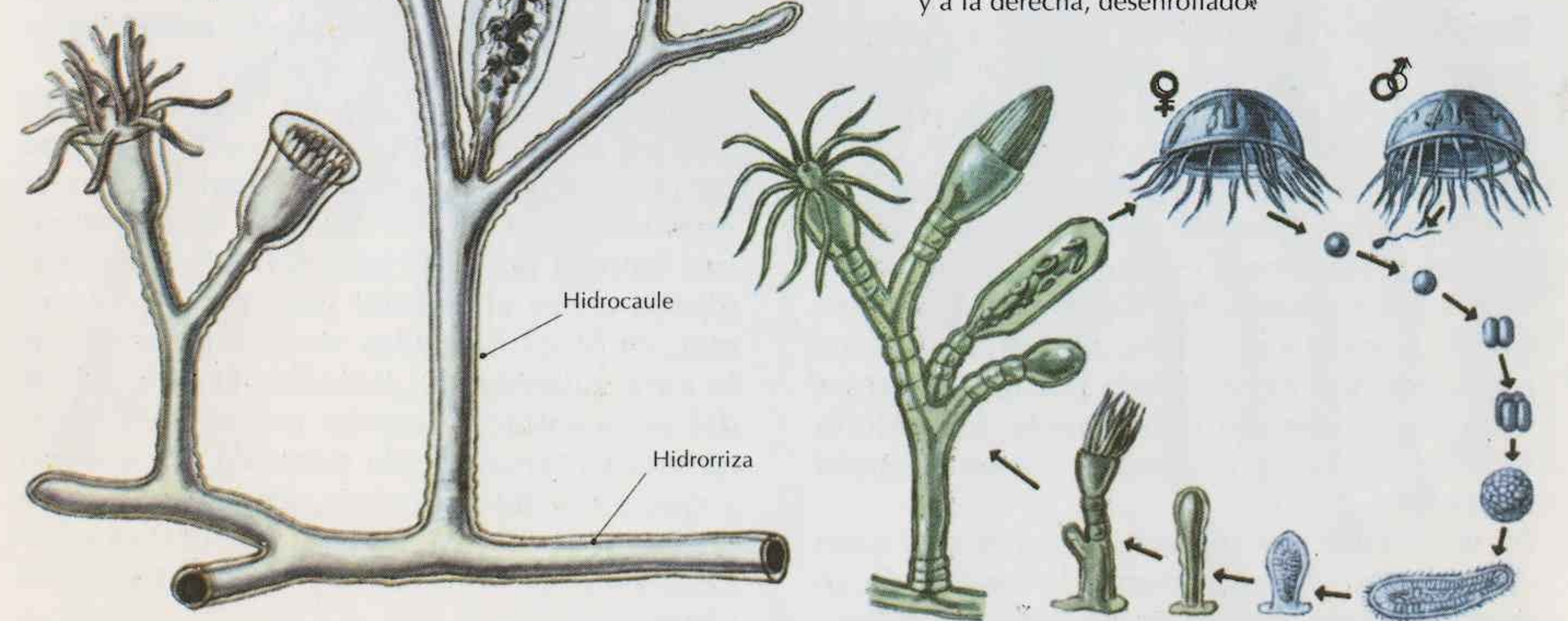


Fig. 5.- Colonia de Hidroideos.

Fig. 6.- Desarrollo sexual.

Hidroideos

Son Hidrozoos típicamente coloniales en su fase de reproducción vegetativa. Un ejemplo representativo es *Obelia*. Tiene una porción adherida al sustrato, llamada *hidrorriza* y que origina ramas verticales, los *hidrocaules*. En las porciones axilares de los hidrantes hay pólipos modificados para la reproducción, los *gonozooides* (lámina C/1, fig. 5).

Toda la parte carnosa, celular, que se extiende entre los diversos pólipos, recibe el nombre de *cenosarco*. Hay una cavidad única, o *énteron*, que comunica entre sí a todos los individuos de la colonia, permitiendo el paso de sustancias alimenticias de unos a otros.

El cenosarco está recubierto por una secreción ectodérmica quitinoide, el *perisarco*, que forma una capa protectora alrededor del hidrante o *gastrozoide*, llamada *hidroteca*, o envuelve al *gonozoide* en un saco llamado *gonoteca*; *blastostilo* se llama al pólipo que queda encerrado. Los pólipos hidroideos que quedan así recubiertos forman el grupo de los Caliptoblastos. En otro grupo, el de los Gimnoblásticos, la extensión del perisarco no llega a proteger completamente al pólipo, no formando hidroteca.

La función del gastrozoide es la de obtener alimento del plancton, mientras que la función del blastostilo es dar medusas por gemación. En los hidroideos gimnoblásticos carentes de hidrolecas, no hay blastostilo, formándose las medusas directamente de un gonozoide o yema del cenosarco. Como ejemplo de gimnoblástico podemos citar la curiosa *Hydractinia echinata*, que vive sobre las conchas de los moluscos gasterópodos en cuyo interior habita un cangrejo ermitaño.

Reproducción sexual.— Se realiza a partir de gametos producidos por medusas distintas (lám. C/1, fig. 6). El cigoto sufre una segmentación igual y se forma una blástula. A continuación se realiza una migración celular hacia la cavidad blastular que queda llena de tejido, el endodermo, mientras que el ectodermo se hace ciliado. Esta larva recibe el nombre de *plánula* y se desplaza por medio de los cilios, aunque es arrastrada por las corrientes marinas, pudiendo permanecer así mucho tiempo, en tanto no encuentra un sustrato adecuado.

En el endodermo aparece entonces una cavidad, el esbozo del *énteron*, y la larva se dirige hasta el fondo, donde se fija por un extremo. En la otra extremidad se abre la boca rodeada de tentáculos, formándose el nuevo pólipo, que por gemación dará la colonia.

Reproducción asexual.— Se realiza (figura 1) a partir de la gemación del cenosarco de la colonia, produciendo medusas, que representan la generación sexuala.

Sifonóforos

Son preciosas colonias flotantes de pólipos y medusas modificadas, unidos a través de un *estolón*, de donde se origina la colonia por gemación.

La colonia está constituida por un conjunto de unidades llamadas *cormidios*, que forman nudos y se van repitiendo a lo largo del estolón separados por los entrenudos (fig. 2).

Un cormidio típico se compone de un pólipo protector, llamado *escudo* o *aspidozoide*; de un pólipo excretor o *cistozoide*; de un pólipo para la digestión o *gastrozoide*; de pólipos reproductores o *gonozooides*, y de un tentáculo o filamento pescador. Los cormidios distales pueden desprenderse y hacerse libres, llevando los elementos reproductores; fase llamada *eudoxia*.

Las formas medusoides de la colonia ocupan la parte superior, habiendo una medusa rudimentaria, sin manubrio, llamada *pneumatóforo* y que es la que hace de flotador de la colonia al llenarse de gas segregado por sus propias paredes. También hay medusas transformadas para la locomoción, llamadas *nectocálices* o campanas natatorias.

Los Sifonóforos pertenecen a la fauna pelágica, flotan en la superficie del mar o están entre dos aguas. Son formas coloniales en las que la especialización de los individuos alcanza un alto grado, yendo acompañada de gran diferenciación morfológica, de tal modo que en ciertos casos, como en *Veleva*, los pólipos diferenciados adquieren el valor de verdaderos órganos, cobrando entonces la colonia el valor de un individuo.

Veleva (fig. 3) tiene un gran flotador, dividido en compartimientos, compuesto de una cámara central cuya parte apical se abre al exterior, y de cámaras anulares que comunican entre sí por orificios internos o *pneumatopilos* y con el exterior por medio de estigmas, orificios formados secundariamente en la cara superior del flotador. El ectodermo del pneumatóforo segrega por su cara interna una sustancia rígida parecida al cartílago y que sirve de esqueleto, en especial a la cresta media o *vela*. Esta vela central es utilizada para el desplazamiento utilizando el viento.

En el centro de la cara inferior hay un gran gastrozoide y alrededor están situados los gonozooides.

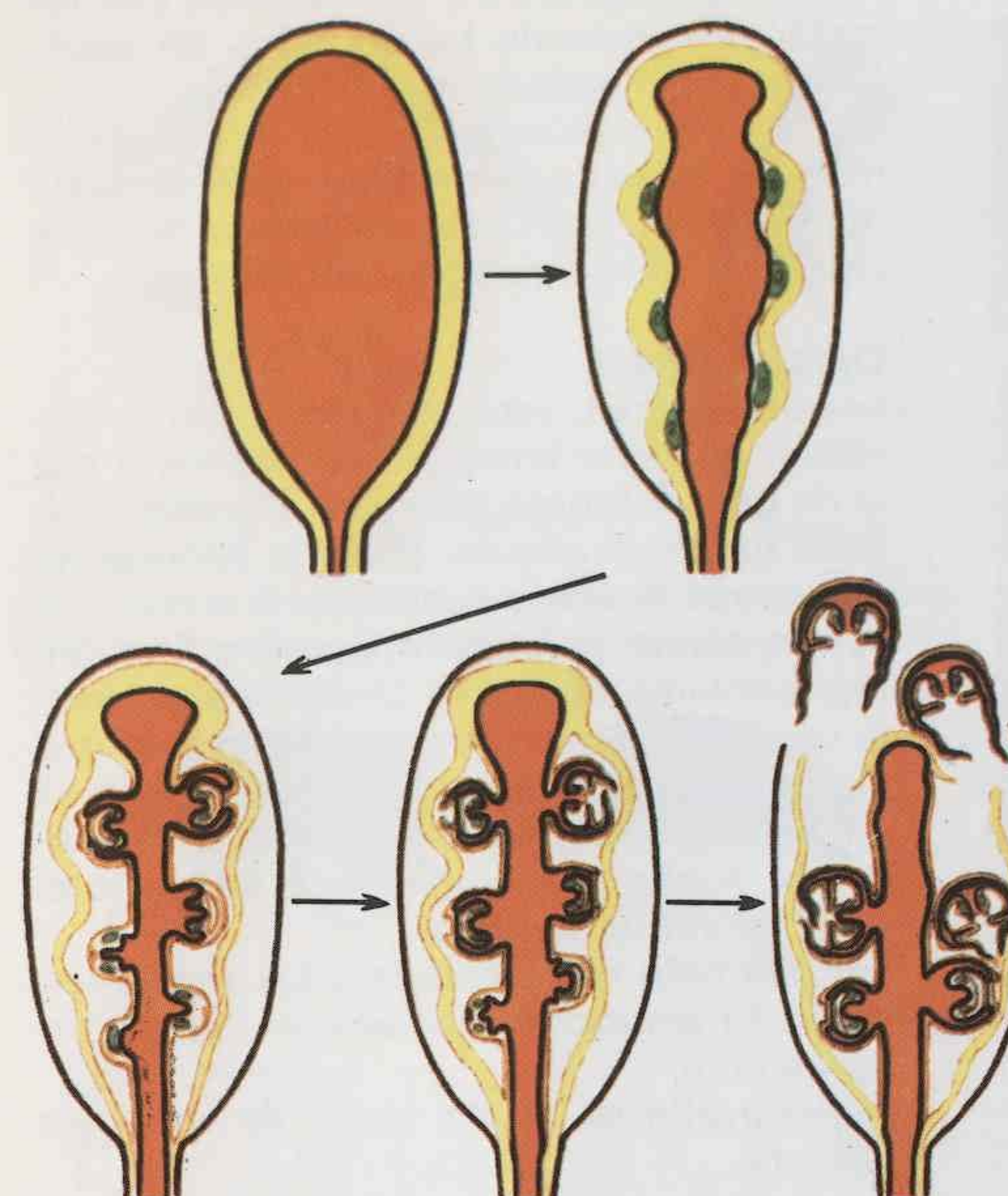


Fig. 1.- Desarrollo asexual de los Hidroideos.

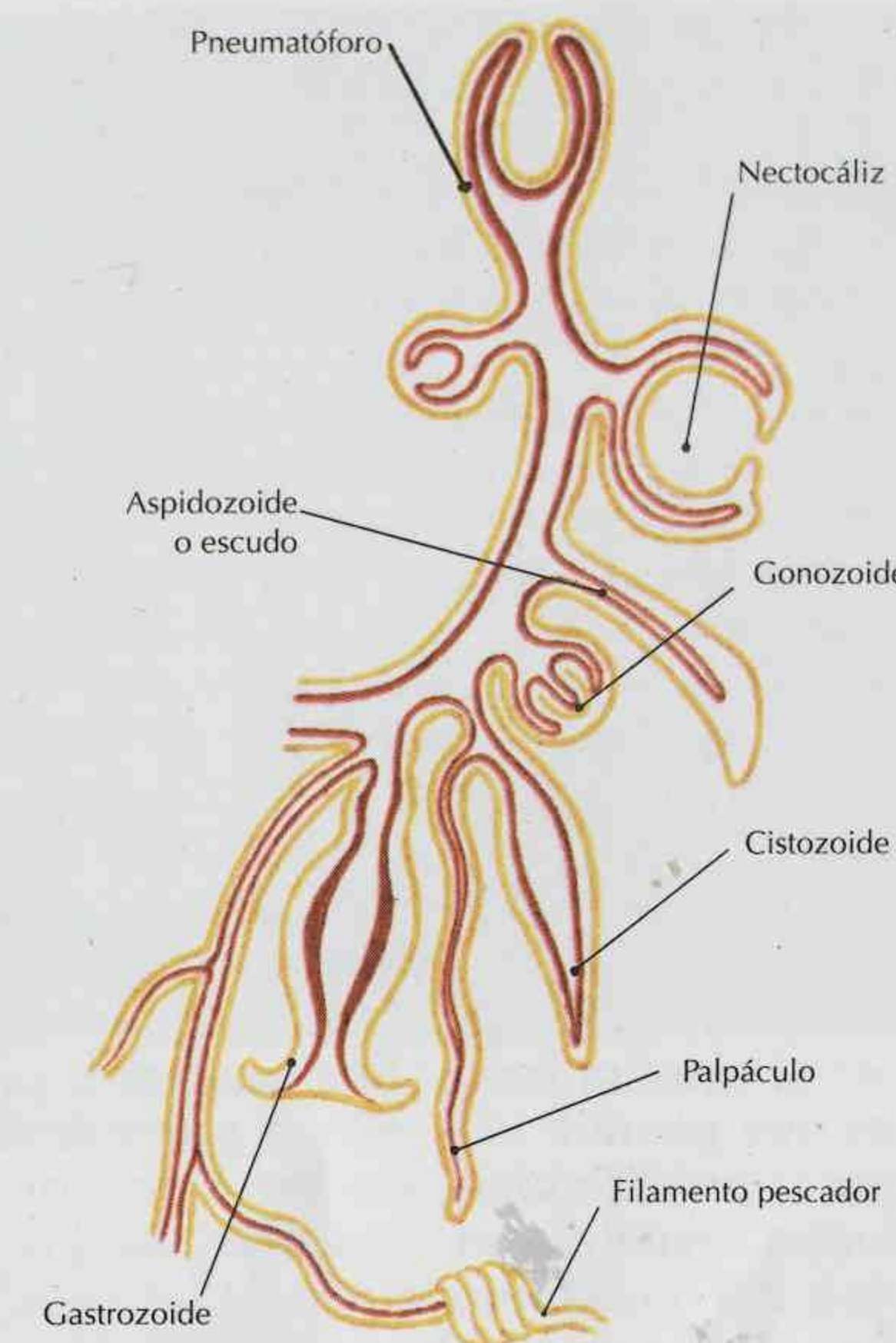


Fig. 2.- Esquema de un Sifonóforo.

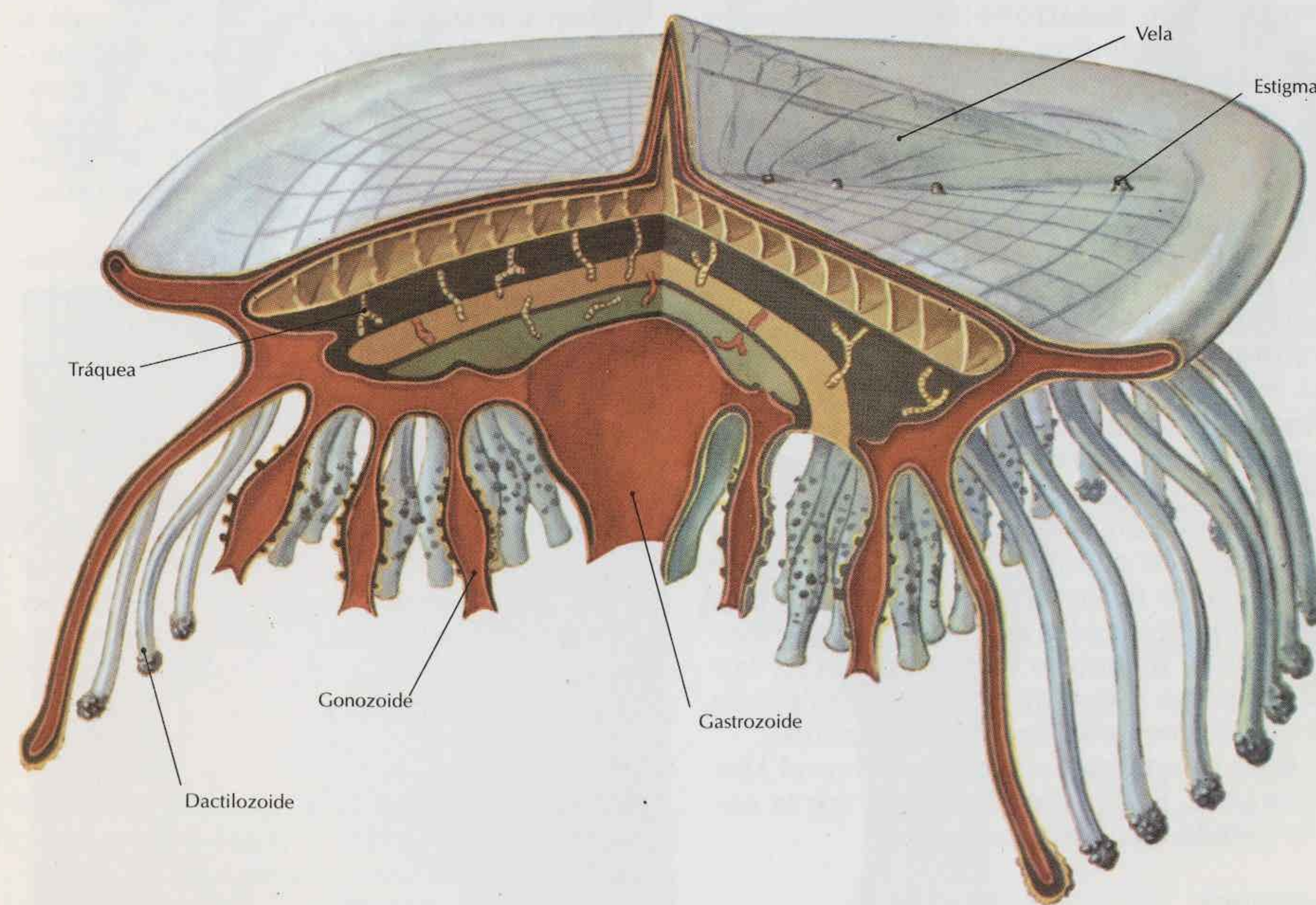


Fig. 3.- Organización de *Veleva*.

El desarrollo general de los Sifonóforos se realiza a través de una larva plánula de vida libre y en cuyo extremo aparece un nódulo que forma el pneumatóforo.

Traquilidos

Hidroideos en forma de medusa, con velo desarrollado y musculoso.

Escifozoos o Acalefos

Son Cnidarios caracterizados por el tamaño, generalmente grande, de sus medusas, que carecen de velo, y por el hecho de que la fase de pólipo, llamado *escifistoma*, tiene una forma característica de multiplicarse vegetativamente, por *estrobilación*.

Rhizostoma cuvieri (fig. 1), llamada «pulmón marino», es otra medusa de gran tamaño, hasta de 60 cm. El adulto carece de boca, habiendo numerosos conductos de los brazos del manubrio que comunican con el exterior por orificios u *ostíolos* y por los que penetra el alimento procedente de presas predigeridas exteriormente. Los productos sexuales son evacuados por los ostíolos, del mismo modo que en las otras medusas lo son por la boca.

Desarrollo.— Los sexos están separados. El huevo en su desarrollo se transforma en gástrula, cerrándose el *blastoporo* y transformándose en una larva plánula recubierta de cilios. En el fondo marino se transforma en el pólipo llamado escifistoma. Alrededor de la boca aparecen los tentáculos, hasta 16, esbozándose entonces una segmentación transversal del pólipo, principio del fenómeno de la estrobilación. El pólipo parece entonces un montón de platos, transformándose cada plato en una pequeña medusa, llamada *efrula* (fig. 2), que se desprende del estróbilo.

Esta forma de reproducción puede simplificarse con la supresión del pólipo fijo y de la estrobilación, lo cual sucede en *Pelagia noctiluca*. En ella, en la que el blastoporo no se cierra después de la gastrulación, la cara oral de la plánula se deprime, esbozándose el manubrio con la boca. Esta larva se aplana y se transforma en efrula, que progresivamente se hace medusa adulta. *Pelagia* es una medusa frecuente en el Mediterráneo, iluminando las aguas por la noche debido a su fosforescencia.

Antozoos

Son Cnidarios que carecen de formas medusoides, estando representados por póli-

pos, solitarios o coloniales. El énteron posee tabiques gástricos, que alternan con los tentáculos, estando las gónadas, en aquellos, sobre el endodermo.

La boca se prolonga por una faringe ectodérmica llamada *estomodeo*. Se distinguen dos Órdenes: los *Octocorarios* o *Alcionarios* y los *Hexacorarios* o *Actiniarios*.

Octocorarios

Se caracterizan, estos Antozoos, por la posesión de ocho tentáculos pinnados y por la de ocho tabiques gástricos. El estomodeo tiene un canal ciliado, llamado *sifonoglifo*, que ocupa posición ventral.

Paralyconium palmatum (figs. 5 y 6) es un representante típico del Orden. Vulgarmente conocido por «mano de muerto», es una forma colonial de color variable, que se encuentra sobre las rocas a varias profundidades. A este grupo pertenece asimismo el coral, *Corallium rubrum*.

Son también representativas las gorgonias, como *Paramuricea chamaeleon* (fig. 3), arboreescente.

El desarrollo se hace a través de una larva plánula.

Hexacorarios

Tienen tentáculos simples, en número de 6 o de un múltiplo de este número. Los tabiques gástricos varían en número. El estomodeo tiene dos canales ciliados. Típicamente tienen exoesqueleto calcáreo, como en las madréporas, aunque puede faltar, como en las actinias.

Los tentáculos se disponen en varios círculos. En la faringe se observan bien los tabiques, unos completos, otros incompletos.

En la parte inferior del borde del tabique se originan largos filamentos llamados *acontios*, que salen al exterior (fig. 4) por unos poros o *cinclidios*.

Ejemplos son la anémona de mar, *Anemone sulcata*, de color variable, y *Actinia echina*, de color rojo, llamada «tomate de mar». Son formas coloniales y calcificadas *Dendrophyllia ramea* y *Cladocora cespitosa*.

CTENARIOS

Antes clasificados con los Celentéreos. Tienen simetría bilateral y células especiales, llamadas *coloblastos*, pegajosas. La mayoría son formas pelágicas, y es buen ejemplo *Hormiphora plumosa* (fig. 7), del Mediterráneo.

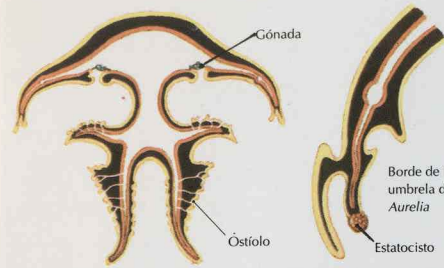


Fig. 1.- Corte de *Rhizostoma cuvieri* mostrando los numerosos conductos que comunican la cavidad digestiva con el exterior.

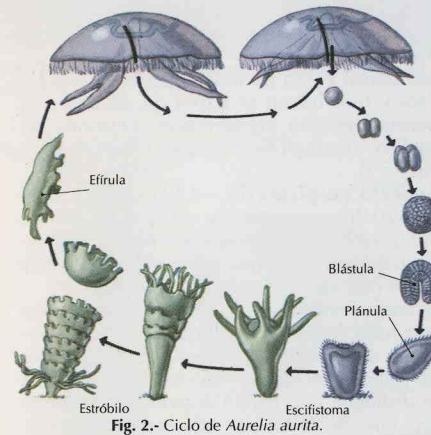


Fig. 2.- Ciclo de *Aurelia aurita*.

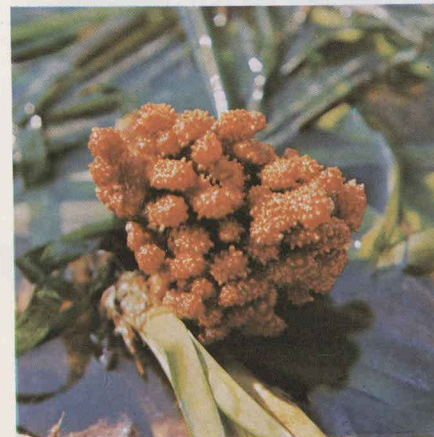


Fig. 5.- *Paralyconium palmatum*.

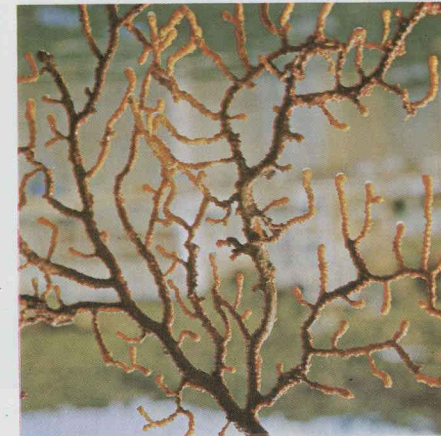


Fig. 3.- *Paramuricea chamaeleon* o gorgonia multicolor.

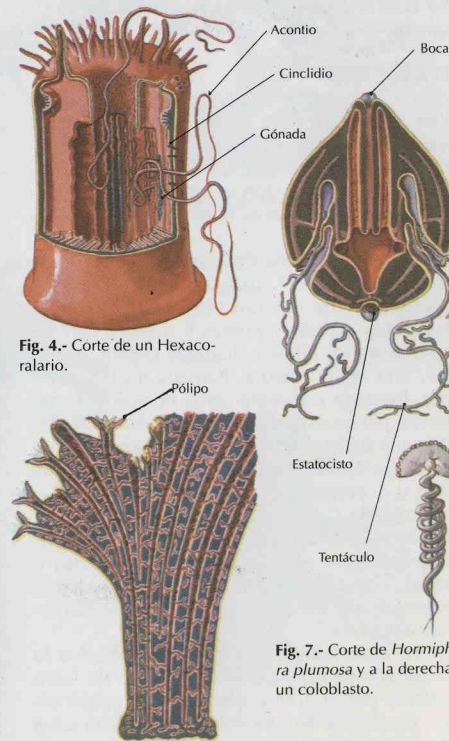


Fig. 4.- Corte de un Hexacorario.

Fig. 6.- Corte de *Paralyconium palmatum*.

Fig. 7.- Corte de *Hormiphora plumosa* y a la derecha un coloblasto.

ANÉLIDOS

Son organismos en los que aparece una tercera hoja blastodérmica, el *mesodermo*, dotada de gran plasticidad y posibilidades evolutivas. A partir de los Anélidos nos encontraremos ya con animales *triblásticos*. En ellos se realiza la diferenciación de una región anterior cefálica y una posterior o caudal, teniendo simetría bilateral apta para el desplazamiento activo y en una dirección.

Los Anélidos presentan el cuerpo dividido en segmentos o *metámeros*, por medio de tabiques internos o *disepigmentos*. El mesodermo encierra una cavidad o celoma de gran extensión, apareciendo con ello los Celomados, con tres hojas blastodérmicas.

El celoma comunica con el exterior por medio de conductos o celomiductos mesodérmicos, y también a través de órganos excretores llamados *nefridios*, de origen ectodérmico.

El sistema nervioso es ganglionar y tiene la forma de escalera de cuerda.

Se clasifican en las Clases siguientes: *Poliquetos*, *Oligoquetos* e *Hirudíneos*.

POLIQUETOS

Son Anélidos cuyos metámeros llevan unas expansiones laterales o *parápodos*, con *quetas* o sedas quitinosas. Los sexos están separados y la fecundación es externa, produciendo el huevo una larva libre llamada *trocófora*.

En el cuerpo de los Poliquetos se distinguen tres regiones: 1.º, una anterior, cabeza o *prostomio*, con órganos sensoriales representados por palpos, antenas y ojos, y con un área posterior olfativa, llamada *órgano nual*; 2.º, una región media, llamada tronco o *soma*, formada por metámeros homólogos que llevan parápodos, y 3.º, una región posterior, llamada *pigidio*, donde se abre el ano (fig. 1). Cada parápodo está formado por una rama dorsal o *notópodo* y por una rama ventral o *neurópodo*. Cada rama lleva un cirro tentacular dorsal, *notocirro*, y otro ventral, *neurocirro*, habiendo además manojos de *quetas* o sedas, con algunas mucho más fuertes y que sobresalen poco de la piel (figura 5), llamadas *acículas*.

En un corte transversal (fig. 4) se observa la estructura de un segmento, formado de fuera adentro por: 1.º, una capa externa epidérmica, recubierta de una cutícula; 2.º, una capa de músculos circulares; 3.º, cuatro haces de músculos longitudinales, dos dorsales y dos ventrales; 4.º, un par de ganglios nerviosos

ventrales y un par de nefridios; 5.º, un vaso sanguíneo dorsal y otro ventral.

Larva trocófora.— Es una larva nadadora, típica de los Poliquetos. En su parte superior hay un mechón de flagelos en relación con un centro nervioso que forma el órgano apical (figura 6). Al nivel de la región ecuatorial hay una corona ciliada, la *prototroca*, a la altura de la boca. Hay dos bandas ciliadas más, la *paratroca* y la *metatroca*. Esta larva tiene también un par de tubos excretores cerrados, los *protonefridios*.

En su cuerpo se distinguen tres regiones: 1.º, una región situada delante de la boca, o *episfera*, que dará el prostomio del adulto; 2.º, una región postoral, o *hiposfera*, que originará el soma, y 3.º, la región anal, que ocasionará el pigidio del adulto.

Aparato circulatorio.— Hay un vaso sanguíneo dorsal y otro ventral, de paredes contráctiles y que hacen el papel de corazón. El plasma encierra pigmentos respiratorios disueltos, hemoglobina o bien clorocruorina (figura 2).

Aparato respiratorio.—La respiración es principalmente cutánea, aunque en ciertos Poliquetos los parápodos se modifican produciendo expansiones branquiales filiformes o laminares que aseguran la respiración.

Sistema nervioso.— Se distingue una masa supraesofágica compleja que forma el cerebro y una cadena nerviosa ventral, unidas por conectivos periesofágicos. En el cerebro se distingue una región anterior o *arquicerebro*, que inerva los palpos y las fosas gustativas, y una región posterior o *protocerebro*, la más voluminosa, que inerva los ojos y las fosas olfativas, así como las antenas (fig. 3). En el protocerebro se observan los cuerpos pedunculados, centros asociativos de la función olfativa.

Órganos excretores.—Están representados por los nefridios, tubos ectodérmicos que se abren en la cavidad celomática y de la que extraen los productos de desecho. A veces la excreción se realiza por un conducto de origen mesodérmico, el *celomiducto*, en principio destinado a la expulsión de las células sexuales, recibiendo entonces el nombre de *metanefridio*.

Reproducción.— Los sexos están separados. Las células reproductoras salen a través de conductos especiales o bien rompiendo las paredes del cuerpo. La fecundación se realiza en el agua, en donde se forma la larva trocófora, que puede dar la larva llamada *nectoqueta* (fig. 7), ya grandemente parecida al adulto.

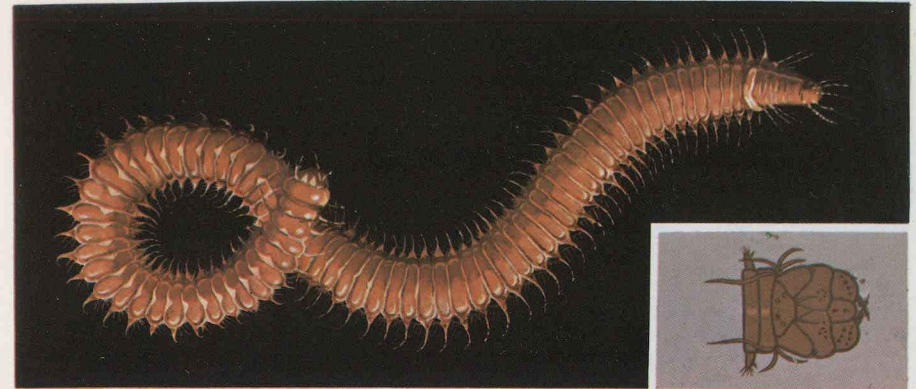


Fig. 1.- *Eunice harassii* alcanza hasta 30 centímetros de longitud y vive entre las rocas del litoral marino. A la derecha, cabeza de *Nereis*.

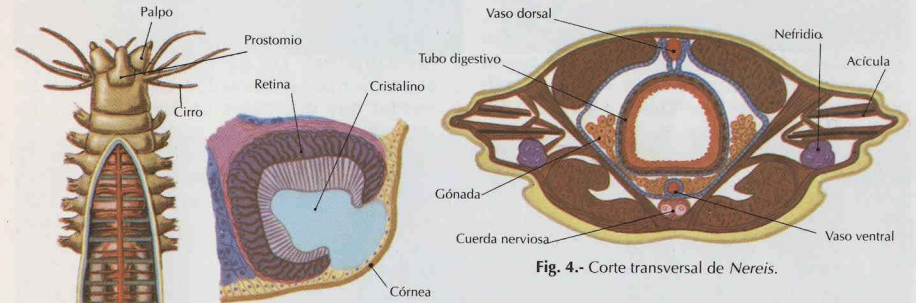


Fig. 4.- Corte transversal de *Nereis*.

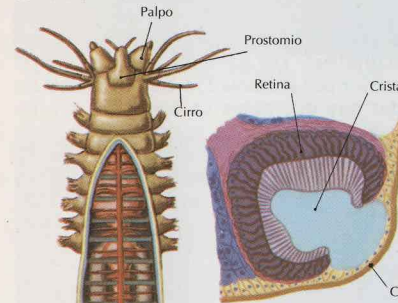


Fig. 3.- Detalle de un ojo.

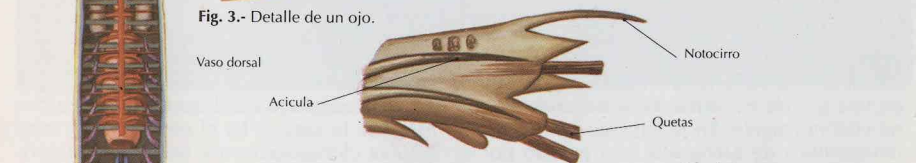


Fig. 5.- Detalle de un parápodo.

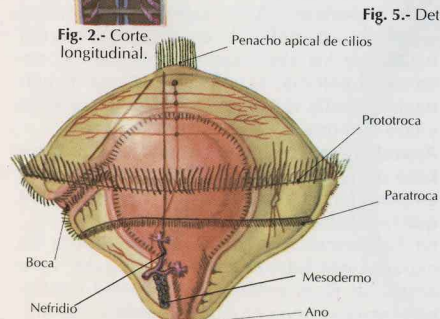


Fig. 2.- Corte longitudinal.

Fig. 6.- Larva trocófora.

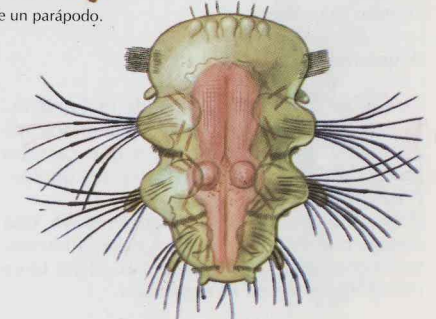


Fig. 7.- Larva nectoqueta.

Sistemática y etología.—Se dividen los Poliquetos en Errantes y Sedentarios. Los primeros son formas con parápodos bien desarrollados, en gran parte depredadores, alimentándose de presas vivas. Poseen una región cefálica bien desarrollada.

Los *Sedentarios* tienen cabeza indiferenciada, parápodos en regresión, y la gran mayoría son micrófagos. Es frecuente en ellos el vivir dentro de tubos y la posesión de un penacho branquial cefálico que sirve para la respiración y la captura de alimentos.

De los *Errantes*, es frecuente, entre las algas y bajo las piedras del litoral, *Nereis* (fig. 3) que alcanza hasta 50 cm. *Eunice* tiene branquias en muchos segmentos.

Aphrodite (fig. 2), el topo de mar, es una forma que cava en el limo, cubriendo su dorso con una tela formada por sedas notopodiales.

Entre los Sedentarios es frecuente la construcción de un tubo, que puede ser calcáreo, o de materia parecida al pergamino, o bien de sustancia mucosa con granos de arena adheridos. *Sabella* vive en la región litoral; con sus tentáculos extendidos y gracias a los cilios de que está provista, capta las partículas alimenticias, que son llevadas a la boca a través de un canal existente en dichos filamentos.

Spirographis (fig. 1) es muy parecido a *Sabella*, pero tiene el penacho branquial en forma de hélice. *Mercierella enigmatica* es notable por vivir en aguas salobres y formar tubos calcáreos fijos en el sustrato y cerrados por un opérculo situado en un filamento branquial.

Arenicola marina vive enterrada en la arena, en una galería en forma de u, tragando arena continuamente. En la bajamar se ven los montoncitos de arena que han pasado por su tubo digestivo.

Arquianélidos

Dentro de los Poliquetos puede incluirse este grupo de pequeños anélidos marinos, de estructura muy simplificada y que carecen generalmente de parápodos y de quetas. (Véase lámina D/4, fig. 3.)

Polygordius es una forma representativa, con cuerpo cilíndrico, estando el sistema nervioso en conexión con la epidermis. Tiene larva trocófora, típica en su desarrollo.

OLIGOQUETOS

Son Anélidos con el prostomio poco voluminoso, carentes de parápodos y provistos de

quetas, pero poco crecidas. Su desarrollo es directo, y son principalmente terrestres o dulceacuícolas.

Es característica en ellos la presencia de un engrosamiento anular o *clitelo*, en el período reproductor. La lombriz de tierra (lám. D/3, fig. 1) es un ejemplo típico del grupo.

Pared del cuerpo.—La epidermis está recubierta por una cutícula y posee numerosas células mucosas, que mantienen húmeda la superficie del cuerpo. En el momento de la reproducción y abarcando un número determinado de anillos en cada especie, sobreviene una gran hinchazón epidérmica causada por la proliferación de células mucosas. Aparece entonces un anillo interrumpido en la parte ventral; es el clitelo, y está encargado de segregar una cintura mucosa que mantiene unidos a los individuos en cópula; también forma el *cocón*, receptáculo que contiene los huevos (lám. D/3, figs. 2 y 3).

Órganos genitales.— Los Oligoquetos son hermafroditas. Los gametos son evacuados al exterior por *gonoductos*. En *Lumbricus terrestris* hay dos pares de testículos en los segmentos 11 y 12 y un par de ovarios en el segmento 13. En los segmentos 9, 10 y 11 hay tres pares de vesículas seminales que almacenan el esperma producido por los testículos, mientras que en los segmentos 9 y 10 hay un par de receptáculos seminales encargados de recibir el esperma en la cópula, pues ésta se realiza con fecundación recíproca.

Aparato digestivo.— La faringe es musculosa, y en el esófago, ciliado desembocan las glándulas de Morren o calcíferas, encargadas de la regulación del contenido en carbonatos de la sangre. En el intestino hay unas células cloragógenas de función excretora sede importante del metabolismo glucídico y proteico, cumpliendo ciertas funciones del hígado de los Vertebrados. Estas células caen en el celoma. El *tiflosolio* es una invaginación media dorsal de función absorbente y con numerosas células cloragógenas.

Aparatos respiratorio y circulatorio. Hay un vaso dorsal y otro ventral, que se ramifican en abundantes capilares en el tegumento, ya que la respiración es cutánea.

En *Lumbricus terrestris* hay cinco pares de expansiones laterales contráctiles del vaso dorsal, al nivel esofágico. El plasma contiene pigmento hemoglobínico en disolución.

Aparato excretor.— En *Lumbricus* hay dos nefridios casi en cada metámero. El *nefrostoma* está en un segmento y el *nefridioporo* se halla situado en el posterior.

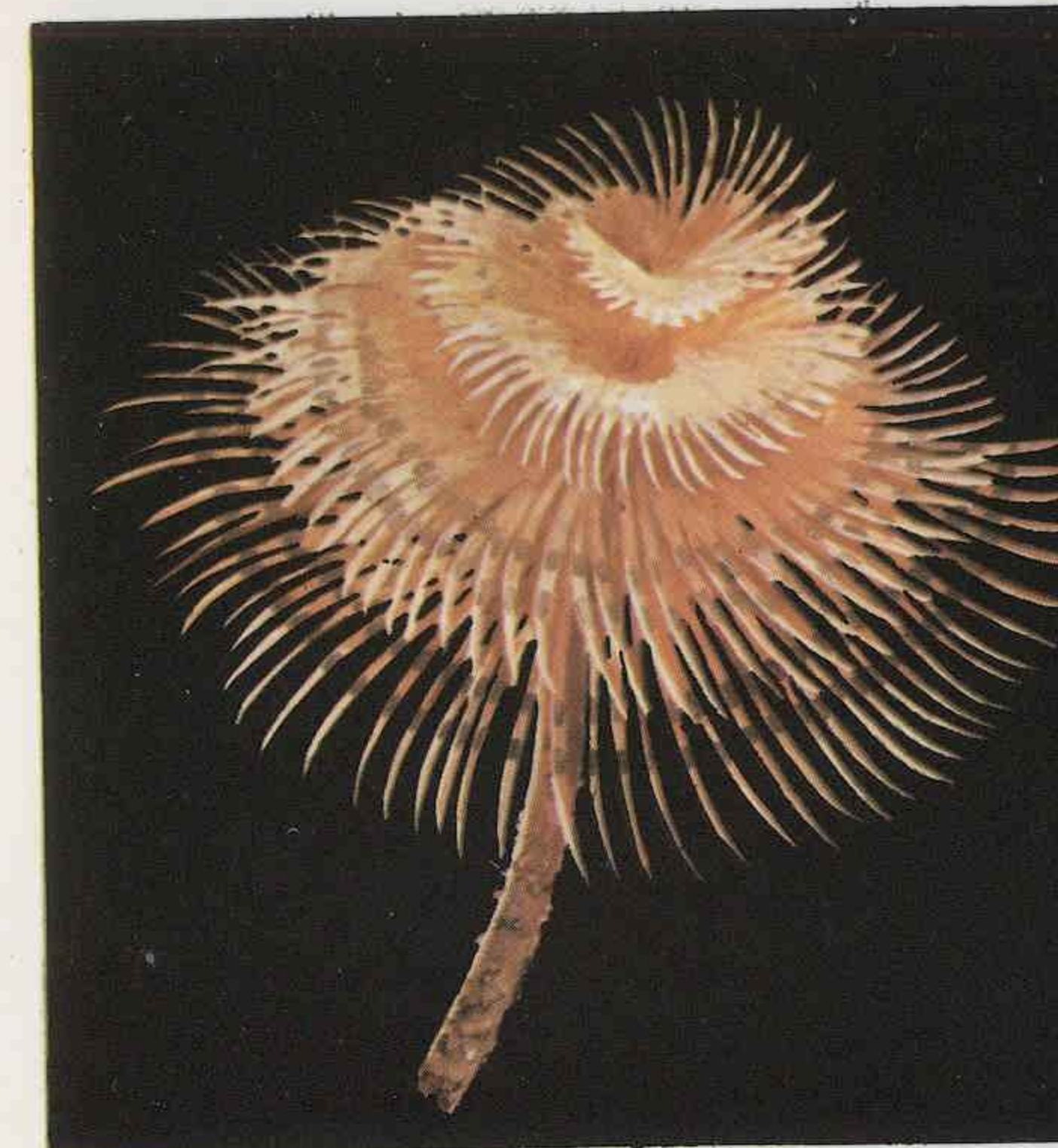


Fig. 1.- Penacho branquial cefálico de *Spirographis*.



Fig. 2.- *Aphrodite acuelata* vive en fondos de arena y fango.



Fig. 3.- *Nereis* es un representante típico de los Poliquetos. Vive entre las algas y rocas.

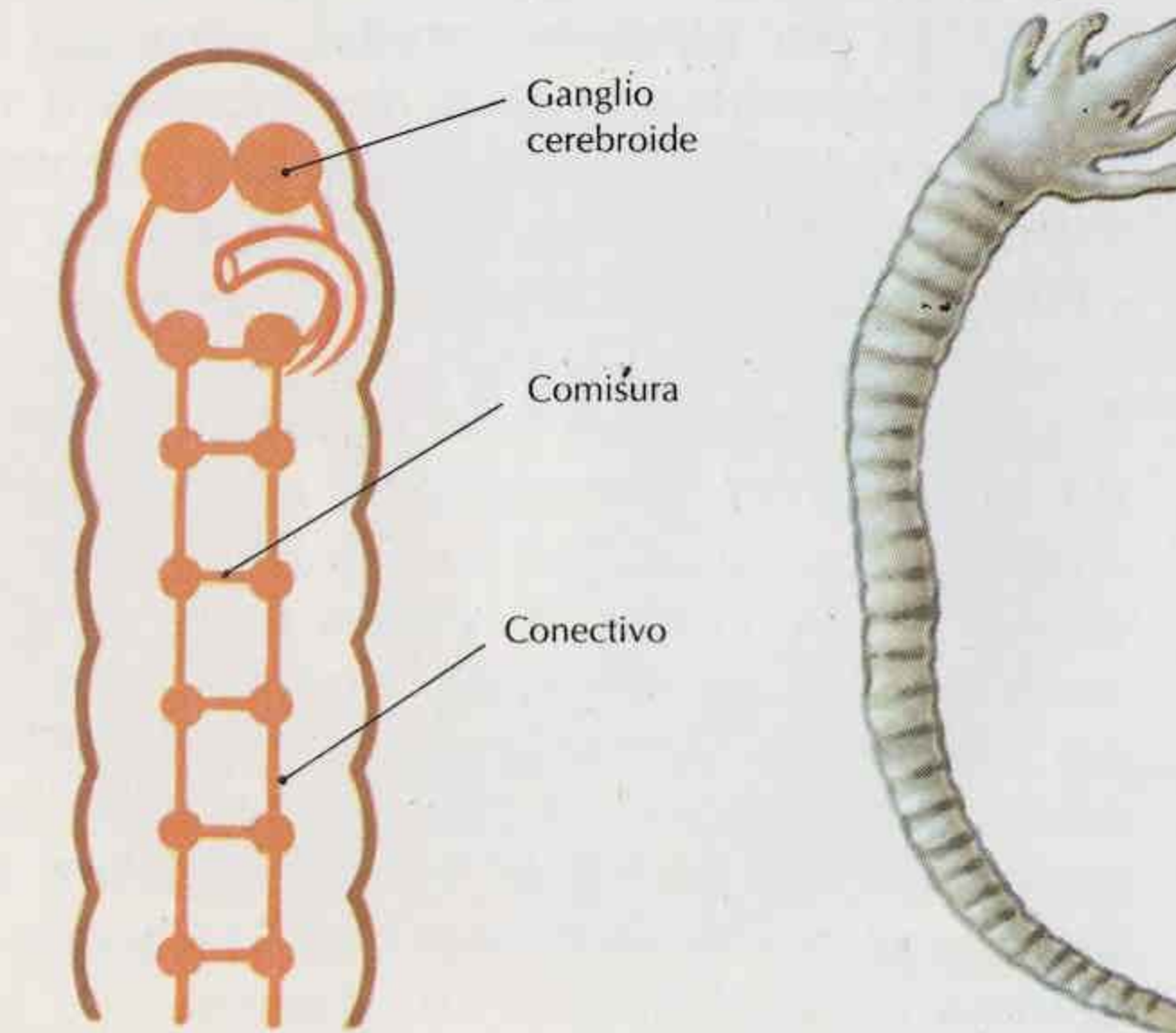


Fig. 4.- Sistema nervioso de los Anélidos.



Fig. 5.- *Cephalobaena*, un Linguatúlido.

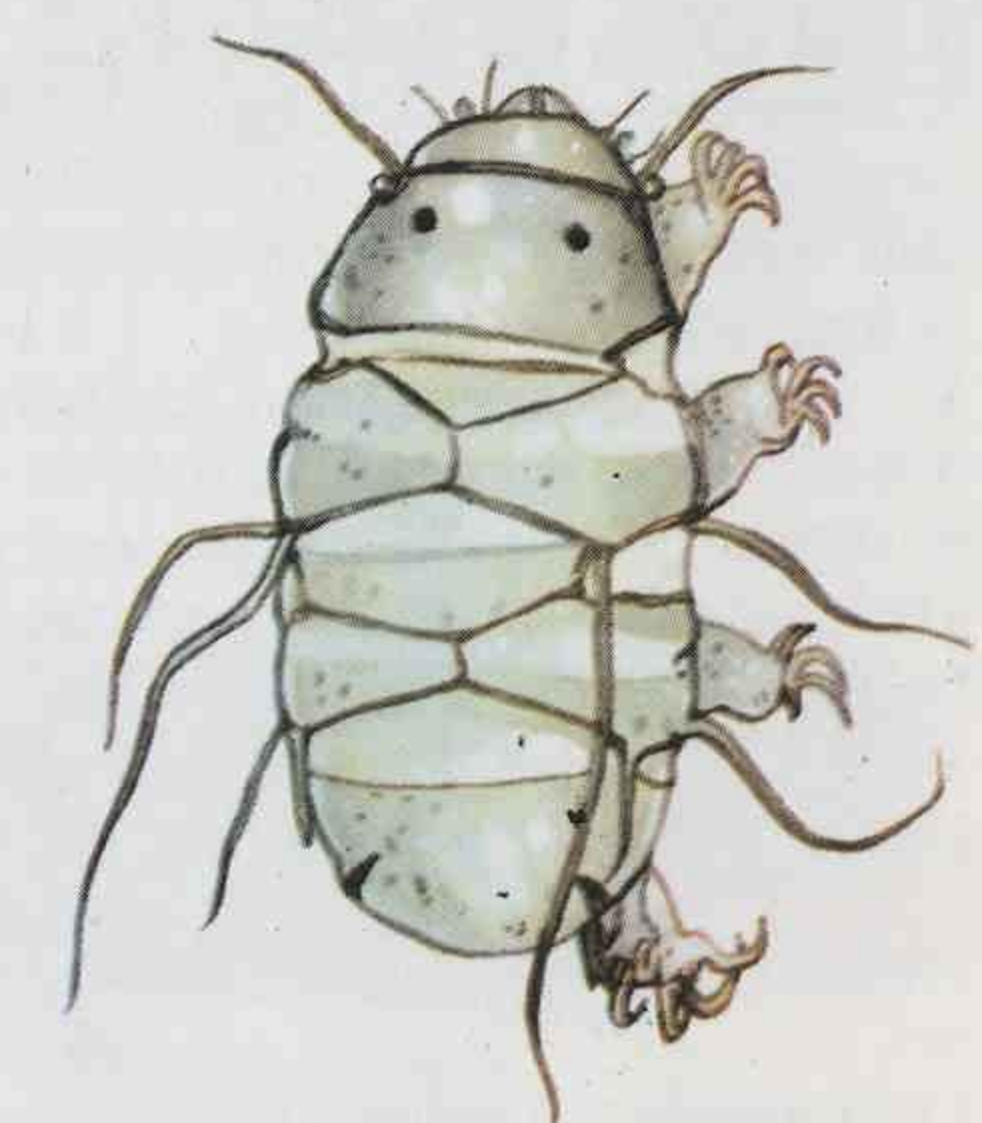


Fig. 6.- *Echiniscus* mostrando las características de los Tardígrados.

Sistema nervioso. — Recuerda el de los Poliquetos, aunque el cerebro es mucho más simple.

Reproducción.—Hay acoplamiento, poniéndose los individuos en sentido inverso. El desarrollo es directo, sin la presencia de larva. También existe la reproducción asexual en los Oligoquetos acuáticos. Cuando su cuerpo alcanza un número determinado de segmentos, se divide en cierto número de partes.

En relación con este fenómeno está la regeneración, que hace posible que si una lombriz de tierra es partida en dos trozos, cada uno de ellos regenere una nueva lombriz.

Etología. — Las lombrices de tierra se alimentan de materia orgánica en descomposición, que absorben junto con la tierra. Muestran preferencia por ciertos alimentos, poseyendo órganos del gusto.

Cavan galerías subterráneas, de las que no salen más que por la noche, pues son *foto-fobos*. Si el suelo está mojado hacen la galería hundiéndose en él, pero si está seco, lo reblandecen con secreción y tragan a continuación la tierra.

Sistemática.— Se distinguen tres Órdenes: 1.º — *Plesioporos plesiotecas*, con los poros masculinos situados en el segmento que sigue al segmento testicular y con los receptáculos seminales (*espermatecas*), ausentes o situados en la región de los segmentos genitales.

Entre ellos está *Tubifex tubifex*, que forma masas rojas en los fondos de los ríos, y *Branchiura sowerbyi*, que vive en el limo de los pantanos.

2.º — *Plesioporos prosotecas*, con los poros masculinos situados en el mismo segmento que los testículos o en el mismo segmento que el último par de testículos.

A ellos pertenece *Enchytraeus*, de la importante Familia de los Enchitreidos, cuyas formas terrestres tienen mucha importancia en la formación del humus.

3.º — *Opistoporos*, con los poros masculinos situados, en general, más de un segmento detrás del último par de testículos. A este Orden pertenece la importante Familia de los Lumbrícidos, con los Géneros *Octolasion* y *Allolobophora*, y que tanto contribuyen a la aireación y fertilidad de los suelos.

HIRUDÍNEOS

Comprende a Anélidos sin parapodos ni quetas y con cuerpo formado por 33 segmentos, más el prostomio. La extremidad anterior se modifica en una ventosa bucal y la extremi-

dad posterior se transforma en otra ventosa, discoidal, con el ano en posición dorsal: son las sanguijuelas. Son hermafroditas y carecen de larva libre.

Son organismos clitelados, aunque reducidos y limitados a la vecindad de los segmentos genitales.

Pared del cuerpo. — La epidermis tiene numerosas células mucosas, con musculatura muy desarrollada, habiendo fibras circulares, longitudinales y oblicuas. El *mesénquima* o *celénquima* rellena los espacios celomáticos, quedando, de éstos, tan sólo unos conductos o lagunas (fig. 5).

El celénquima está formado por tejido *botrioidal*, de función parecida a la de las células *cloragógenas* en los Oligoquetos y que constituyen un riñón de acumulación.

Aparato digestivo. — Unos Hirudíneos tienen trompa y no mandíbulas (Rincobdelos), mientras que los que carecen de trompa (Arrincobdelos) poseen, bien mandíbulas (Gnatobdelos), bien una fuerte faringe (Farin-gobdelos). La sanguijuela medicinal, *Hirudo medicinalis*, tiene tres mandíbulas en la cavidad bucal, y sus glándulas salivales contienen un fermento llamado *hirudina*, que hace incoagulable la sangre.

El estómago o *proventrículo* consta de un cierto número de ciegos, donde se almacena la sangre que chupa, a veces hasta durante dos años.

La digestión se realiza en el intestino medio, que es corto y cilíndrico, teniendo un repliegue helicoidal parecido al tiflosolio de los Oligoquetos. El intestino terminal o recto es corto.

Aparato circulatorio y respiración.— Consta de un vaso hemático dorsal y otro ventral. Además, hay dos lagunas o vasos laterales formados por tejido botrioidal, pero son de origen celomático, y otras dos lagunas o vasos celomáticos, uno dorsal y otro ventral. Estos dos últimos vasos encierran los dos hemáticos correspondientes y el sistema nervioso ventral.

Los vasos sanguíneos comunican con las lagunas celomáticas y capilares del tejido botrioidal, resultando que hay mezcla del líquido hemático (contenido en los vasos sanguíneos dorsal y ventral) y del líquido celomático (contenido en los senos y capilares botrioidales). Esto es un caso único, pero que en cambio se repite en los Vertebrados, en los que el sistema linfático comunica con el celoma y con el sistema circulatorio.

En general, la sangre de los Rincobdelos está desprovista de pigmento respiratorio, pero la de otros grupos contiene hemoglobina.



Fig. 1.- *Octolasion complanatum*, o lombriz de tierra.

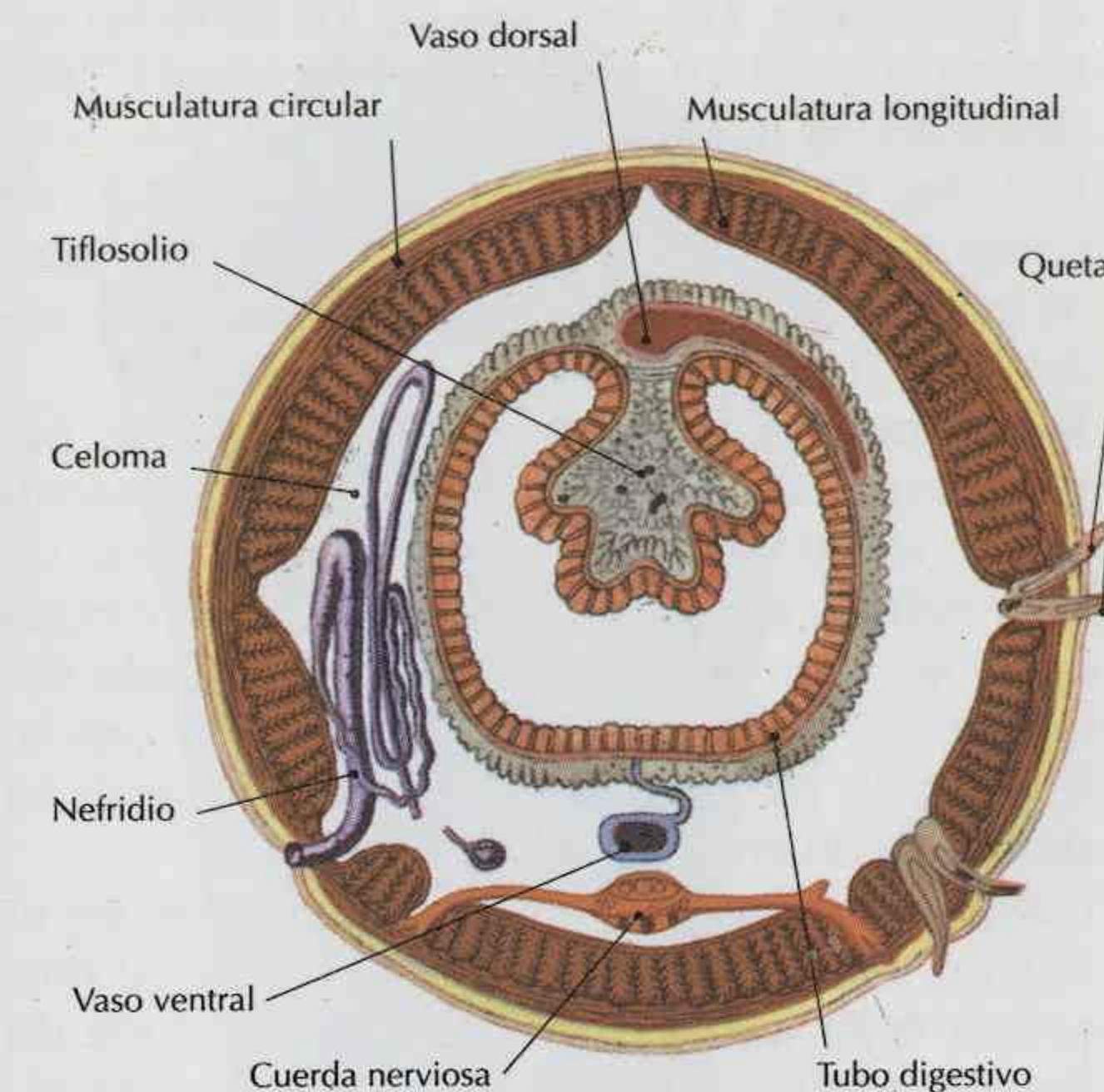


Fig. 2.- Corte transversal de un Oligoqueto.

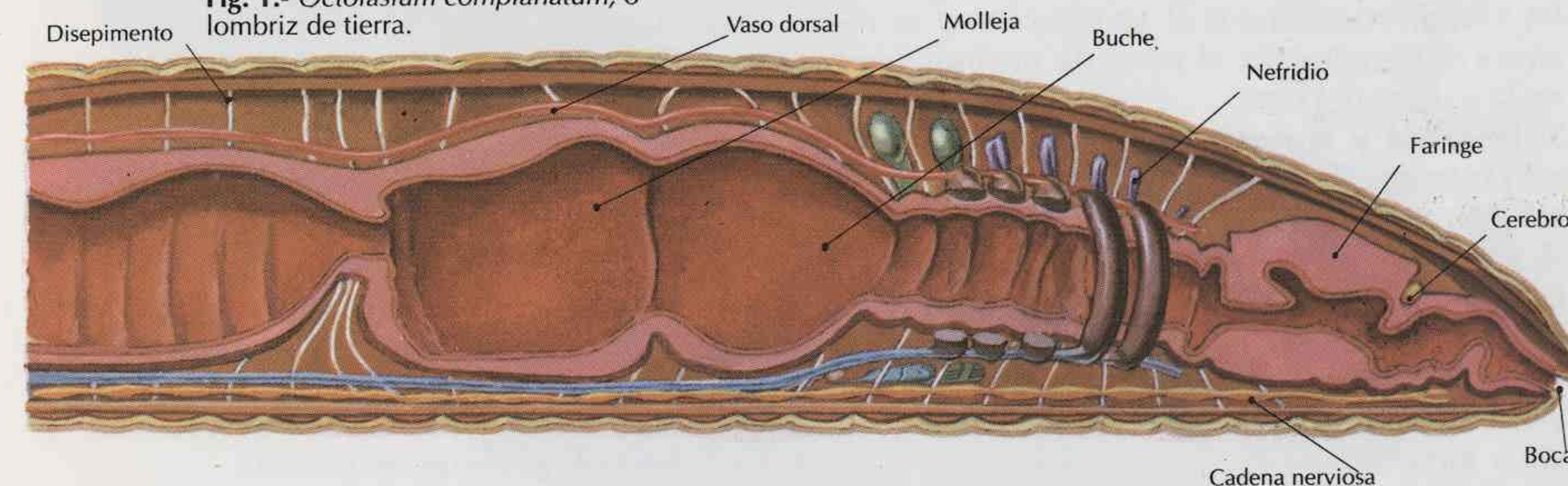


Fig. 3.- Corte sagital de *Lumbricus terrestris*.

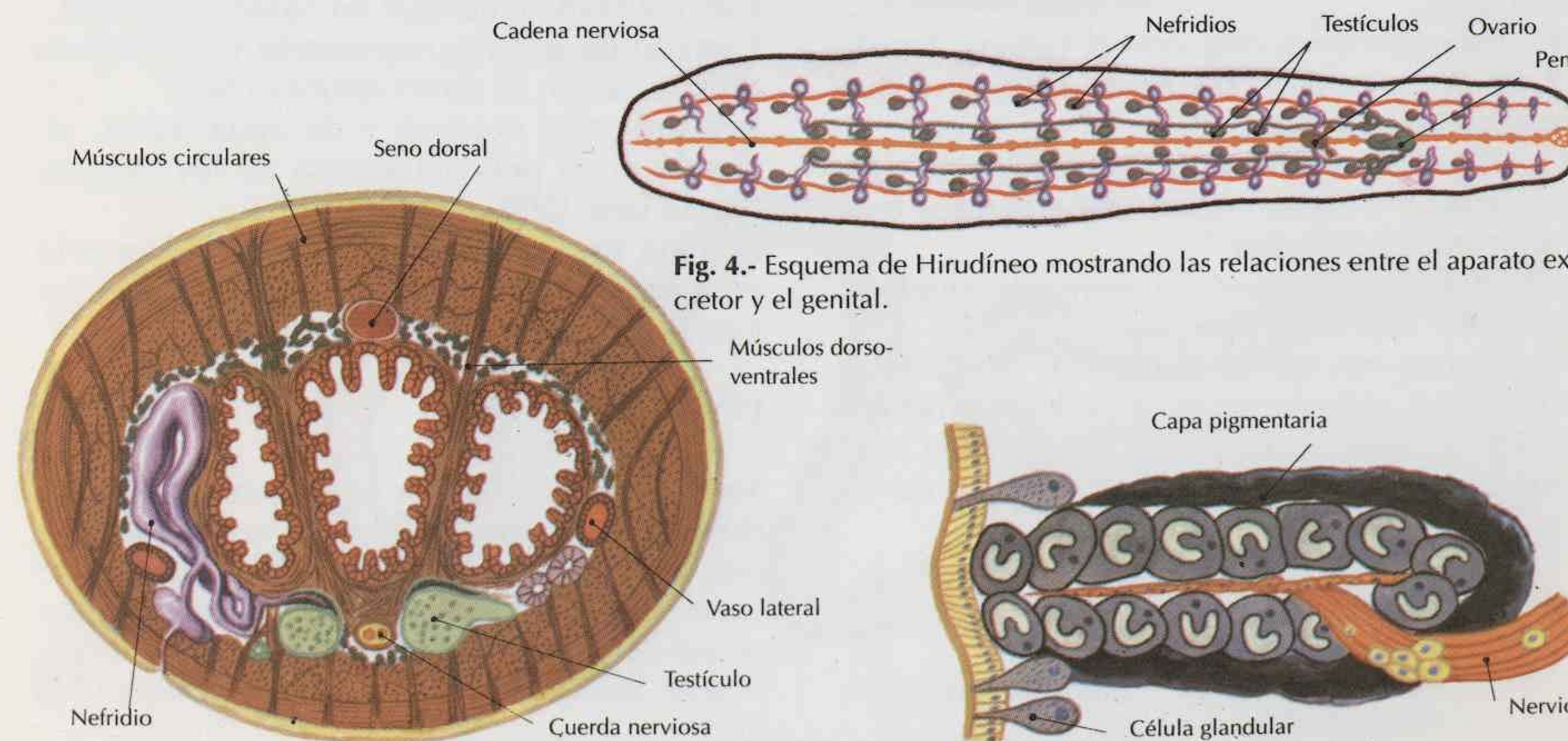


Fig. 4.- Esquema de Hirudíneo mostrando las relaciones entre el aparato excretor y el genital.

Fig. 5.- Corte transversal de Hirudíneo. A cross-section diagram of a leech, showing the dorsal and ventral blood vessels and the nervous system.

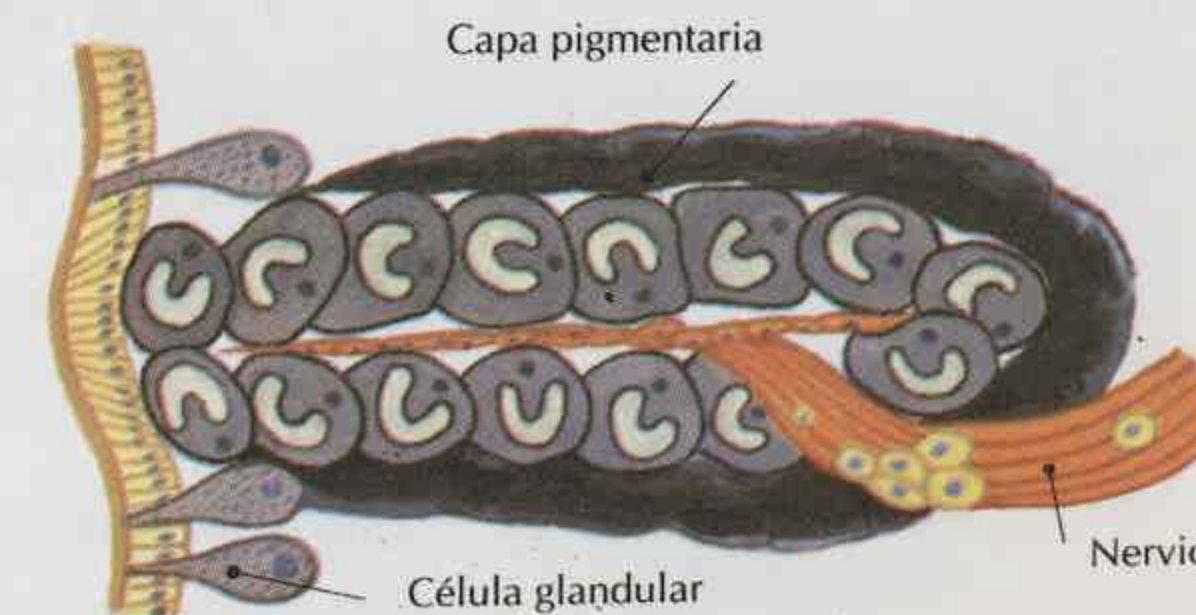


Fig. 6.- Ojo de Hirudíneo.

Anélidos

Sistemas nervioso y excretor.— El cerebro está muy reducido y la cadena nerviosa central es ganglionar. Los órganos de los sentidos están representados por papilas sensitivas, modificadas en la cabeza en forma de ojos (lám. D/3, fig. 6). Hay un número determinado de pares de nefridios, caracterizados por no existir comunicación entre el nefrostoma y el nefroducto (lám. D/3, fig. 4).

Reproducción.— Los testículos son varios pares, pero sólo hay un par de ovarios, contenidos en senos celomáticos. Difieren del resto de los Anélidos en que los testículos se continúan con los vasos deferentes, uno a cada lado del cuerpo, y, uniéndose en un conducto único, forman un pene. Los dos oviductos también desembocan en una vagina (figs. 1 y 2).

Los espermatozoides suelen depositarse en el cuerpo, encerrados en espermatóforos; su presencia irrita la epidermis, la cual produce un líquido enzimático que digiere el espermatóforo y perfora los tejidos, penetrando los espermatozoides en el ovario.

En *Hirudo medicinalis* el acoplamiento es recíproco, penetrando el pene de un individuo en la vagina del otro.

Sistemática y etología.— Se consideran cuatro Órdenes:

1.º *Acanthobdelimorfos*, con el único Género *Acanthobdella*, parásito de peces salmónidos. Es una forma primitiva, con cavidades celómicas periviscerales.

2.º *Rincobdelimorfos*, con trompa evaginable, y acuáticos. *Pontobdella* vive parásita en rayas y torpedos.

3.º *Gnatobdelimorfos*, con formas acuáticas y terrestres. *Hirudo medicinalis* ataca a peces y batracios.

4.º *Faringobdelimorfos*, con el Género *Erbobdella*, frecuente en las aguas dulces, y que ataca a los moluscos.

Los Hirudíneos utilizan las ventosas para desplazarse, y algunos nadan con graciosos movimientos ondulantes.

Algunos se alimentan de animales muertos, otros son depredadores.

Las formas más conocidas son las chupadoras de sangre, que perforan la piel sin producir dolor, pudiendo sorber una cantidad de sangre, igual, en peso, a varias veces el de su cuerpo.

EQUIUROIDEOS

Constituyen un Filum de indudables relaciones con los Anélidos.

Tienen cavidad celomática bien desarrollada; el cuerpo, dividido en dos regiones: la trompa, extensible pero no invaginable, que repre-

senta el lóbulo cefálico, y el tronco, de gran volumen. En su desarrollo tienen larva trocócara y viven en la arena o en las hendiduras de las rocas.

Echiurus, de 10 a 30 cm.; cuerpo con metamerización poco acentuada. El sistema nervioso es simple, sin cerebro diferenciado y con cadena nerviosa reducida a un cordón. (Véase lámina H/1, figura 3).

El sistema circulatorio es cerrado, con un vaso dorsal y otro ventral. Tiene dos pares de metanefridios. Las glándulas genitales son pares y los gametos son liberados en el celoma y expulsados por los nefridios.

Hay dos sacos rectales en relación con el recto, con pequeños nefridios.

Bonellia viridis es interesante por su dimorfismo sexual. La hembra vive entre las rocas y mide de 7 a 8 cm, poseyendo una trompa que, al extenderse, puede alcanzar más de 1 m, con un surco ciliado que lleva a la boca las partículas alimenticias. Los machos miden de 1 a 2 mm, están recubiertos de cilios y carecen de tubo digestivo, viviendo sobre la hembra y alimentándose de sus secreciones. Las larvas son sexualmente indiferentes. Las que se fijan sobre la hembra se transforman en machos.

TARDÍGRADOS

Son celomados con metamerización poco aparente, de afinidades zoológicas muy discutidas, aunque cada día se hacen más evidentes sus relaciones con los Poliquetos. Son indudablemente formas *neoténicas*.

Tienen cuatro pares de patas cortas terminadas por ganchos. La epidermis segrega una cutícula blanda, aunque no parece quitinosa. Carecen de aparato respiratorio y circulatorio diferenciados. Su musculatura es lisa.

Son animales marinos y de agua dulce, viviendo en la película acuosa de los musgos. (Véase lám. D/2)

Sistema nervioso metamerizado. Su tamaño no pasa de 1 mm, y como Género representativo está *Echiniscus* (lám. D/2, fig. 6).

LINGUATÚLIDOS

Son formas parásitas de los órganos respiratorios de Vertebrados aéreos, de los cuales chupan la sangre. A través de la Familia de los Cefalobénidos se ven las afinidades de este grupo con los Tardígrados, aunque muy modificados por el parasitismo. (Véase lámina D/2, fig. 5.)

Los sexos están separados. *Linguatula* vive en estado adulto en las fosas nasales de los carnívoros.

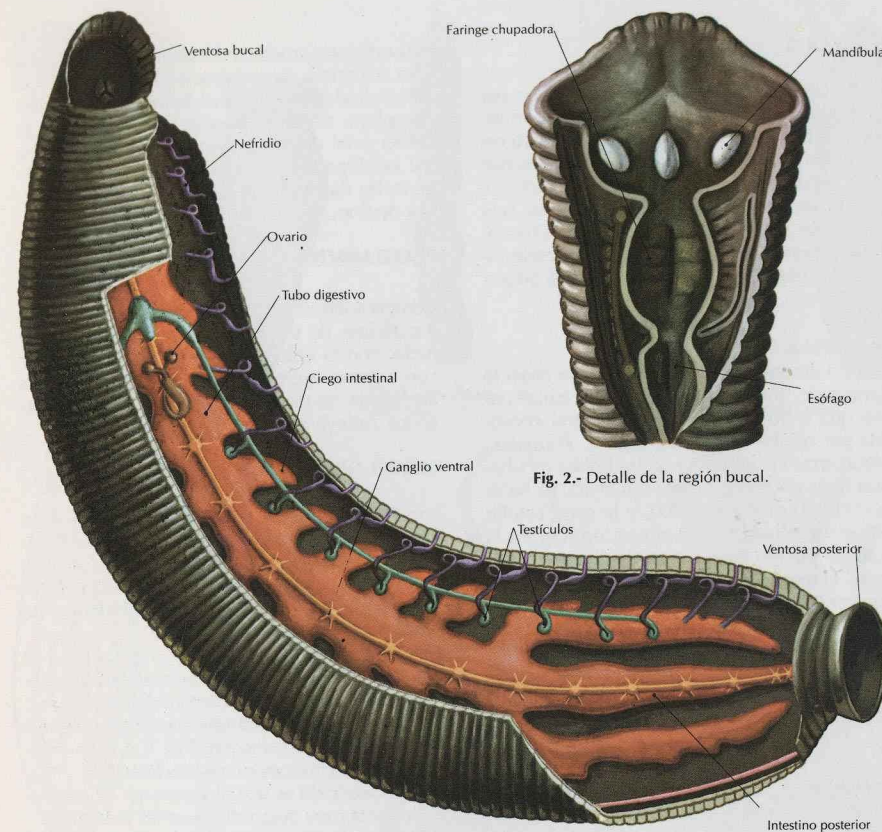


Fig. 1.- *Hirudo medicinalis* vista por su cara ventral.

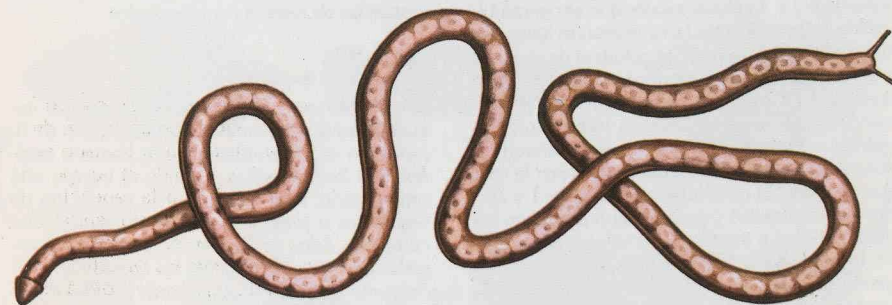


Fig. 3.- *Polygordius neapolitanus*, un Arquiánélido.

MESOZOOS

Son Metazoos de talla pequeña, formados por dos capas celulares, que viven parásitos en organismos marinos. En un principio, dada su organización aparentemente simple, se creyó que eran formas primitivas que enlazaban Protozoos con Metazoos. En la actualidad se ve que son formas simplificadas por el parasitismo, probablemente relacionadas con los Platelmin-tos. Se les divide en dos Clases: *Ortonéctidos* y *Diciémidos*.

Ortonéctidos

Son de talla pequeña, con cuerpo de aspecto segmentado, formado de una capa celular parietal que envuelve a una masa central constituida por células germinales (fig. 3). *Rhopalura ophiocomae* vive parásita en las bolsas incubadoras de la ofiura *Amphiura squamata*. La hembra mide 50 micras por 200, y la capa celular cortical es ciliada, habiendo un orificio en la mitad del cuerpo para la entrada de espermatozoides. El macho mide 20 micras por 100. Una vez adulto, el Ortonéctido abandona el huésped y se desplaza en línea recta por el mar, de aquí el nombre de la Clase. La fecundación tiene efecto inmediatamente después de la salida del parásito.

Los dos sexos pueden parasitar al mismo individuo.

Diciémidos

Su cuerpo no está segmentado, y pasan gran parte de su ciclo en el riñón de los Cefalópodos. Están en enormes cantidades en la orina de pulpos y sepias. Aún no se conoce su ciclo. El estado inicial es una larva ciliada en cuyo interior hay 2 ó 3 células axiales que encierran las células gérmenes. Esta larva infesta un joven cefalópodo y, aumentando el volumen de sus propias células, se transforma en un *nematógeno fundador*. En éste, las células gérmenes producen por segmentación nuevos individuos, llamados *nematógenos primarios*, que difieren de sus padres por la célula axial única y por la menor abundancia de células ciliadas (figs. 1 y 2). Los neumatógenos primarios se reproducen en gran cantidad a través de sus células gérmenes. En la madurez sexual del huésped, las células gérmenes producen individuos particulares, llamados *rombógenos*, en cuya célula axial las células gérmenes producen por división unos organismos de estructura simple, los *infusorígenos*, que permanecen en la célula axial. Estos

infusorígenos producen óvulos en su superficie y en su centro, espermatozoides. Después de la autofecundación, el huevo forma un organismo complejo, el *infusoriforme*, que abandona la célula axial del rombógeno, emigra a la orina del cefalópodo y pasa al mar nadando con su penacho flagelado, desconociéndose su posterior destino.

PLATELMINTOS

Comprenden un conjunto de organismos libres y parásitos, de simetría bilateral y cuerpo aplanado, con el celoma relleno de parénquima y con sistema excretor representado por células flamígeras. Se distinguen las Clases sistemáticas de los *Turbelarios*, *Cestodos* y *Trematodos*.

TURBELARIOS

Son Platelmin-tos de talla pequeña, algunos de ellos, microscópicos. Tienen el cuerpo recubierto de cilios. Nadan por medio de movimientos ondulantes. Son marinos, dulceacuñcos o terrestres, siendo carnívoros que se alimentan de presas vivas.

El aparato digestivo carece de ano. La boca es anterior y ventral. En las planarias hay una faringe evaginable para la captura de presas.

El aparato excretor está formado por protonefridios con células flamígeras (figs. 4 y 5), en relación con dos troncos excretores laterales.

La reproducción es sexual y asexual. La regeneración está muy desarrollada en las planarias.

Son hermafroditas protándricos. Tienen un par de testículos. Poseen un par de ovarios, el *germario*, y en relación con ellos, las glándulas vitelógenas, o *vitelario*, encargadas de producir sustancias de reserva para los óvulos.

CESTODOS

Son Platelmin-tos endoparásitos, de cuerpo frecuentemente segmentado, con un órgano de fijación en su extremidad anterior llamado *escólex*. Son hermafroditas. Cuando el cuerpo está segmentado, ello obedece a la repetición de segmentos o *proglotis* con aparato reproductor completo. Estos segmentos se desprenden cargados de huevos, formando los *cucurbitinos*. El conjunto de proglotis (figs. 6 y 7) forma el *estrobilo*.

El sistema excretor lo constituyen protonefridios en relación con cuatro conductos excretores longitudinales.

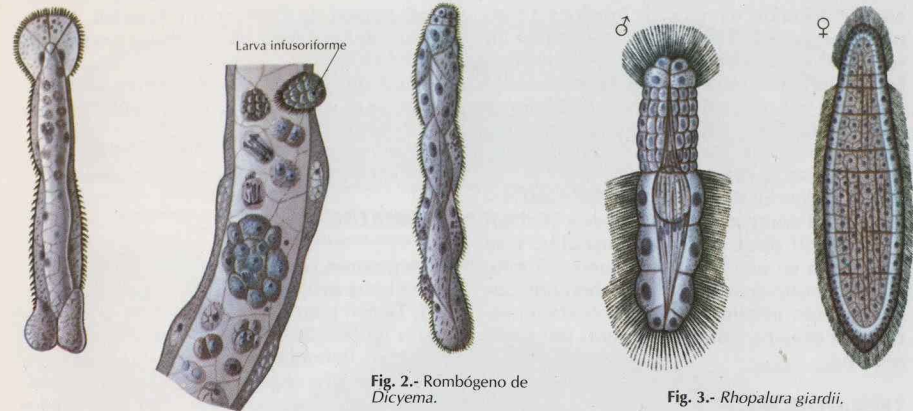


Fig. 1.- Rombógeno de *Pseudocyema*, con una porción a la derecha.

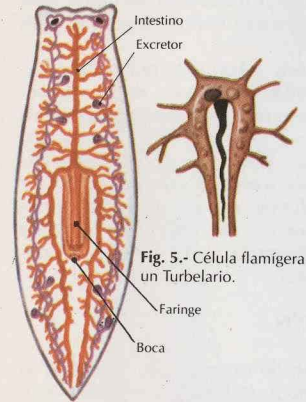


Fig. 4.- Aparato digestivo y excretor de *Planaria*.

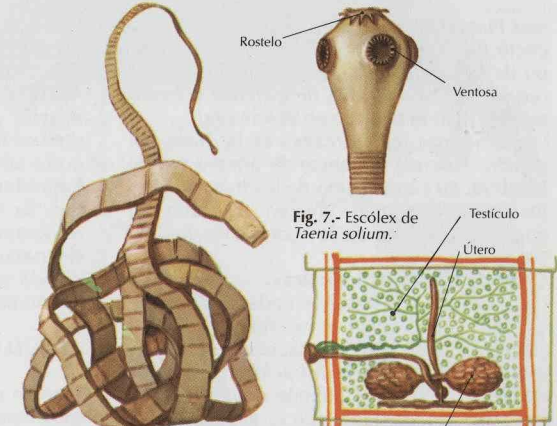


Fig. 6.- *Taenia solium*.

Fig. 8.- Proglotis de *Taenia solium*.

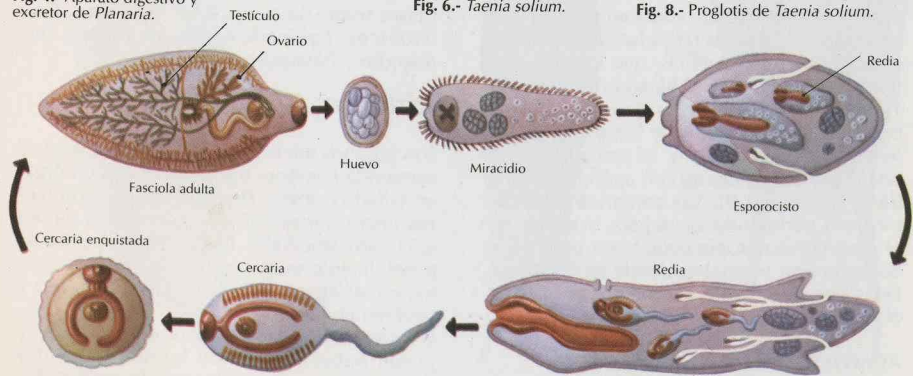


Fig. 9.- Ciclo evolutivo de *Fasciola hepatica*.

Ciclo evolutivo de «Taenia solium». — Los Cestodos son hermafroditas protándricos y no hay autofecundación en cada proglotis. La tenia se tuerce sobre sí misma y el pene de un segmento se introduce en la vagina de otro. Los cucurbitinos salen con las heces y, al ser ingeridos por un cerdo, producen embriones provistos de tres pares de ganchos, adjetivados por ello de hexacantos, y denominados también *oncosferas* (lám. E/1, fig. 8).

Este embrión atraviesa las paredes intestinales y va al corazón por el torrente circulatorio. De allí pasa al tejido muscular, y se transforma en una vesícula de unos 15 mm, llamada *cisticerco*. Al comer el hombre carne de cerdo insuficientemente cocida, el escólex se evagina y produce la tenia por proliferación.

TREMATODOS

Son Platelmitos parásitos, parecidos en aspecto y estructura a los Turbelarios. El cuerpo de los adultos no es ciliado. Tiene órganos adhesivos en forma de ganchos y ventosas que fijan el parásito en el huésped.

La forma más representativa es la duela del hígado, *Fasciola hepatica*, de unos 3 cm de longitud. Su ciclo es uno de los más complejos del reino animal. Vive en el hígado del cordero, arrollada en los conductos hepáticos.

Ciclo de «Fasciola hepatica». — En el acoplamiento parece haber fecundación recíproca. Los huevos salen al exterior con los excrementos, y surge, al contacto del agua, una larva ciliada, llamada *miracidio*. Esta larva nada y penetra en el pulmón de un molusco gasterópodo de agua dulce, generalmente *Limnaea truncatula*. Aquí se transforma en *esporocisto*, donde se producen asexualmente, a partir de células reproductoras, unos organismos llamados *redias*, que salen del esporocisto e invaden el hígado del molusco. Tienen también células reproductoras que originan nuevas redias, o bien aparece un tercer tipo de organismo, la *cercaria*, que es una duela en miniatura, con apéndice caudal (lám. E/1, figura 9). Las cercarias salen del molusco perforando sus tejidos y nadan por el agua con su propia cola, hasta ponerse en contacto con vegetales, donde se enquistan. Estos vegetales son comidos por el cordero; el hombre también puede ser parasitado.

ACANTOCÉFALOS

Llamados también Equinorrincos, son gusanos endoparásitos, carentes de tubo digestivo,

vo, con una trompa invaginable. Durante su estado larvario están enquistados en la cavidad general de Crustáceos e Insectos. En estado adulto, viven en el tubo digestivo de Vertebrados.

Es notable *Macracanthorhynchus hirudinaeus*, que vive parásito en el cerdo. (Véase lám. E/3, fig. 6.)

Constituyen un tipo de organización probablemente relacionado con los Platelmitos.

NEMERTINOS

Son gusanos en su mayor parte marinos, con el celoma ocupado por tejido parenquimatoso. Tienen tubo digestivo con ano, una trompa o *proboscis* evaginable, contenida en una cavidad llamada *rincocele*, situada dorsalmente al tubo digestivo. Las glándulas genitales están metamerizadas. Son depredadores.

El cuerpo lo tienen recubierto de cilios, y el intestino medio posee cortos ciegos laterales (figs. 1 y 2).

Aparato excretor. — Formado por células flámígeras agrupadas en número de 3 a 4, desembocando los conductos excretores en dos poros laterales.

Reproducción. — Los sexos se hallan separados. La mayoría son ovíparos, pudiendo ser el desarrollo directo o bien con metamorfosis, pasando por una larva *pilidium*, gástrula ciliada que diferencia en su interior un pequeño nemertino.

ASQUELMINTOS

Forman un tipo de organización con grupos muy heterogéneos, todos ellos con una cavidad general blastocélica. Se dividen en las Clases sistemáticas siguientes: *Rotíferos*, *Gasterotricos*, *Equinoderos*, *Priapuloides*, *Nematodos* y *Nematomorfos*.

ROTÍFEROS

Son gusanos microscópicos acuáticos, con su extremidad anterior transformada en un órgano ciliado o *troca*. Tienen la faringe con piezas internas masticadoras. Sus tejidos son en gran parte sincitiales. El dimorfismo sexual es generalmente muy acentuado. Viven lo mismo en las aguas dulces que en las salobres y también en los musgos.

El cuerpo está protegido por una cutícula, y puede haber placas que formen alrededor del tronco una coraza llamada *loriga* (fig. 3). Los Rotíferos carecen de aparatos circulatorio y respiratorio.

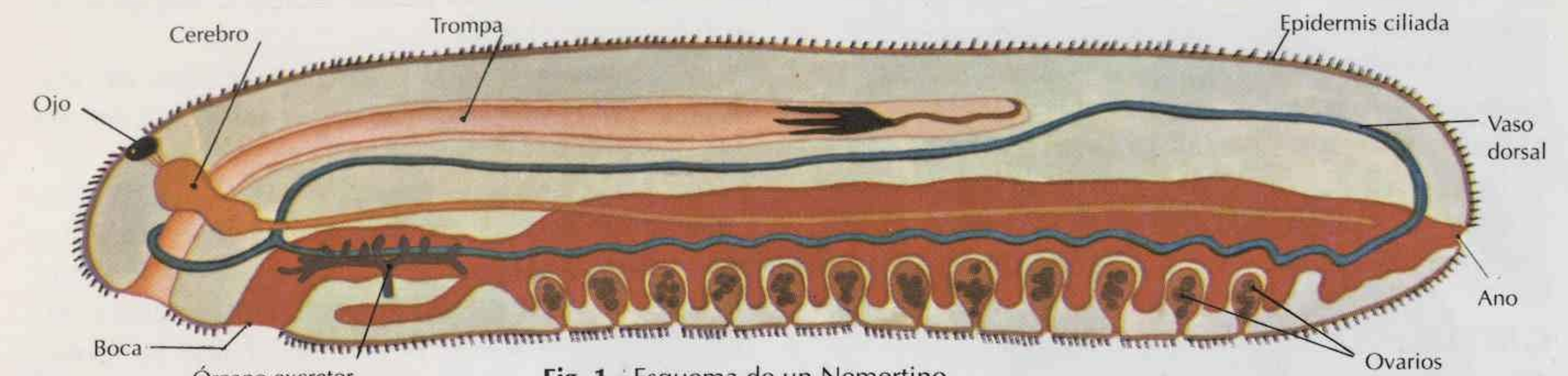


Fig. 1.- Esquema de un Nemertino.

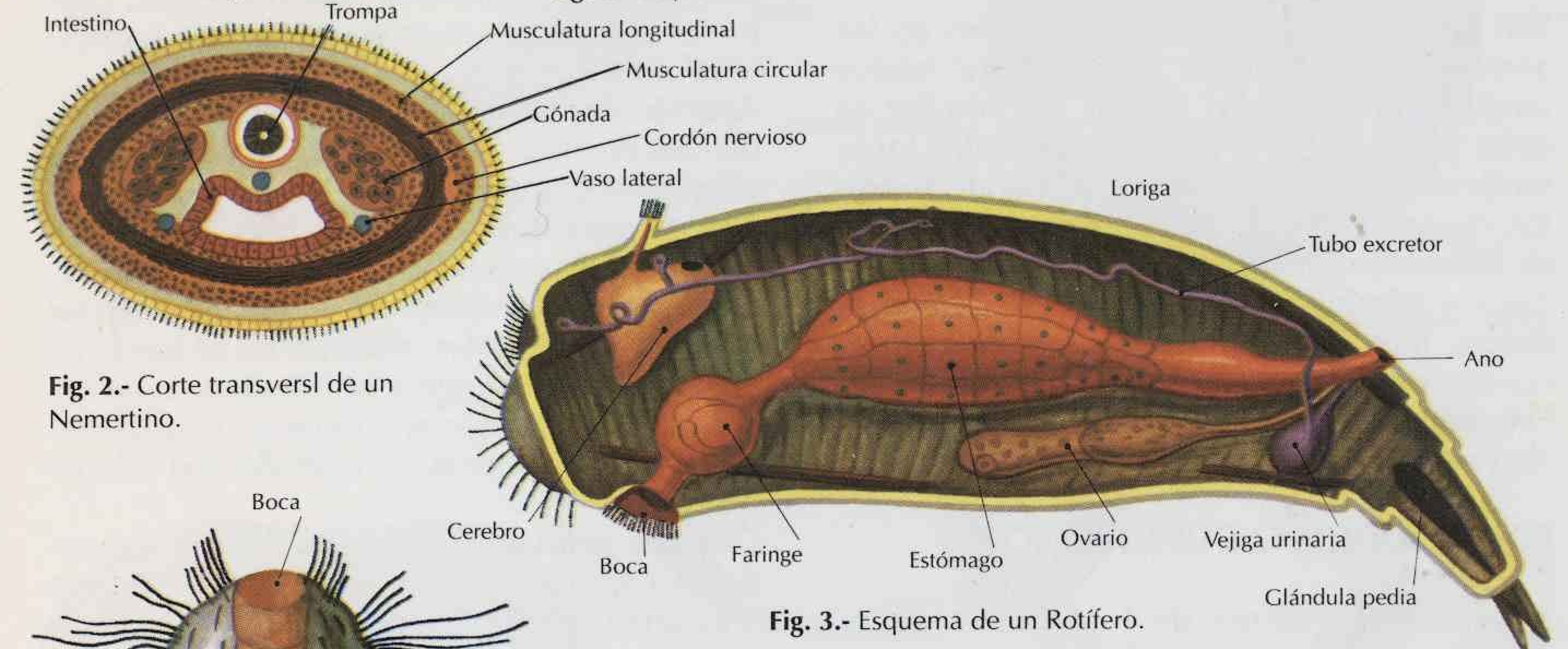


Fig. 2.- Corte transversal de un Nemertino.

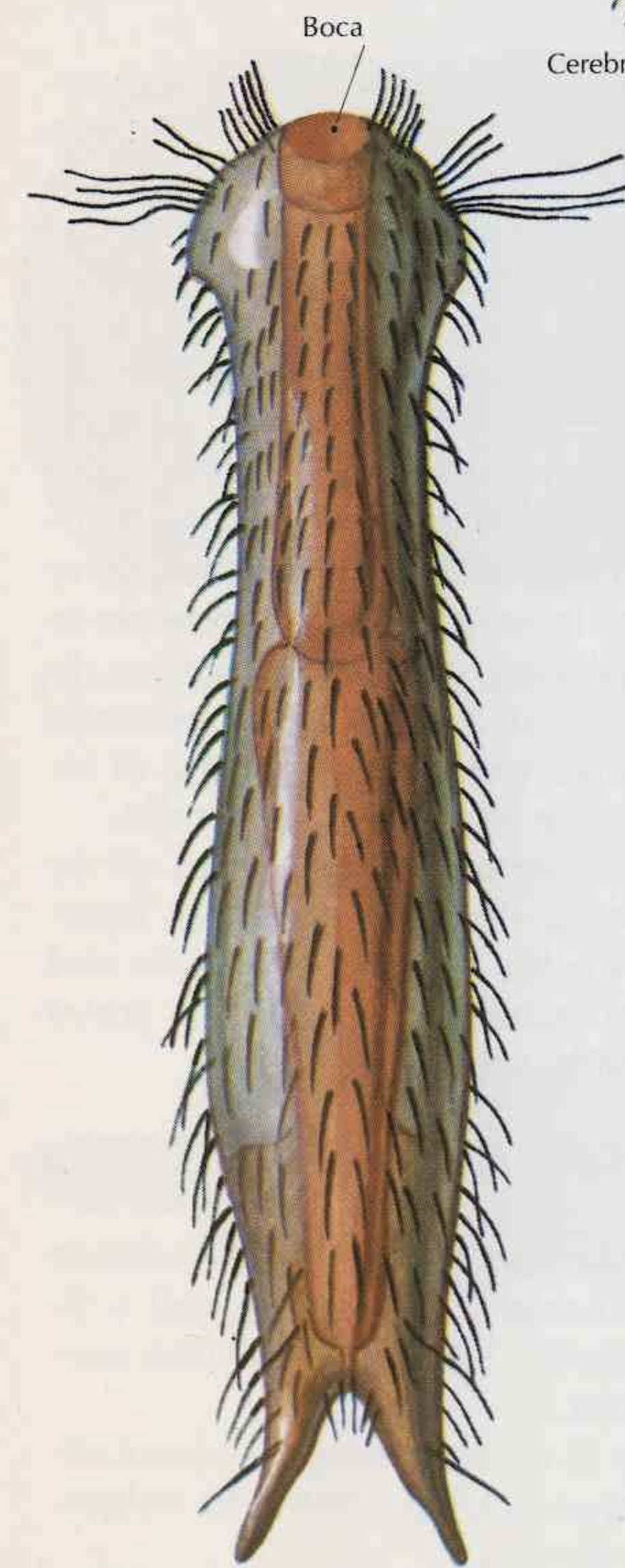


Fig. 4.- *Chaetonotus maximus*.

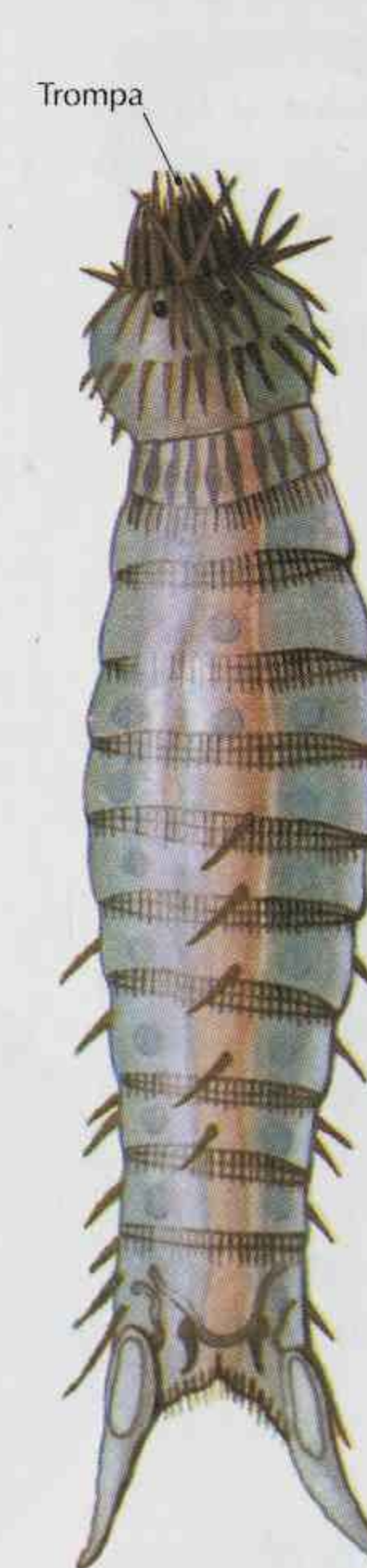


Fig. 5.- *Echinoderes*.

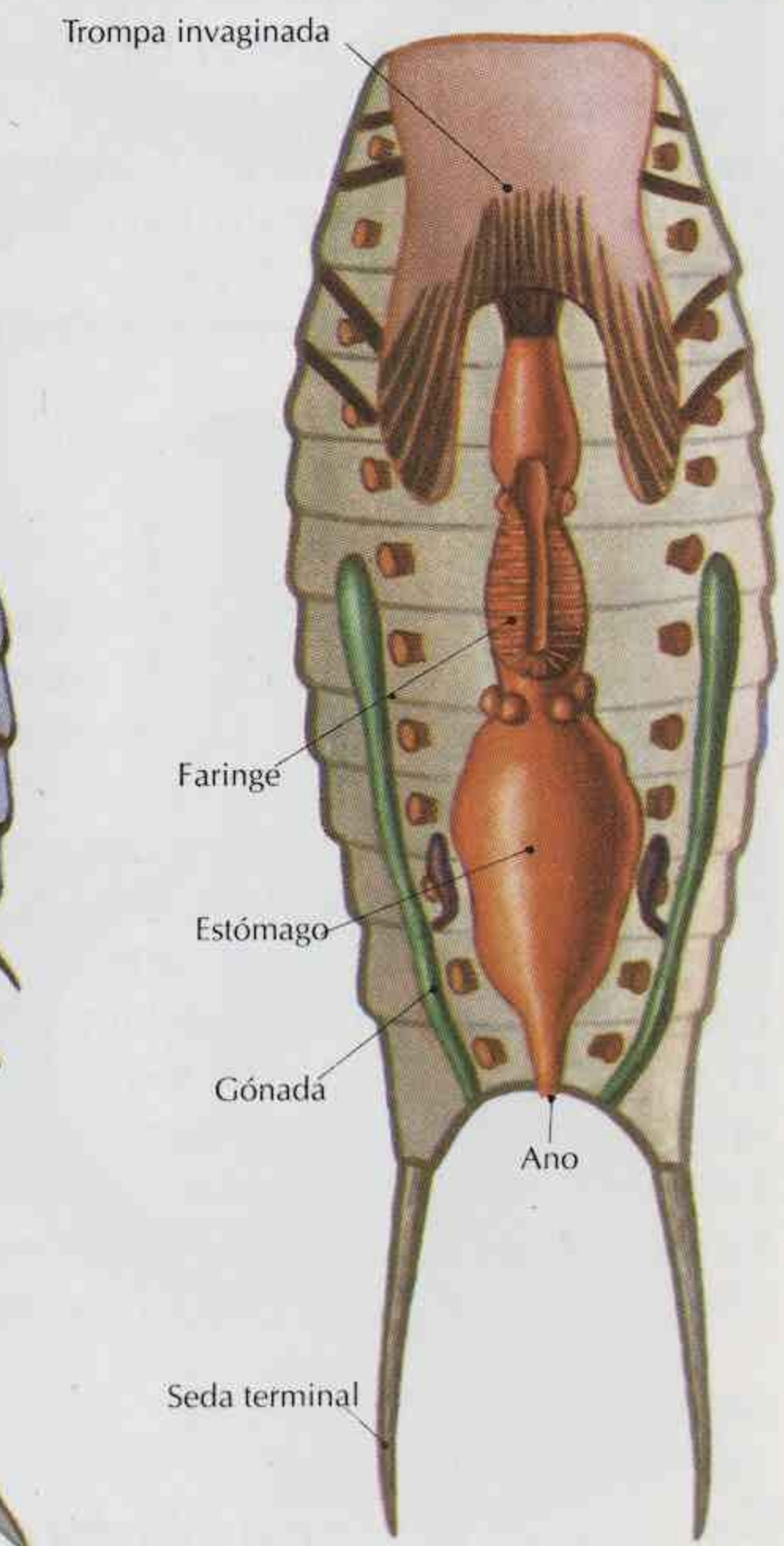


Fig. 6.- Organización de *Echinoderes*.

El sistema excretor está representado por un par de tubos protonefrídicos, con células flamíferas anteriores.

En los Rotíferos, el macho está degenerado, careciendo de tubo digestivo y loriga, y teniendo sólo una corona ciliada. Sólo el testículo alcanza gran desarrollo, ocupando la mayor parte de la cavidad del cuerpo. *Brachionus* es frecuente en las aguas dulces.

GASTEROTRICOS

Son gusanos microscópicos que viven en las arenas litorales marinas o bien en los fondos fangosos de las aguas dulces. Su nombre se debe a la presencia de cilios vibrátiles locomotores en su cara ventral. El aparato excretor, cuando presente, está formado por un par de protonefrídios con células flamíferas. *Chaetonotus* (lámina E/2, fig. 4) vive en las aguas dulces, junto con infusorios y rotíferos. No se conocen machos, y las hembras serían partenogénicas. La epidermis es sincitial. *Macrodasys* es marino y hermafrodita.

EQUINODEROS O QUINORRINCOS

Son gusanos marinos de 1 milímetro como máximo. Viven sobre las algas o en el fango. El cuerpo está recubierto de placas con espinas. Exteriormente están segmentados y la región cefálica es retráctil. Carecen de aparato circulatorio y el aparato excretor es protonefrídico (lám. E/2, figs. 5 y 6). Están relacionados con los Gasterotricos y con los Nematodos.

PRIAPULOIDEOS

Son organismos marinos, vermiformes, que viven en la arena y el fango. El cuerpo está dividido en dos regiones: la anterior es retráctil, con la boca abriéndose en su extremo, y el tronco está estriado transversalmente. En la extremidad posterior del tronco hay dos apéndices ramificados, que forman un penacho caudal respiratorio. (Véase lám. H/1, fig. 2.) El sistema nervioso está en contacto con la epidermis, y carecen de aparato circulatorio. Los sexos están separados, y en su desarrollo hay una larva con una trompa provista de ganchos. *Priapulid* es un género representativo.

NEMATODOS

Son gusanos de cuerpo cilíndrico o filiforme, protegido por una espesa cutícula. El número de células es constante para cada órgano y las células musculares son de tipo mioepitelial.

Tienen la particularidad de que ninguna célula de su organismo posee cilios o flagelos, ni aun las reproductoras.

Se observan en ellos todos los grados de endoparasitismo. Otros hacen vida libre en las aguas dulces, en el mar y en el suelo.

Pared del cuerpo.— El epitelio es a veces sincitial y se espesa en dos líneas laterales que contienen los tubos excretores. También hay dos líneas, una dorsal y otra ventral, que contienen los cordones nerviosos. Estos salientes longitudinales deslindan cuatro campos, ocupados por células musculares de tipo mioepitelial (figs. 1 y 2).

Aparato digestivo.— La boca es terminal, con dientes en muchas especies; el ano tiene posición ventral, subterminal.

Sistema excretor.— En las formas libres marinas, las más primitivas de entre los Nematodos, está representado por una o dos células glandulares ventrales, situadas en el punto de unión entre la faringe y el intestino. Estas células pueden alargarse a derecha e izquierda y producir el sistema excretor de tipo tubular o en H.

Órganos genitales.— Los sexos están separados. La glándula sexual femenina es par y la masculina, impar. La fecundación es interna. En algunas especies hay *hermafroditismo*, pudiéndose producir varias especies por autofecundación.

Especies representativas. — *Ascaris lumbricoides* tiene unos 20 cm de longitud y parasita el intestino grueso humano. Los huevos salen con las heces y el hombre se contamina absorbiéndolos. En el intestino sale la larva, que cruza las paredes intestinales y, a través de la vía sanguínea, penetra en los pulmones, de aquí va a los bronquios y a la tráquea, alcanza finalmente la faringe y el esófago, y pasa al intestino grueso, donde termina su desarrollo. *Trichinella spiralis* tiene dos huéspedes en su ciclo. Es un gusano, de 3,5 mm en las hembras y 1,5 mm en los machos, parásito del cerdo y del hombre, al que produce la grave enfermedad llamada *triquinosis*.

NEMATOMORFOS O GORDIÁCEOS

Son gusanos cilíndricos y filiformes, parásitos de Artrópodos durante su estado juvenil y libres en estado adulto. Tienen el intestino parcialmente atrofiado.

Gordius (figs. 3 y 5) es un género representativo. Vive en las aguas dulces; llamado vulgarmente «pelo de caballo».

Nectonema (fig. 4) es un gordiáceo marino, parásito de Crustáceos Decápodos. De adulto, lleva vida pelágica.

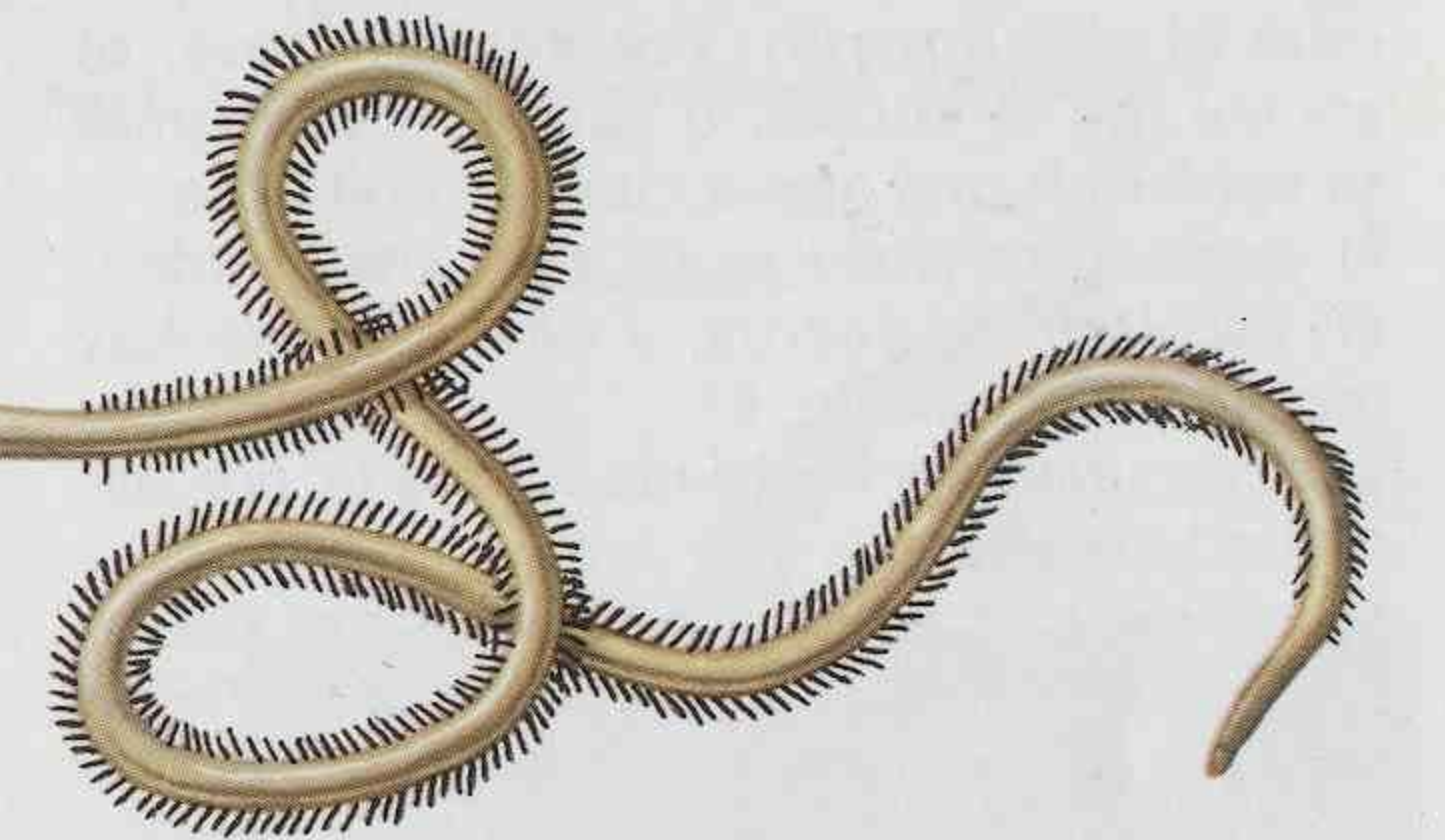
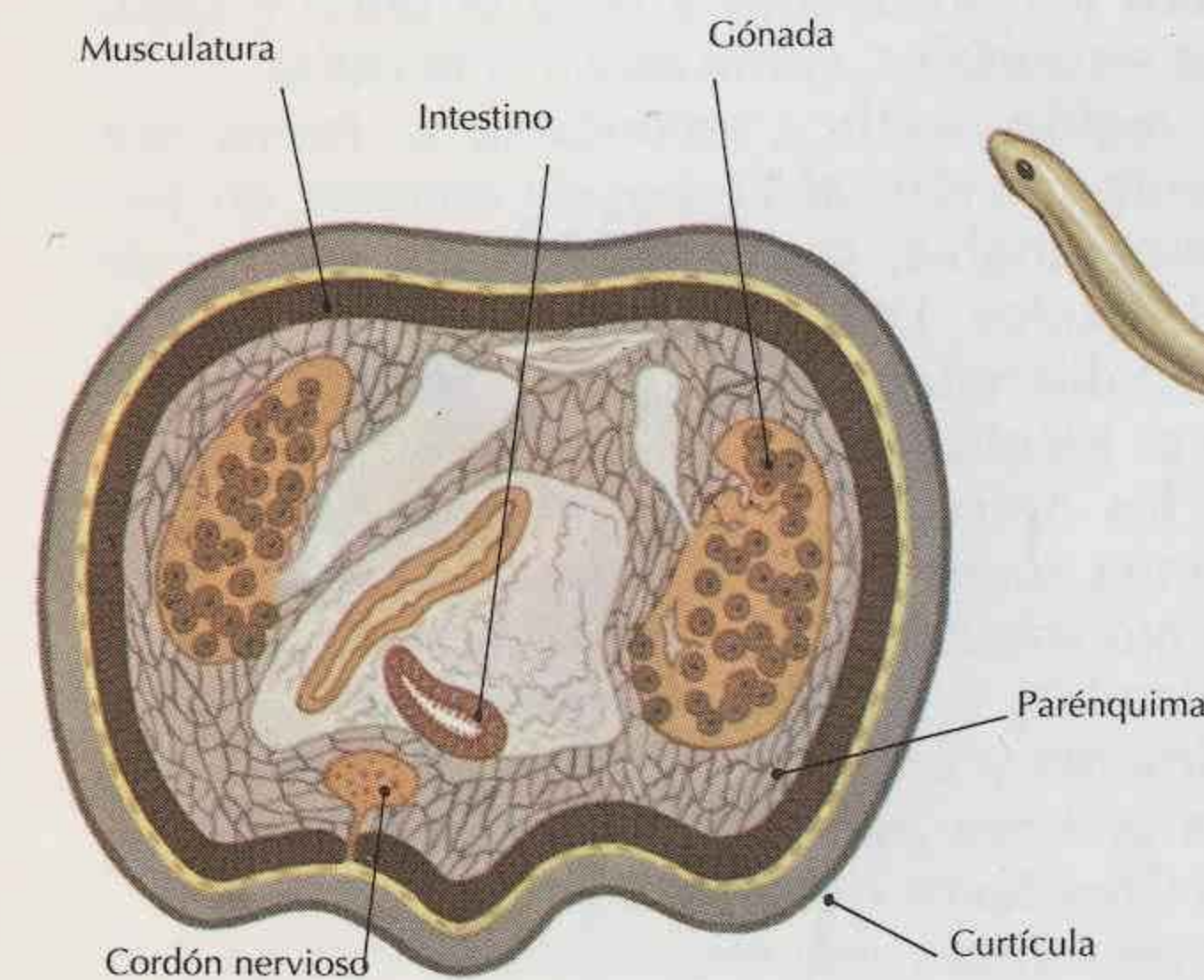
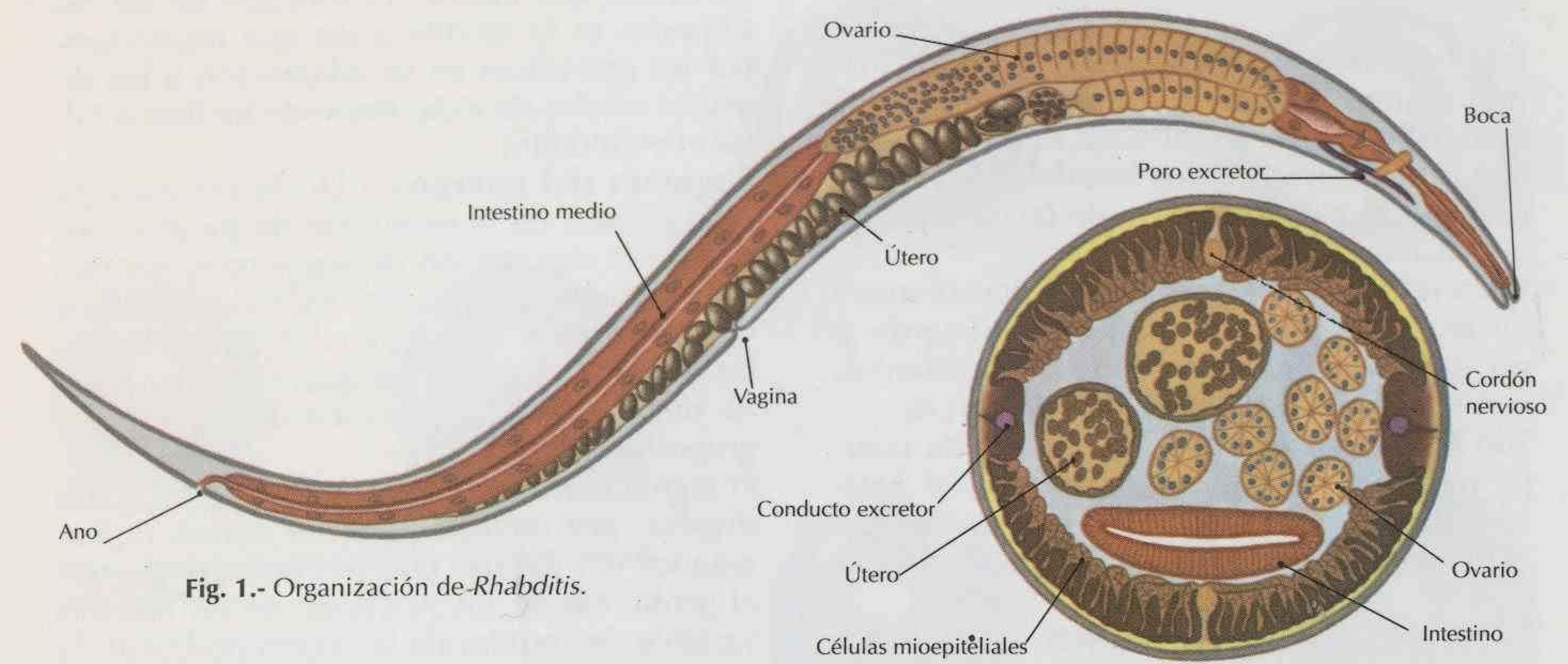


Fig. 3.- Corte transversal de *Gordius aquaticus*.

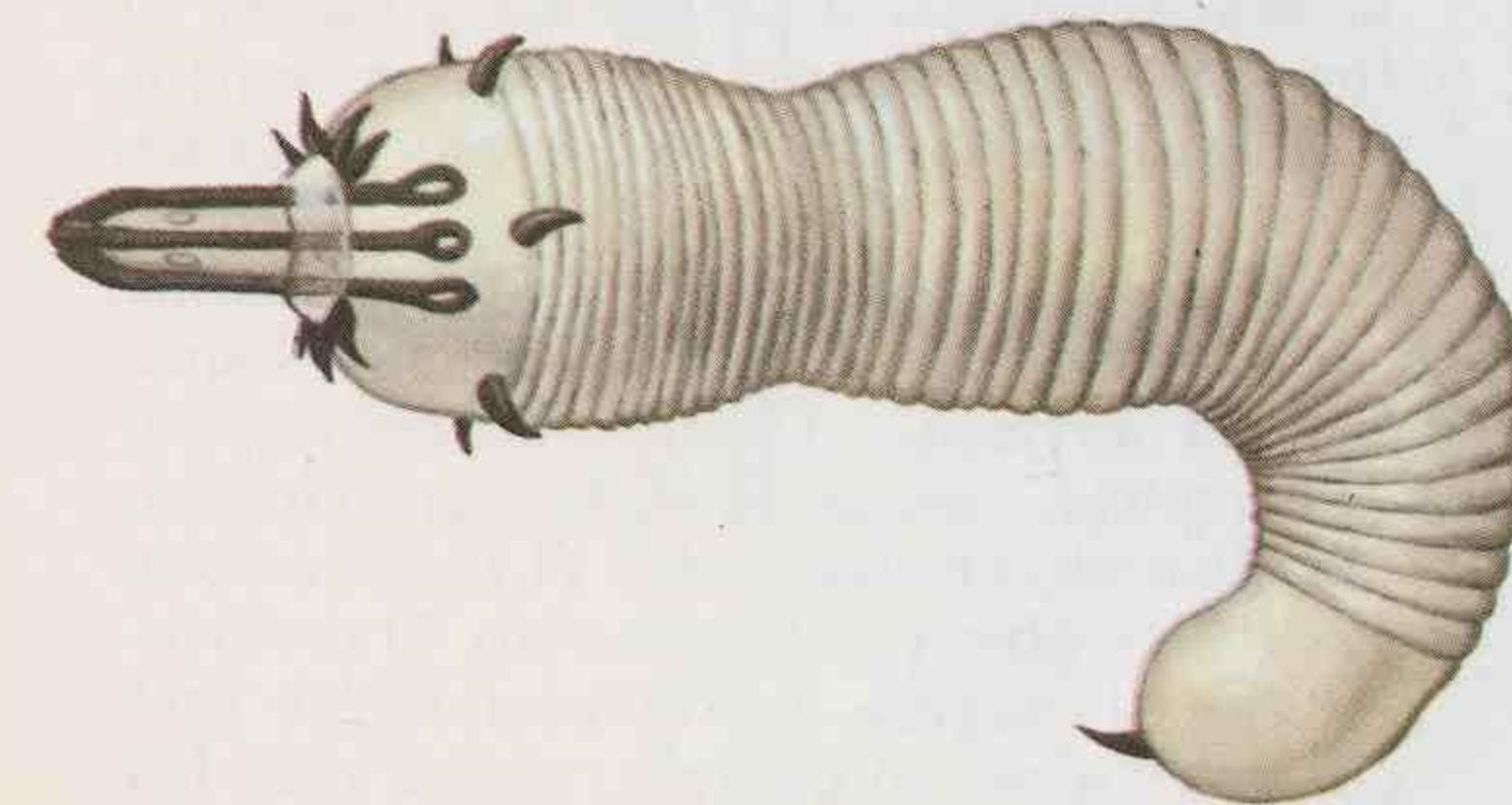


Fig. 5.- Larva de *Gordius aquaticus*.

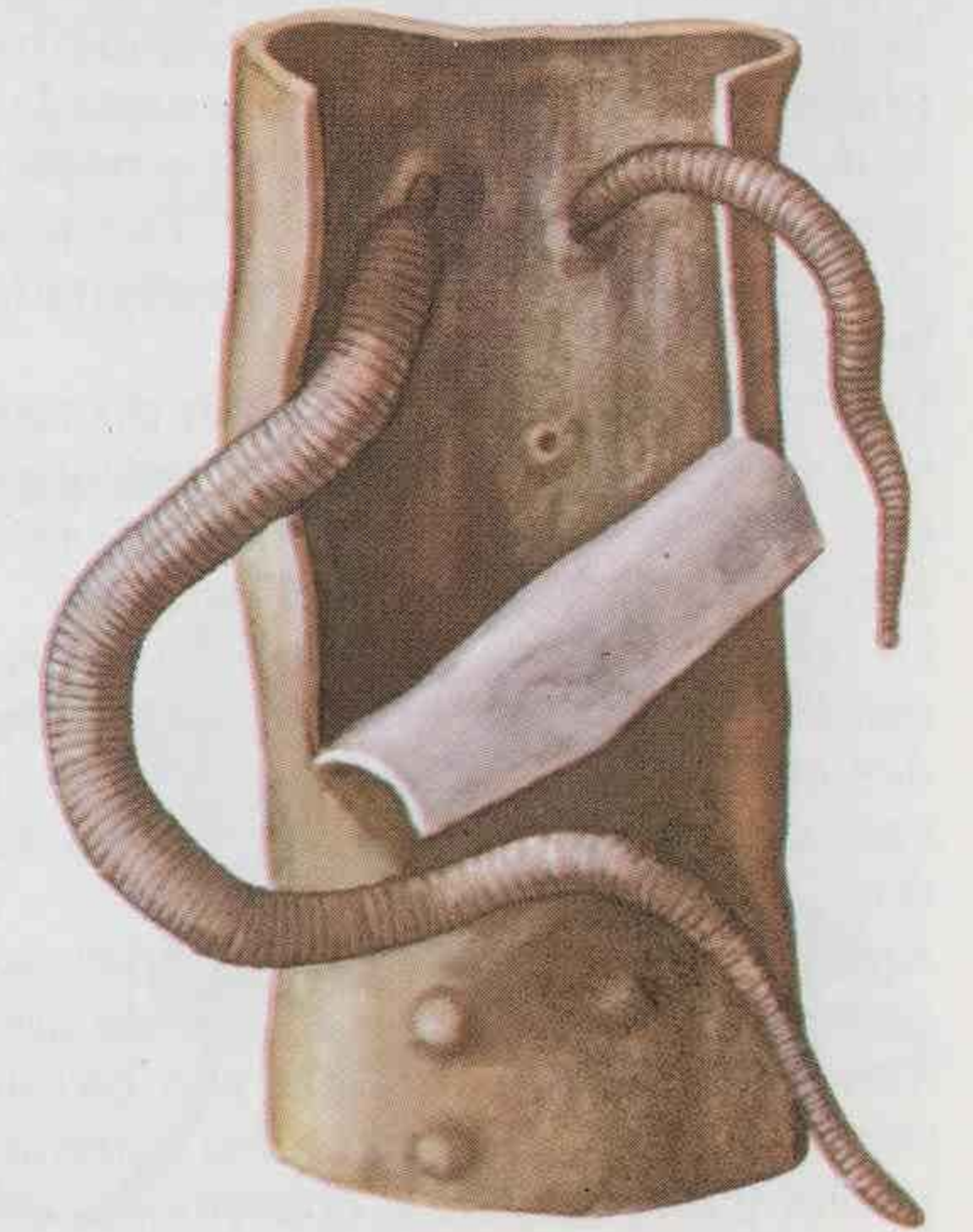


Fig. 6.- *Macracanthorhynchus hirudinaceus*.

GENERALIDADES

Este tipo de organización es uno de los más importantes del reino animal. Comprende aproximadamente el 80 % de toda la fauna y, con los Insectos, son los Invertebrados de organización más elevada y de facultades psíquicas más complejas.

Están relacionados con los Anélidos y forman un grupo de un éxito biológico extraordinario, que han invadido todos los ambientes, con numerosas variaciones morfológicas.

Son Metazoos de simetría bilateral, de cuerpo metamerizado y con segmentación *heterónoma*. El cuerpo está recubierto de una cutícula espesa, que forma un *exoesqueleto* rígido.

Los diversos segmentos están unidos por membranas articulares, que hacen posibles los movimientos (fig. 5).

La muda es un fenómeno periódico, que permite el crecimiento, desprendiéndose, el animal, de la coraza, o *exuvia*, y formando su epidermis una nueva cutícula quitinosa.

El sistema nervioso es de tipo anelidoideo, en escalera de cuerda, y casi siempre hay ojos compuestos (fig. 6).

La musculatura es estriada, formada por haces independientes.

El celoma está reducido a los órganos excretores y genitales, siendo la cavidad general del cuerpo *esquizocélica*. Los Artrópodos se caracterizan por la ausencia de cilios vibrátiles, excepto en los Onicóforos.

Tegumentos.— El cuerpo está recubierto por la cutícula, segregada por la epidermis o hipodermis. De fuera adentro, consta la cutícula de una *epicutícula* delgada e impermeable y una *endocutícula* gruesa, compuesta de quitina y proteína, a veces impregnada de sales calcáreas (fig. 4).

Las células epidérmicas están dispuestas en una sola capa y emiten finas prolongaciones que atraviesan la endocutícula y le dan un aspecto estriado longitudinalmente.

La hipodermis también produce pelos, sedas, espinas y escamas. Los pigmentos depositados en ella, o en sus inmediaciones, son los causantes de la coloración de los Artrópodos.

Apéndices.— Típicamente, cada segmento de los Artrópodos lleva un par de apéndices articulados. Los apéndices son birrameados primitivamente, con una rama externa o *exopodito* y otra interna o *endopodito*, originándose ambas en una región basal o *protopodito*. Los Trilobites muestran este tipo de apéndices, que son todos iguales. Precisamente

un hecho que marca la evolución de los Artrópodos es la modificación que experimentan los apéndices en su adaptación a los diversos modos de vida, llegando incluso a faltar el exopodito.

Regiones del cuerpo.— Un fenómeno, de gran interés, en la evolución de los Artrópodos, es la agrupación de segmentos, *somitas* o *metámeros*, en unidades morfológicamente determinadas y de funcionalidad precisa; estas unidades son los *tagmas*, y la *tagmatosis* ha determinado la aparición de los grandes grupos de Artrópodos.

El tagma cefálico se ha conseguido en grado diverso, por incorporación al *acron*, región anterior del cuerpo que se corresponde con el prostomio de los Anélidos, de un número variable de somitas de la región posbucal. El *acron* es una región no segmentada y constituye la región cefálica primaria. Es común a todos los Artrópodos y lleva el *labro* y órganos sensoriales, como ojos y *anténulas*.

La región cefálica secundaria se forma por incorporación, al *acron*, de somitas en número variable, según los diversos grupos de Artrópodos. Los Trilobites tienen la cabeza poco diferenciada, con cuatro pares de apéndices idénticos a los del cuerpo.

En los Antenados y Quelicerados, el primer somita incorporado a la cabeza es el segmento *tritocerebral*, con apéndices muy modificados, transformados en antenas en los primeros y en *quelíceros*, en los segundos. Las antenas pueden desaparecer, como en los Crustáceos Cirrípedos y en los Insectos.

Otros somitas incorporados a la cabeza son los que llevan apéndices transformados para la masticación, mandíbulas, *maxilulas* y *maxilas*.

El soma de los Artrópodos está formado por segmentos heterónomos, no parecidos, formando *tagmas*, a los cuales se dan nombres diversos en los distintos grupos. En los Crustáceos se diferencia en pereión y pleon; en los Insectos, en tórax y abdomen; en los Quelicerados, en *pro-omesosoma* y *opistosoma*.

El *telson* de los Artrópodos se corresponde con el pigidio de los Anélidos, y lleva el ano.

Sistema nervioso.— La estructura del cerebro es compleja, aunque es de tipo anelidoideo. Está dividido en tres partes, el *protocerebro*, el *deutocerebro* y el *tritocerebro*. El *protocerebro* es la región más importante, y está compuesto de un cuerpo central y de los cuerpos pedunculados, centros de asociación que son especialmente complejos en los insectos sociales.

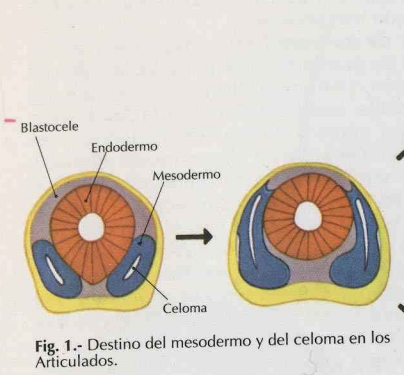


Fig. 1.- Destino del mesodermo y del celoma en los Articulados.

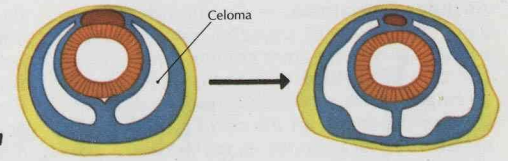


Fig. 2.- Desarrollo del celoma en los Anélidos.

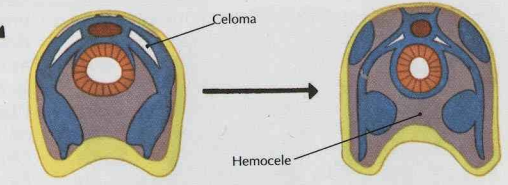


Fig. 3.- Formación del hemocele en los Artrópodos.

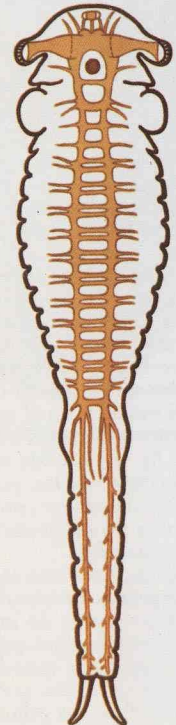


Fig. 5.- Sistema nervioso de *Chirocephalus*.

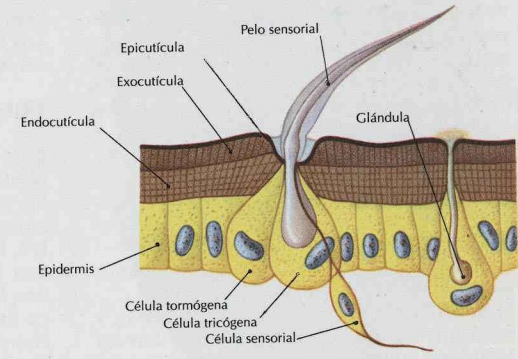


Fig. 4.- Tegumento de Insecto.



Fig. 6.- Articulación de las piezas quitinosas en los Artrópodos.

La cadena nerviosa ventral está compuesta de un par de ganglios por segmento.

Aparato circulatorio. — Comprende un órgano propulsor, el corazón, con diversos orificios u ostiolas, que comunican el corazón con la cavidad pericárdica. El aparato circulatorio no es cerrado, por cuanto las arterias desembocan en cavidades periviscerales llamadas *senos sanguíneos* o *lagunas*. La cavidad general del adulto está llena de sangre, es un *hemocele* (lám. F/1, figs. 1, 2 y 3). La sangre vuelve al corazón a través del seno pericárdico.

La sangre de algunos Crustáceos inferiores y de algunos Insectos lleva *hemoglobina* disuelta en el plasma pero generalmente contiene *hemocianina*. La sangre, no obstante, tiene más bien una función nutritiva que respiratoria.

Aparato excretor. — Está representado por nefridios modificados, localizados en segmentos determinados. Así en los Crustáceos están la glándula antenal y la maxilar. Son celomiductos que comunican el celoma con el exterior.

Reproducción y desarrollo. — En los Artrópodos se observa el *gonocorismo* y el hermafroditismo. Los sexos están separados en los Insectos, que tienen con frecuencia dimorfismo sexual. Sólo dos insectos son hermafroditas: un cóccido, *Icerya purchasi*, y un díptero termitófilo, *Termitoxenia*.

El hermafroditismo es muy frecuente en los Crustáceos, mientras que la inversión sexual parasitaria es frecuente en los Artrópodos.

La mayoría de los Artrópodos son ovíparos, siendo raras las formas vivíparas.

El huevo, de gran talla, es rico en *vitelo*, y su segmentación es superficial. Los huevos pequeños y pobres en vitelo tienen segmentación total, y son de tipo espiral en las formas primitivas.

El *mesodermo* se forma de modo parecido al de los Anélidos, apareciendo en todos los embriones cavidades celomáticas, menos en los Pícnogónidos. Las cavidades celomáticas metamerizadas desaparecen rápidamente, quedando sus restos como cavidades genitales y órganos excretorios. Es en el destino del celoma donde se establece una gran diferencia entre el desarrollo de los Artrópodos y el de los Anélidos. En aquéllos queda muy reducido, siendo la cavidad general del cuerpo *hemocélica* (F/1, figs. 1 a 3).

Cuando las reservas nutritivas son insuficientes, la eclosión se hace tempranamente, y el joven difiere del adulto, haciendo a veces una forma de vida diferente; es una lar-

va, que pasará al estado adulto, poco a poco, o bien por saltos bruscos, en un proceso llamado *metamorfosis*.

Tipos de metamorfosis. — Según sea el número de segmentos que tenga la larva en la eclosión, podremos distinguir dos tipos de desarrollo posembriionario: si la larva nace con un número de segmentos distinto del que tiene el adulto y ulteriormente adquiere el número definitivo de segmentos, se dice que hay *anamorfosis* (Crustáceos, Pícnogónidos). Si la larva nace con el número definitivo de segmentos, se dice que hay *epimorfosis*, como en los Insectos.

Generalmente, el desarrollo se realiza con una sola forma larvaria, pero a veces hay dos o varias formas larvarias, distintas en su morfología y en su forma de vida, diciéndose entonces que hay *hipermetamorfosis*.

Clasificación. — El tipo Artrópodos se divide en los Subtipos sistemáticos siguientes: *Onicóforos*, *Trilobitomorfos*, *Antenados*, *Pícnogónidos* y *Quelicerados*. Los Antenados comprenden las Clases siguientes: *Crustáceos*, *Miriápodos* y *Hexápodos*.

Los Quelicerados comprenden las Clases de los *Xifosuros* y *Arácnidos*.

TRILOBITES

Es la Clase más representativa de los Trilobitomorfos. Tratamos de ellos antes que de los Onicóforos, por ser un grupo representativo de todos los Artrópodos. (Véase lám. F/2, fig. 1.)

Son Artrópodos marinos del Cámbrico, todos fósiles, pero de importancia morfológica extraordinaria. Deben su nombre al hecho de que su cuerpo está dividido longitudinalmente en tres regiones o *lóbulos*. La larva está dorsalmente recubierta por un escudo, redondo u ovalado, en el que se ven los límites de cinco segmentos en *Olenus*. (Véase lám. F/2, fig. 2.) A estos segmentos se van añadiendo otros nuevos, por proliferación de la región situada en contacto con el telson. Esta zona de proliferación es la misma que en los Anélidos.

Los únicos apéndices preorales son un par de antenas unirrameadas y multiarticuladas, homólogas de las anténulas de los Crustáceos. Todos los otros somitas posbucuales tienen un par de apéndices iguales. Iguales debieron de tenerlos también, por falta de especialización en ellos, los primitivos Artrópodos. Los Trilobites tienen caracteres morfológicos comunes con los otros grupos de Artrópodos.

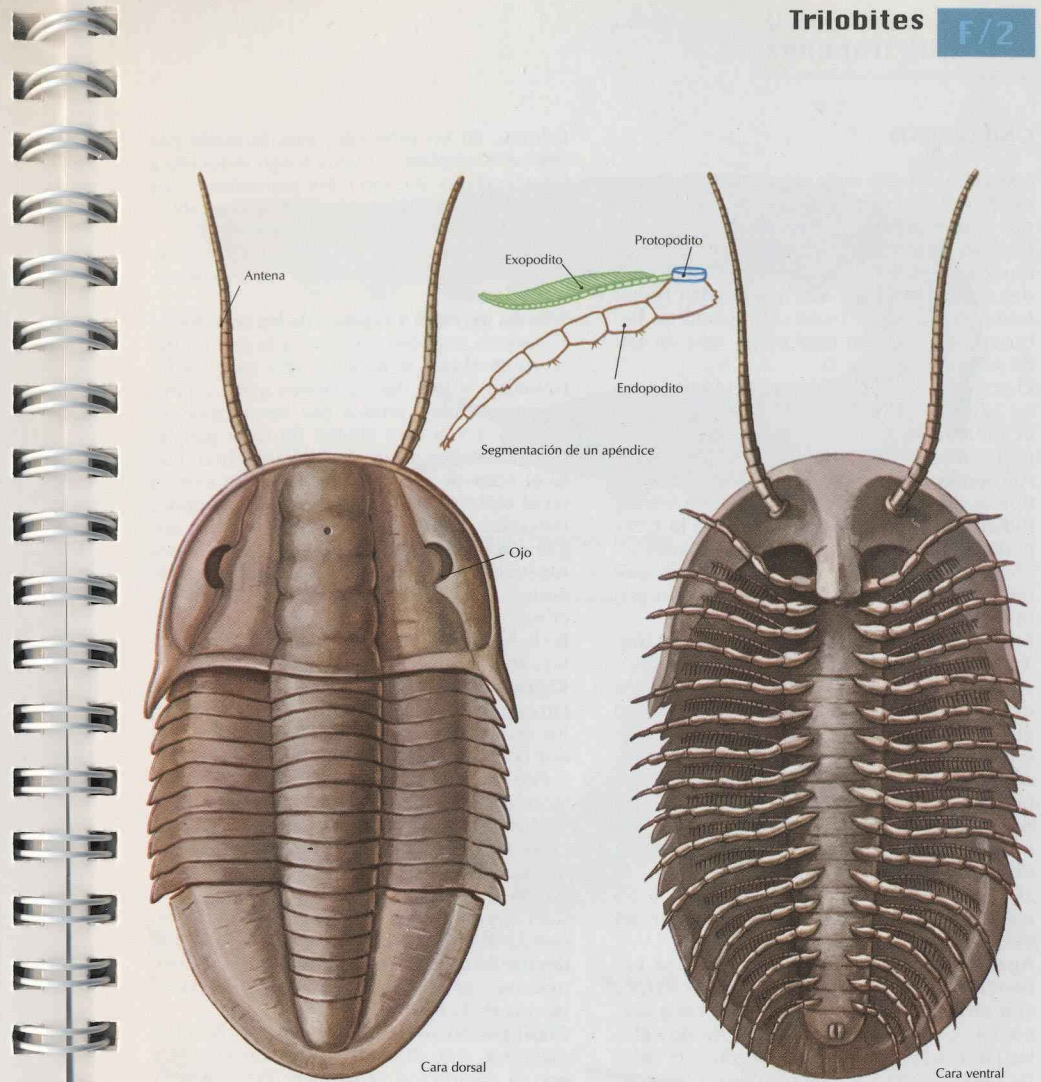


Fig. 1.- Los Trilobites son formas fósiles que muestran la organización fundamental de los Artrópodos.

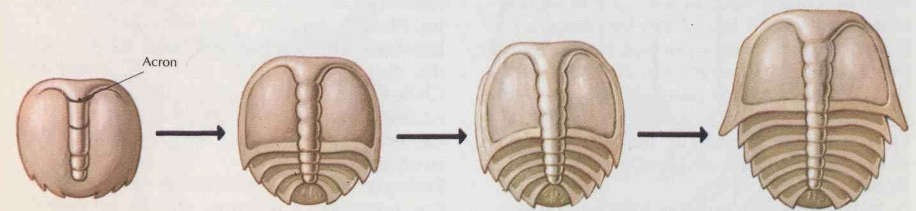


Fig. 2.- Desarrollo larvario de los Trilobites.

ONICÓFOROS

Son animales terrestres, ya conocidos fósiles desde el Cámbrico. Viven en lugares húmedos y sombreados de los bosques, alimentándose de pequeños insectos y crustáceos, que cazan a distancia gracias a la eyección de una sustancia viscosa, que pueden lanzar hasta 15 cm lejos. Tienen el aspecto de babosa o gusano con parápodos, con un par de antenas (figs. 1 y 2)

El primero de los Onicóforos descritos lo fue en 1825 y se sitúa entre los Moluscos. En la actualidad se ha visto que representan un grupo intermedio entre los Anélidos y los Artrópodos, aunque ya tienen los caracteres típicos de éstos, por lo cual nosotros los estudiamos entre los Artrópodos con la categoría de Subtipo. Son verdaderos fósiles vivientes, de interés extraordinario, ya que nos indican claramente la organización primitiva de los Artrópodos.

Los músculos son todos de fibra lisa (fig. 3). Al nivel de la boca, en posición látero-ventral, hay un par de papilas o tentáculos orales, en cuya extremidad se abren las glándulas llamadas del visco, que segregan una sustancia viscosa blanquecina expulsada al exterior por contracción de los tentáculos.

Aparato respiratorio.— La respiración cutánea es importante a través de la cutícula delgada. También poseen tráqueas, que se abren al exterior por *estigmas* de 25 a 50 micras de diámetro. Las tráqueas (fig. 4) son simples, sin espesamientos en espiral.

Aparato circulatorio.— El corazón se extiende dorsalmente a lo largo del cuerpo, con un par de estíolos al nivel de cada segmento. Un seno pericárdico, lleno de células pericárdicas, rodea el corazón. Las células pericárdicas son comparables a las existentes en los Insectos.

Aparato digestivo.— La boca es una depresión limitada por labios formados por un círculo de lóbulos *papilíferos*; una cresta quitinosa, la lengua, hace saliente por el lado interno superior de los labios. Esta lengua cobra función de sierra por sus movimientos de protracción y retracción. A ambos lados de la lengua hay dos pares de láminas mandibulares.

En el fondo de la cavidad bucal desemboca el conducto común de las dos glándulas salivales.

A la boca sigue una faringe musculosa, abriéndose el ano por una hendidura longitudinal posterior.

Celoma y nefridios.— Está muy reducido el

celoma. En un principio, está formado por vesículas amplias, y queda luego reducido a las glándulas y conductos genitales, a los nefridios y a las glándulas viscosas y salivales, que son nefridios modificados.

Cada segmento con patas lleva un par de nefridios de tipo anelidoideo con nefrostoma ciliado.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos.— El sistema nervioso está formado por un cerebro en el que se aprecian dos ganglios fusionados, y por dos cordones ganglionares látero-ventrales, unidos por numerosas comisuras. En la cara ventral de cada ganglio cerebroide hay un órgano infracerebral, que es el resto de órganos ventrales que existen en el embrión en relación con los cordones nerviosos. Los órganos ventrales son de origen ectodérmico y se atrofian durante la *ontogénesis*, quedando tan sólo los infracerebrales. Su función es probablemente endocrina.

En la base de las antenas hay ojos de estructura anelidoidea.

Reproducción y desarrollo.— Los sexos están separados. Hay dos testículos alargados, los cuales se unen en un conducto eyaculador común que se abre por un poro genital, y éste lo hace en el segmento segundo, anterior al ano. En las hembras hay dos ovarios soldados. Dos nefridios modificados actúan de *oviductos*, que desembocan en un conducto común en el poro genital, en el segmento segundo anterior al ano.

Casi todos los Onicóforos son vivíparos, siendo raras las formas ovíparas. El huevo se desarrolla utilizando su vitelo propio o bien tomando el alimento a través de la pared uterina de la madre.

Clasificación.— Se dividen en dos Familias naturales, que difieren por su morfología y por su repartición geográfica: *Peripatidae* y *Peripatopsidae*.

La Familia de los Peripatidae tiene color castaño y rojo, con 22 a 43 pares de patas. Viven en América central y parte norte de Suramérica, en el Congo, valle del Brahmaputra, Malaca, Borneo y Sumatra.

Los Peripatopsidae tienen color azul y verde, con 14 a 25 pares de patas. Viven en Chile, Africa del Sur y región indo-australiana de Nueva Zelanda a Nueva Guinea.

Géneros representativos son *Peripatus* y *Peripatopsis*.

Etología.— Los Onicóforos viven en los sitios húmedos y oscuros, siendo *lucífugos*. Están en el borde de los ríos, en las selvas, bajo las piedras. Se desplazan en línea recta.

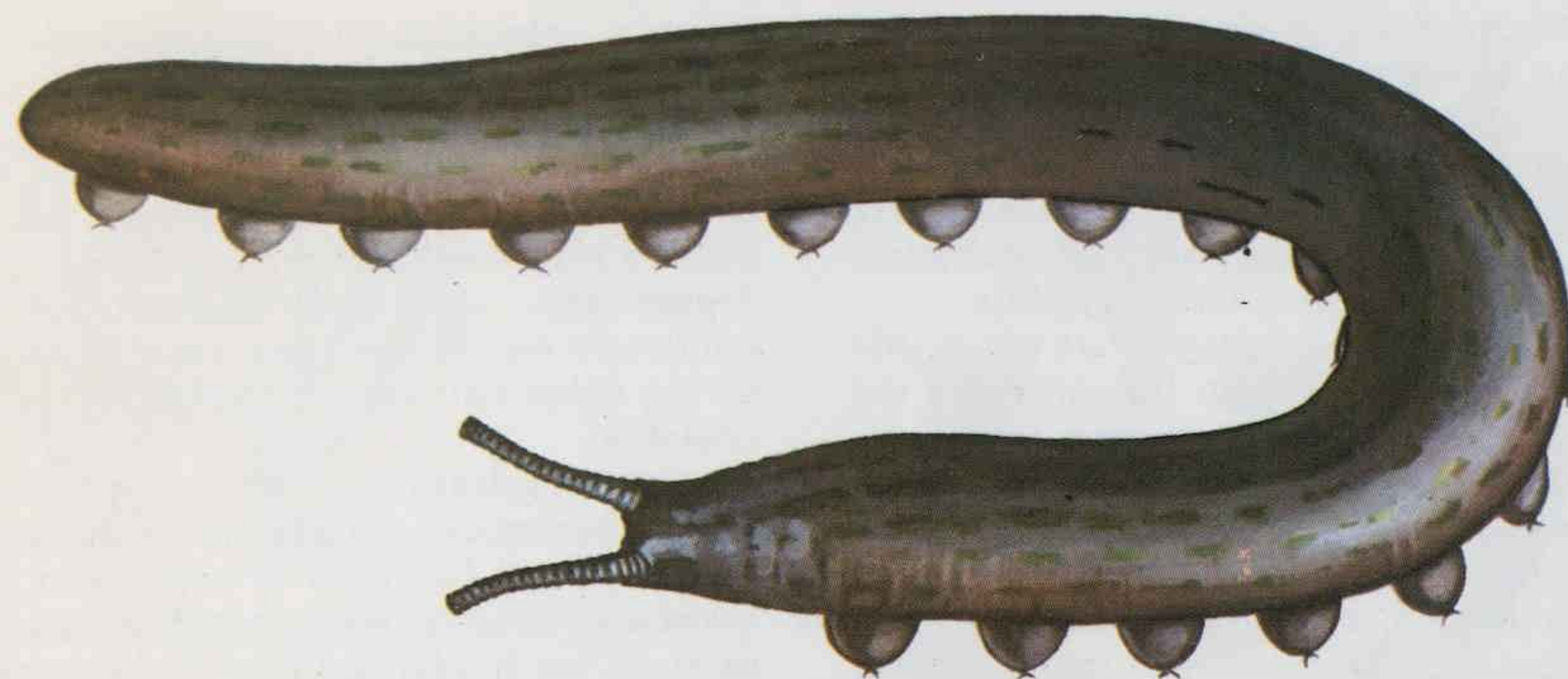


Fig. 1.- *Peripatopsis capensis*.

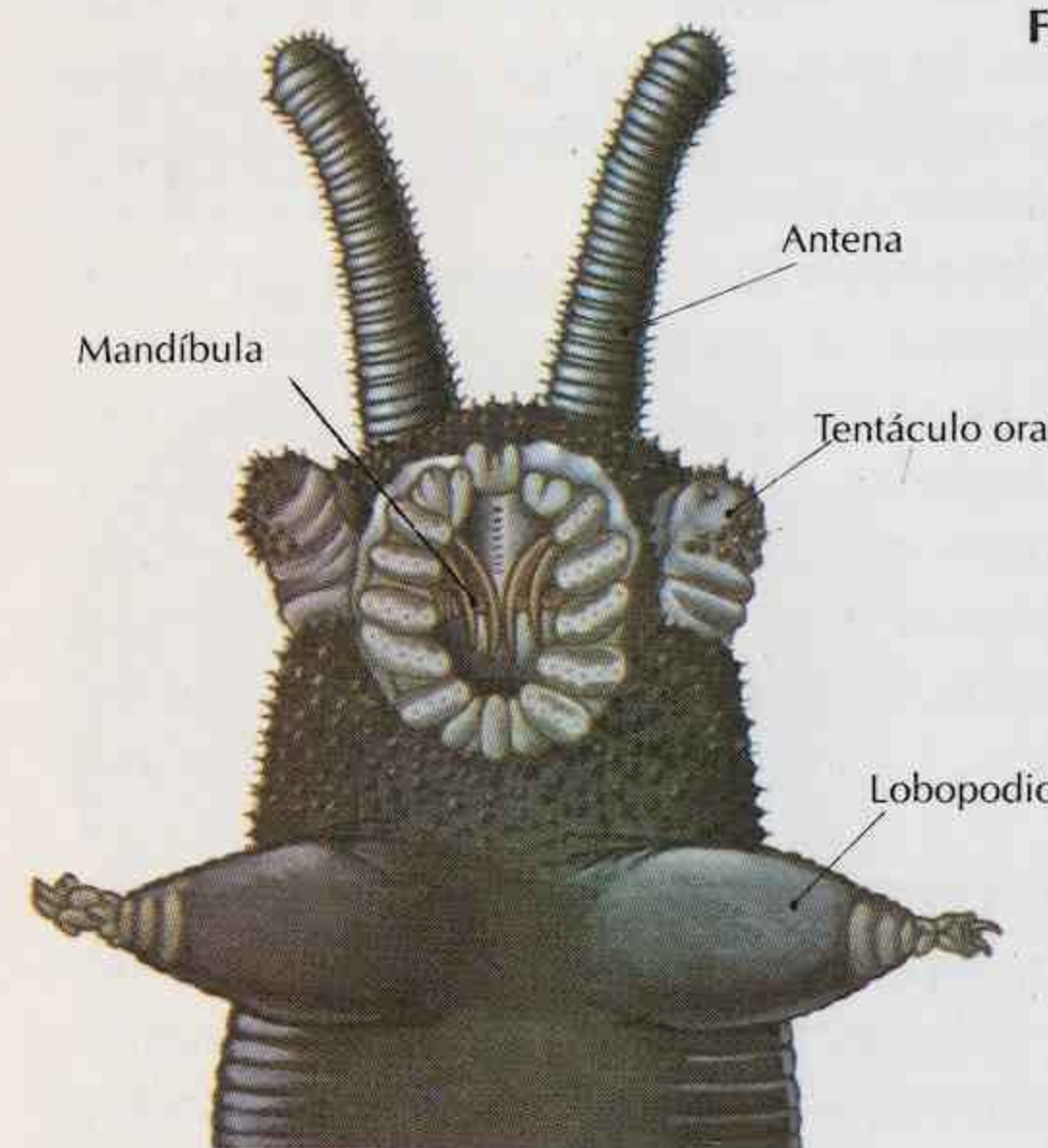


Fig. 2.- Detalle de la región anterior de *Peripatopsis capensis*.

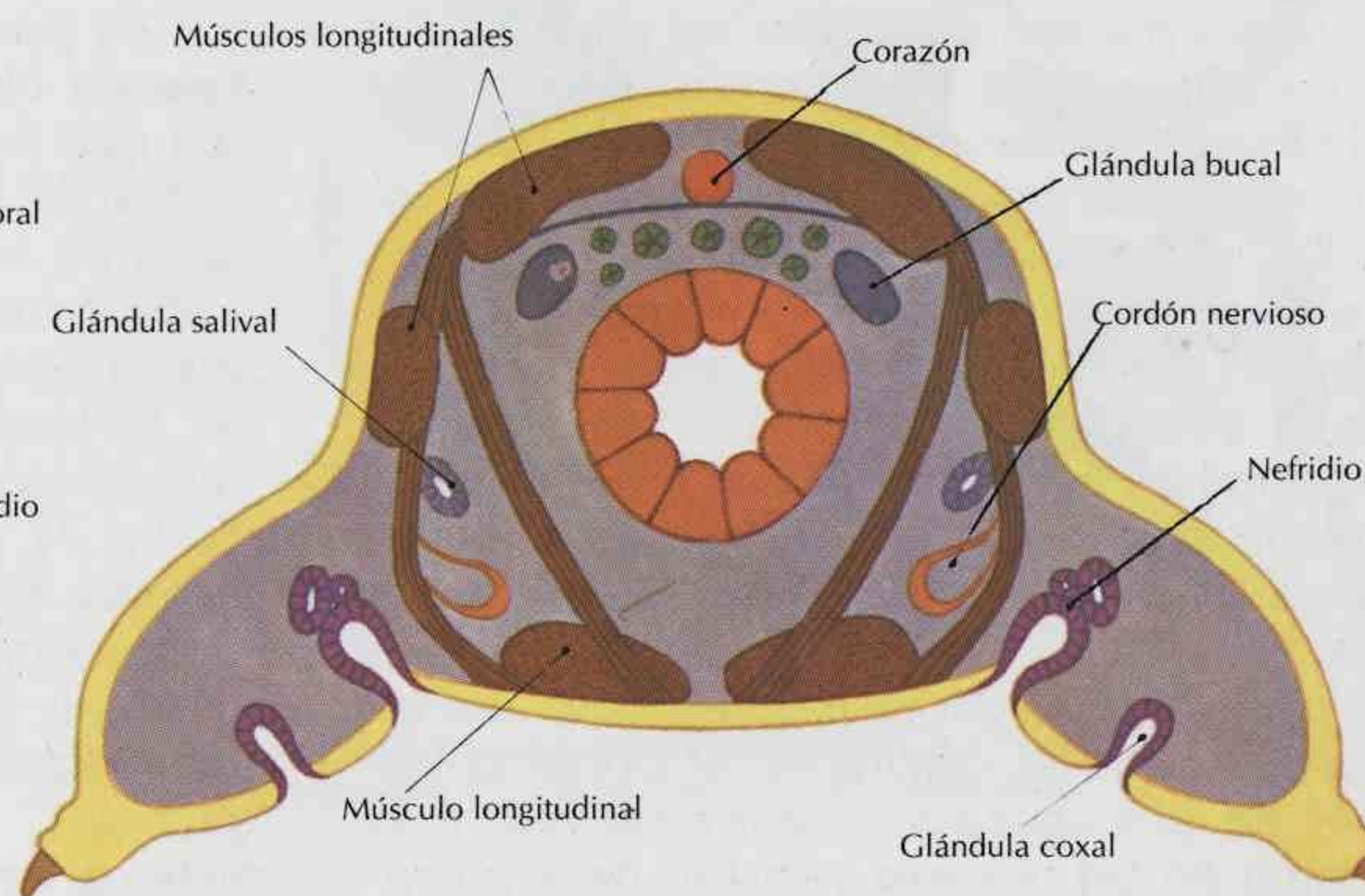


Fig. 3.- Corte transversal de *Peripatopsis capensis*.

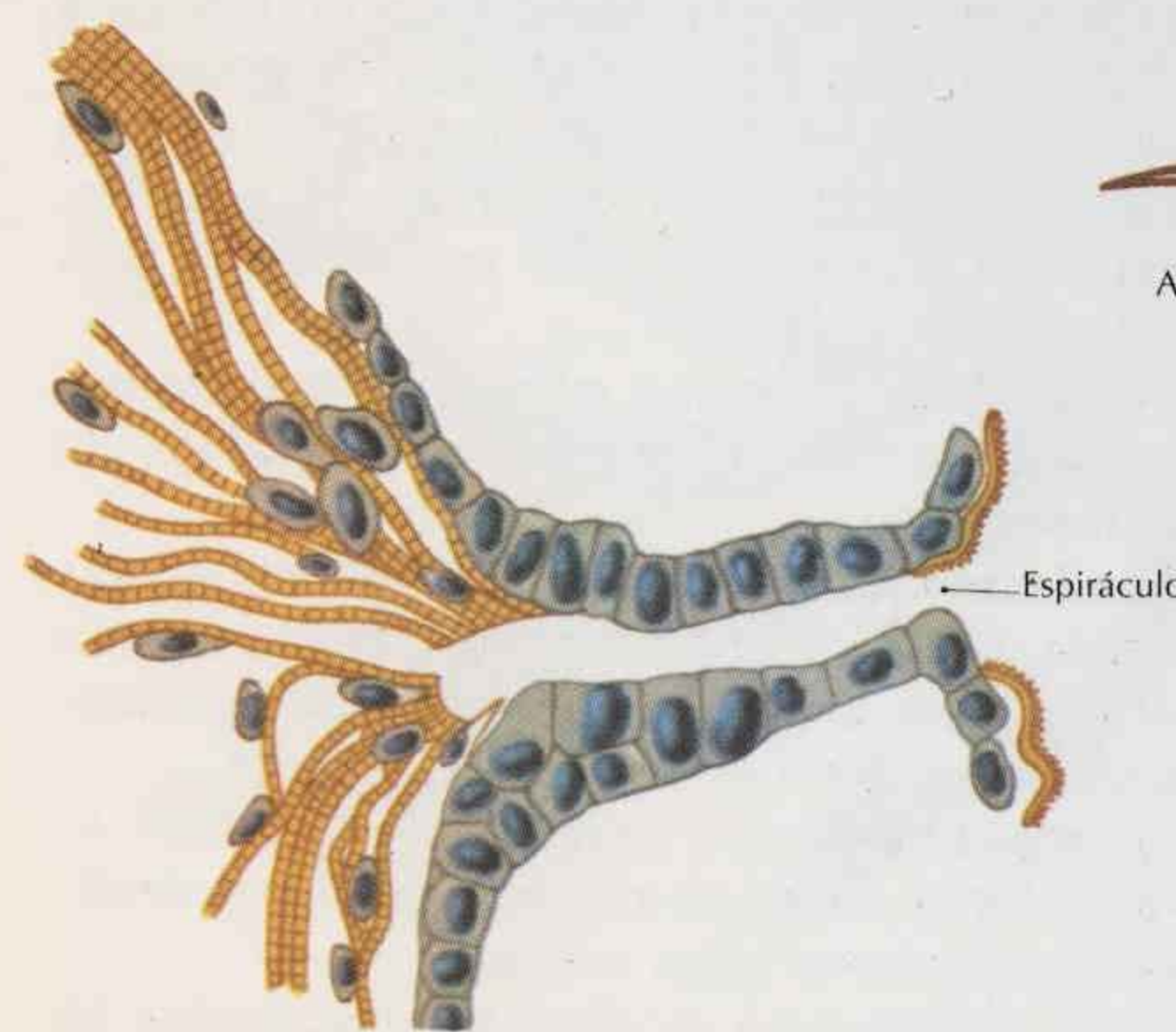


Fig. 4.- Túbulos traqueales de *Peripatopsis capensis*.

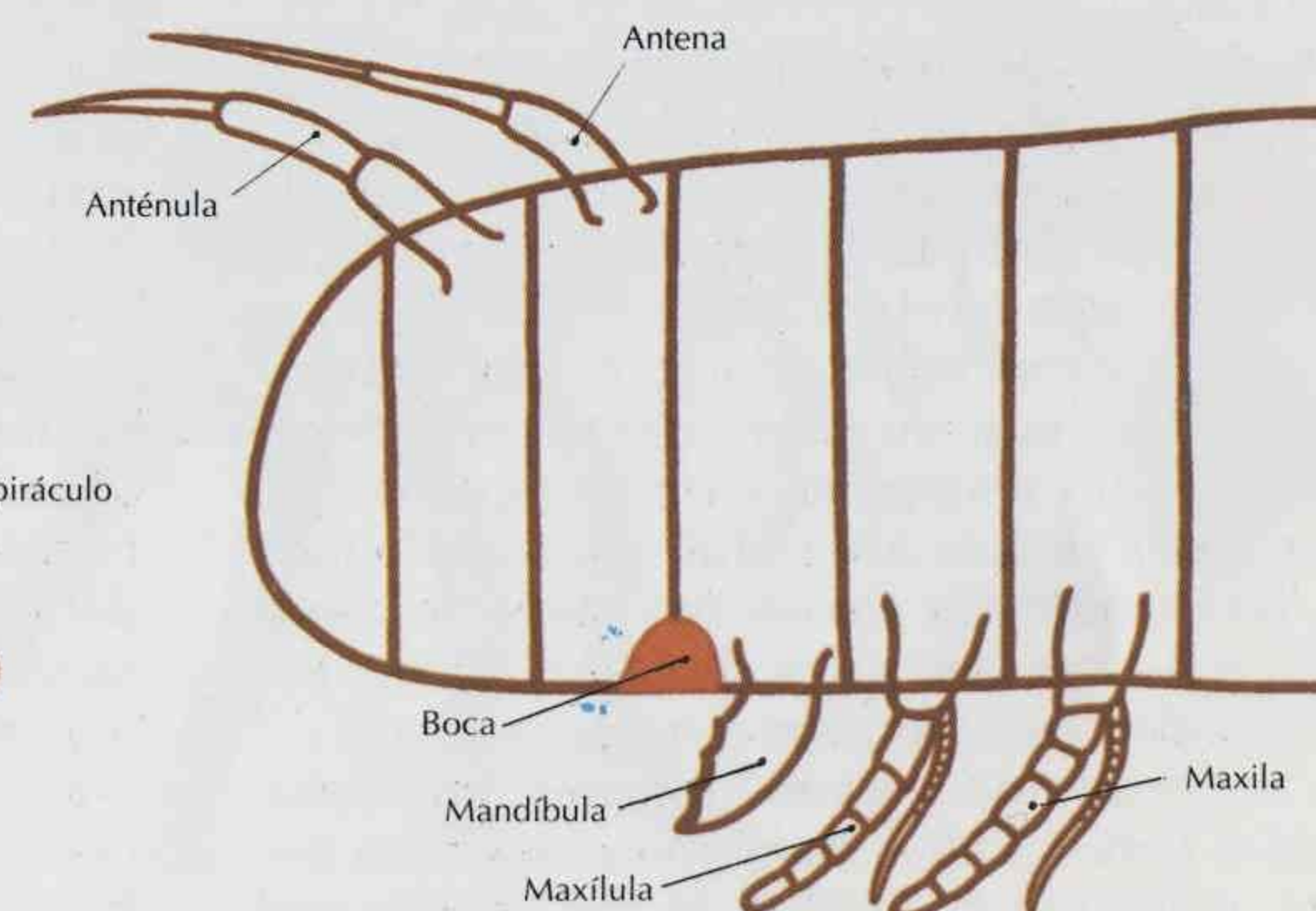


Fig. 5.- Esquema de la región cefálica de un Crustáceo.

CRUSTÁCEOS

Son Artrópodos con dos pares de antenas insertas en los metámeros segundo y tercero, con un par de mandíbulas en el cuarto segmento. Generalmente la respiración es branquial y los orificios genitales no se abren en el último segmento. Típicamente, hay en su desarrollo la larva *nauplius*.

Los Crustáceos constituyen un grupo de gran diversificación; son los «insectos del mar», en expresión de Lameere. Han colonizado los ambientes más diversos.

Regiones del cuerpo.— La cabeza o *céfalon* está formada por el acron y seis segmentos: el *preantenuar*, el *antenuar*, el *antenal*, el *mandibular*, el *maxilular* y el *maxilar*. (Véase lám. F/3, fig. 5.)

El tronco o soma está formado por dos regiones: el *pereion*, anterior, y el *pleon*, posterior, cuyos apéndices son los *pereiópodos* y los *pleópodos*. El pereion es el tórax y el pleon es el abdomen.

En muchos crustáceos, uno o varios pereiópodos se incorporan al céfalon y forman un *cefalotórax*, cuyos apéndices modificados son los *maxilípedos*, que constituyen parte de la armadura bucal. Los Crustáceos son un buen ejemplo de cómo el proceso de la *cefalización* se extiende hacia atrás, englobando cada vez mayor número de segmentos.

El *caparazón* es un repliegue dorsal del tegumento que se origina en el borde posterior de la cabeza y se extiende sobre el tronco en un número variable de segmentos, a los cuales puede soldarse.

En la región final está el *telson*, que lleva el ano y que con el último par de pleópodos, llamados *urópodos*, puede formar un abanico caudal.

Morfología de un decápodo.— El grupo de los crustáceos es muy heterogéneo, por lo que tomamos como ejemplo descriptivo un crustáceo superior, del grupo de los Decápodos, como es el cangrejo de río.

Los *apéndices* son típicamente del tipo birrameado, con un *protopodito* del que se originan un *exopodito* y un *endopodito*. La boca está situada al nivel de las mandíbulas. A las mandíbulas siguen dos pares de maxilas, y a éstas tres pares de maxilípedos, pereiópodos incorporados a la región bucal.

A continuación vienen las patas ambulatorias o pereiópodos, en número de cinco pares, y de aquí el nombre de Decápodos que se da al grupo.

Las patas abdominales o pleópodos están modificadas en órganos copuladores en el

macho y en apéndices ovígeros en las hembras (fig. 3).

El límite entre el pereion y el pleon está indicado por el emplazamiento de los orificios genitales, que se abren en el 8.º *pereiönito*.

Los urópodos forman, con el telson, un abanico caudal, empleado en la natación.

Tegumento.— Se caracteriza por el gran contenido en quitina y por estar impregnado de sales calcáreas, a veces en estado cristalino.

Aparato respiratorio.— Está representado por las branquias, situadas en la cámara limitada por el cuerpo y el caparazón. Hay branquias situadas en la pared del cuerpo, otras en las implantaciones de los apéndices y otras en la región coxal de los apéndices; a estas branquias se las denomina respectivamente *pleurobranquias*, *artrobranquias* y *podobranquias*.

Aparato circulatorio.— Consta de un corazón que ocupa la parte posterior del tórax, detrás de la región estomacal y tiene tres pares de ostíolos. Posee una aorta anterior, y otra posterior, de la que se desprende una arteria esternal que va a la arteria subneural. La vuelta de la sangre se realiza por senos venosos. La sangre contiene hemocianina (fig. 1).

Sistema excretor.— Está formado por tres sistemas independientes: las glándulas antenales, las células glandulares de los divertículos digestivos y el sistema excretor branquial.

Sistema nervioso.— Consta de un cerebro, y de una masa nerviosa infraesofágica, formada por agrupación de los ganglios de los 6 pares de gnatópodos, de los ganglios de los pereiópodos y de los del pleon. Los ganglios del pleon, pereion y de los gnatópodos pueden concentrarse y constituir una masa única nerviosa ventral en el pereion, como sucede en la mayor parte de los Braquiuros.

Los ojos (fig. 2) tienen estructura típicamente artropodoidea y son parecidos a los de los Insectos.

Glándulas endocrinas.— Intervienen en las mudas, en la reproducción y diferenciación del sexo, en la *gametogénesis* y en la adaptación cromática de los tegumentos.

Los órganos Y son cefálicos y regulan el crecimiento, la regeneración de los apéndices locomotores y las mudas.

En el pedúnculo ocular se encuentra la glándula sinusal, que acumula un factor inhibidor de la muda elaborado por el llamado *órgano X*.

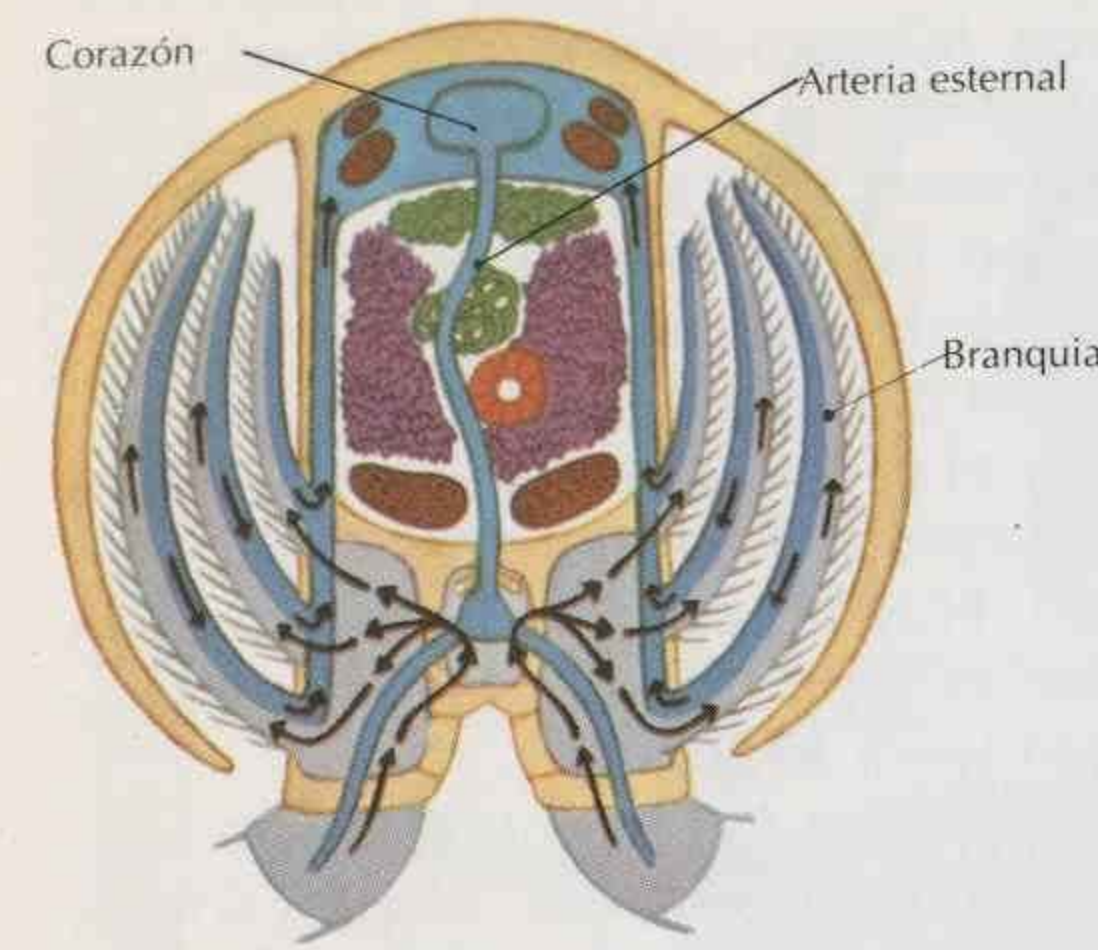


Fig. 1.- Sentido de la circulación en corte transversal.

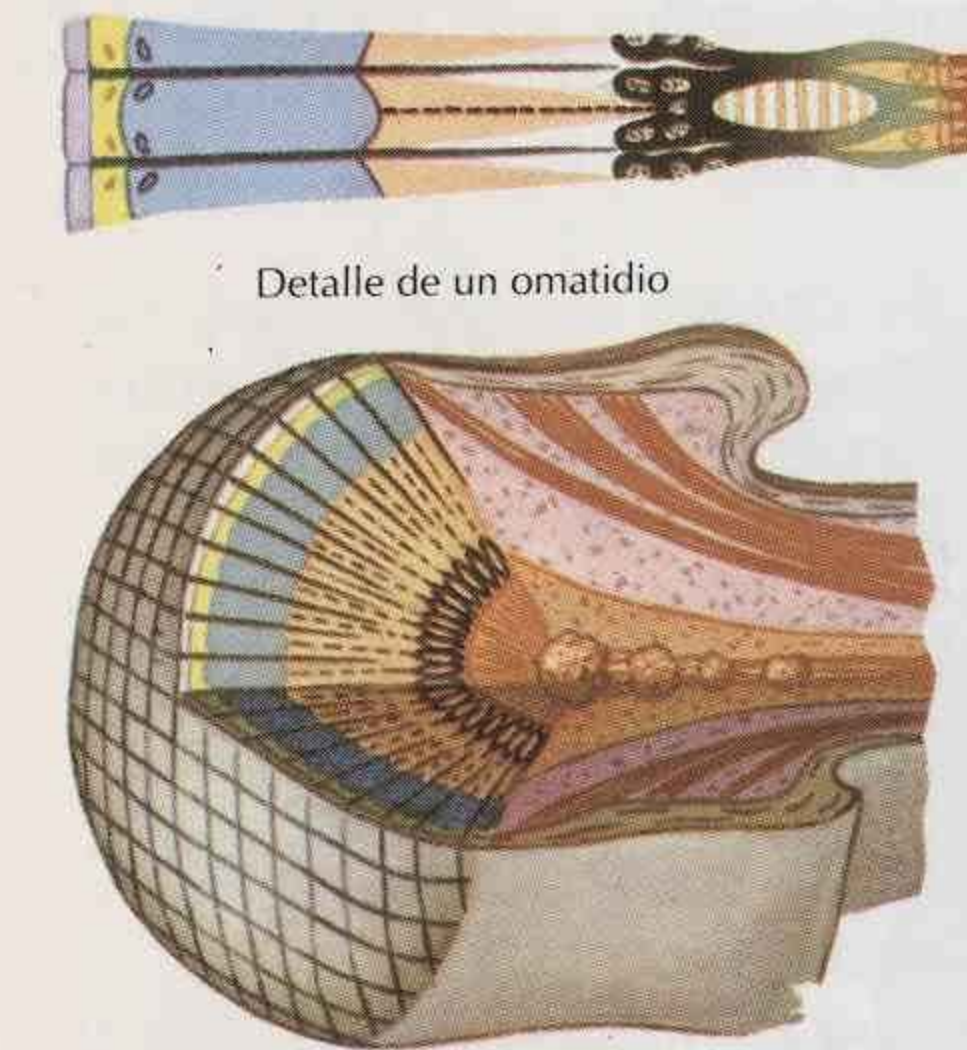


Fig. 2.- Detalle del ojo compuesto de un Crustáceo.

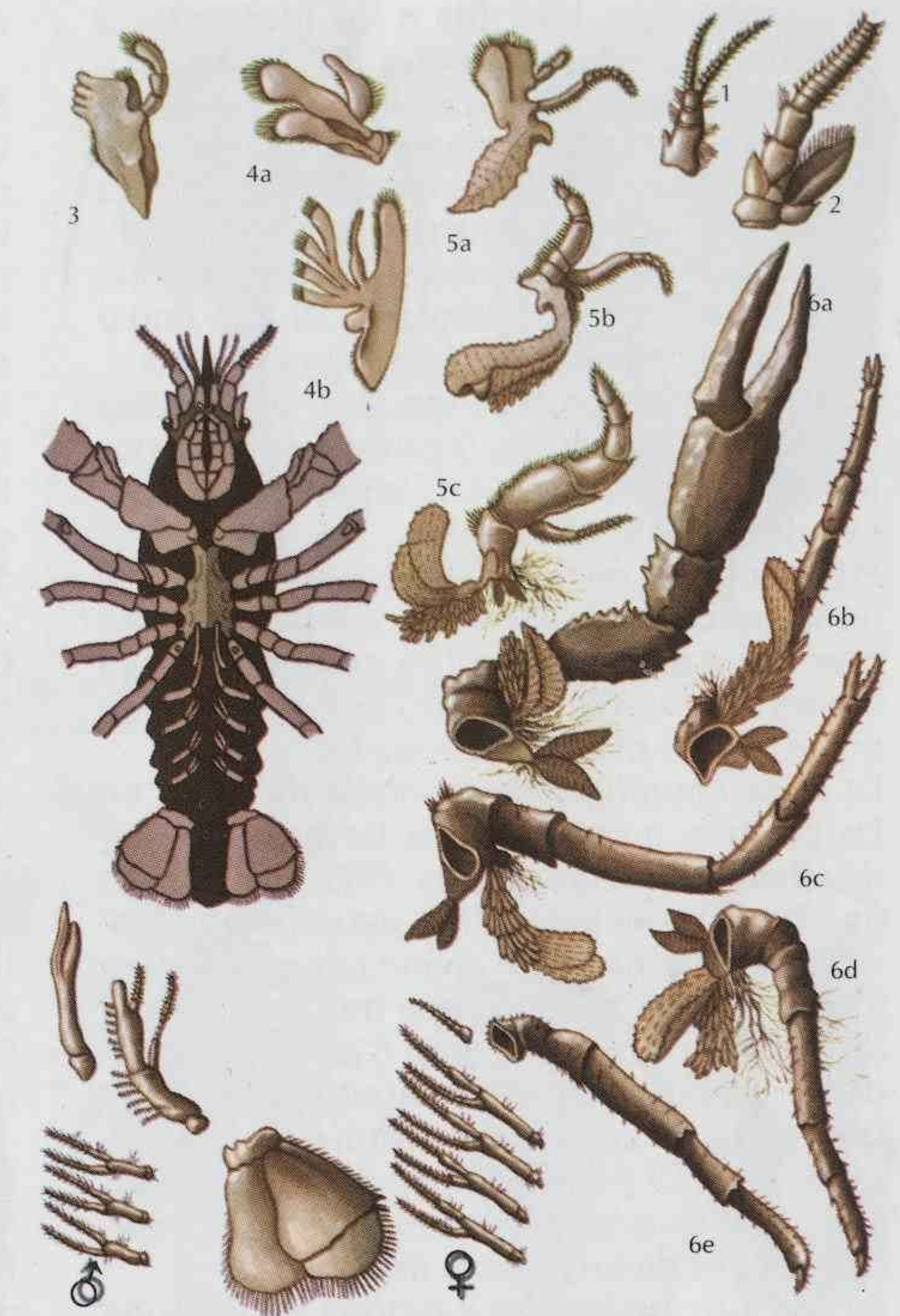


Fig. 3.- Apéndices de un Decápodo, 1 y 2: antenas; 3: mandíbula; 4: maxilas; 5: maxilípedos; 6: patas locomotoras.

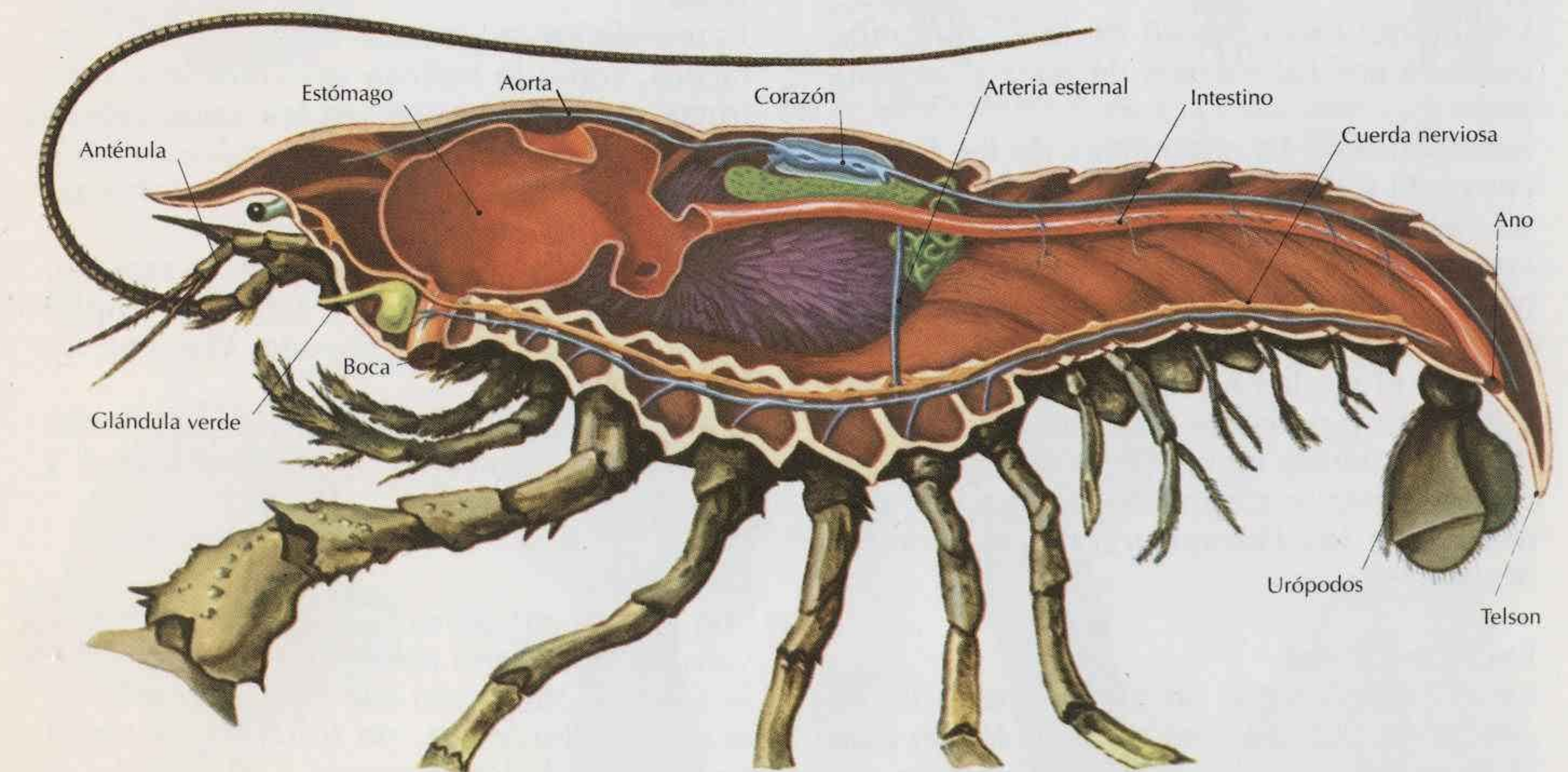


Fig. 4.- Corte sagital del crustáceo *Astacus fluviatilis*.

Artrópodos

Reproducción y desarrollo. — Los Crustáceos son ovíparos, llevando la mayoría la puesta consigo, bien fija a los pleópodos y pereiópodos o en una bolsa incubadora. Típicamente hay una larva libre que experimenta metamorfosis sucesivas, acompañadas de mudas. La larva *nauplius* es la típica de los Crustáceos, con tres pares de apéndices nadadores que corresponden a las anténulas, antenas y mandíbulas, y un ojo impar dorsal. No muestra señal de segmentación.

Esta larva tiene tubo digestivo, un sistema nervioso y un par de órganos segmentarios antenales o nefridios. Los segmentos aparecen después de cada muda.

Hay también en los Crustáceos superiores un desarrollo más o menos condensado, en que el estado de *nauplius* sólo se efectúa dentro del huevo, haciendo eclosión la larva en un estado más evolucionado.

La larva *nauplius* insegmentada da lugar, en las gambas, a una segunda larva, segmentada, llamada *metanauplius*. (Véase lám. F/7, fig. 1.) A la *metanauplius* sigue la *protozoa*, con siete pares de apéndices y abdomen insegmentado. A ésta, pero tras de una muda, sigue la larva *zoea*, con 8 pares de apéndices y abdomen segmentado. Efectuada una muda, la *zoea* se transforma a su vez en *mysis*, con 13 pares de apéndices en el cefalotórax, y se origina a continuación el adulto, después de una nueva muda.

En los Cirrípedos, la *nauplius* evoluciona en una larva *cypris*, con un caparazón bivalvo y 6 pares de apéndices en forma de cirros.

Los Braquiuros carecen de larva *nauplius*, pasando por los estados de *zoea* y *megalopa*.

Sistemática.— La sistemática de los Crustáceos está todavía insuficientemente elaborada, ya que las formas vivientes se conocen tan sólo de una manera parcial. Recientemente se han descubierto no sólo especies, sino grupos nuevos como el de los Cefalocáridos y el de los Mistacocáridos. De aquí que es muy probable que todavía se hagan descubrimientos de importancia sistemática. Clásicamente se distinguen dos grandes grupos: el de los Entomostráceos y el de los Malacostráceos.

Entomostráceos

Están formados por un número variable de segmentos; típicamente hacen eclosión bajo la forma de *nauplius* y son de tamaño pequeño. Viven en el mar o en las aguas dulces.

En este grupo podemos distinguir las Subcla-

ses sistemáticas siguientes: *Cefalocáridos*, *Branquiópodos*, *Ostrácodos*, *Copépodos*, *Branquiuros*, *Mistacocáridos* y *Cirrípedos*.

Malacostráceos

Comprenden las formas superiores y su cuerpo consta de un número fijo de segmentos. El céfalon consta de 6 metámeros, el pereion de 8 y el pleon de 6 segmentos más el telson. Los Leptostráceos tienen 7 segmentos en el pleon. Hay típicamente un caparazón que recubre el tórax, y sólo unos pocos géneros tienen larva *nauplius*.

Podemos distinguir las Subclases sistemáticas siguientes: *Leptostráceos*, *Hoplocáridos*, *Sincáridos*, *Peracáridos* y *Eucáridos*.

Cefalocáridos

Sólo están representados por un Género, *Hutchinsoniella* (fig. 1), que vive en las costas del Atlántico y del Pacífico, de los Estados Unidos.

Son animales de cuerpo alargado, con numerosos segmentos y un solo par de maxilas. Tienen 10 apéndices poscefálicos y telson con furca. Son hermafroditas.

Sus relaciones zoológicas parecen referidas a los Mistacocáridos.

Branquiópodos

Son Crustáceos que hacen vida libre y en los que el caparazón puede formar un escudo dorsal o una concha bivalva, e incluso puede faltar completamente. Las anténulas generalmente están reducidas y no segmentadas.

Es uno de los grupos más primitivos de Crustáceos, como lo indican sus apéndices y estructura cefálica. Viven en las aguas dulces sobre todo, siendo verdaderas reliquias, que han permanecido así por haber colonizado el medio dulceacuícola.

Chirocephalus (fig. 2) carece de caparazón, mientras que *Apus* (fig. 3) tiene un amplio caparazón en forma de escudo. Viven en las charcas.

Estheria y *Simocephalus* (figs. 4 y 5) tienen un caparazón bivalvo, que rodea tronco y apéndices.

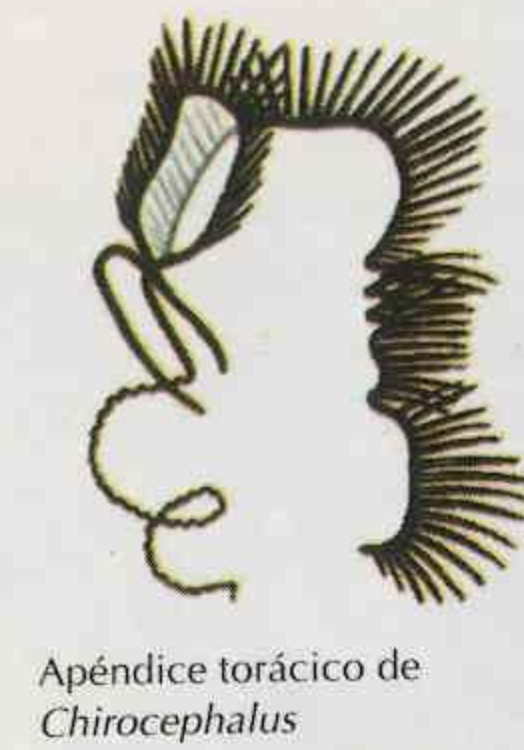
Ostrácodos

Son Crustáceos libres con un caparazón bivalvo que se cierra por medio de un músculo aductor. No tienen más de 2 a 3 pares de apéndices torácicos, no foliáceos, y viven en el fondo de los estanques y en el mar.

Cypris (fig. 6) es una forma corriente en las aguas dulces; su régimen alimenticio es omnívoro.



Fig. 1.- *Hutchinsoniella macracantha*.



Apéndice torácico de *Chirocephalus*

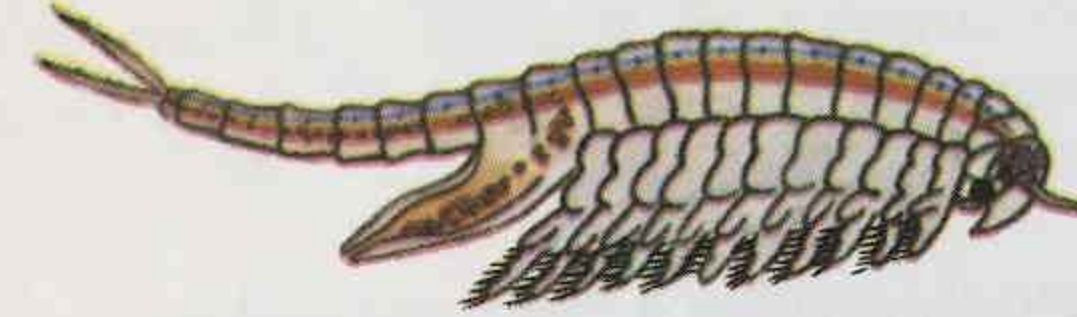


Fig. 2.- *Chirocephalus*.



Fig. 3.- *Apus cancriformis* visto por su cara ventral.

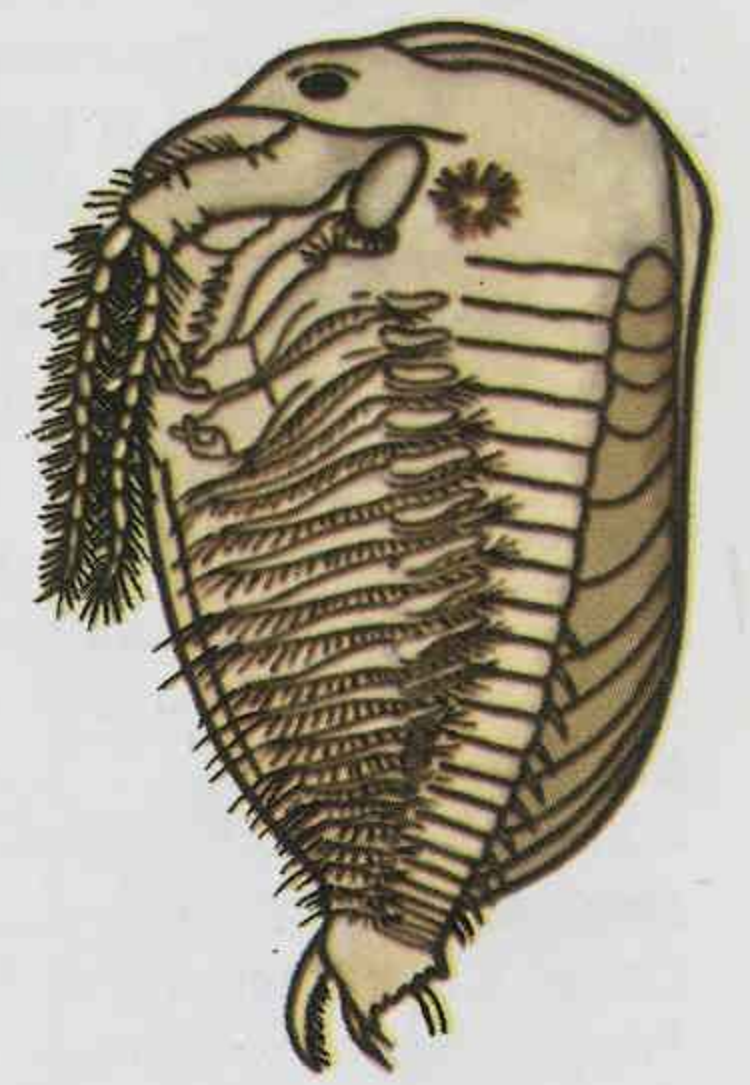


Fig. 4.- *Estheria*.



Fig. 5.- *Simocephalus*, hembra.

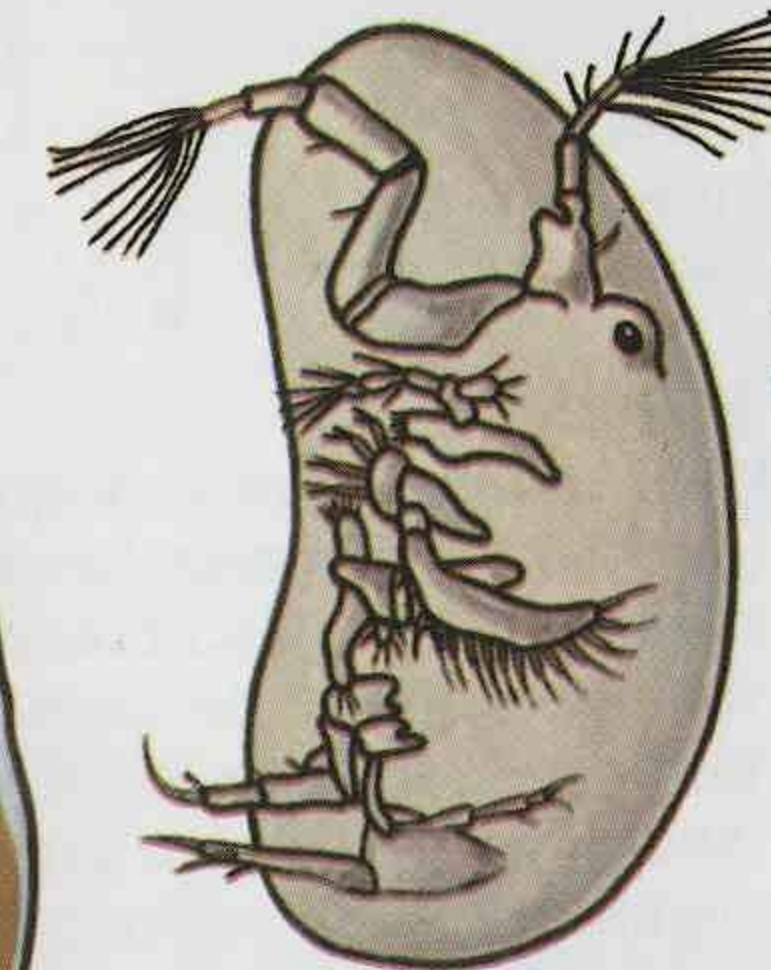


Fig. 6.- *Cypris*.

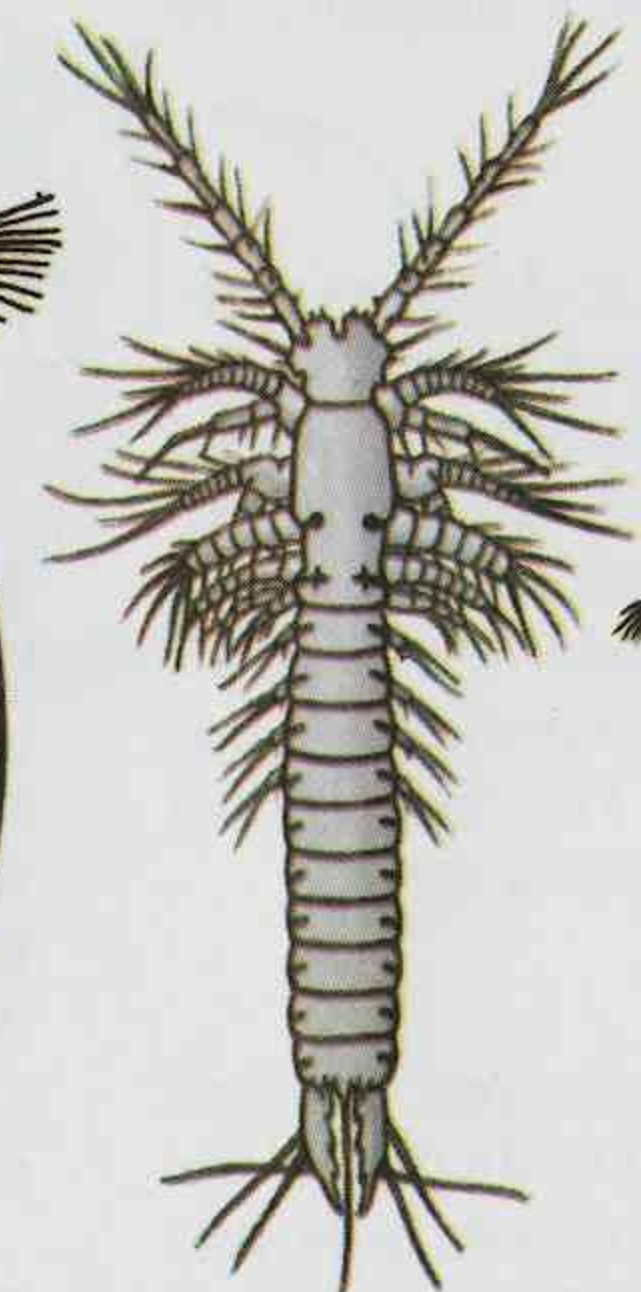


Fig. 7.- *Derocheilocaris remani*.

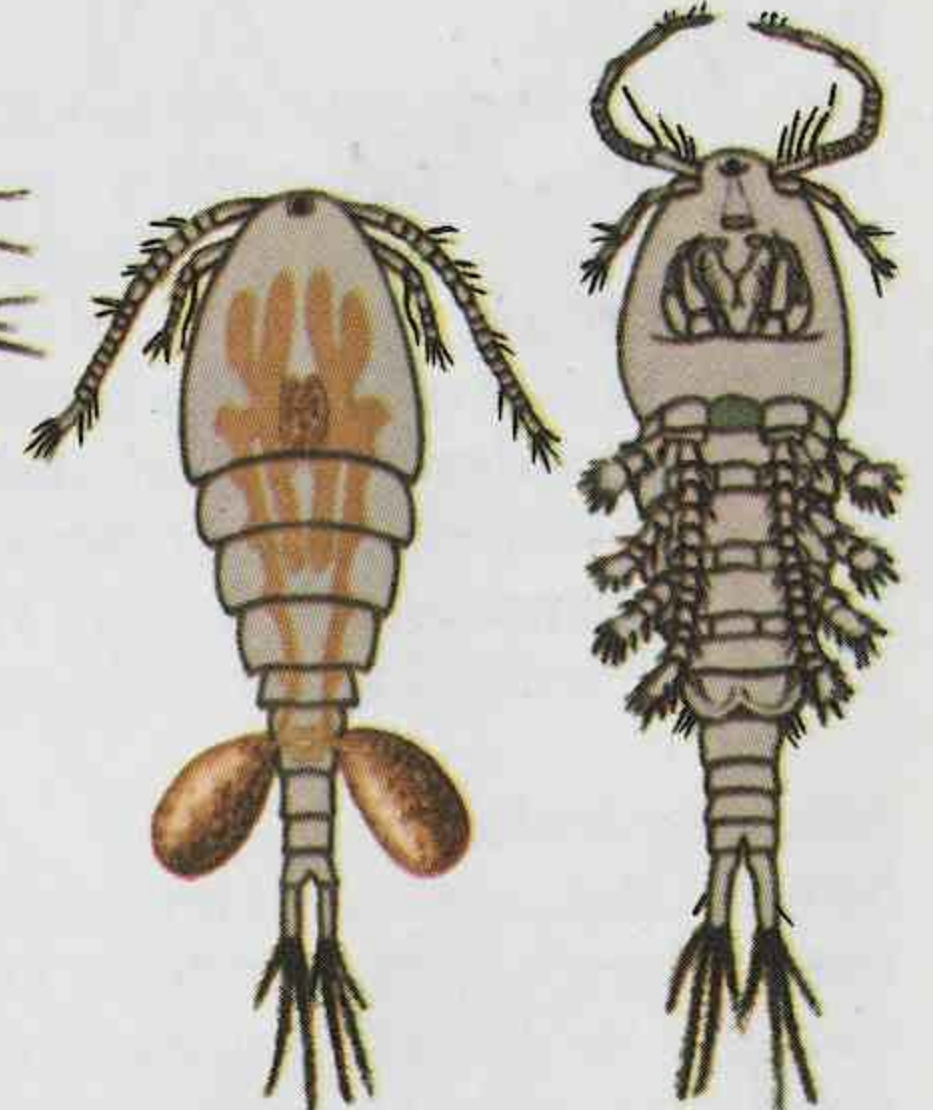


Fig. 8.- *Cyclops* hembra, a la izquierda y el macho, a la derecha.

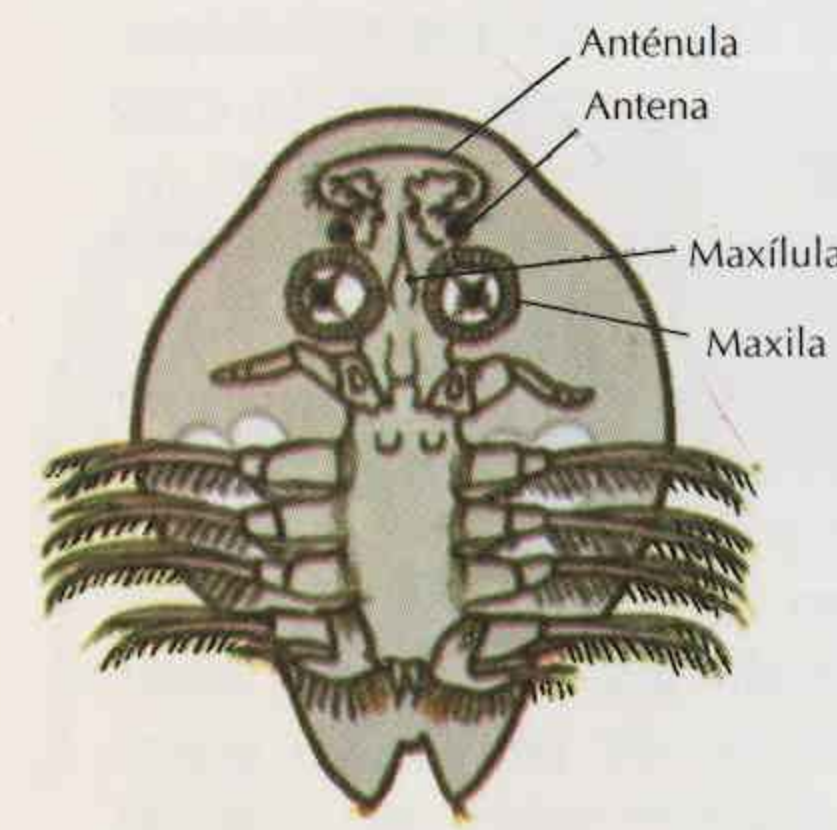


Fig. 9.- *Argulus foliaceus*, hembra.

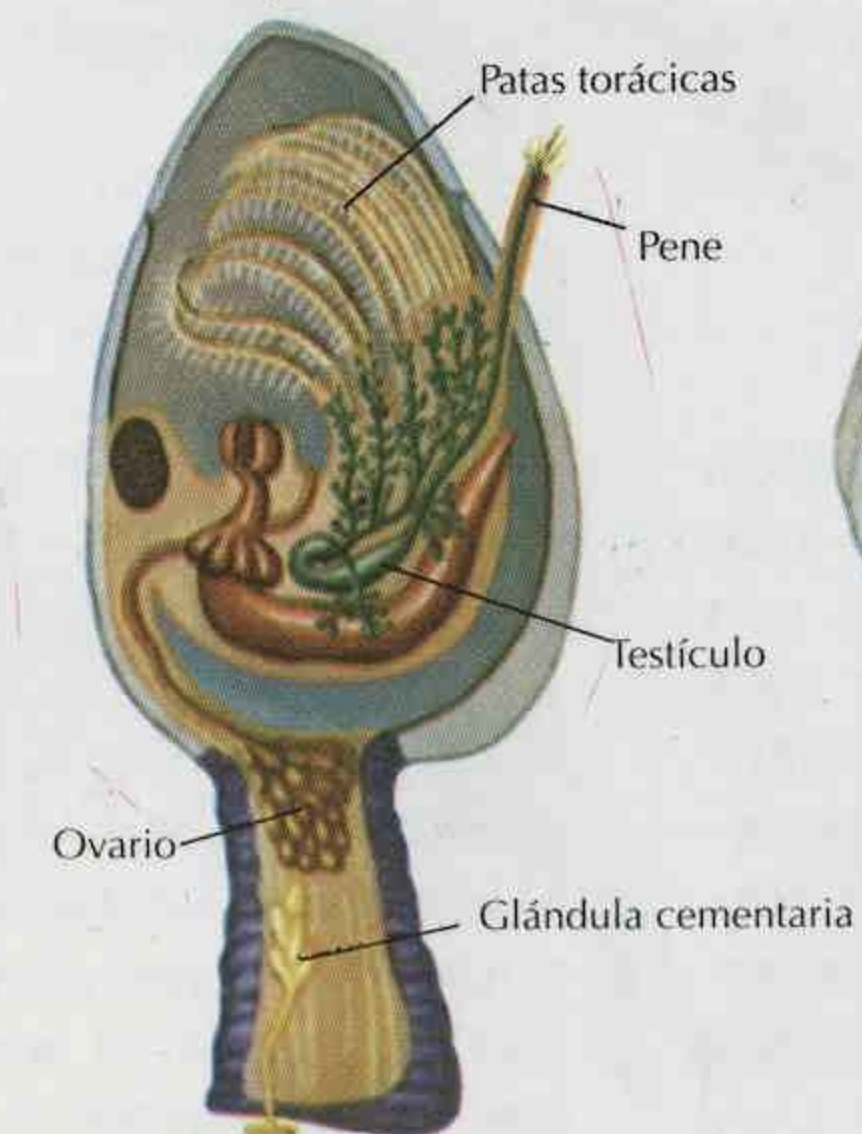


Fig. 10.- *Lepas anatifera*, en corte a la izquierda, y mostrando su caparazón, a la derecha.



Fig. 11.- *Balanus*.

Copépodos

Forman el grupo más polimorfo de los Crustáceos y han conquistado los medios más diversos. Son libres o parásitos, careciendo de ojos compuestos y de caparazón, con seis pares de apéndices torácicos. Miden unos milímetros.

Cyclops (lám. F/5, fig. 8) es una forma representativa frecuente en las aguas dulces. Las anténulas están muy desarrolladas y tienen función natoria. (Vease lám. F/5.) El macho las utiliza para sujetar la hembra durante la cópula.

Carecen de aparato respiratorio, siendo la respiración cutánea.

Otros Copépodos son bentónicos, como los *Harpacticus*, frecuentes en las algas litorales. Las formas parásitas son de gran interés biológico. *Lernaea* viven fijos en las branquias de los peces pleuronéctidos y después, en las branquias del bacalao.

Branquiuros

Son temporalmente parásitos de peces, teniendo ojos compuestos y una boca chupadora. El abdomen es insegmentado y está desprovisto de apéndices. El cuerpo es deprimido y posee un escudo cefalotorácico, que puede extenderse hasta el abdomen. Vulgarmente se les conoce como «piojos de peces». *Argulus foliaceus* (lám. F/5, figura 9) es frecuente sobre los peces de agua dulce.

Mistacocáridos

Son Crustáceos caracterizados por el gran desarrollo de los apéndices cefálicos, la reducción de los apéndices torácicos y la ausencia de apéndices abdominales. Los segmentos torácicos y abdominales son cilíndricos y casi iguales.

Hay un sólo género conocido, *Derocheilocaris* (lám. F/5, fig. 7), que vive en la arena a unos 15 cm de profundidad, encima del nivel de las mareas.

Cirripédos

Son Crustáceos marinos fijos por la región cefálica, generalmente de mayor talla que los grupos precedentes. Por lo común son hermafroditas y los adultos carecen de ojos compuestos. El tórax tiene 6 pares de apéndices birrameados. De modo habitual poseen un caparazón formado de placas calcáreas en número variable. A este grupo pertenecen los percebes, pero también hay formas parásitas.

Pollicipes cornucopia tiene el pedúnculo comestible. *Lepas* (lám. F/5 fig. 10) es frecuente en todos los mares, fijo sobre objetos flotan-

tes. *Balanus* carece de pedúnculo (lám. F/5, Fig. 11)

Leptostráceos

Son Malacostráceos marinos de caparazón blando y con siete somitas abdominales. El caparazón no se suelda a ningún segmento torácico y tiene disposición bivalva, con un músculo aductor en la región de las maxilas, extendiéndose hasta el cuarto segmento abdominal.

Nebalia bipes (fig. 1) mide de 6 a 8 mm y se encuentra en las charcas formadas por el mar. Tiene ojos pedunculados y las patas torácicas son foliáceas.

Hoplocáridos o Estomatópodos

Son Malacostráceos con caparazón poco desarrollado, fusionado con tres somitas torácicas. El abdomen está muy desarrollado en relación con el resto del cuerpo.

Squilla mantis (fig. 2), llamada vulgarmente «galera», tiene el segundo par de patas torácicas en forma de pinza. Vive en agujeros que cava en la arena y el fango, siendo carnívora.

Sincáridos

Son Malacostráceos desprovistos de caparazón que ya se conocían fósiles en el Carbonífero. Se han descubierto algunas formas en las aguas dulces de Tasmania, Australia, y en las aguas subterráneas de Europa central.

Anaspides tasmaniae (fig. 4) tiene el primer segmento torácico incorporado a la región cefálica.

Peracáridos

Son Malacostráceos cuyo caparazón no se suelda a más de cuatro segmentos torácicos. El primer somita torácico va incorporado al céfalon.

Se caracterizan fundamentalmente por la presencia, en las hembras, de unas expansiones laminares de las coxas de los pereópodos, llamadas *oostegitos* y que, con la cara ventral del tórax, determinan una cámara incubadora. Son de agua dulce, marinos o terrestres.

Dentro de la Subclase de los Peracáridos se distinguen los Órdenes de los *Misidáceos*, *Cumáceos*, *Isópodos* y *Anfípodos*.

Misidáceos.— Tienen un caparazón que recubre la mayor parte de los segmentos torácicos. Tienen el aspecto de pequeñas gambas transparentes o pigmentadas, de cuerpo comprimido. Las patas torácicas poseen exopoditos nadadores. *Mysis* (lám. 7, fig. 1) es pelágico y tiene respiración cutánea.

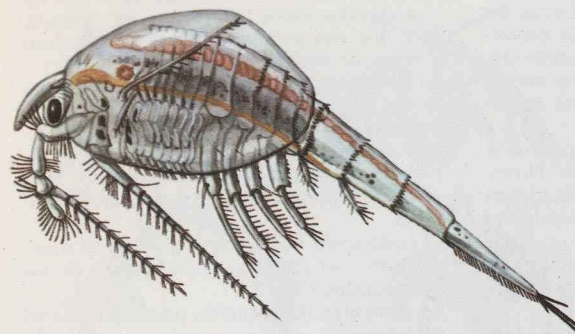


Fig. 1.- *Nebalia bipes*, hembra.

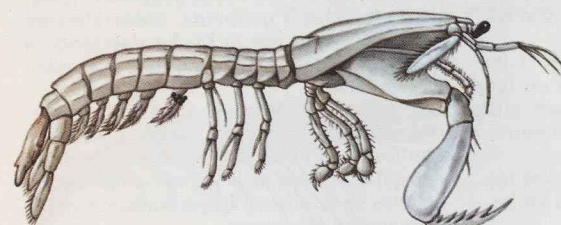


Fig. 2.- *Squilla mantis* o galera.

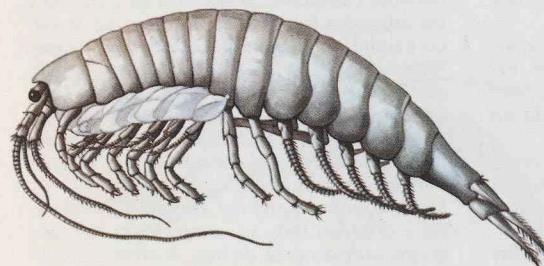


Fig. 4.- *Anaspides tasmaniae*.

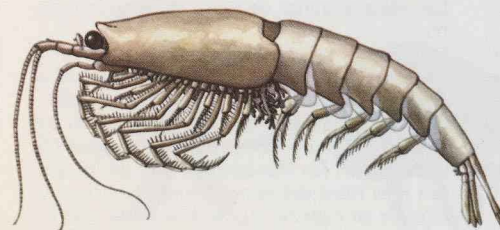


Fig. 5.- *Nyctiphanes norvegica*.

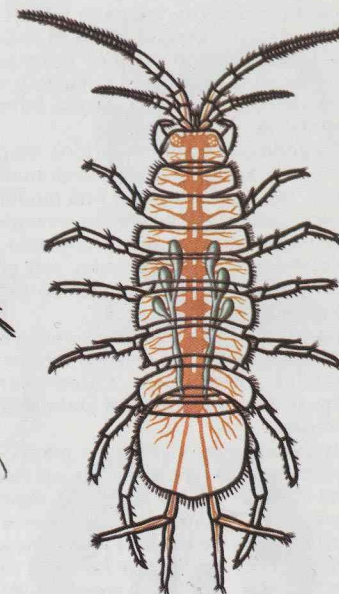


Fig. 3.- *Asellus aquaticus*.

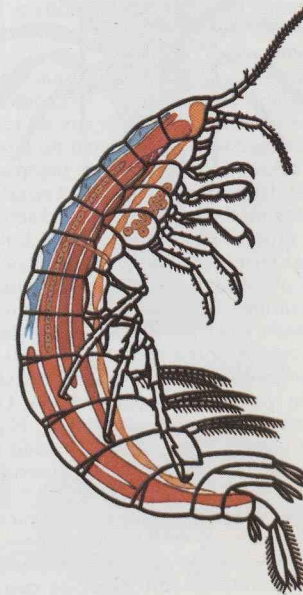


Fig. 6.- *Gammarus neglectus*.

Cumáceos.— Se caracterizan por el hecho de que el caparazón sólo recubre los tres o cuatro primeros segmentos torácicos. Su organización general recuerda la de los Misidáceos, siendo marinos principalmente. Viven en la arena o en el fango y se nutren de detritos. *Diastylis* es una forma representativa.

Isópodos.— Son Peracáridos desprovistos de caparazón, de cuerpo deprimido. El primer par de pereópodos está modificado en maxilípedos y el segmento correspondiente se incorpora a la cabeza formando un corto cefalotórax. Los pleópodos son apéndices respiratorios y los urópodos no forman por lo común abanico caudal.

En general, tienen dimensiones pequeñas, de 5 a 40 mm, y la mayoría son marinos, litorales y bentónicos. Otros viven en las aguas dulces y otros, los Oníscidos, son terrestres.

Lygia oceanica vive en las playas en el límite de la marea alta y se guarece en las hendiduras de las rocas. Su régimen alimenticio es omnívoro, pero se alimenta principalmente del alga parda *Fucus*.

Idothea es común entre las algas y entre las posidonias. *Asellus* es muy frecuente en los ríos (lám. F/6, fig. 3).

Los Isópodos forman uno de los grupos de Crustáceos mejor adaptados a la vida terrestre, viviendo en los lugares húmedos y sombreados.

Porcellio tiene una invaginación de la superficie externa de los exopoditos que forma una cámara ramificada en tubos o *seudotráqueas*, que se llenan de aire. Están en los dos primeros pares de pleópodos.

Los Isópodos terrestres *Armadillidium* y otros marinos del género *Sphaeroma* tienen la propiedad de arrollarse en bola. Las formas terrestres son las cochinillas.

Revisten también gran interés los Isópodos parásitos. Entre ellos está *Bopyrus*, que, en estado larvario, vive sobre un Copépodo, y el adulto, sobre *Palaemon* (fig. 3).

Anfípodos.— Son Peracáridos sin caparazón y de cuerpo comprimido. Los pereópodos carecen de exopoditos. El primer par de pereópodos está modificado en maxilípedo y el segmento correspondiente está incorporado a la cabeza. El 2.º y el 3.º par de pereópodos forman apéndices prensores.

Gammarus (lám. F/6 fig. 6) es un género representativo, con especies marinas y de agua dulce. *Caprella* es marina y tiene el cuerpo cilíndrico. El pleon está desprovisto de apéndices. Vive sobre las algas marinas.

Eucáridos

Son Malacostráceos cuyo caparazón está fusionado con todos los somitas del pereion. Los ojos son pedunculados y las hembras carecen de oostegitos en los pereiópodos. Se distinguen el Orden de los *Eufausiáceos* y el de los *Decápodos*.

Eufausiáceos.— Son pequeñas gambas pelágicas a menudo transparentes, y superficialmente parecidas a los Misidáceos. Ningún pereiópodo está modificado en maxilípedo.

El pedúnculo ocular lleva un órgano luminoso, así como los *coxopoditos* de los pereiópodos 2.º al 7.º. Se alimentan de pequeñas presas y filtran el plancton.

En el desarrollo hay una larva *nauplius*, cosa excepcional en los Malacostráceos. Ejemplos: *Euphausia pellucida*, esencialmente pelágica y que por la noche desciende a grandes profundidades, y *Nyctiphanes* (lám. F/6, fig. 5).

Decápodos.— Tienen tres pares de pereiópodos modificados en maxilípedos, mientras que los otros cinco pares son locomotores; de aquí el nombre de Decápodos (figs. 6 y 7). En ellos se distinguen tres grupos: *Macruros*, *Anomuros* y *Braquiuros*.

Los *Macruros* tienen el tegumento calcificado y el cuerpo es largo, subcilíndrico o ligeramente comprimido. El pleon es alargado y los urópodos forman con el telson un abanico caudal. A este grupo pertenecen *Parapeneaeus* (fig; 2); *Palinurus*, la langosta, y *Homarus*, el bogavante (fig. 4).

Los *Anomuros* tienen el abdomen blando y a ellos pertenece el cangrejo ermitaño, *Eupagurus anachoretus* (figura 5), que vive en conchas de Moluscos Gasterópodos.

Los *Braquiuros* tienen el abdomen calcificado y doblado bajo el cuerpo. Son los cangrejos propiamente dichos. A ellos pertenece *Carcinus maenas*, frecuente, a baja mar, entre las algas.

Las *Maia* o arañas de mar son de gran tamaño.

En el mejillón vive *Pinnotheres pisum*, en el que busca protección, mientras que en las *Pinna* o nacras vive *Pinnotheres pinnotheres*.

Relaciones filogenéticas.— Los Crustáceos son Artrópodos fundamentalmente acuáticos y, junto con los Hexápodos, uno de los grupos más ricos del reino animal. La constitución de su cabeza, su cerebro y sus ojos los relaciona con los Hexápodos, aunque son más primitivos que éstos, y sus antenas y apéndices birrameados, con los antecesores de los Trilobites.

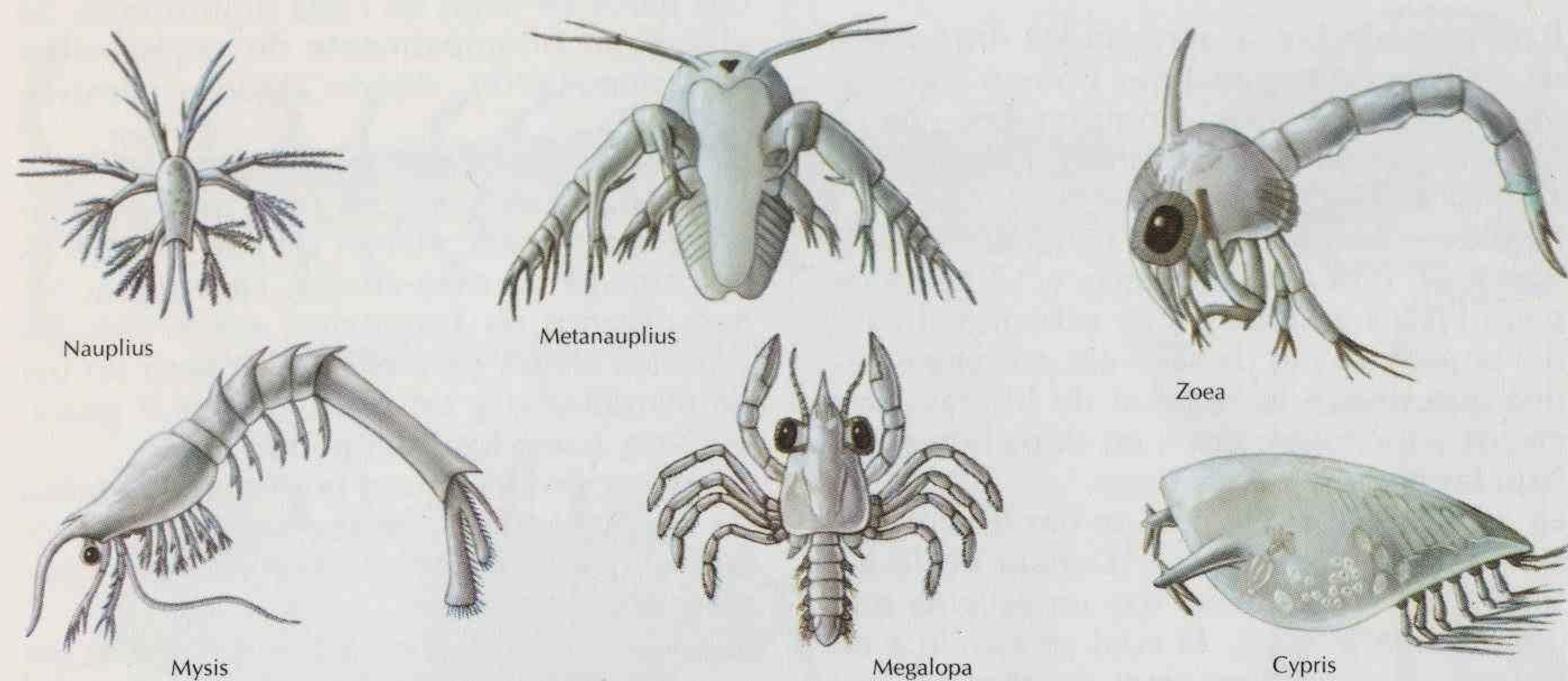


Fig. 1.- Diversas formas larvarias de Crustáceos.

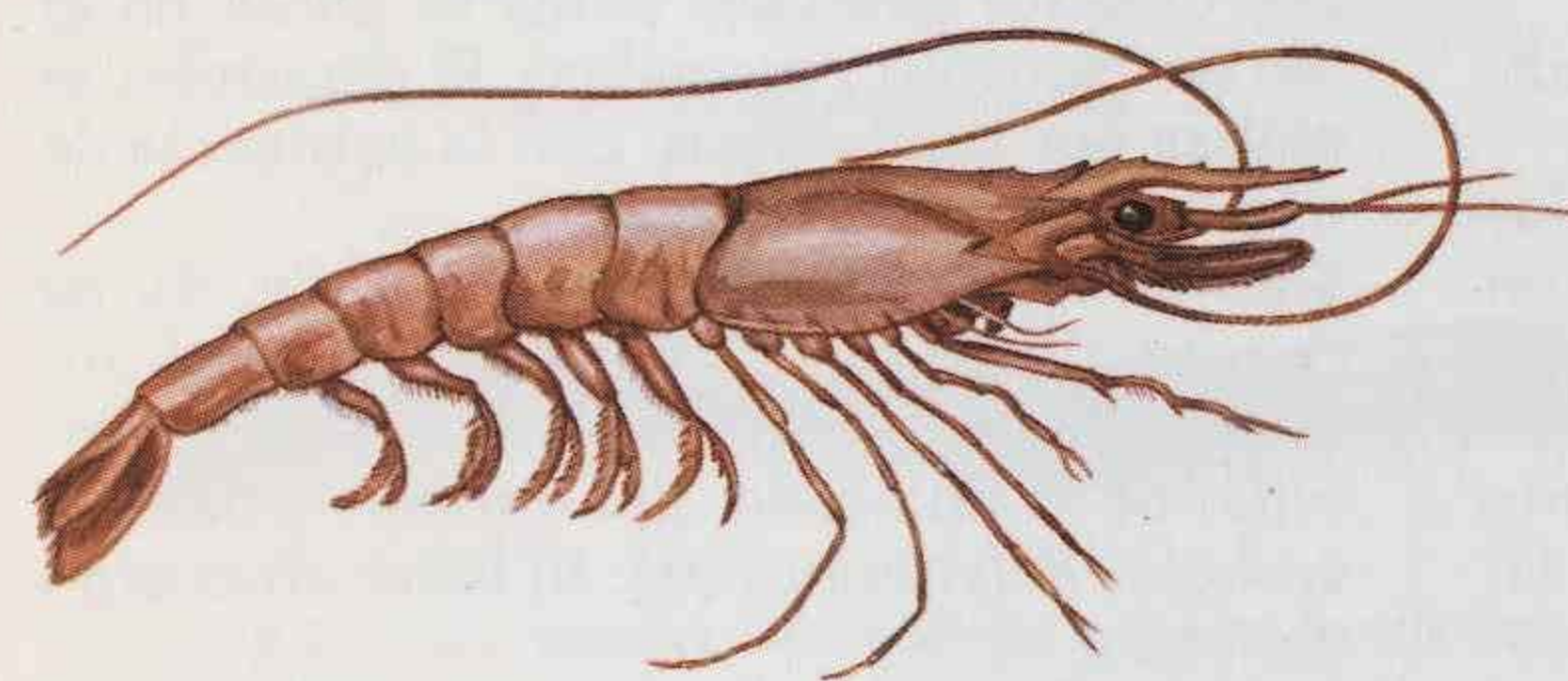


Fig. 2.- *Parapeneaeus longirostris*.

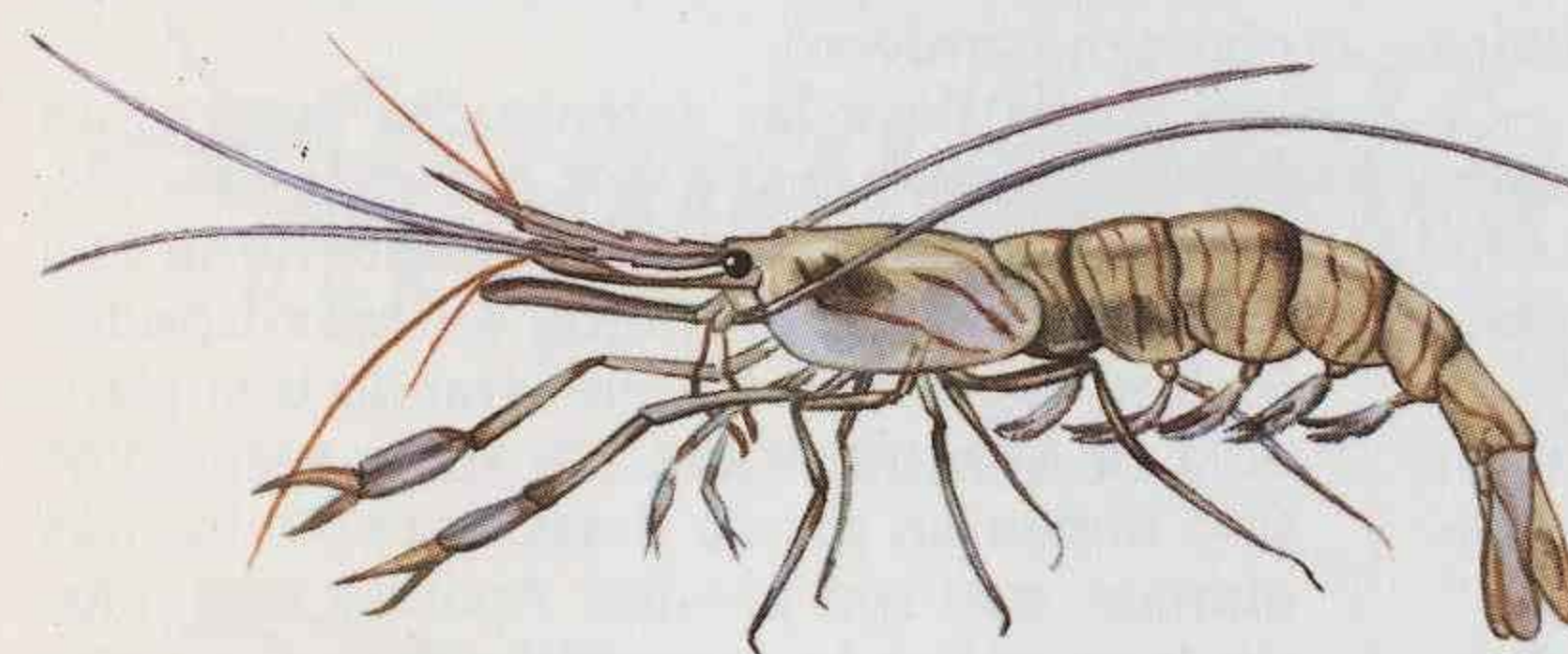


Fig. 3.- *Palaemon serratus*.



Fig. 5.- *Eupagurus anachoretus* o cangrejo ermitaño.



Fig. 6.- *Scyllarus*.



Fig. 4.- *Homarus* o bogavante.

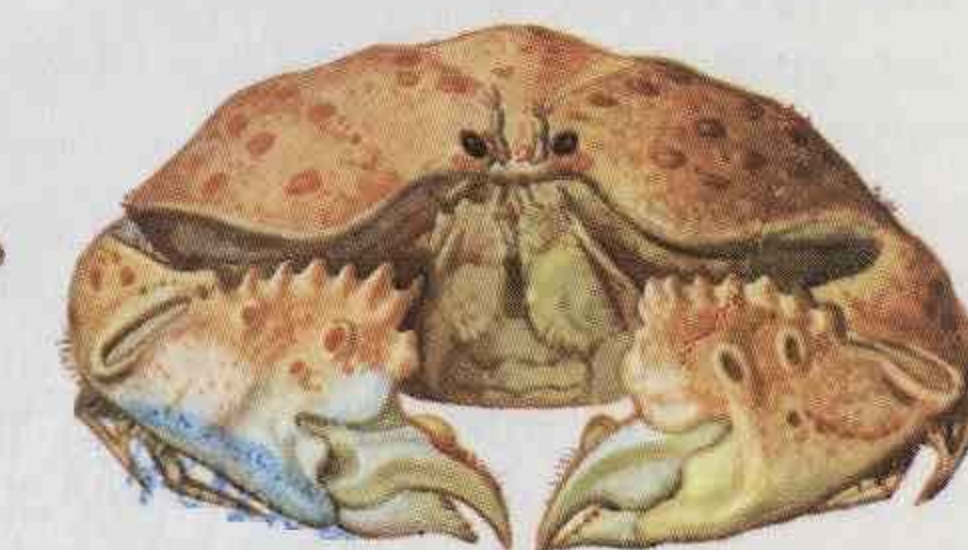


Fig. 7.- *Calappa*.

MIRIÁPODOS

Bajo este nombre se agrupan los Artrópodos de respiración traqueal que poseen gran número de segmentos. Comprenden cuatro Órdenes sistemáticos: *Sínfilos*, *Paurópodos*, *Diplópodos* y *Quilópodos*.

Sínfilos.— Son Miriápodos pequeños y blancuzcos, con antenas largas y 12 pares de patas en los adultos. En su extremidad caudal poseen un par de salientes no segmentados que tienen la función de hilera. Son ciegos y lucífugos; viven en sitios húmedos, bajo las piedras y en la tierra.

La cabeza es ovoide con un par de antenas simples, multiarticuladas. Debajo de la inserción de cada antena hay un estigma que origina una tráquea, la cual se ramifica en los tres primeros segmentos del cuerpo. Detrás del estigma hay un órgano sensorial llamado *órgano de Tömösvary*.

Las piezas bucales comprenden las mandíbulas y dos pares de maxilas (figs. 2 y 4).

Las patas son todas parecidas, excepto las del primer par. Cada una está dividida en seis segmentos: *coxa*, *trocánter*, *fémur*, *tibia*, *tarso* y *pretarso*, terminado en uña. Cada pata, a partir de la tercera, lleva un saliente coxal corto o *estilo* y una vesícula coxal. En el segmento anal hay un par de pelos sensoriales o *tricobotrios*.

El número de segmentos del tronco es de 14, según los trabajos de Tiegs. El telson está sólo representado por dos pequeños lóbulos anales.

Los sexos están separados y las glándulas genitales son pares. El orificio genital es único y se abre en el cuarto segmento poscefálico, detrás del tercer par de patas.

El desarrollo posembriionario de los Sínfilos es anamórfico, haciendo eclosión el embrión bajo la forma de larva hexápoda.

Scutigereilla immaculata (fig. 1) es una especie frecuente.

Paurópodos.— Son Miriápodos de talla pequeña, de 2 a 5 mm, ciegos y lucífugos. Viven en los lugares húmedos, bajo las piedras, las hojas, los troncos.

Las antenas son birrameadas. El tronco consta de 12 segmentos, con nueve pares de patas, excepto en *Decapauropus* (fig. 3), que tiene 10. Las piezas bucales son un par de mandíbulas y un par de maxílulas que forman un labio inferior. Los orificios genitales se abren por pares en el tercer segmento. Desarrollo anamórfico. Larva hexápoda. Respiración cutánea.

Diplópodos.— Son Miriápodos, con la mayor parte de los segmentos del tronco sol-

dados dos a dos (*diplosomitas*), llevando dos pares de patas en cada diplosomita. Se alimentan principalmente de vegetales en descomposición, siendo algunos carnívoros.

La cabeza es convexa en la parte superior y aplanada por abajo. Los ojos pueden estar presentes o faltar. Tienen un par de antenas típicamente de siete artejos. La mayoría tienen órganos de Tömösvary, sobre todo las especies ciegas cavernícolas. Poseen un par de mandíbulas y un labio inferior o *gnatopilario*, como los Paurópodos.

La excreción la realizan por un par de tubos de Malpighi, como en los Sínfilos y Paurópodos, que se abren en el límite del intestino medio y posterior.

El aparato respiratorio está representado por estigmas que se abren a todo lo largo del cuerpo.

Los orificios genitales pares se abren en el tercer segmento poscefálico. El desarrollo se realiza por anamorfosis, con la existencia de una larva hexápoda (fig. 7).

Son formas representativas: *Iulus* (fig. 5), de cuerpo cilíndrico; *Glomeris*, de cuerpo ancho y robusto, que recuerda el de las cochinillas de la humedad, por arrollarse también en bola. *Polydesmus* (fig. 6) tiene un cuerpo delicado.

Quilópodos.— Son Miriápodos de cuerpo deprimido, cuyo orificio genital se abre en la extremidad posterior del cuerpo. Son de régimen carnívoro.

La cabeza lleva las antenas, los *ocelos*; un par de mandíbulas, y dos pares de maxilas. El primer segmento del tronco tiene sus apéndices transformados en maxilípedos fuertes, las *forcípulas*, encerrando una glándula de veneno ácido. Los otros segmentos sólo tienen un par de patas, excepto los dos últimos, que son ápodos. Aparato respiratorio traqueal, a lo largo del cuerpo. Poseen dos tubos de Malpighi.

Scolopendra (fig. 8) tiene desarrollo epimorfo, y se encuentra bajo las piedras. *Scutigera* tiene desarrollo anamórfico, y es frecuente en las casas.

Relaciones filogenéticas.— Los Miriápodos se distinguen de todos los otros Artrópodos mandibulados en que la tagmatosis sólo se ha realizado en la región cefálica, habiendo una cabeza y un tronco. La cabeza de los Sínfilos y Quilópodos tiene la misma composición metamérica que los Hexápodos. Por otro lado, sus relaciones se vinculan con los Crustáceos primitivos, a partir de los cuales se ha originado la rama Miriápodos-Hexápodos.



Fig. 1.- *Scutigereilla immaculata*, vista por su cara ventral.

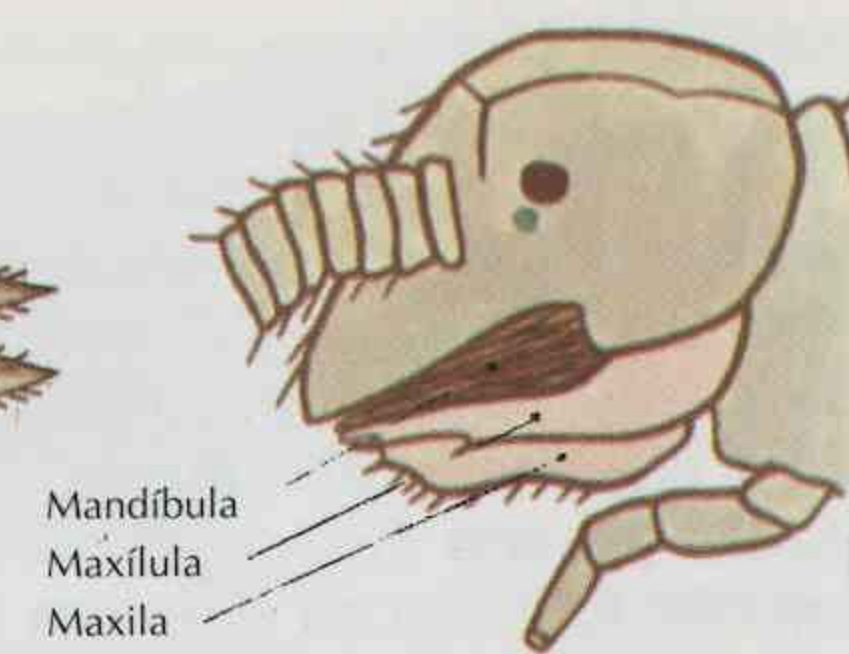


Fig. 2.- Cabeza de *Scutigereilla* vista de perfil.

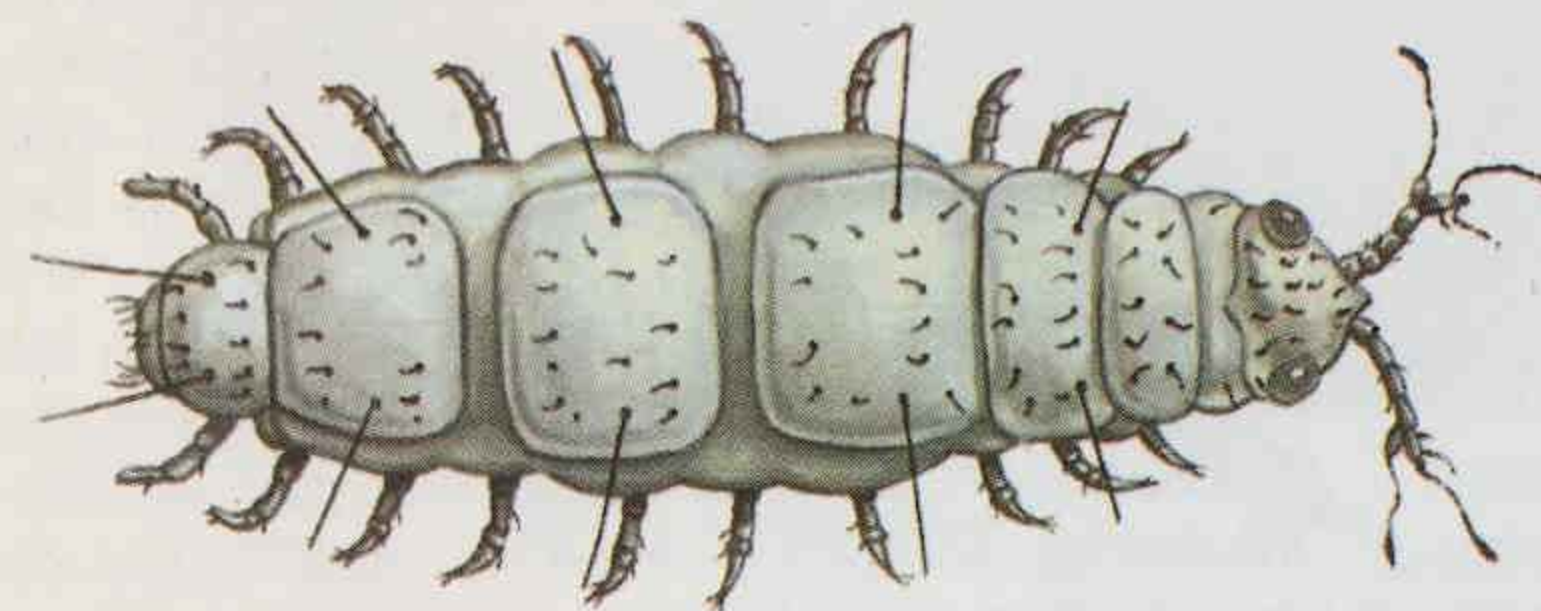


Fig. 3.- *Decapauropus cuenoti*.

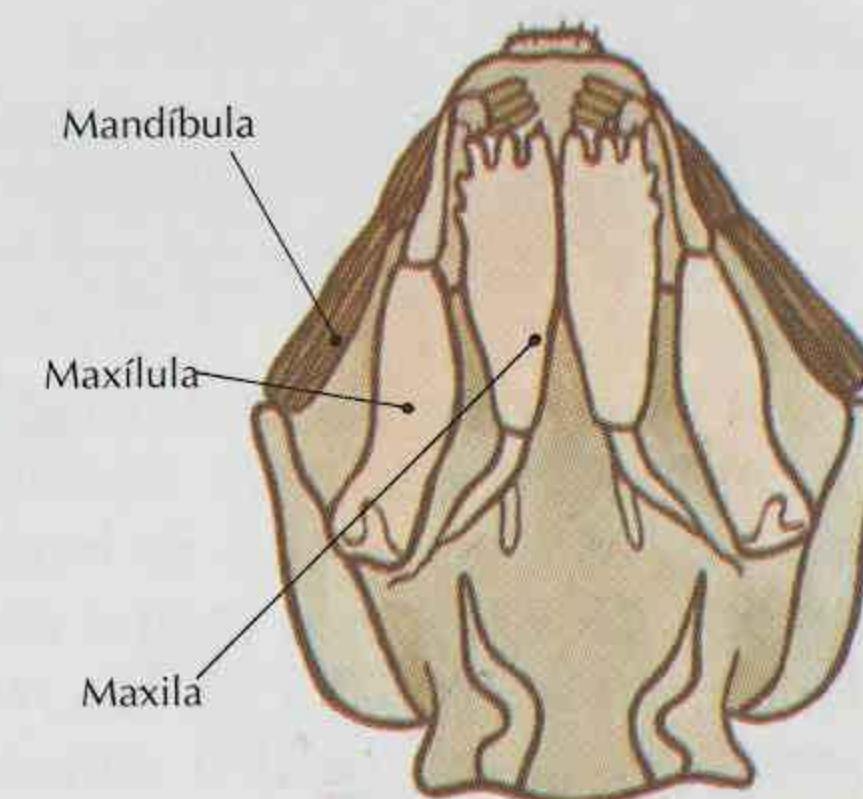


Fig. 4.- Cabeza de *Scutigereilla* vista por su cara ventral.



Fig. 5.- *Iulus* mostrando sus numerosos apéndices locomotores.

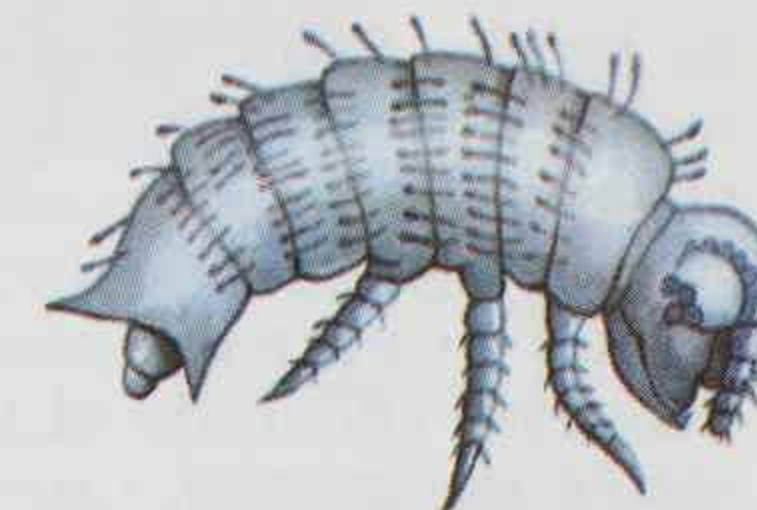


Fig. 7.- Larva exápoda de Diplópodo.

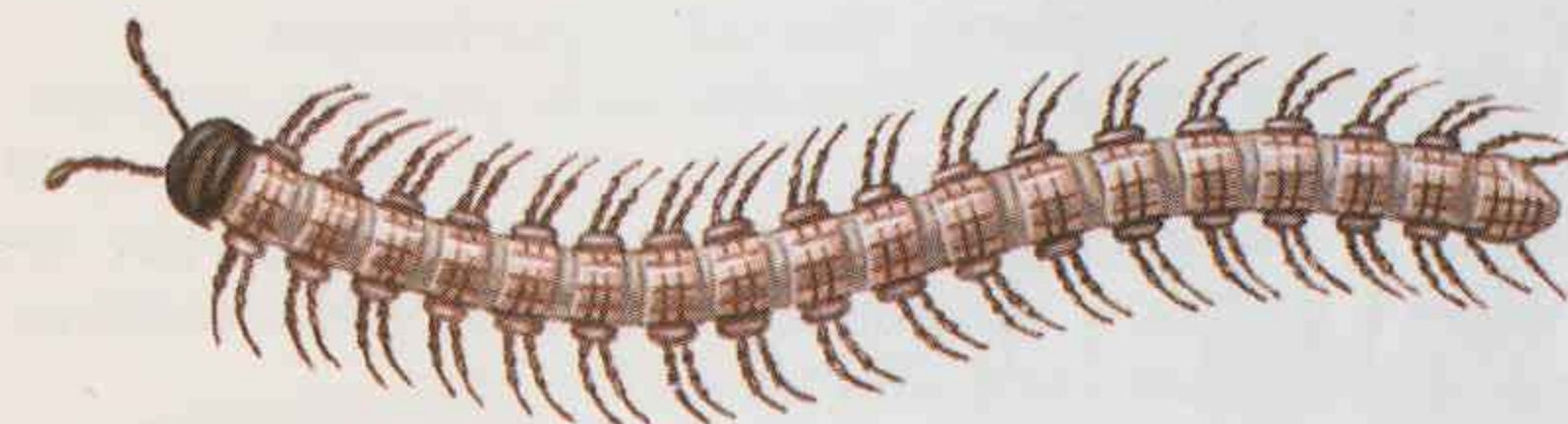


Fig. 6.- *Polydesmus*, de cuerpo frágil.



Fig. 8.- *Scolopendra*: alcanza gran tamaño y los huevos son incubados por la hembra.

HEXÁPODOS

Representan aproximadamente las cuatro quintas partes de las especies animales descritas. Se conocen más de un millón de especies de Hexápodos o Insectos, aunque este número representa, probablemente, sólo la cuarta parte de las especies que existen. La Clase tiene gran riqueza de formas, pero todas poseen caracteres fundamentales comunes, que hacen que esta Clase sea relativamente homogénea.

La tagmatosis se ha realizado de manera intensa en los Hexápodos, con agrupaciones de segmentos que deslindan regiones definidas y de composición metamérica fija. La cabeza tiene seis segmentos: preantennular, antennular, *intercalar*, mandibular, maxilar y labial. El segmento antennular lleva un par de antenas, mientras que el segmento intercalar, que corresponde al antenal de los Crustáceos, se hace *vestigial* en el adulto. La cabeza o tagma cefálico está perfectamente definida en los Hexápodos, diferenciada como centro sensorial y masticador.

El tórax está formado por tres segmentos, con tres pares de patas; de aquí el nombre de Hexápodos; y, típicamente, con dos pares de alas. El tagma torácico está diferenciado como centro locomotor.

El abdomen consta típicamente de 11 segmentos y carece de apéndices ambulatorios, habiendo adquirido el tórax la función de sostén del cuerpo. Cuando hay apéndices abdominales, como son los estilos, *cercos*, *gonapófosis*, están profundamente modificados.

La respiración es traqueal. En la extremidad posterior del abdomen se abre un poro genital. El desarrollo posembriionario es raramente directo, habiendo larvas que experimentan metamorfosis.

La cabeza.— Lleva un par de antenas móviles, con numerosos artejos homólogas de las anténulas de los Crustáceos. En la región media de la cabeza hay tres ocelos u ojos simples, formados por una córnea, una retina y células pigmentarias; son órganos estimuladores del vuelo.

Lateralmente hay dos ojos compuestos, formados por la unión de pequeñas unidades, llamadas *omátidios*. Cada omátidio está formado: 1.º, por una capa profunda de células retinianas, sensibles a la luz, en número de 7: estas células forman en su cara interna el *rabdoma*, en posición axial; 2.º, superpuestas a las células sensibles están las células cristalinas, que forman el cristalino o co-

no; 3.º, en la parte externa del omátidio está la córnea transparente, segregada por la hipodermis: la córnea no es más que la cutícula que se hace transparente; 4.º, cada omátidio está envuelto por células pigmentarias (fig. 4).

El ojo de las grandes libélulas tiene 30.000 omátidios.

Encima de la boca hay una pieza impar, el labro. Las dos maxilas forman una pieza impar inferior, el labio. Los apéndices bucales sufren grandes modificaciones según el modo de vida del grupo. Se agrupan en los tipos siguientes: masticador-lamedor, picador-chupador y chupador-lamedor. El tipo más primitivo es el masticador, como en los Ortópteros.

El tipo masticador-lamedor se observa en los Himenópteros, en los que las mandíbulas permanecen dentadas, mientras que las maxilulas se alargan y el labio toma forma de canal, apto para lamer o absorber el néctar de las flores, como sucede en las abejas.

El tipo picador-chupador se da en los Dípteros y Hemípteros. En los mosquitos, el labio forma un amplio canal, cerrado dorsalmente por el labro, formando un estuche. En este estuche están las mandíbulas y maxilulas transformadas en estiletos perforadores.

El tipo chupador-lamedor se da en los Lepidópteros. Las mandíbulas y el labio se hacen vestigiales, mientras que las maxilulas forman un tubo o trompa, que se enrolla sobre sí mismo, llamado *espiritrompa*.

El tórax.— Está formado por tres segmentos, de delante atrás, el *pro-* el *meso-* y el *metatórax*. Cada segmento lleva un par de patas, y típicamente el meso- y el metatórax llevan cada uno un par de alas.

Las patas se componen de los *podomeritos* siguientes: coxa, trocánter, fémur tibia y tarso, generalmente dividido en cinco artejos y terminado por un par de uñas. Entre las uñas hay a veces un cojinete bifurcado, el *pulvilo*, sobre todo en los Dípteros. Un lóbulo medio o *arolio* puede coexistir con el pulvilo.

Las alas son expansiones membranas de la región dorsolateral del tórax. Tienen unas nerviaciones longitudinales y transversales. Las longitudinales contienen generalmente una tráquea y sangre. En muchos casos, las nerviaciones importantes van acompañadas por un nervio.

La nerviación es variable pero es característica para cada especie y tiene valor sistemático. Las principales nerviaciones, de delante atrás, son: costal, subcostal, radial, mediana, cubital y anales (lám. F/10, fig. 1).

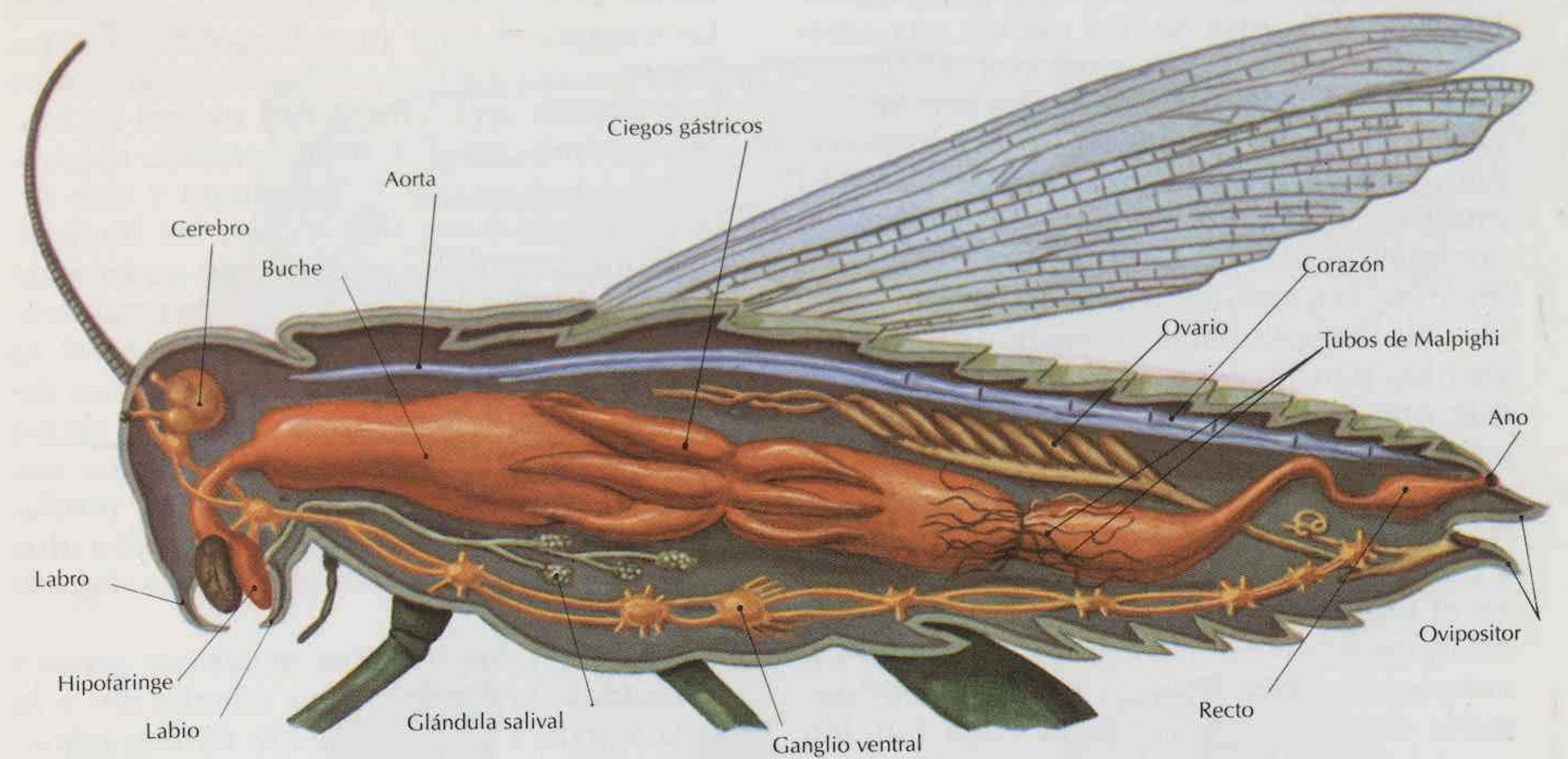


Fig. 1.- Corte sagital de un Hexápodo.

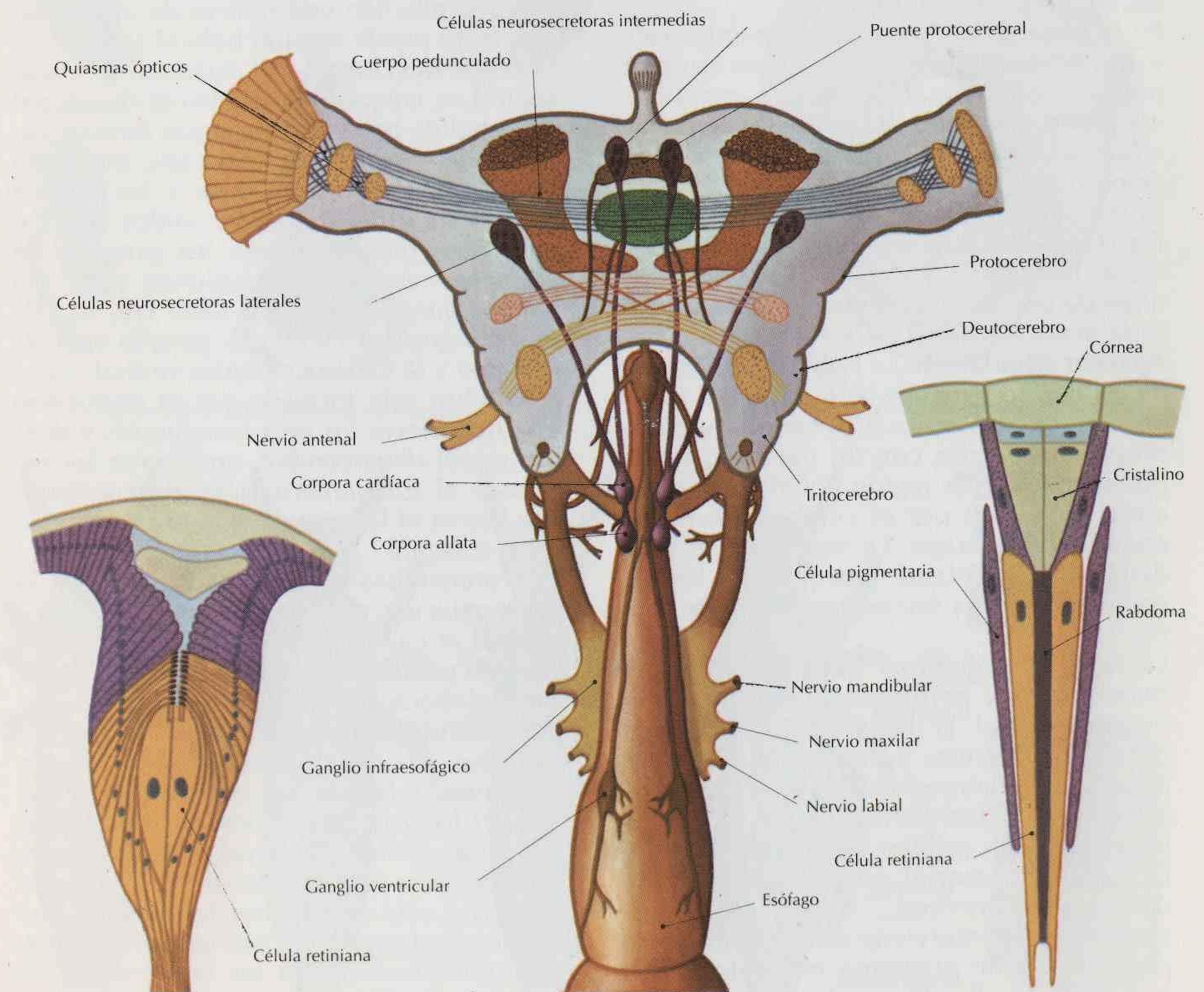


Fig. 2.- Ocelo lateral de una larva.

Fig. 3.- Sistema nervioso.

Fig. 4.- Omátidio.

Aparato digestivo.— La longitud del tubo digestivo depende del régimen alimenticio. El intestino consta de tres partes: una anterior, otra media y otra posterior. El intestino anterior y posterior se forma por dos invaginaciones ectodérmicas, estando revestido por una cutícula quitinosa. Sólo en el intestino medio se realiza la secreción de enzimas digestivos y la absorción de alimentos; las células mucosas faltan, pero las células epiteliales no están en contacto con las partículas alimenticias duras, sino que envuelve al alimento una membrana peritrófica, producida por las células secretoras del intestino medio. Esta membrana es permeable a los enzimas digestivos y a los productos de la digestión.

En el límite del intestino medio y posterior están los tubos de Malpighi, de función excretora. Muchos insectos tienen en las paredes del recto unas papilas cuya función es absorber el agua de los productos de excreción (lám. F/9, fig. 1).

En la boca desembocan las glándulas salivales, generalmente labiales, pero también puede haberlas mandibulares y maxilulares. Estas glándulas salivales pueden estar altamente especializadas, con funciones diversas.

Es frecuente la *simbiosis* de insectos *xilófagos* y *hematófagos* con protozoos flagelados, bacterias y levaduras. La celulosa es digerida por los *simbiontes*; de otra forma, sería inaprovechable para el insecto.

Aparato circulatorio.— Hay un vaso dorsal único que se extiende a lo largo del cuerpo. La parte posterior está cerrada y constituye un corazón con un par de ostíolos por segmento. La región anterior forma la aorta, que pasa por el cerebro y termina encima del esófago. La sangre circula de detrás hacia adelante y penetra en los espacios lagunares interviscerales (lám. F/9, fig. 1).

La cavidad abdominal tiene dos tabiques horizontales y perforados, los diafragmas dorsal y ventral. El dorsal está formado por músculos aliformes y una membrana conjuntiva. La contracción de estos músculos dilata la cavidad pericárdica y la sangre penetra por los ostíolos en el corazón. El diafragma ventral está situado encima de la cadena nerviosa.

La sangre no interviene en la respiración pues carece de pigmento respiratorio. La hemoglobina disuelta en la sangre de las larvas acuáticas de los Dípteros Quironómidos sólo es reducida si la tensión de oxígeno en el agua es muy baja.

Aparato respiratorio.— Las tráqueas se abren al exterior por orificios o estigmas. La tráquea es una invaginación del ectodermo cuya cutícula tiene espesamientos que forman un filamento en espiral de sostén llamado *tenidio*, de naturaleza epicuticular. Las tráqueas se ramifican y dan tubos finos de 0,6 a 0,8 micras, las *traqueolas*, que terminan en dedo de guante de 0,2 a 0,5 micras de diámetro. Una traqueola es una célula alargada a cuyo nivel se efectúan los intercambios gaseosos. Los estigmas están generalmente provistos de un aparato de cierre, que impide al agua entrar. Los movimientos respiratorios, producidos por contracciones de los músculos abdominales, hacen circular el aire (figuras 4, 5 y 6).

Las larvas y los insectos acuáticos poseen branquias traqueales. Otra adaptación a la vida acuática es la formación de una *cámara respiratoria*, por medio de pelos hidrófugos que retienen una reserva de aire, y así el insecto puede respirar bajo el agua.

Sistema nervioso.— El sistema nervioso central se compone típicamente de un par de ganglios por segmento, que forman cadena; los dos ganglios de cada segmento están unidos por comisuras y los de dos segmentos sucesivos están unidos por *conectivos*. Frecuentemente los ganglios de segmentos sucesivos se fusionan y forman *centros ganglionares*. Así (lám. F/9, fig. 1), se distinguen el cerebro o ganglio supraesofágico y la cadena nerviosa ventral.

El cerebro está formado por el *protocerebro*, que inerva los ojos compuestos y ocelos; por el *deutocerebro*, que inerva las antenas y el *tritocerebro*, poco desarrollado, que inerva el labro y da el cordón nervioso infraesofágico.

El protocerebro es la parte que ofrece la diferenciación más importante: en el centro está el cuerpo central y a sus lados, los cuerpos pedunculados, de alta importancia en la elaboración de las sensaciones y determinación del comportamiento. En los Anélidos, los cuerpos pedunculados están asociados a la función olfativa, mientras que en los Artrópodos sufren un cambio funcional, transformándose en centros asociativos de la función visual. En los Himenópteros sociales, como las abejas, los cuerpos pedunculados han perdido sus conexiones directas con los órganos de los sentidos y se han transformado en órganos exclusivos de asociación, que presiden las complejas reacciones psíquicas de estos animales.

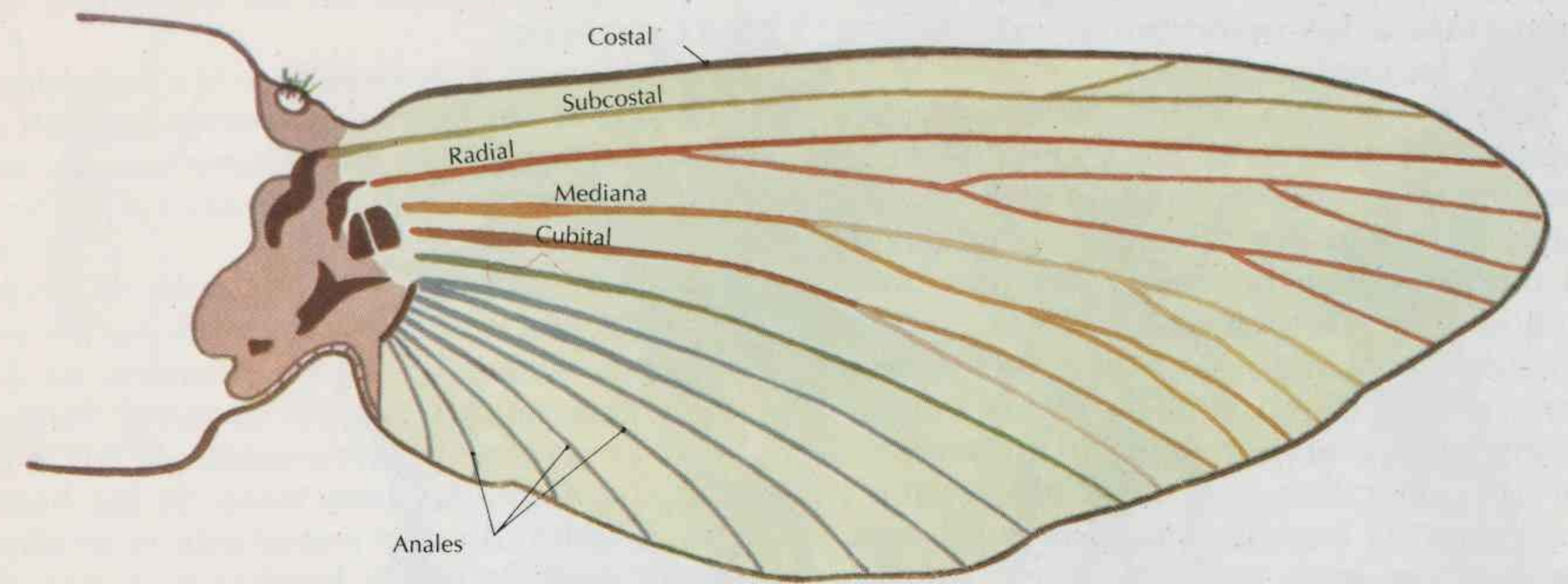


Fig. 1.- Esquema de un ala mostrando su traqueación.



Fig. 2.- Piezas bucales típicas de insecto.

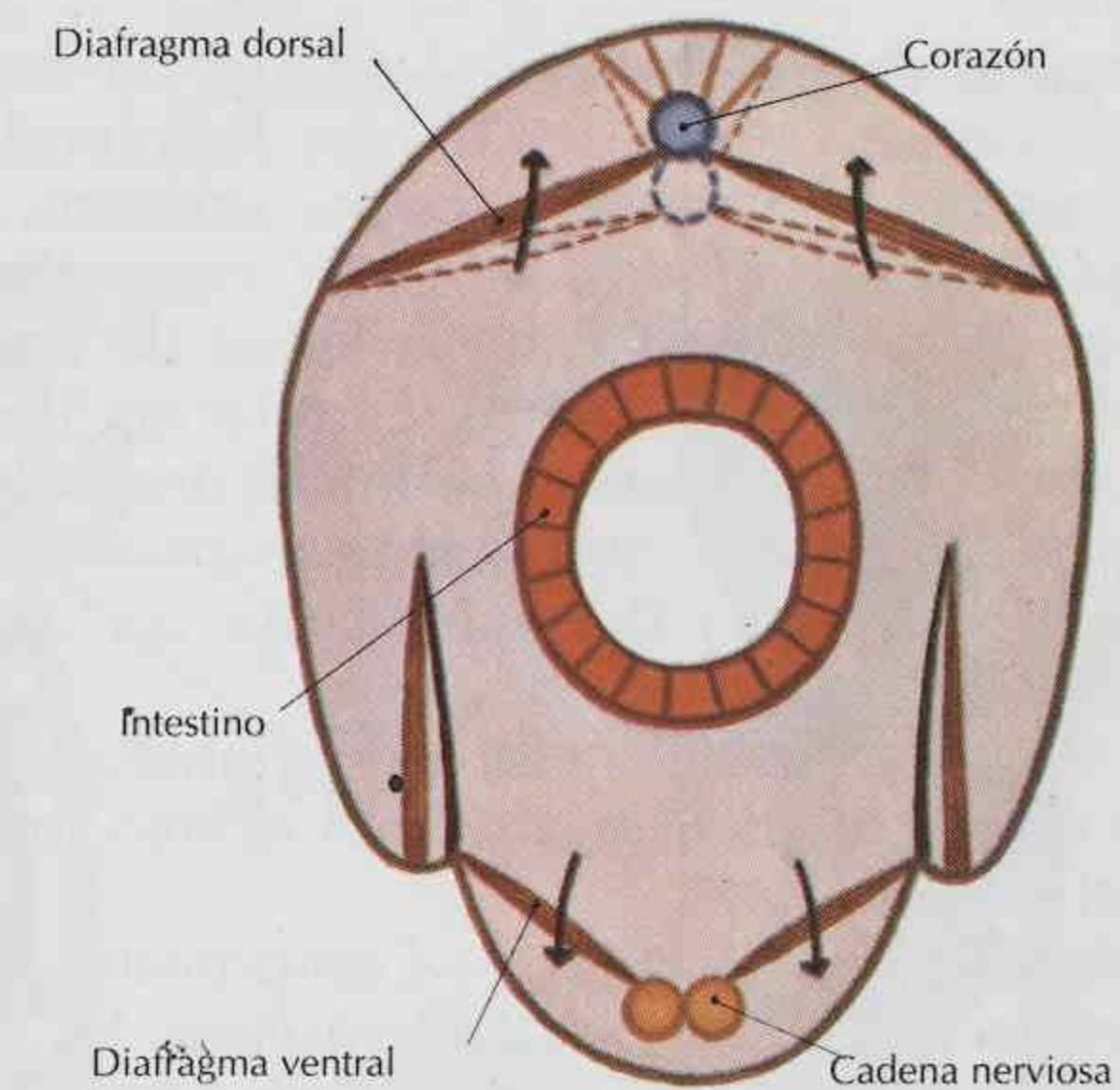


Fig. 3.- Aparato circulatorio de los Hexápodos.

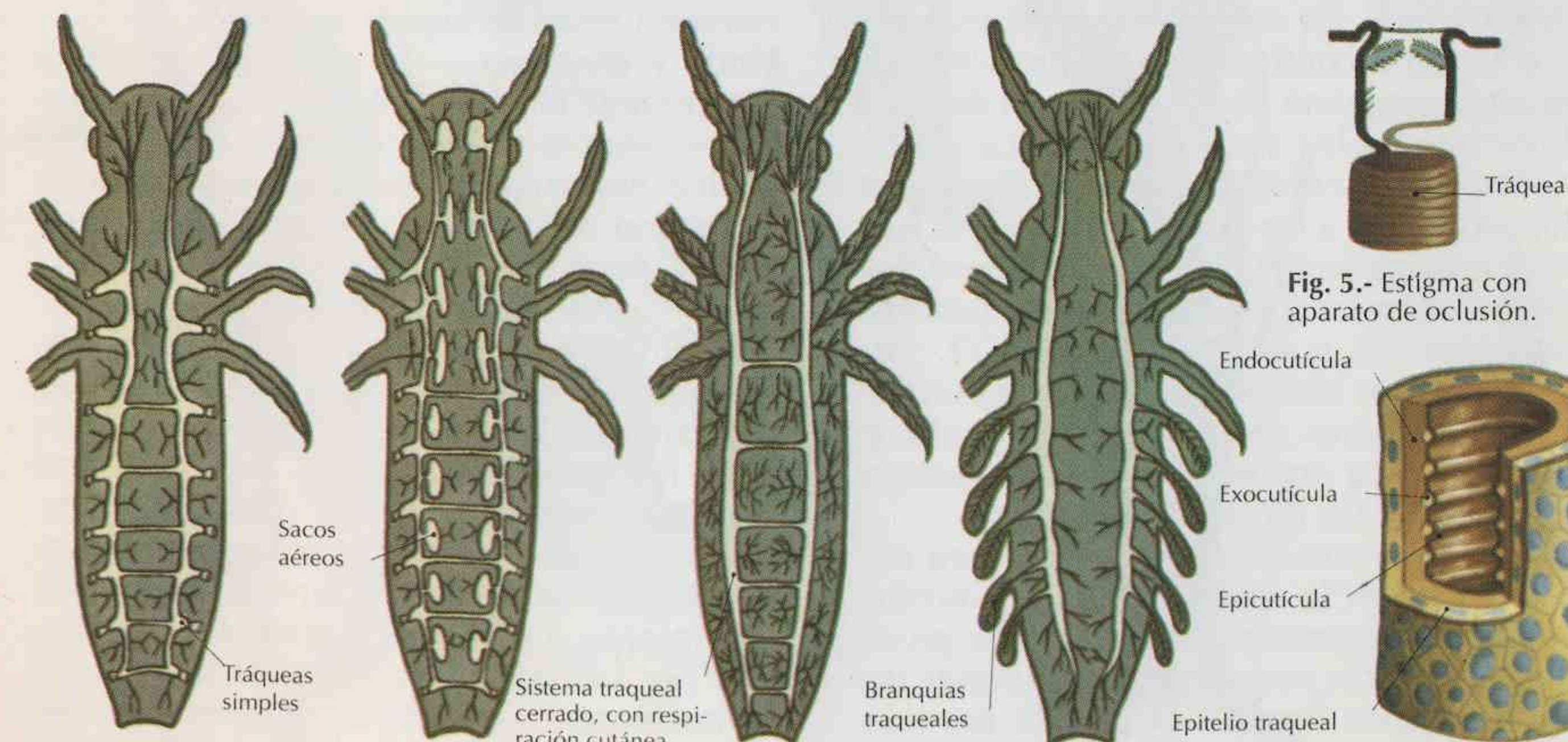


Fig. 4.- Principales tipos de aparatos respiratorios.

Fig. 5.- Estigma con aparato de oclusión.

Fig. 6.- Estructura de la tráquea.

El ganglio infraesofágico está formado por la fusión de tres pares de ganglios correspondientes a las mandíbulas, maxílulas y maxilas, las cuales inerva.

La cadena nerviosa ventral comprende tres pares de ganglios torácicos y ocho pares de ganglios abdominales, aunque este número queda reducido por fusión de ganglios, de tal modo que en la mosca hay una masa ganglionar única tóraco-abdominal.

El sistema simpático preside la vida vegetativa y consta de un ganglio frontal situado delante del cerebro y unido al tritocerebro por dos conectivos, inervando el intestino y el corazón. El intestino posterior y los órganos genitales están inervados por el simpático ventral, formado por un par de nervios asociados con cada ganglio de la cadena ventral.

Órganos de los sentidos.— Junto a un sistema nervioso complicado, los Hexápodos tienen órganos de los sentidos variados. El más simple es el *pelo sensorial*, cuya modificación constituye gran variedad de órganos receptores o *sensilios*. La olfacción tiene su sede en las antenas; hormigas desprovistas de sus antenas son incapaces de encontrar su camino, y de reconocer a sus compañeras.

La apreciación del color es variable según las especies; las abejas no ven el rojo, pero sí el ultravioleta.

Glándulas endocrinas.— Comprenden los *corpora allata*, los *corpora cardiaca*, las células neurosecretoras del cerebro y las glándulas protorácicas.

Los *corpora allata* se forman a partir del ectodermo, entre las mandíbulas y las maxílulas; emigran a continuación en profundidad y se sitúan encima del esófago, recibiendo inervación de los *corpora cardiaca*. Éstos son dos corpúsculos, o fusionados en uno solo, asociados a los cuerpos alados; se forman por evaginación de la pared dorsal del intestino anterior y están formados por células nerviosas y secretoras (lám. F/9, fig. 3). Los cuerpos cardíacos reciben del protocerebro dos pares de nervios, uno medio y otro lateral, los dos nervios medios forman un *quiasma* antes de salir del cerebro.

Las células neurosecretoras del cerebro están situadas en la región media del protocerebro y son grandes neuronas con gruesos gránulos de secreción. Los *axones* de estas neuronas forman el par de nervios medios que van a los cuerpos cardíacos, donde se acumula la secreción producida por aquéllas. Además de estas células, el cerebro de muchos insectos posee otras cé-

lulas neurosecretoras esparcidas de forma diversa y homólogas de los órganos X de los Crustáceos.

Reproducción y desarrollo.— La reproducción puede ser bisexual o partenogenética, y generalmente hay dimorfismo sexual, estando los machos más adornados y coloreados que las hembras.

El aparato reproductor consta de dos ovarios o de dos testículos que terminan en órgano copulador o pené. El encuentro de los sexos está favorecido por factores varios, como la danza y estridulación de los machos, las llamadas luminosas de las hembras. El estímulo más importante es el olor; el olor emitido por la hembra es capaz de atraer a la mariposa macho a grandes distancias. Después del acoplamiento tiene efecto la fecundación, que se realiza momentos antes de la puesta.

En el momento de la eclosión, la larva se parece al adulto o bien difiere completamente. En el primer caso, el desarrollo posembrionario del insecto es directo y no presenta metamorfosis, diciéndose que el insecto es *ametábolo*; los insectos que experimentan metamorfosis se dice que son *holometábolos*. En este último caso, la metamorfosis puede ser simple, como en los saltamontes, diciéndose que son *hemimetábolos*, o *heterometábolos*, no habiendo una *diapausa* ninfal. En ellos el insecto pasa a *imago* sin una fase de reposo. En los holometábolos propiamente dichos, la larva pasa por un estado de inmovilidad total o parcial en la que sufre una transformación profunda; por la *ninfosis*, la larva se convierte en *imago* o insecto perfecto.

Muda y diapausa.— La envuelta quitinosa que protege el cuerpo del insecto hace que el crecimiento no sea continuo, sino que se realice por etapas. Periódicamente, por el fenómeno de la muda, ha de abandonar el caparazón o exuvia. La muda es un fenómeno que se realiza por acción hormonal. Las células neurosecretoras del protocerebro producen una sustancia activadora de las glándulas protorácicas y que se acumula en los cuerpos cardíacos. Esta *hormona protoracotropa* estimula la producción de la hormona de la muda o *ecdisona*, por las glándulas protorácicas. Es una hormona del crecimiento. La hormona juvenil es producida por los *corpora allata*. Las dos clases de hormonas están en la sangre, pero la muda pertenece al tipo larvario. Cuando predomina la *ecdisona*, la muda es imaginal, se produce la *ninfosis* y después el *imago*.



Fig. 1.- *Libellula quadrimaculata*.

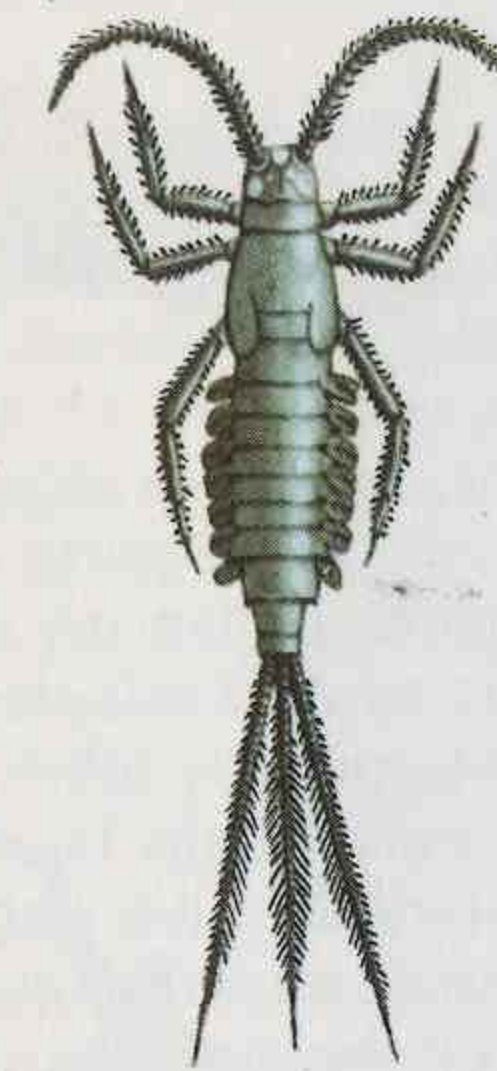


Fig. 2.- *Ephemera vulgata*.



Fig. 3.- *Sialis*.



Fig. 4.- *Perla*.

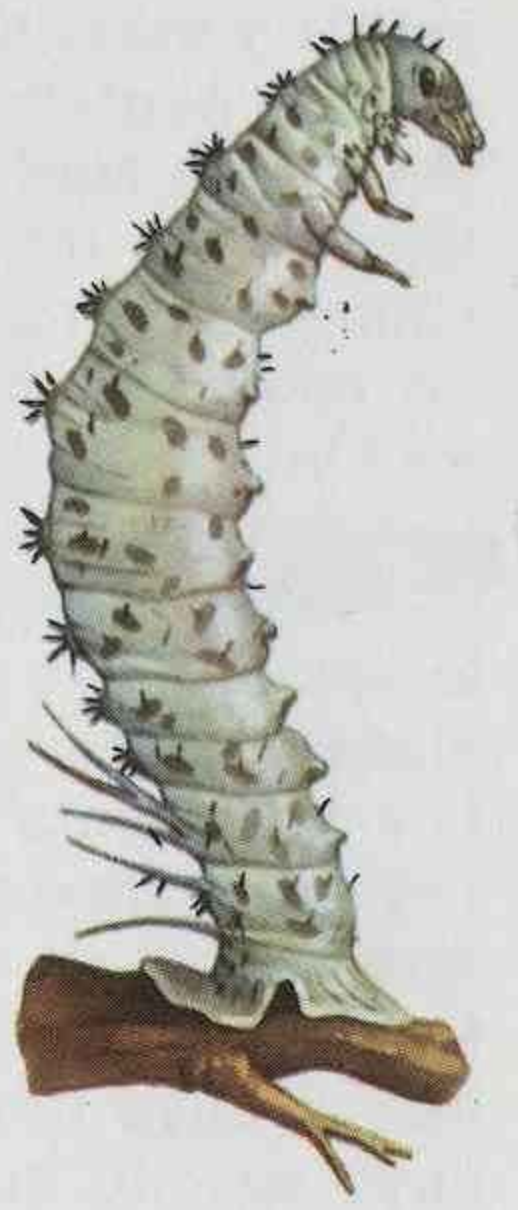


Fig. 5.- *Panorpa*.



Fig. 6.- *Raphidia*.

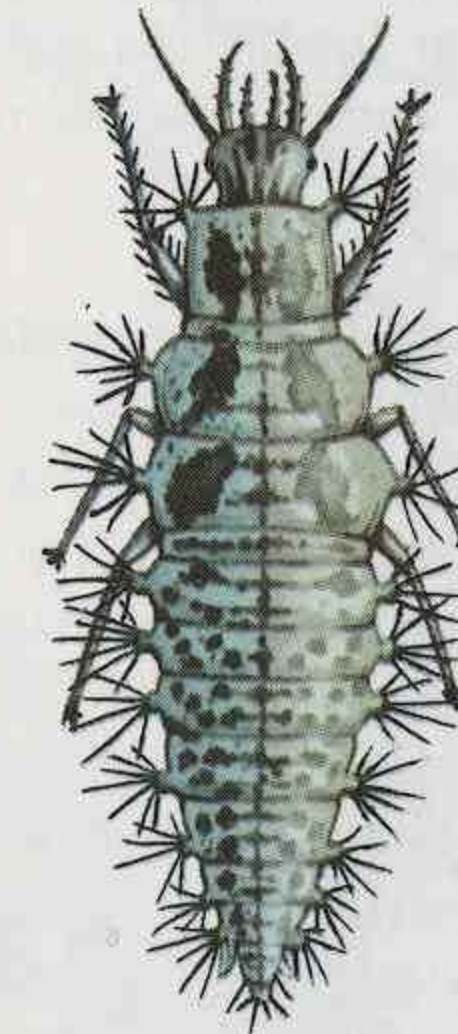


Fig. 7.- *Chrysopa*.



Fig. 8.- *Papilio machaon*.

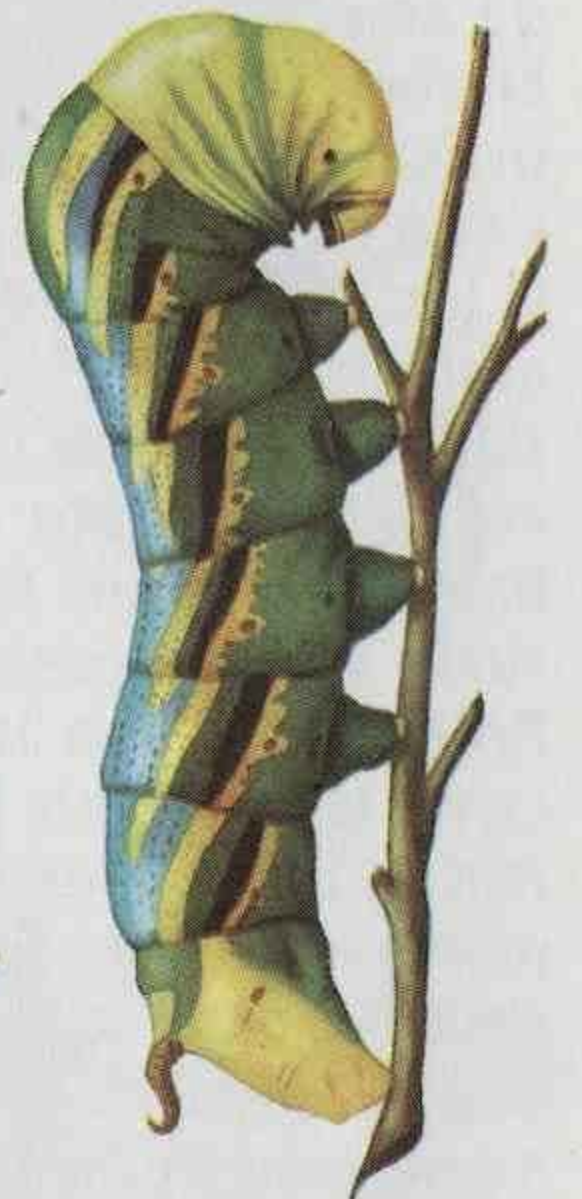


Fig. 9.- *Acherontia atropos*.



Fig. 10.- *Parnassius apollo*.



Fig. 11.- *Oryctes*.



Fig. 12.- *Celerio euphorbiae*.



Fig. 13.- *Tabanus euphorbiae*.

Sistemática.— Se basa en la forma y segmentación del cuerpo, así como en la presencia y estructura de las alas. La clasificación de Martynov, que es la seguida a grandes rasgos aquí, ha permitido reunir distintos órdenes de insectos en grandes grupos naturales y arrojar nueva luz sobre las oscuras relaciones filogenéticas entre los distintos Órdenes.

La Clase Hexápodos se divide en dos Subclases: la de los *Apterygota*, o primitivamente ápteros, y la de los *Pterygota*, o insectos alados.

Los *Apterygota* comprenden cuatro Órdenes: *Colémbolos*, *Proturos*, *Dipluros* y *Tisanuros*.

Colémbolos.— Son insectos de pequeño tamaño, cuya longitud no pasa de 5 mm y cuyo aparato bucal masticador está escondido en la cabeza. Las antenas son de cuatro artejos, los tres primeros con músculos. Carecen de ojos compuestos. Detrás de cada antena hay un órgano de Tömösvary.

El abdomen consta de seis segmentos, y el orificio genital impar se abre en el 5.º.

Carecen generalmente de sistema traqueal y los tubos de Malpighi no existen. Son ametábolos.

Podura aquatica (fig. 1) vive en la superficie del agua, sin mojarse. *Orchesella* vive bajo las piedras. Son muy abundantes en el suelo y la hojarasca.

Proturos.— Son insectos depigmentados y cuyo tamaño no pasa de los dos milímetros. Carecen de antenas y de ojos compuestos. Piezas bucales, encerradas en la cabeza.

El abdomen del adulto consta de 12 segmentos, pero en la eclosión sólo poseen 9; los restantes se añaden durante el desarrollo posembriionario; el desarrollo es por anamorfosis.

Algunos carecen de aparato respiratorio y otros poseen dos pares de tráqueas en el meso- y metatórax. Tienen papilas de Malpighi.

Acerentomon doderoi (fig. 3) es una forma frecuente en los lugares húmedos y hojarasca en descomposición. Los Proturos viven también bajo las piedras. Sus movimientos son lentos, y el primer par de patas lo dirigen hacia adelante, con función táctil.

Dipluros.— Son *Apterygota* ciegos, con antenas multiarticuladas, cuyos artejos están todos provistos de músculos. Sin órgano de Tömösvary y con las mandíbulas situadas en el fondo de un *vestíbulo*.

Abdomen con 11 segmentos, y el desarrollo es epimorfo.

Japyx (fig. 2) tiene los cercos transformados en *pinza*, para sostener la presa delante de su boca.

Viven bajo las piedras, en los musgos, la hojarasca, con una repartición geográfica amplia.

Tisanuros.— Son *Apterygota* cuyas piezas bucales están al descubierto, dispuestas normalmente. Las antenas son multiarticulares, pero sólo lleva musculatura el artejo basal. El abdomen consta de 11 segmentos y un par de cercos, así como un saliente medio o *filum terminale*. Gran parte de los segmentos abdominales llevan un par de estilos y uno o dos pares de *vesículas exsértiles*. Poseen sistema traqueal y tubos de Malpighi.

Viven en la tierra, bajo las hojas y detritos vegetales. *Machilis* vive entre la hojarasca de los bosques, mientras que *Lepisma* (fig. 5) lo hace en las habitaciones humanas, siendo su color plateado.

Relaciones filogenéticas de los Apterygota.— Los Colémbolos, Proturos y Dipluros tienen caracteres miriapodoideos, dudándose si incluirlos dentro de los Hexápodos. Sólo los Tisanuros tienen caracteres indudables de Insectos.

Subclase de los Pterygota

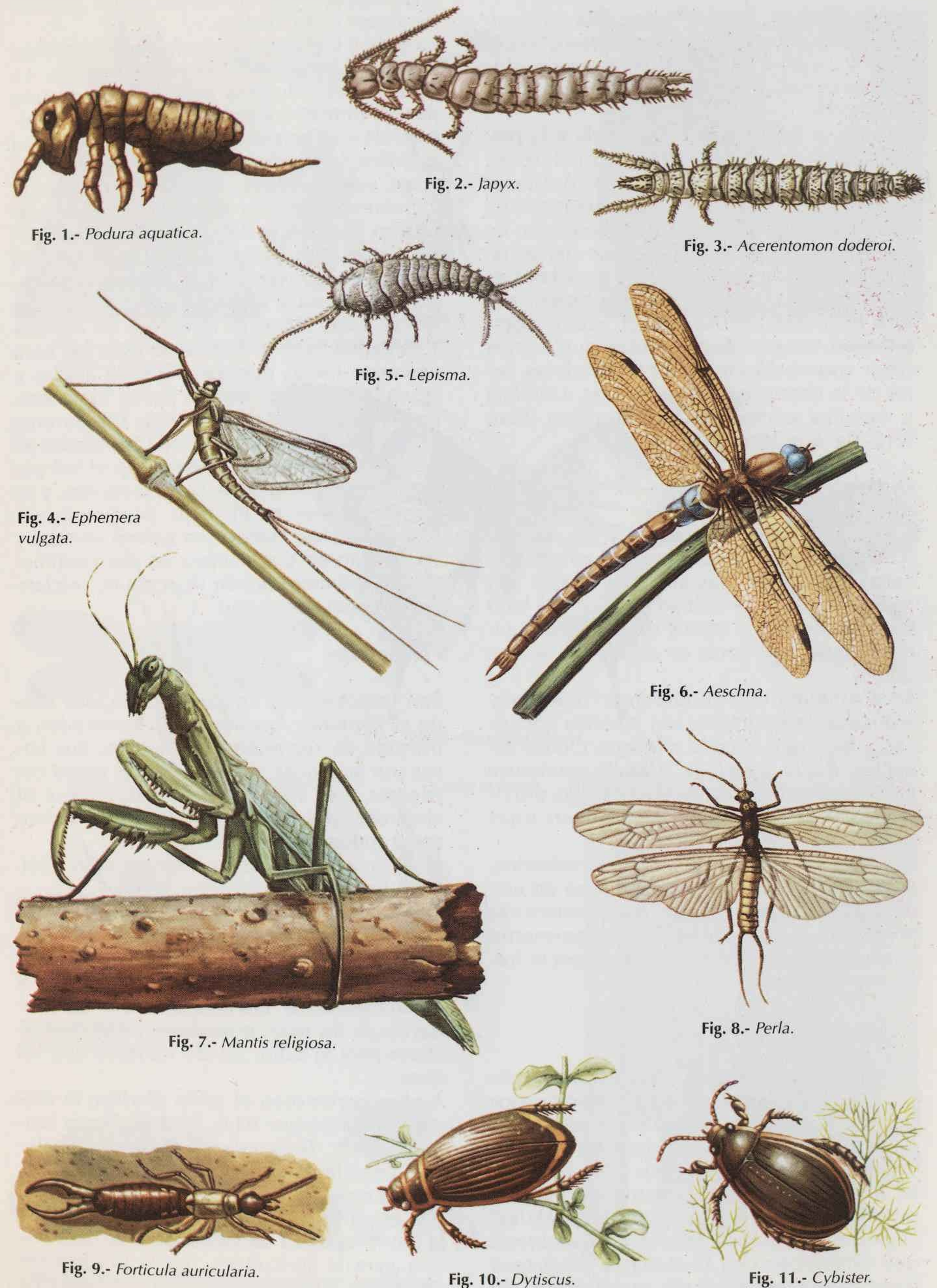
Comprenden todos los Hexápodos alados y aquellos que secundariamente se han hecho ápteros. La morfología y posición de las alas son caracteres en los que se basa la agrupación de los *Pterygota* en dos grandes ramas: los *Paleópteros* y los *Neópteros*.

Los *Paleópteros* tienen alas primitivas, extendidas a cada lado en reposo y durante el vuelo, no pudiéndose doblar hacia atrás. A ellos pertenecen los *Efemerópteros* y los *Odonatos*.

Los *Neópteros* doblan sus alas hacia atrás. Comprenden la mayoría de los Hexápodos actuales.

Efemerópteros

Son insectos primitivos, de metamorfosis incompleta, hemimetábolos. Tienen el cuerpo alargado, terminado por tres filamentos largos, característicos. Piezas bucales vestigiales, pues los adultos no toman alimento alguno. Dos pares de alas, las posteriores mucho más pequeñas que las anteriores, incluso por completo ausentes. En reposo tienen las alas en sentido vertical, una contra la otra, lo cual permite reconocerles fácilmente. Sus larvas son acuáticas, y viven de uno a tres años, siendo mucho más breve la vida del adulto. *Ephemera vulgata* es una especie frecuente (fig. 4, y lám. F/11, fig. 2).



Odonatos

Piezas bucales de tipo masticador, con antenas reducidas y ojos muy desarrollados. Son las libélulas, con dos pares de alas membranosas y casi iguales, siendo hemimetábolos.

La vida de las libélulas está ligada a la presencia del agua, donde ponen sus huevos. Hay dos grandes grupos, el de los Anisópteros y el de los Zigópteros, que tienen categoría de Subórdenes. Los Zigópteros son de vuelo delicado, alejándose poco del agua; en reposo, sus alas están levantadas frecuentemente. Los Anisópteros tienen sus alas horizontales durante el vuelo; comprenden las grandes libélulas que vemos pasar con vuelo rápido en las praderas, lejos de la charca que las vio nacer. *Libellula* y *Aeschna* pertenecen a este grupo (lám. F/12, fig. 6, y lámina F/11, fig. 1).

Dictiópteros

Comprenden las cucarachas y las mantis. Son insectos de aparato bucal masticador y heterometábolos. Las alas posteriores son membranosas y se doblan en abanico bajo las anteriores. Los cercos son multiarticulados. Ponen los huevos en el interior de una ooteca.

Se distinguen dos Subórdenes: *Blátidos* y *Mántidos*. Los primeros son insectos nocturnos y lucífugos, siendo xilófagas ciertas especies; *Blatta orientalis*, *Blatella germanica* y *Periplaneta americana* viven en las proximidades del hombre. Se conocen unas 25.000 especies de cucarachas.

Los Mántidos buscan los lugares soleados, esperando en los matorrales el paso de una presa, que cogen con sus patas anteriores prensoras. *Mantis religiosa*, vulgarmente llamada «Santa Teresa», es una especie frecuente (lámina F/12, fig. 7).

Isópteros

Comprenden los termes, insectos muy antiguos, cuyos antepasados están relacionados con las cucarachas. Se conocen unos dos millares de especies, que viven en sociedades de elevada organización.

Se alimentan exclusivamente de madera muerta, o de humus o detritos vegetales. Digieren la celulosa gracias a la simbiosis que establecen con bacterias y protozoos flagelados, que viven en su intestino. En África, *Bellicositermes natalensis* (fig. 1) hace termiteras llamadas «catedrales». *Calo-*

termes flavicollis es frecuente en el litoral mediterráneo. *Reticulitermes* causa grandes desgastes en la madera.

La población de un nido de *Bellicositermes* puede alcanzar un millón de habitantes. La función reproductora está a cargo de una pareja única, encerrada en la celda real. Los restantes miembros de la población son estériles; los soldados se encargan de la defensa, siendo ciegos y ápteros, mientras que los obreros, también ciegos y sin alas, constituyen la mayoría de la población, haciendo todos los trabajos de la sociedad. Los obreros construyen y reparan el nido, recogen la madera y alimentan a la reina y las larvas. Estas larvas se resuelven en obreros y soldados, pero al final de la estación seca aparecen ninfas que dan insectos alados y sexuales. Después de una lluvia, frecuentemente después del mediodía, los obreros practican aberturas por donde los alados se dirigen al exterior, volando hacia el sol poniente. Este vuelo es de corta duración, y se forman parejas en el suelo, perdiendo entonces las alas. Hacen una galería vertical y se instalan en una cámara de dos centímetros de diámetro donde se acoplan, iniciando una nueva sociedad.

Plecópteros

Son insectos muy antiguos, conocidos desde el Pérmico. Aparato bucal masticador, a menudo en regresión en el adulto. Sus larvas son acuáticas, viviendo en las aguas corrientes. Las alas están cruzadas sobre el abdomen; por ellas se las reconoce, teniendo el abdomen dos cercos.

Perla no se alimenta en estado adulto (lám. F/12, fig. 8, y lám. F/11, fig. 4).

Ortópteros

Son insectos de aparato bucal masticador y heterometábolos. Las alas anteriores son coriáceas, y las patas posteriores están modificadas para el salto, siendo mayores que las otras.

A ellos pertenecen el grillo *Gryllus*; la chicharra, *Ephippiger* (lám. F/14 fig. 1), la langosta verde, *Tettigonia viridissima*, y el alacrán cebollero, *Gryllotalpa*.

Ciertas especies tienen dos fases, la *solitaria* y la *gregaria*, que difieren por el color y por la morfología. La forma gregaria es muy nociva para la agricultura, por la producción de plagas. *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria* y *Dociopterus maroccanus* son especies características.



Fig. 1.- Termitera y castas de los termes africanos *Bellicositermes natalensis*.

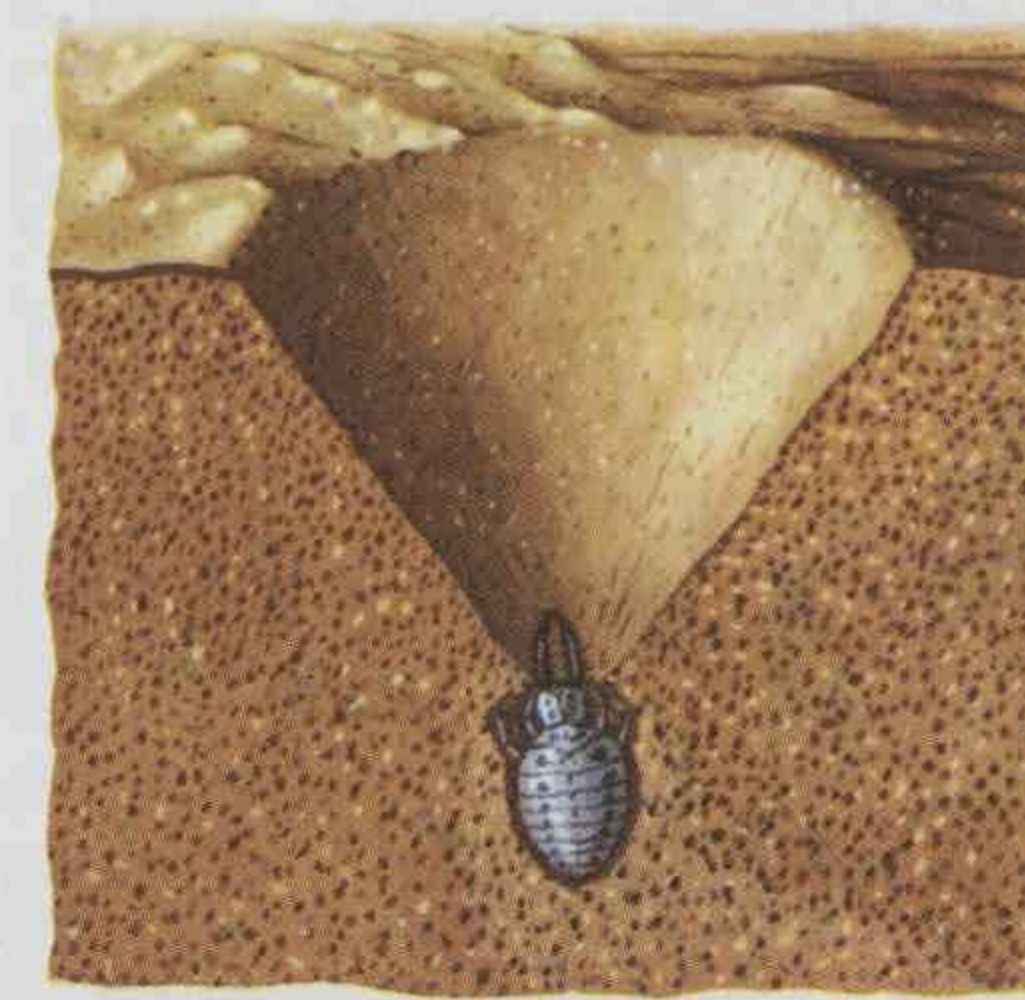


Fig. 2.- Larva de *Myrmeleon* en el fondo del cono de arena.

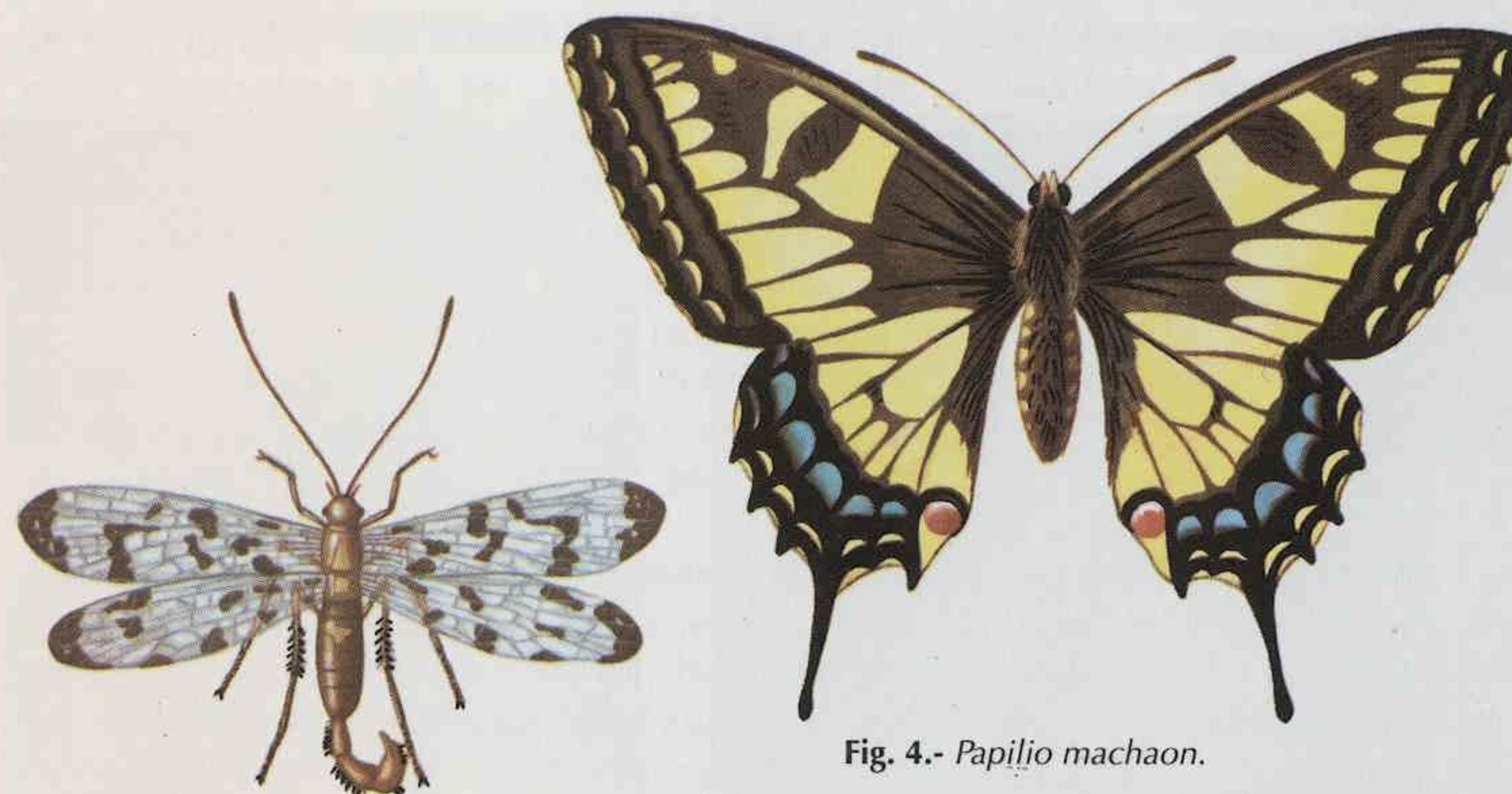


Fig. 3.- *Panorpa communis*, macho.

Fig. 4.- *Papilio machaon*.



Fig. 5.- *Pulex irritans*.



Fig. 6.- *Calliphora*, mosca azul, de larvas saprófagas.



Fig. 7.- *Pediculus*, en un pelo.



Fig. 8.- El piojo de San José, *Quadraspidiotus perniciosus*.

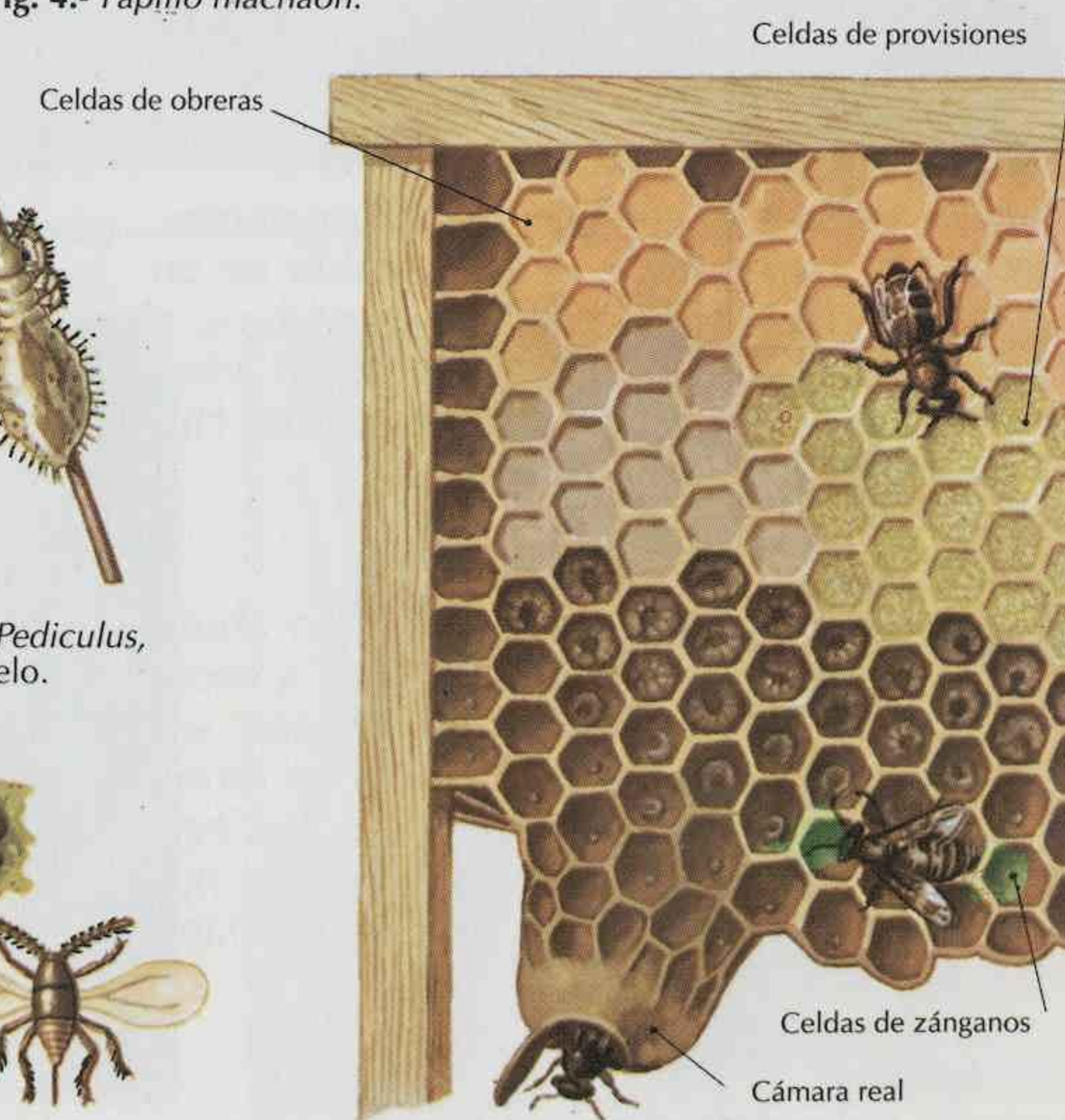


Fig. 9.- Colmena de abejas.

Dermápteros

Comprenden las tijeretas. Tienen piezas bucales masticadoras, con antenas cortas. El carácter más típico es la modificación de los cercos en *pinzas esclerificadas*. *Forficula auricularia* es un buen representante, alimentándose de materias vegetales (lám. F/12, fig. 9).

Coleópteros

Insectos de metamorfosis completa y piezas bucales masticadoras. Las alas anteriores o *élitros* son córneas, mientras que las posteriores son membranas. Se han descrito unas 300.000 especies, pero probablemente el número de especies de Coleópteros existentes pasa del millón. La mayoría son terrestres. Se encuentran en casi todos los medios continentales. A ellos pertenece *Cicindela*, que vive en sitios arenosos. *Dytiscus* y *Cybister* son acuáticos (lám. F/12, figs. 10 y 11); sus larvas realizan una digestión *extraoral*, inyectando, con sus mandíbulas perforadas, la saliva digestiva en sus presas. *Hydrophilus piceus* es un gran escarabajo acuático. *Lucanus cervus*, el ciervo volador, se caracteriza por las enormes mandíbulas de los machos (fig. 2).

Megalópteros

Son insectos con dos pares de alas anchas. Las larvas, acuáticas, poseen aparato bucal masticador. *Sialis* (lámina F/11, fig. 3) tiene sus alas dispuestas en forma de tejado, en el reposo. La larva es acuática y carnívora. El *imago* vive unos días. Holometábolos.

Rafidiópteros

Insectos de talla pequeña y alas transparentes. El carácter más notable es la posesión de un protórax largo y cilíndrico. Son carnívoros, y ponen los huevos en las cortezas de los árboles. *Raphidia* es el Género más conocido. Holometábolos (lám. F/11, fig. 6).

Planipennes

Son holometábolos, y sus alas tienen abundantes nerviaciones. Larvas terrestres, a veces acuáticas. *Myrmeleon* es la hormiga león; sus larvas hacen un orificio en el suelo en forma de cono, para la caza (lám. F/13, fig. 2). *Chrysopa* tiene bellos colores y sus larvas se nutren de pulgones y líquidos azucarados (lám. F/11, fig. 7).

Mecópteros

Insectos holometábolos, con la cabeza típicamente prolongada por un rostro. *Panorpa communis* vive en los lugares húmedos (lám. F/13, fig. 3).

Lepidópteros

Son insectos holometábolos, de cuerpo recubierto de escamas de vistosos colores. Las piezas bucales han quedado reducidas a una espiritrompa chupadora, formada por las maxilas. La larva es masticadora y perjudicial para los vegetales; recibe el nombre de *oruga*, y de ella se forma una ninfa o *crisálida*, de la que sale el *imago* o mariposa. Los adultos toman el néctar de las flores. Son formas frecuentes *Papilio machaon* (lám. F/13, fig. 4). *Acherontia atropos*, *Parnassius apollo* (lám. F/11, figs. 9 y 10). Es de gran utilidad *Bombyx mori*, especie doméstica desconocida en la Naturaleza y de cuyos capullos se extrae la seda.

Dípteros

Insectos holometábolos con sólo un par de alas membranosas, las dos posteriores están representadas por unos órganos sensitivos, los *balancines* o *halterios*. Aparato bucal adaptado para chupar o picar. Los tarsos tienen cinco artejos. Algunas ninfas están encerradas en un envoltorio o *pupario*. *Anopheles* es vector del paludismo, *Culex* es el mosquito común y *Tipula* es el mosquito gigante de los prados que se alimenta sólo de néctar. A ellos pertenecen moscas que propagan enfermedades, como *Glossina*, que transmite la enfermedad del sueño. *Tabanus* es de vuelo rápido, y sus hembras son ectoparásitas de los grandes mamíferos (lám. F/11, fig 13). La mosca común, *Musca domestica*, no pica; sólo aspira líquidos. *Stomoxys* se parece a ella, pero pica. *Calliphora* es la mosca azul.

Sifonápteros

Comprenden las pulgas. Son insectos holometábolos, ápteros, de aparato bucal picador y ectoparásitos cuando adultos en los Mamíferos y las Aves. Tienen el cuerpo comprimido. Sus larvas son vermiformes y ápodas, llevando vida libre y alimentándose de deyecciones. Pueden transmitir graves enfermedades. *Pulex irritans* (lám. F/13, fig. 5) es la pulga del hombre.

Himenópteros

Holometábolos, con dos pares de alas membranosas. El primer segmento abdominal está soldado al tórax y, generalmente, separado del segundo segmento por un estrangulamiento acentuado. Los tubos de Malpighi son notablemente numerosos. *Biorhiza aptera* produce agallas en el roble. *Xylocopa* es la denominada, vulgarmente, abeja carpintera (fig. 3).



Fig. 1.- Chicharra, *Ephippiger vitium*, en una hoja de viña.



Fig. 2.- *Lucanus cervus*, el ciervo volador.



Fig. 3.- *Sylocopa violacea*: hace su nido en la madera seca.



Fig. 4.- Nido de *Polistes gallicus* bajo un tallo de chumbera.



Fig. 5.- *Scolia flavifrons*, uno de nuestros grandes Himenópteros.



Fig. 6.- *Graphosoma lineatum* sobre un cardo corredor.

Scolia flavifrons es uno de los más grandes Himenópteros de España; posee aguijón, modificación del oviscapto, pero no pica al hombre (lám. F/14, figura 5). *Polistes gallicus* forma nidos o *avisperos* de una sola capa de celda (lámina F/14, fig. 4); *Apis mellifica* es la abeja común, formadora de *colmenas* con miel y cuyas castas tienen gran diferenciación morfológica. En la sociedad hay una reina, *zánganos* o machos y obreras estériles, que son las que realizan todo el trabajo de la colmena (lám. F/13, fig. 9)

Anopluros

Comprenden los piojos, insectos hemimetábolos. Son ectoparásitos permanentes de Mamíferos, y ápteros. Chupadores de sangre en todos los períodos de su vida, con cuerpo deprimido. *Pediculus* y *Phthirus pubis* parasitan al hombre.

Hemípteros

Insectos hemimetábolos, con alas anteriores parcialmente esclerificadas, cruzándose durante el reposo sus porciones membranosas. Aparato bucal en forma de pico o rostro, Son fitófagos, hematófagos o depredadores. *Notonecta* es acuático y carnívoro. *Cimex lectularis* es la chinche de las camas y chupa sangre humana. *Graphosoma* es una chinche de campo y vive sobre los arbustos (lám. F/14, fig. 6).

Homópteros

Son insectos heterometábolos, con dos pares de alas membranosas, transparentes e inclinadas sobre el abdomen en forma de tejado, no cruzándose. Aparato bucal en forma de pico o rostro. Son todos terrestres y fitófagos. A ellos pertenecen las cigarras, cuando adultas, arborícolas. *Lyristes plebejus* hace vida subterránea durante su estado larvario, alimentándose de las raíces; se transforma en adulto al cabo de cuatro años. Los áfidos o pulgones son un grupo económicamente importante; tienen ciclo biológico complejo, como la filoxera de la vid, *Dactylospira vitifolii*, la cual, procedente de América, causó graves daños a las viñas europeas. Los cóccidos son también de gran importancia económica, matando muchos vegetales útiles. La hembra está protegida por secreciones abundantes, como cera o laca. *Quadraspidiotus perniciosus*, llamado «piojo (o «cochinilla».) de San José» produce graves daños a los árboles (lám. F/13, fig. 8).

XIFOSUROS

El Subtipo de los Quelicerados lo constituyen un conjunto de organismos de morfología perfectamente definida. El fenómeno de la agrupación de segmentos en unidades superiores ha conducido a la formación de dos grandes tagmas: el prosoma y el opistosoma. El primero está formado por la unión del acron y seis somitas, portadores cada uno de un par de apéndices utilizados para la marcha y captura de presas: un par de quelíceros, un par de *pedipalpos* y cuatro pares de patas. Los quelíceros son homólogos de las antenas de los Crustáceos. El orificio genital se abre en el segundo segmento del opistosoma, o sea en el octavo segmento del cuerpo.

Los Xifosuros, representados por *Xiphosura polyphemus*, son los gigantes de los Quelicerados actuales. Son marinos y miden hasta 60 cm (fig. 1).

Son nadadores, pero también cavadores. Las patas abdominales sirven para la natación, desplazándose con el vientre hacia arriba. De régimen alimenticio carnívoro, aliméntanse sobre todo de moluscos y gusanos, que con los quelíceros cogen y llevan a la boca. No hay digestión externa; las bases de los cuatro primeros pares de patas están provistas de espinas que trituran las presas y conducen a la boca el bolo alimenticio. La digestión es intracelular y se desarrolla dentro de ciegos numerosos.

El aparato circulatorio consta de un corazón dorsal con ocho pares de ostíolos. Los órganos de los sentidos están formados por un par de ojos laterales constituidos por omatidios no contiguos, y por un par de ojos medios (fig. 4).

Reproducción y desarrollo.— Los sexos están separados y la fecundación es externa. La fecundación tiene efecto al final de la primavera, los días de grandes mareas. Los dos sexos salen de los fondos de 2 a 10 metros, donde viven y se reúnen en grandes cantidades. Las hembras practican agujeros en la arena, y allí depositan sus huevos, siendo éstos fecundados entonces por los machos. Del huevo sale una larva muy parecida a un Trilobites, llamada *trilobítica* y también larva *prestwichianella*, que alcanza la talla adulta al cabo de 9 a 12 años, por mudas sucesivas (figs. 2 y 3). La carne de los límulo (*Xiphosura*) es venenosa. Hay especies que viven en las costas atlánticas americanas y en las del continente asiático.

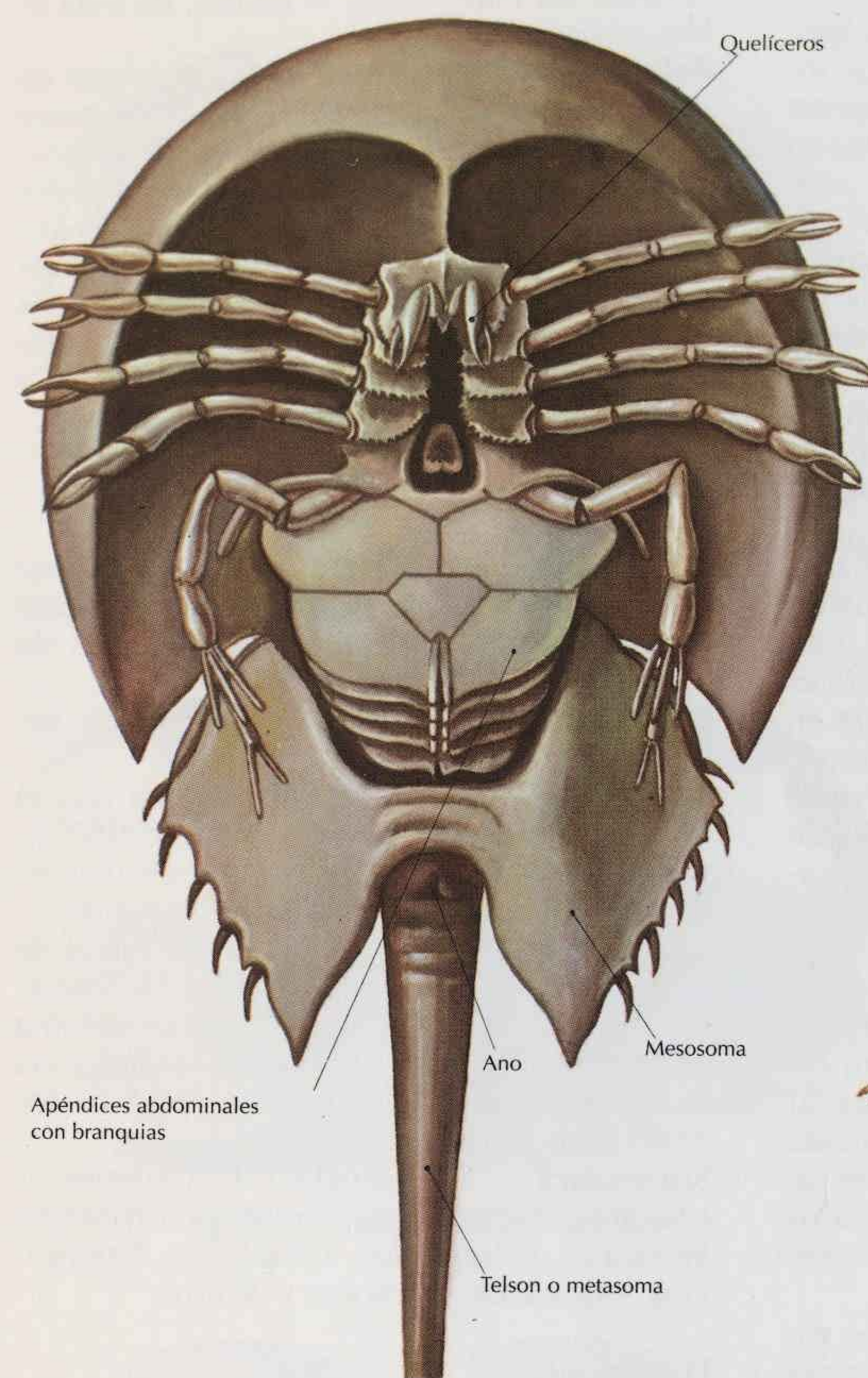


Fig. 1.- *Xiphosura polyphemus* visto por su cara ventral.

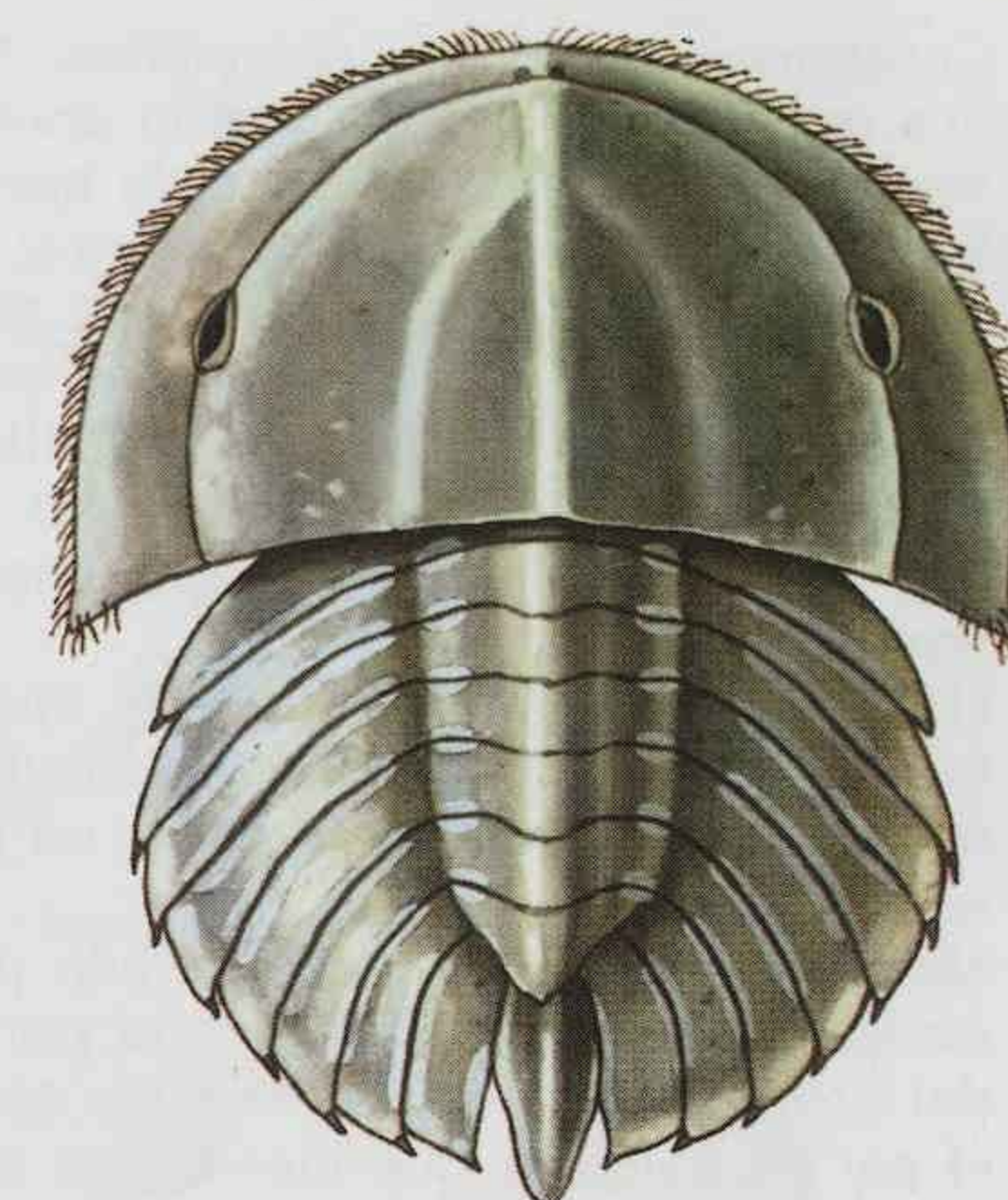


Fig. 2.- Larva trilobítica de *Xiphosura*.

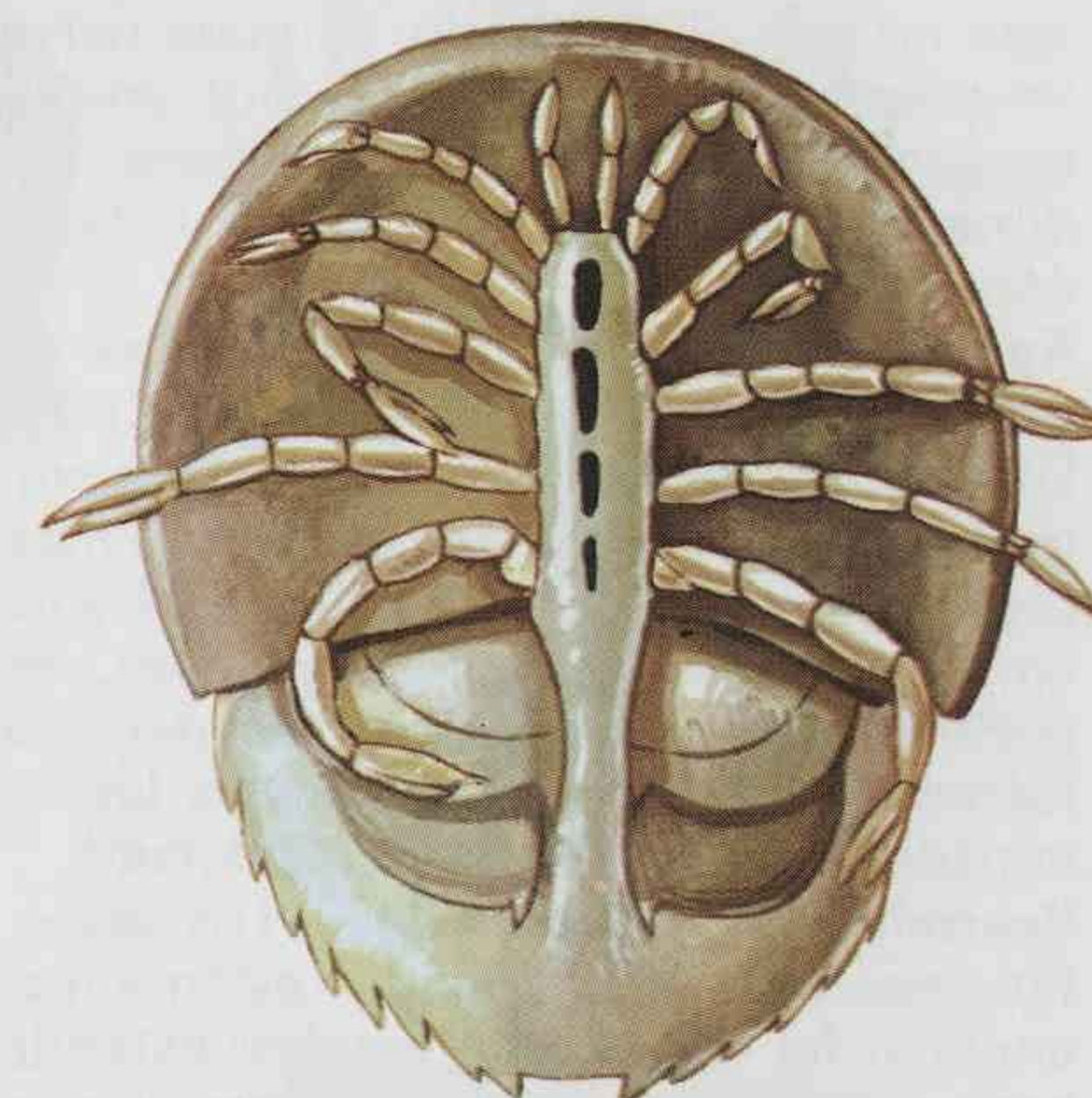


Fig. 3.- Larva trilobítica vista por su cara ventral.

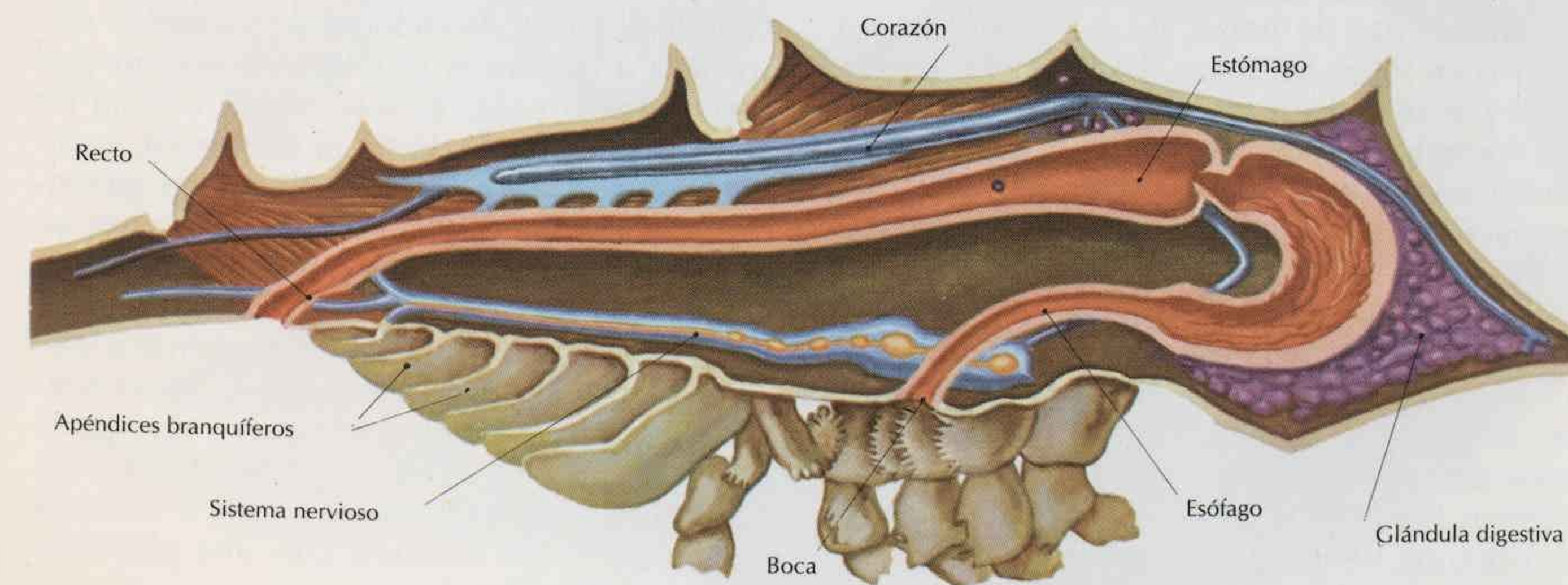


Fig. 4.- Corte sagital de *Xiphosura*.

PICNOGÓNIDOS

Constituyen un Subtipo sistemático. Artrópodos marinos. El céfalon, región anterior insegmentada de su cuerpo, en la que tienen los ojos, se prolonga por una trompa, órgano chupador y triturador formado por tres antímeros. Situados ventralmente, hay en el céfalon tres pares de apéndices: quelíceros y palpos, de que a veces carecen los dos sexos, y ovígeros, que los machos tienen siempre (fig. 1).

El tórax, segmentado, lo forman, típicamente, cuatro metámeros, con un par de patas cada uno, y en algunas formas, con cinco o seis.

Sistema nervioso.— Está formado por una masa supraesofágica, originada por fusión del protocerebro, que inerva los ojos, con el par de ganglios que inervan los quelíceros: el tritocerebro. El deutocerebro, que en los Crustáceos inerva las primeras antenas, aquí no está diferenciado. La masa nerviosa infraesofágica está formada por unión de los ganglios de los palpos y ovígeros. La cadena nerviosa ventral es en escalera de cuerda.

Aparato digestivo.— La boca se abre en el extremo de la trompa y está limitada por tres labios correspondientes a cada antímero; estos labios tienen a menudo un diente maxilar proximal. La faringe es armada, está situada en el interior de la trompa y posee, en su parte media, varias hileras de *dentículos* fuertes. El intestino envía ciegos a las extremidades y la digestión es *intracelular*.

Reproducción y desarrollo.— Los sexos están separados. Las gónadas están situadas encima del intestino y pueden extenderse hasta el artejo sexto de las patas. Los orificios sexuales radican en las segundas coxas del último par de patas, de los dos últimos pares o en todas las patas. Los huevos son fijados por el macho en sus apéndices ovígeros, formando bolas. Los huevos, pobres en vitelo, como *Achelia echinata*, tienen segmentación total e igual. El periodo embrionario acaba con el nacimiento de la *larva protoninfa*, que representa el céfalon del adulto teniendo una trompa con tubérculo ocular y tres pares de apéndices triarticulados, que después originarán los tres primeros pares del adulto, o sea quelíceros, palpos y ovígeros (fig. 2). En este estadio se presentan los órganos ventrales, invaginaciones ectodérmicas que acompañan a los ganglios. La masa cerebral tiene dos pares; luego desaparecen, penetrando en los ganglios sus elementos celulares.

Etología.— La larva protoninfa vive parásita sobre los Hidroideos; el adulto, de vida libre, es depredador.

Relaciones filogenéticas.— Es un grupo de gran importancia. Llenan el vacío existente entre los Quelicerados y el resto de los Artrópodos, es decir, unen los Quelicerados con la línea evolutiva de los Onicóforos-Trilobites-Antenados. Los estudiamos después de los Xifosuros, por representar éstos a los Quelicerados primitivos y para poner de manifiesto las diferencias entre Picnogónidos y Quelicerados.

ARÁCNIDOS

Es una Clase sistemática caracterizada por un prosoma con seis pares de apéndices: quelíceros, pedipalpos y cuatro pares de apéndices locomotores.

El opistosoma o abdomen lleva el orificio genital en el segundo segmento.

El aparato visual no tiene homología con el de los otros Artrópodos: el ojo es de tipo invertido, con tres capas celulares resultantes de una invaginación lateral del tegumento.

La respiración es traqueal, poseen tubos de Malpighi y el desarrollo se hace sin metamorfosis. En el desarrollo aparece un celoma perfectamente metamerizado, estando los Arácnidos en este aspecto más cerca de los Anélidos que los Crustáceos.

Sistemática.— Se distinguen los Órdenes siguientes: *Escorpiones*, *Seudoescorpiones*, *Solífugos*, *Palpígrados*, *Uropigios*, *Amplipigios*, *Araneidos*, *Opiliones* y *Acaros*.

Escorpiones

Los quelíceros son apéndices de pequeño tamaño, con pedipalpos muy desarrollados y grandes pinzas para la captura de las presas.

El abdomen está dividido en dos partes: el *mesosoma* o abdomen propiamente dicho y el *metasoma* o cola. El mesosoma consta de ocho segmentos, incluido el pregenital, reducido en el adulto, pero presente en el embrión; el orificio genital está recubierto por un opérculo formado por dos placas pequeñas. Dos piezas características de los escorpiones son los *peines*, poseedores de numerosos elementos sensoriales, situados en el tercer segmento, llevando estigmas los cuatro siguientes. El metasoma consta de cinco segmentos sin apéndices, y termina en un telson o vesícula con aguijón, en relación con una glándula venenosa (figs. 3 y 4)

El sistema nervioso.— El de los Escorpiones es, entre los Arácnidos, el menos concentrado (figs. 5, 6 y 7).

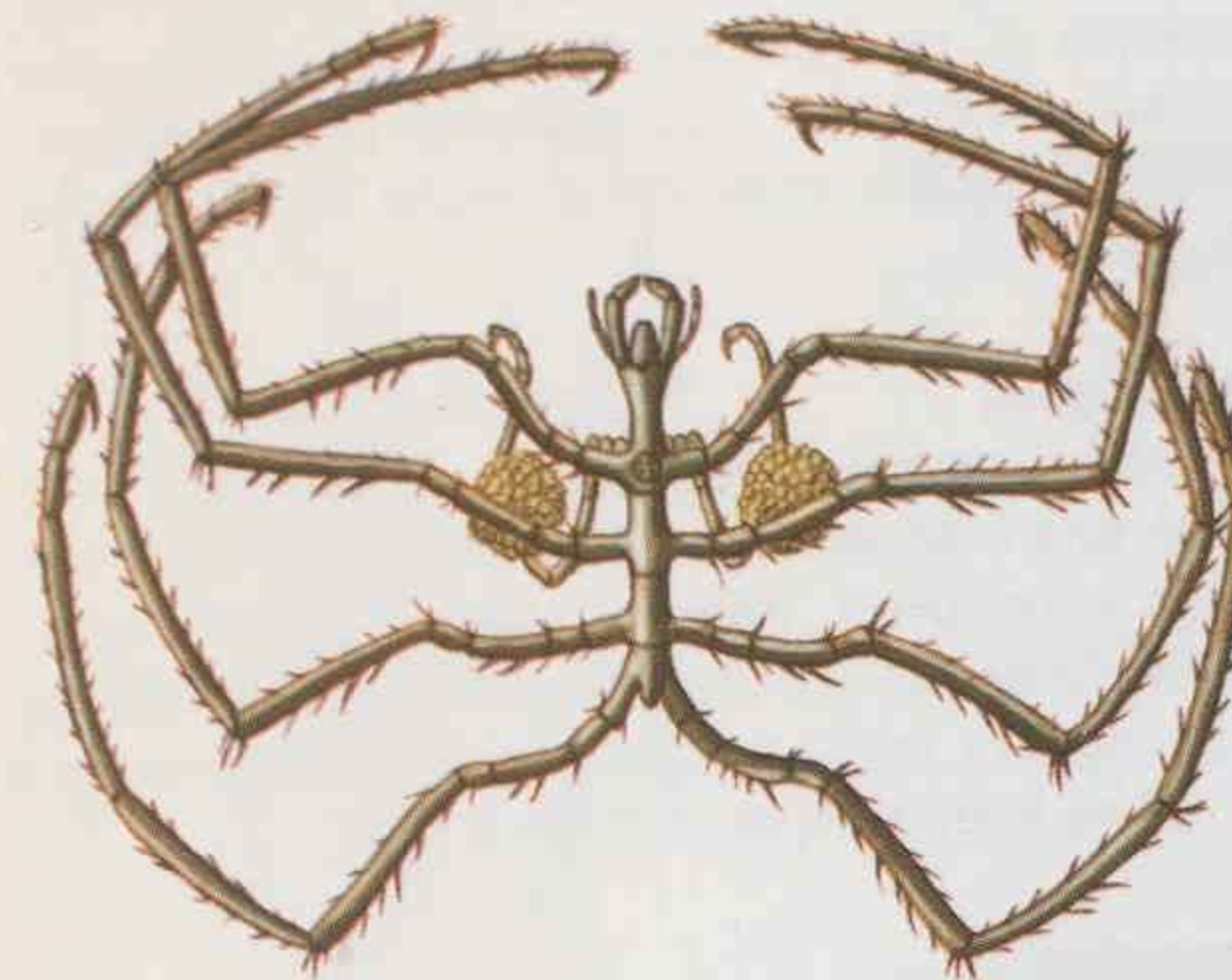


Fig. 1.- *Nymphon* llevando dos masas de huevos.

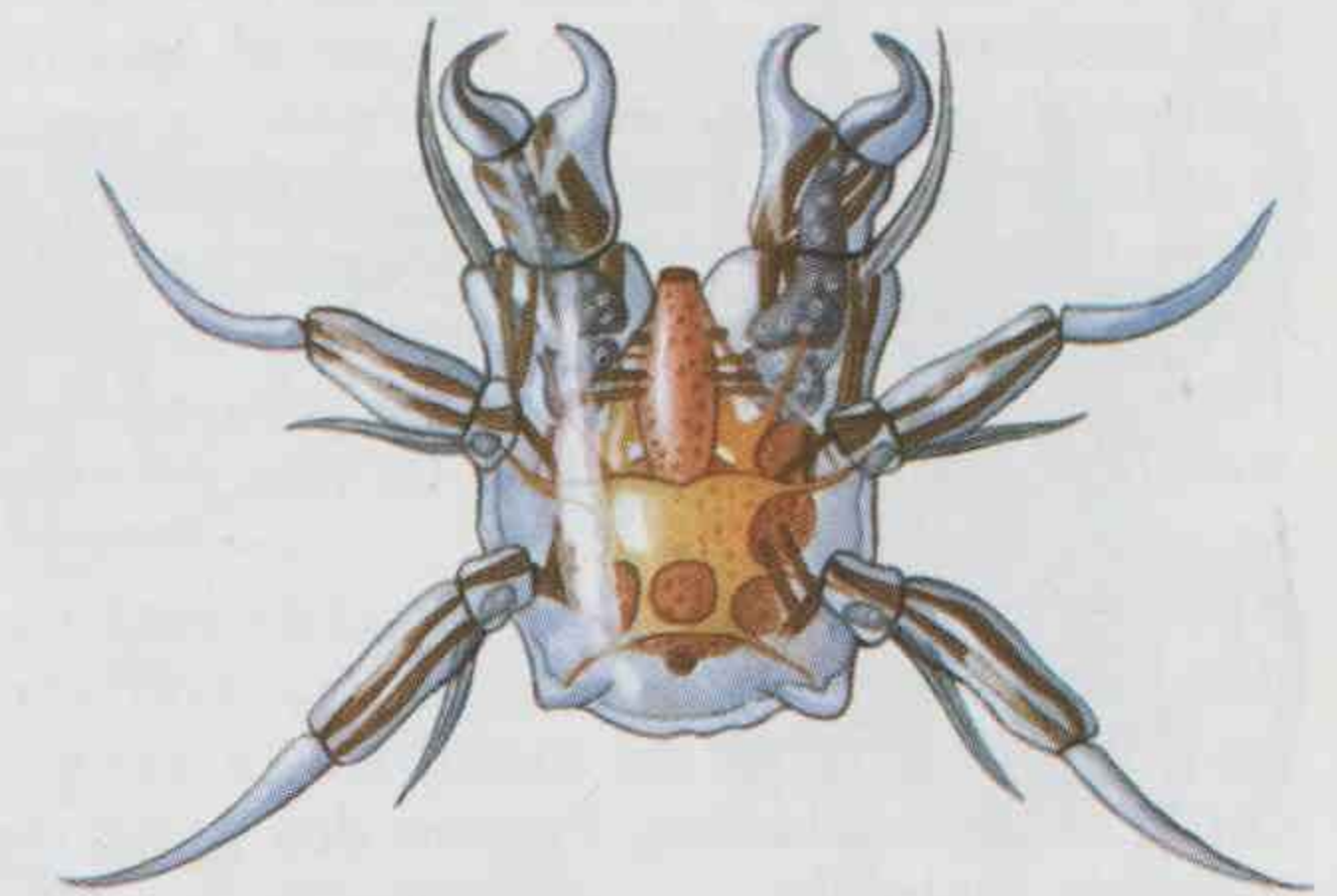


Fig. 2.- Larva protoninfa de los picnogónidos.

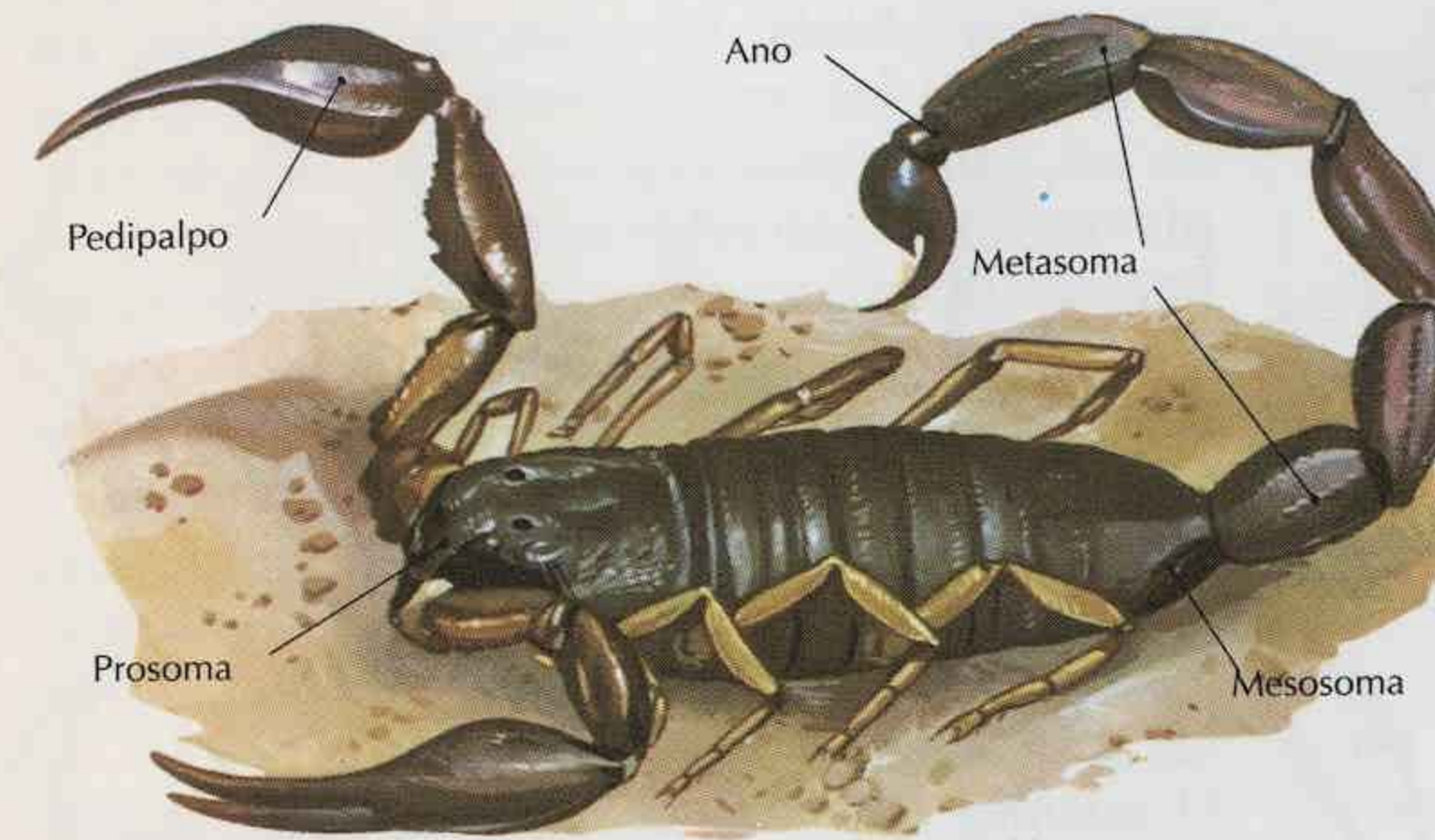


Fig. 3.- Morfología externa del escorpión.

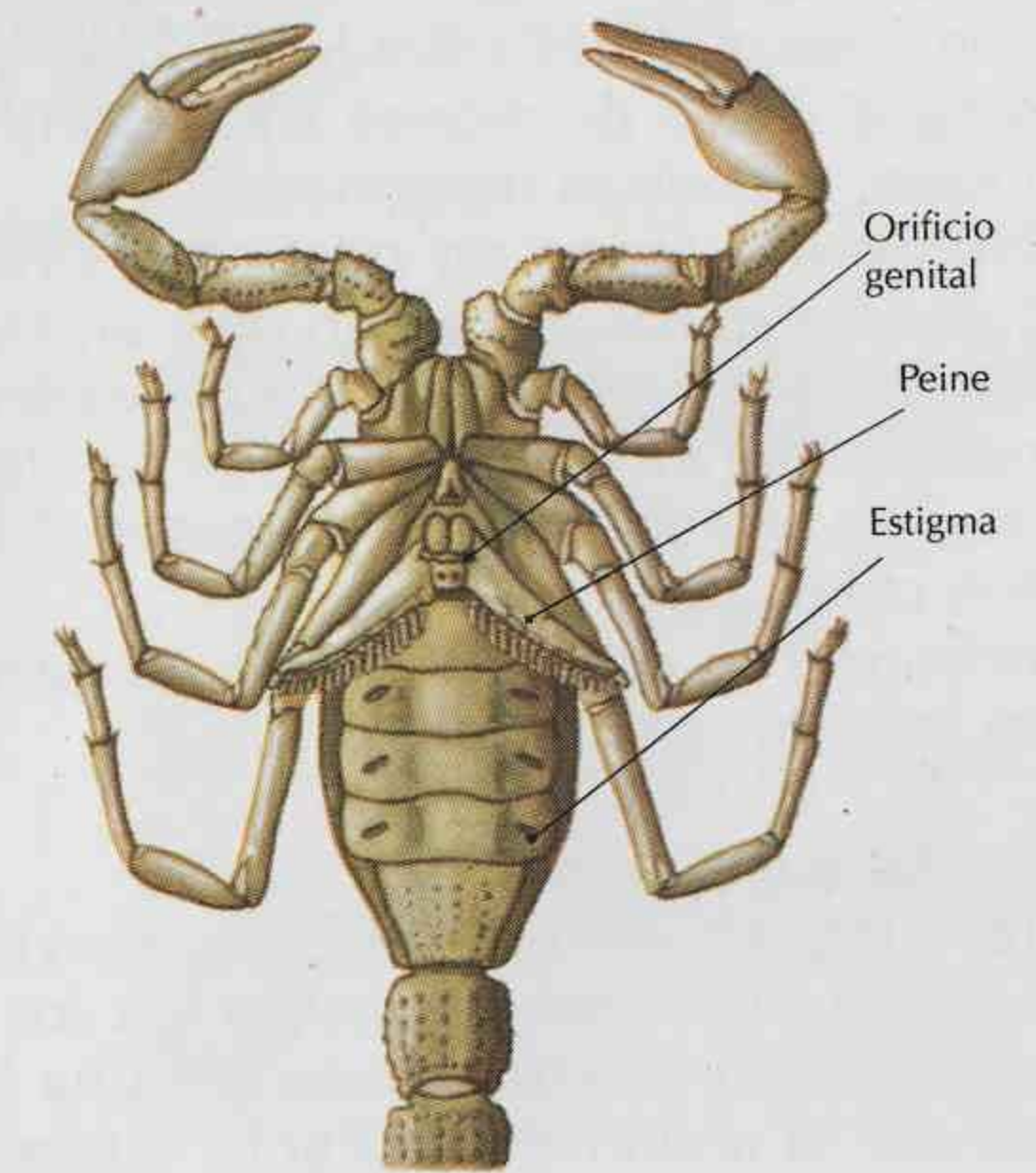


Fig. 4.- Escorpión visto por su cara ventral.



Fig. 5.- Ojo lateral de escorpión.

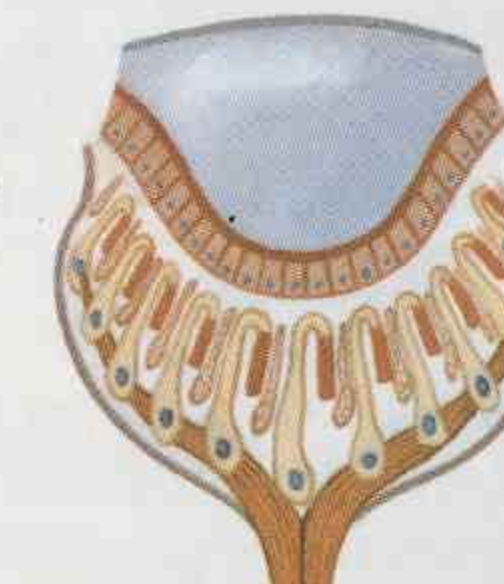


Fig. 6.- Ojo medio de escorpión.

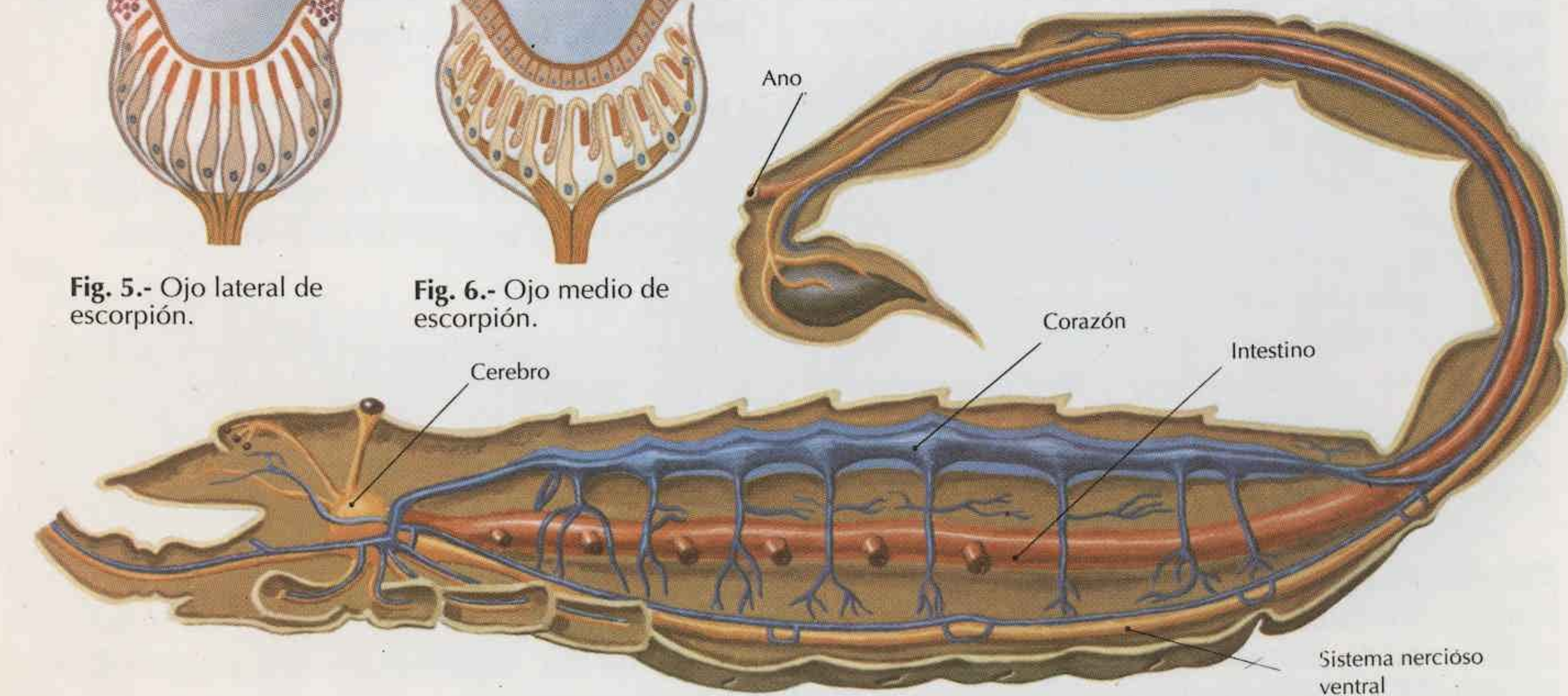


Fig. 7.- Corte sagital esquemático de escorpión.

Aparato digestivo.— Se alimentan de presas vivas, que con las pinzas cogen y llevan a los quelíceros, picadas o no por el aguijón venenoso. Los quelíceros dilaceran la presa y sobre ella se vierten los jugos digestivos, pues todos los Arácnidos tienen digestión externa que precede a la interna, intestinal. Por succión, el escorpión aspira los jugos resultantes valiéndose de una faringe poderosa.

Aparato circulatorio.— El corazón está rodeado de un pericardio, con el que comunica por siete pares de ostíolos. La sangre contiene hemocianina. Poseen dos pares de tubos de Malpighi.

Aparato respiratorio.— Poseen cuatro pares de bolsas quitinosas o sacos pulmonares, con finos pliegues entre los cuales circula la sangre. Estos pulmones son, morfológicamente, apéndices invaginados.

Etolología.— Viven en pequeñas cavidades, bajo las piedras. El macho deja un espermatóforo en el suelo y obliga a la hembra a ponerse sobre él; a continuación se alejan los dos, sin intentar la hembra coger al macho. Son ovíparos.

Belisarius es ciego, y *Buthus occitanus* vive en los sitios pedregosos.

Sseudoescorpiones

Son pequeños Arácnidos; los mayores no llegan a los 8 mm. Se parecen a los Escorpiones, pero ello no es más que una convergencia: el abdomen es simple, y carecen de cola y de glándula venenosa. Dos pares de tráqueas (figura 1).

Son carnívoros y oscurícolas. Viven bajo las piedras y son frecuentes bajo la corteza de los árboles. *Chelifer* vive en las habitaciones humanas.

En su etología es notable la *danza nupcial* que precede al acoplamiento.

Solfíugos

Son Arácnidos propios de las regiones cálidas y secas. Miden de 1 a 7 cm, y no hay pedículo entre prosoma y opistosoma. Los quelíceros son enormes, y los pedipalpos terminan en *ventosa*, sirviendo de órgano prensor y fijador (fig. 4). *Galeodes* es un Género europeo.

Palpígrados

Arácnidos casi microscópicos, de cuerpo segmentado y terminado por un *flagelo* multarticulado, sirviendo los pedipalpos para la locomoción. *Koenenia mirabilis* vive bajo las piedras, profundamente introducidas en la tierra (fig. 3).

Uropigios

Comprenden formas asiáticas y americanas, teniendo el cuerpo terminado en un flagelo plurisegmentado. Pedipalpos con pinzas. *Mastigoproctus giganteus* mide hasta 7 cm (fig. 5).

Amblipigios

Llamados «arañas de látigo», se caracterizan por el gran desarrollo de sus patas, sobre todo las anteriores. Viven en los lugares húmedos, troncos de árboles caídos y fisuras de las rocas de las regiones tropicales. *Phrynichus* (fig. 2) es forma representativa.

Araneidos

Es el Orden más importante de los Arácnidos, conociéndose unas 20.000 especies. Se caracterizan por estar el prosoma unido al opistosoma mediante un pedículo. Además, los machos de las arañas llevan, en el extremo de sus pedipalpos, un curioso órgano de acoplamiento, único en el reino animal. Los quelíceros inoculan veneno, y hay en el abdomen *hileras ventrales*.

Aparato digestivo, con ciegos intestinales que penetran en las coxas de las patas (fig. 9). Las hileras producen la seda y están situadas en la parte posterior del abdomen, típicamente en número de tres pares. Fabrican telas para la captura de sus presas. El **aparato respiratorio** está formado por pulmones, como en los Escorpiones, y por tráqueas.

Etolología muy rica y variada. Unas viven en la tierra, otras, bajo las piedras; otras son *florícolas*. *Dolomedes* se desplaza sobre el agua. *Argiope* construye bellas telas. *Salticus*, con formas saltadoras, es muy común.

Opiliones

Arácnidos de cuerpo segmentado, sin separación entre el prosoma y el opistosoma (fig. 6). *Siro rubens* es una forma pequeña y rara.

Ácaros

Son Arácnidos de pequeño tamaño generalmente, de formas muy diversas. Poseen dos, tres o cuatro pares de patas articuladas, con frecuencia tres pares la larva y cuatro el adulto. Unos hacen vida libre y son depredadores, mientras que otros son parásitos. *Sarcoptes scabiei* (fig. 8) cava galerías en la piel humana, produciendo la sarna. *Ixodes* chupan la sangre de los mamíferos sobre los cuales se fijan (garrapatas).

Demodex folliculorum vive en las glándulas sebáceas de la nariz y de la cara del hombre (fig. 7).

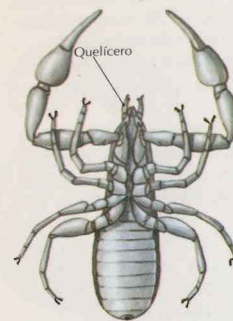


Fig. 1.- Cara ventral de un pseudoescorpión.



Fig. 2.- *Phrynichus lunatus*.



Fig. 4.- Solfíugo visto por su cara ventral.

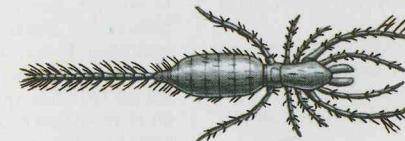


Fig. 3.- *Koenenia mirabilis*.



Fig. 5.- *Mastigoproctus giganteus*.



Fig. 6.- *Oligolophus opilio* visto dorsalmente.



Fig. 7.- *Demodex folliculorum*, cara ventral.

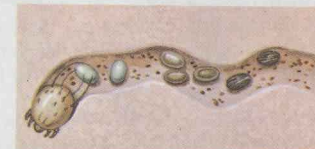


Fig. 8.- *Sarcoptes scabiei* haciendo una galería en la piel.

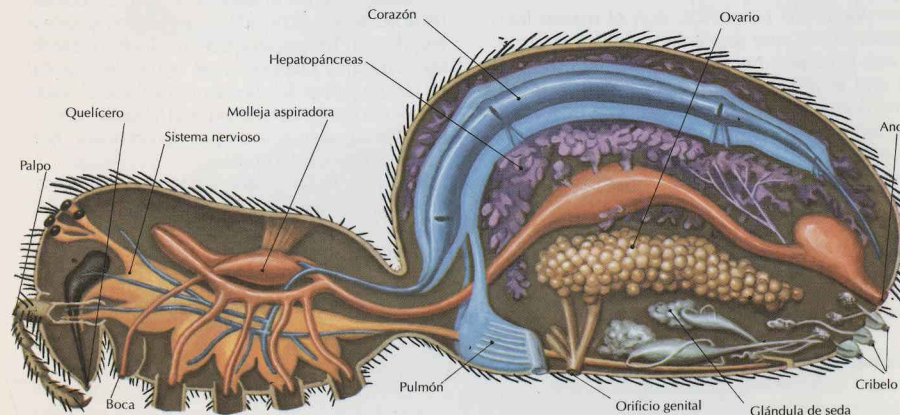


Fig. 9.- Corte sagital de una araña.

GENERALIDADES

Son Metazoos típicamente de simetría bilateral, de cuerpo blando no segmentado y en el que se distinguen tres regiones: cabeza, pie para la locomoción y masa visceral. Ésta está muy desarrollada y situada dorsalmente, envuelta por una membrana compleja, el *manto*, que segrega una concha calcárea protectora.

El manto forma un repliegue que, con el cuerpo, determina bien un surco profundo o un espacio cerrado llamado *cavidad paleal*, en el que se sitúan las branquias.

El celoma está muy reducido, compuesto en su origen de tres pares de cavidades: las genitales, las pericárdicas y las celomáticas propiamente dichas. Los nefridios son celomínductos.

El pigmento respiratorio es a base de cobre, la hemocianina.

La segmentación es en espiral, y cuando hay larva libre, es del tipo velígera, de aspecto *trocoforóideo* (lámina G/2, fig. 1).

Formación de la concha.— La concha es una formación esquelética protectora típica de los Moluscos.

La concha está formada por diversos minerales, siendo los más importantes la calcita y el aragonito. Los caracoles terrestres tienen ambos.

Sistemática. — Se dividen en las Clases siguientes: *Aplacóforos*, *Monoplacóforos*, *Poliplacóforos*, *Gasterópodos*, *Escafópodos*, *Bivalvos* y *Cefalópodos* (figuras 1 a 7).

Aplacóforos

Son Moluscos primitivos, con el manto bien desarrollado, que segrega espículas calcáreas, y con la cabeza no separada del cuerpo.

El ano se abre en una cavidad cloacal posterior, donde están las branquias. Del pericardio parten dos celomínductos, que sirven para la evacuación de los gametos y que también funcionan como nefridios, abriéndose en la cloaca.

Son todos marinos y viven en el fango o sobre las plantas u otros animales, sobre los cuales se fijan.

Neomenia es un Género representativo, con sistema nervioso *tetraneuro*.

Monoplacóforos

Poseen una concha única en forma de cono y numerosos órganos metamerizados. Carecen de ojos y son marinos.

Son formas muy arcaicas, conocidas fósiles desde el Paleozoico y sólo desde 1952 se co-

nocen formas vivientes con el descubrimiento de *Neopilina galathea*, a 3.750 m de profundidad en el Pacífico, al oeste de México.

Tiene su cara dorsal recubierta por una concha delgada, de contorno casi circular y de 37 mm de longitud.

La cara ventral tiene su parte central ocupada por el pie, casi circular, al que rodea un surco paleal con cinco pares de branquias. Cada una de éstas tiene en su base un orificio excretor.

Aparato digestivo.— La boca se continúa con la faringe, que posee una *rádula* u órgano masticador. Sigue un esófago rectilíneo y un estómago. El ano se abre detrás del pie.

Aparatos excretor y genital.— Tienen seis pares de nefridios que se abren separadamente en el repliegue paleal y dispuestos metaméricamente. Este carácter separa a *Neopilina* de los otros Moluscos.

Los sexos están separados. Las glándulas genitales tienen posición ventral bajo el intestino.

Órganos de los sentidos.— Hay dos estatocistos a cada lado del cuerpo, órganos para el equilibrio incluidos en el tejido conjuntivo.

Relaciones filogenéticas.— *Neopilina* representa un grupo con los caracteres atávicos de los Moluscos. Su metamerización y la estructura de los órganos urogenitales indican un estrecho parentesco con los Anélidos. Es a partir de un grupo de organización primitiva, como los Monoplacóforos, como se ha desarrollado el *phylum* o tipo de los Moluscos.

Poliplacóforos

Tienen el cuerpo aplanado, y su cara dorsal, recubierta por ocho placas calcáreas y móviles. Poseen un pie muy desarrollado, estando las branquias situadas en el borde del manto. La rádula posee 17 dientes por hilera. El sistema nervioso es tetraneuro y el aparato excretor está formado por un par de nefridios, que se abren en el surco paleal.

Los sexos están separados. Todos son marinos. Viven fuertemente sujetos a las rocas litorales por medio del pie, y la articulación de las placas dorsales (fig. 8) les permite arrollarse en bola.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos.— Sistema nervioso parecido al de los Aplacóforos.

Una curiosa propiedad de los Polioplacóforos es que las placas calcáreas están perforadas en su parte superficial por numerosos conductos cubiertos por unos pelos o *estetas*, que son órganos sensitivos a la luz, e inervados por un filete nervioso.

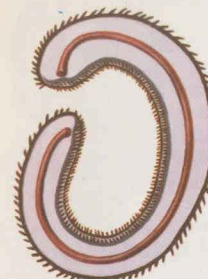


Fig. 1.- Aplacóforo.

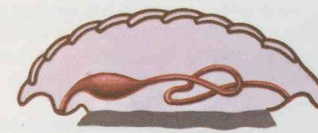


Fig. 2.- Polioplacóforo.

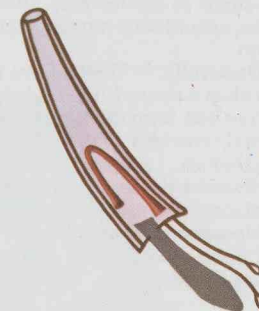


Fig. 3.- Escafópodo.

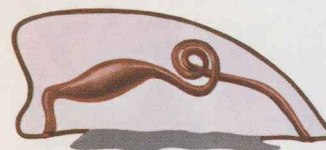


Fig. 4.- Monoplacóforo.

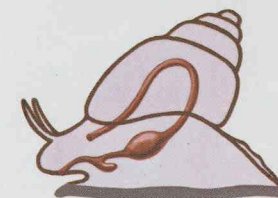


Fig. 5.- Gasterópodo.



Fig. 7.- Cefalópodo.

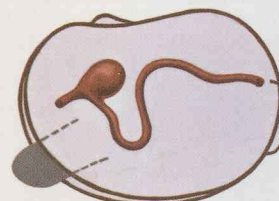


Fig. 6.- Bivalvo.

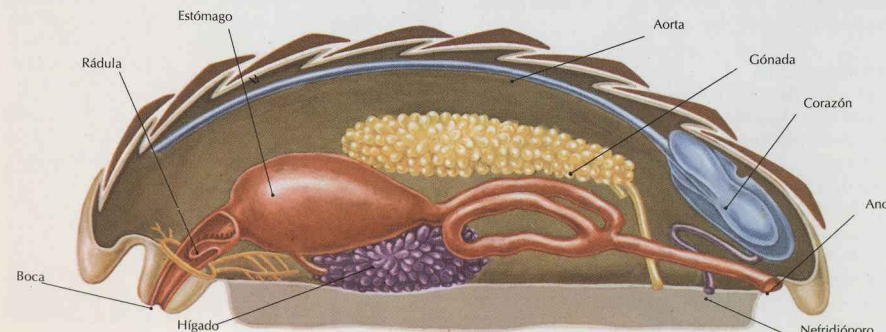


Fig. 8.- Anatomía de un Polioplacóforo.

Aparato circulatorio.— El corazón se compone de dos aurículas y un ventrículo. La sangre es ligeramente amarilla, y no se le ha encontrado ningún pigmento respiratorio.

Desarrollo.— Tienen larva trocófora, con el *velum* característico de la velígera. Este *velum* está formado por la colona ciliada preoral, con dos hileras de células grandes y salientes. La trocófora muestra pronto una división de su región dorsal para dar las placas, mientras que la región ventral de la hiposfera se dilata para dar el pie.

Chiton es una forma frecuente entre las algas litorales.

Gasterópodos

Poseen un pie para la locomoción y se caracterizan por la flexión y arrollamiento de su región dorsal, que hace que la masa visceral se arrolle sobre sí misma y sufra una rotación de 180° hacia la derecha. La concha, de una sola valva, sigue el arrollamiento visceral y se hace helicoidal. El sistema nervioso también participa en la torsión y, como resultado, los cordones nerviosos y ganglios se entrecruzan en forma de 8, fenómeno llamado *estreptoneuria* (figura 2). En el desarrollo se observa la división en espiral del huevo y la formación de una larva trocófora típica, con la banda ciliada preoral o prototroca muy desarrollada, formando el *velum*.

En el desarrollo de la larva velígera se marca el destino del futuro gasterópodo, pues la región dorsal aumenta de tamaño y su pared segrega la primera concha. En la jiba dorsal penetra un asa intestinal, inicio de la flexión endogástrica, mientras que la parte situada debajo de la boca se levanta y forma el primer esbozo del pie.

Sistemática.— Se distinguen dos Subclases: *Estreptoneuros* y *Eutineuros*.

Estreptoneuros

Llamados también Prosobranquios, son los Gasterópodos más primitivos, con concha bien desarrollada, a menudo cerrada por un opérculo. Las branquias están situadas en la cavidad paleal formada por el repliegue dorsal del manto y que, a causa de la torsión, se abre hacia adelante. El sistema nervioso ventral tiene sus conectivos cruzados.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos. — Están bien desarrollados. Hay un par de ganglios cerebroides situados dorsalmente sobre el esófago. Hay también un par de ganglios pedios ventrales y lateralmente un par de ganglios pleurales; posteriormente,

hay un par de ganglios viscerales. Los ganglios poseen células neurosecretoras, cuyas funciones endocrinas influyen en la vida del animal.

En la cara dorsal de la cabeza están los ojos, situados sobre pedúnculos y detrás de los tentáculos. Como órganos del equilibrio están los estatocitos: dos esferas con epitelio ciliado y encerrando un líquido con granos calizos llamados *estatolitos*; están situados sobre la cara dorsal de los ganglios pedios.

Como órganos olfativos están los osfradios, salientes situados en el lado libre de la branquia.

Como ejemplos representativos están *Patella*, las lapas, que viven adheridas a las rocas litorales, en las zonas batidas por el oleaje. *Trochocochelea* acompaña a *Patella* en las costas mediterráneas.

Littorina es frecuente en las rocas de las costas atlánticas, alimentándose de vegetales.

Natica es un Género carnívoro que ataca a otros Moluscos perforando su concha. *Murex* también perfora la concha de otros Moluscos; de él se obtiene la *púrpura*, utilizada para teñir de rojo los vestidos.

Eutineuros

Se distinguen dos grandes grupos: los *Opistobranquios*, con la branquia situada lateralmente o hacia atrás y sistema nervioso sin la torsión de los Prosobranquios; y los *Pulmonados*, de respiración aérea, por funcionar la cavidad paleal como pulmón.

Opistobranquios.— Son hermafroditas y marinos. La gónada es un verdadero *ovotestis*, que forma óvulos y espermatozoides de manera simultánea. Los individuos se fecundan mutuamente

Unos poseen concha y otros carecen de ella. Entre los primeros está la «liebre de mar», *Aplysia punctata*, animal de gran talla frecuente en las praderas de posidonias del litoral. Su concha es rudimentaria y casi interna. *Bulla* tiene concha externa y bien desarrollada.

Umbrella mediterranea tiene también concha, pero reducida (lám. G/3, figuras 1 y 2). Como ejemplo de Opistobranquio sin concha está *Peltodoris* (lám. G/3, fig. 3), que vive en el litoral.

Pulmonados. — Su desarrollo es directo, sin larva velígera. Son organismos de agua dulce, herbívoros en su mayoría, aunque también los hay terrestres (fig. 3) y marinos (fig. 4).

Al borde del Mediterráneo, sobre las rocas,



Fig. 1.- Larva velígera.

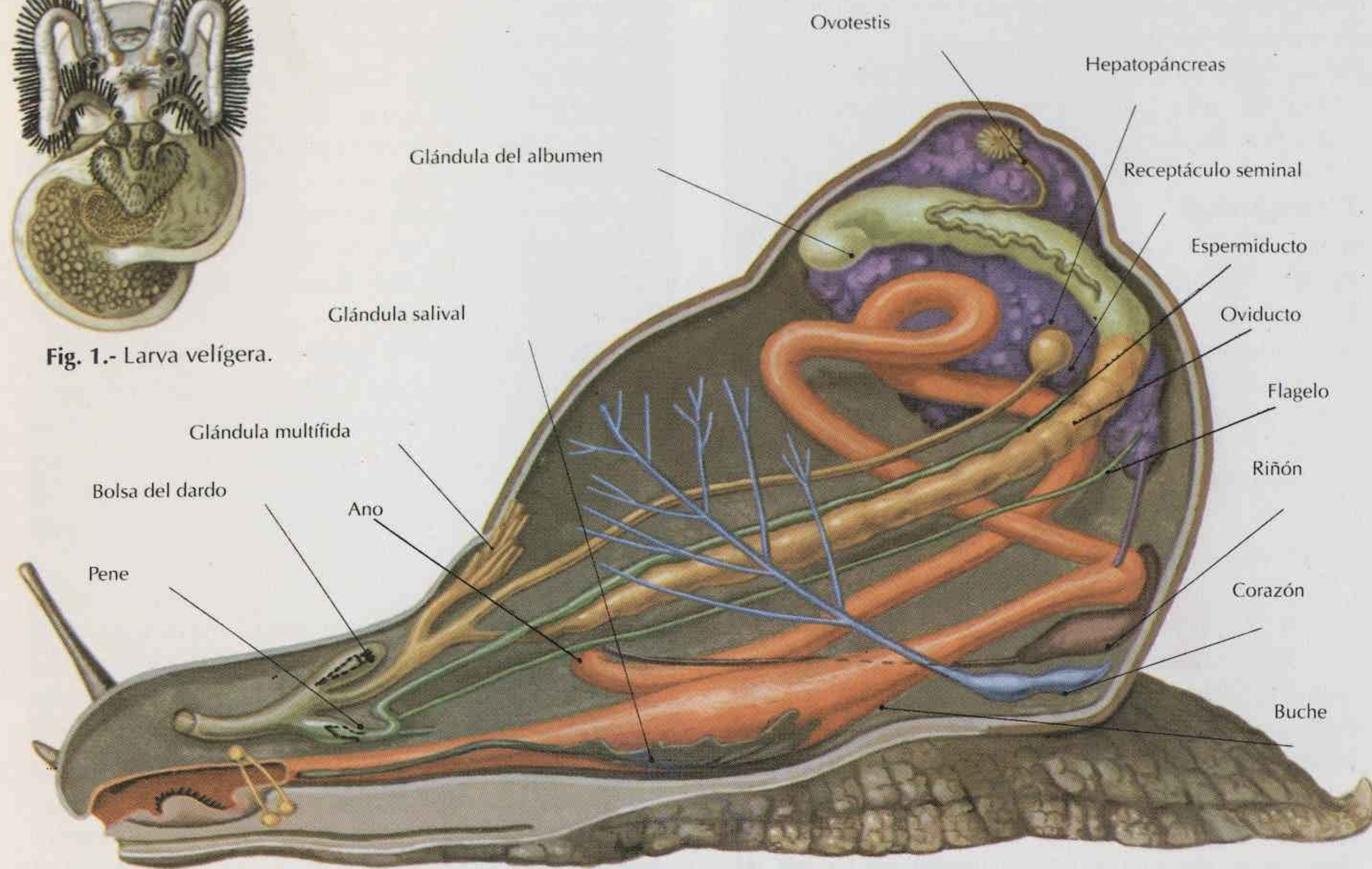


Fig. 2.- Anatomía del caracol terrestre.

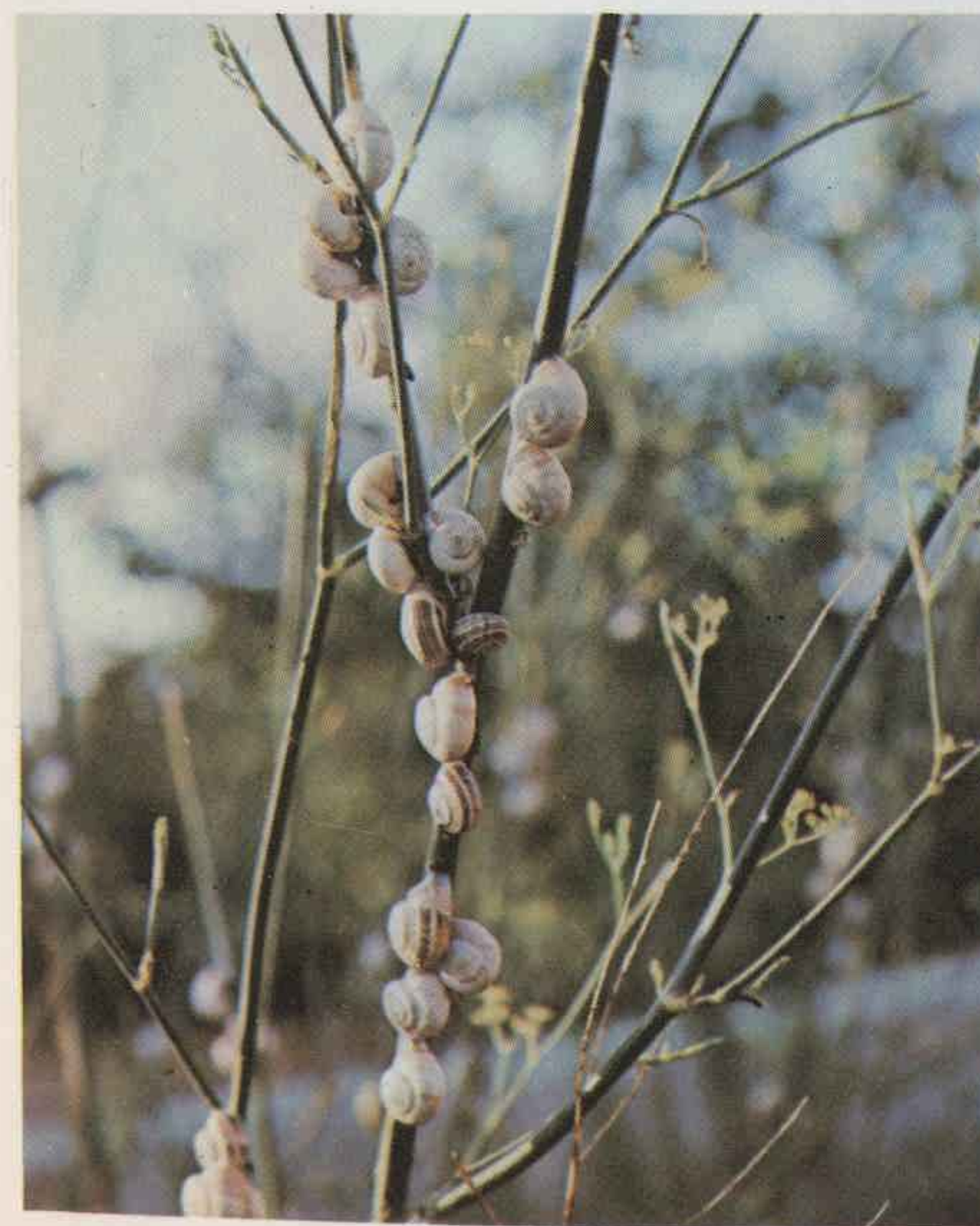


Fig. 3.- La concha calcárea permite a los caracoles terrestres resistir la sequedad.



Fig. 4.- *Cypraea* es una forma marina, vulgarmente llamada «porcelana».

Moluscos

se encuentran *Gadinia* y *Siphonaria*. Las aguas dulces están pobladas por *Limnaea*, *Planorbis* y *Physa*.

Pulmonados terrestres son los caracoles comunes, *Helix aspersa*.

Testacella ataca a las lombrices de tierra y *Arion* es una babosa sin concha que habita los sitios húmedos.

Escafópodos

Son Moluscos de cuerpo alargado, con manto tubular sobre el cual se moldea la concha. Carecen de branquias, respirando a través de la superficie del manto.

Dentalium es un género representativo: vive enterrado en la arena. Su concha tiene la forma de colmillo abierto por sus dos extremos (lámina G/4, figs. 1 y 2).

Bivalvos

Llamados también Lamelibranquios por la forma laminar de las branquias en las formas representativas, son Moluscos cuyo manto tiene a cada lado del cuerpo un pliegue, envolviéndolo, y segrega una concha bivalva, formada por dos piezas. La cabeza no está diferenciada; de aquí el nombre de Acéfalos que se les ha dado. El nombre de Pelecípodos viene de su pie comprimido en forma de hacha.

Ejemplo típico es el mejillón *Mytilus edulis*, que vive fijo en las rocas.

La concha está formada por dos valvas, una derecha y otra izquierda, unidas por un ligamento, cuya elasticidad permite la separación de ambas. Las valvas se articulan por la *charnela* y se cierran por la acción de los músculos aductores, situados uno delante y otro detrás (lám. G/4, figs. 3 4 y 5).

Formación de las perlas.— El manto es el que va formando la concha, y si un cuerpo extraño, como un grano de arena o larvas de gusanos Cestodos o Trematodos, se introduce entre el manto y la concha, el epitelio paleal reacciona. Éste segrega entonces alrededor del cuerpo extraño láminas concéntricas de calcita y de materia orgánica, la *conquiolina*, y se forma la perla.

Aparato digestivo.— La boca es una hendidura transversal situada en la región anterior y terminal del cuerpo, habiendo dos pares de palpos labiales. En el estómago desemboca, por múltiples orificios, la secreción de una glándula digestiva o *hepatopáncreas*. Los Bivalvos poseen también un estilete cristalino, contenido en un ciego que se abre en el estómago o en un surco profundo, contenido, éste, en el inicio del intestino (lám. G/4, fig. 4).

Aparato circulatorio.— Poseen un corazón

dorsal, con dos aurículas y un ventrículo, encerrado en un pericardio.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos.— Hay un par de ganglios cerebropleurales, resultantes de la fusión de los cerebroides con los ganglios pleurales.

El *osfradio* sólo existe en algunos Bivalvos, detrás del pie y delante del ano. Hay un par de estatocistos, abiertos o cerrados, inervados por el cerebro, pero de posición variable.

A menudo hay ojos numerosos situados en los bordes del manto. También hay ojos situados en las branquias.

Aparatos excretor y genital.— El riñón o nefridio tiene estructura típica, tubular, con epitelio ciliado en su parte proximal, y se abre en el pericardio celomático. Las glándulas genitales son también celomáticas, vertiendo sus productos al exterior cada una por un *gonoducto*.

Reproducción.— Muchos son hermafroditas, aunque tienen la importante particularidad de abundar los ambisexuales, pasando del estado de machos al de hembras, y viceversa. En las ostras hay una sexualidad rítmica, de tal modo que los gonocitos evolucionan, ya en el sentido de óvulos, ya en el de espermatozoides, siendo probablemente la determinación del sexo de las gónadas de carácter hormonal.

La fecundación es externa y se realiza en el agua. La hembra pone los óvulos y, junto con ellos, una sustancia que, a través del agua, determina la eyaculación de espermatozoides por los machos que están en sus proximidades. Igualmente, el esperma presente en el agua determina la puesta por la hembra. Las células neurosecretoras intervienen en la puesta.

Etología.— Los Bivalvos son organismos cavadores, perforadores, fijos y nadadores. Los cavadores se hunden en la arena o el fango gracias a los movimientos de su pie, que se hace turgesciente por aflujo de sangre.

Muchos tienen unos tubos, más o menos largos, los *sifones*, que sirven para la entrada y salida del agua que lleva alimento, oxígeno y productos de desecho.

Otros, como *Lithophaga*, perforan las rocas calcáreas gracias a un mucus ácido que disuelve la roca

Pholas mina la roca por un movimiento de vaivén de sus valvas.

La fijación se realiza, bien por unos filamentos córneos, como en el mejillón, bien por medio de una valva que se adapta exactamente a la forma del sustrato, como en *Ostrea*.

En cuanto a su régimen alimenticio, los Bi-



Fig. 1.- *Umbrella mediterranea*, vista por su cara ventral, mostrando el pie, muy desarrollado.

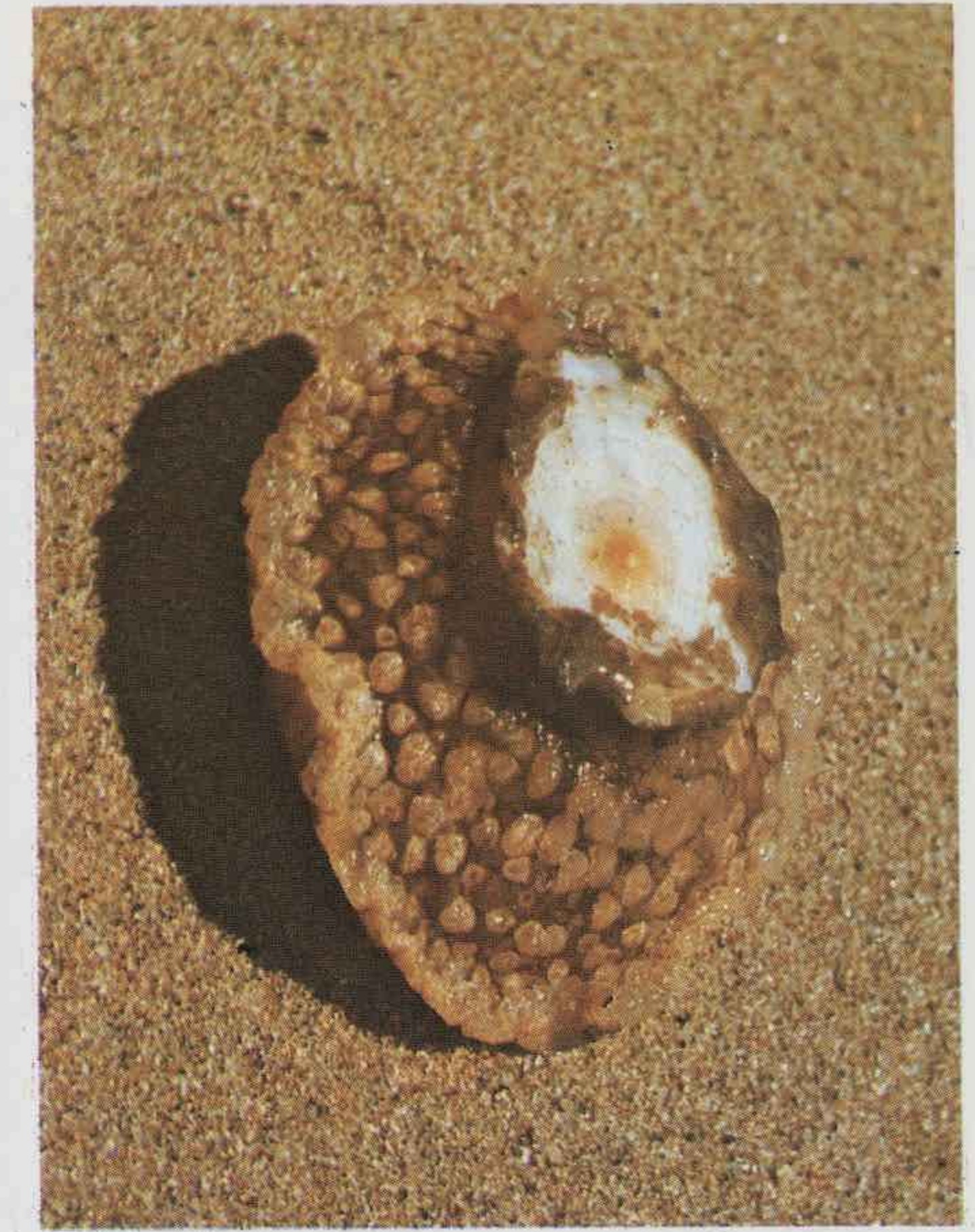


Fig 2.- *Umbrella mediterranea*, mostrando la concha dorsal, muy reducida.



Fig. 3.- *Peltodoris atromaculata*, mostrando las branquias anales. Se alimenta de ascidias y de bivalvos.

valvos son *micrófagos*. Gracias a los cilios que poseen las branquias, se realiza un movimiento de agua que penetra en la cavidad paleal. Las partículas alimenticias son dirigidas a los palpos y de aquí penetran en la boca.

Cefalópodos

Son Moluscos caracterizados por haberse transformado los bordes del pie en apéndices peribucales, que rodean la cabeza. El resto del pie se modifica en forma de embudo musculoso, situado detrás de la cabeza y destinado a evacuar el agua de la cavidad paleal.

Hay concentración de ganglios cefálicos, que están encerrados en una cápsula cartilaginosa. La cavidad paleal es posterior y, fisiológicamente, ventral. Unos tienen dos branquias y otros, cuatro.

Sistemática.— Se distinguen dos Subclases: *Dibranquios* y *Tetranquios*.

Dibranquios

Son Cefalópodos que poseen un par de branquias. Como ejemplo representativo está la sepia, *Sepia officinalis*, carnívora y común en los fondos fangosos, alimentándose de Moluscos y Crustáceos, los cuales captura con sus *tentáculos*. Su color varía del gris al marrón uniforme o con rayas transversales, según el fondo.

El embudo se fija en las paredes del manto por medio de un verdadero *botón a presión*. En la cavidad paleal se encuentran las dos branquias, habiendo en su base dos corazones branquiales que impulsan la sangre por ellas. En la parte media está el intestino recto con el ano, y a cada lado de éste, sobre dos papilas, se abren los *poros urinarios*.

En el lado izquierdo se abre el orificio genital, impar.

La concha es interna y está rodeada por el manto, sirviendo para disminuir la densidad del animal y favorecer su flotación.

En el aparato digestivo, el centro de la corona braquial está ocupado por la boca, con dos mandíbulas córneas en forma de pico de loro. La rádula es típica.

La *bolsa de la tinta*, órgano propio de los Cefalópodos, es un anexo del recto, desembocando cerca del ano. La tinta expulsada forma una *nube* que enmascara al animal, permitiéndole la huida.

Referente a los órganos de los sentidos, el cerebro de los Cefalópodos, junto con el de los Insectos, es de los más complejos entre los de los Invertebrados. Los ojos de los Dibranquios alcanzan un alto grado de perfec-

ción. Tienen *cámara oscura*, como el de los Vertebrados.

La córnea está perforada por un pequeño orificio, que permite la entrada de agua de mar en la cámara situada detrás de la córnea. La retina tapiza la cámara posterior del ojo y no está invertida como en los Vertebrados.

En el aparato reproductor, los espermatozoides salen del testículo y caen en la *cavidad celómica*, donde un celomiducto, el conducto deferente situado en el lado izquierdo, realiza la evacuación del esperma. Este conducto deferente describe algunas circunvoluciones y se transforma en *vesícula seminal*. La parte terminal del conducto deferente aumenta en volumen y se retuerce en hélice, formando la *bolsa de Needham*.

El esperma que desciende por el conducto deferente forma un cilindro blanco y pastoso, recortándose, antes de llegar a la vesícula, en fragmentos de unos 10 mm, que quedan envueltos por una sustancia quitinosa y acumulados en la bolsa de Needham.

Los óvulos quedan, en las hembras libres, en la cavidad celómica y salen al exterior por un conducto único, el oviducto, situado en el lado derecho.

En el momento de la reproducción, el cuarto brazo del macho se modifica y se transforma en órgano copulador, encargado de recoger los espermátóforos en cuanto salen de la bolsa de Needham.

En lo que respecta a su etología, los Cefalópodos presentan un comportamiento instintivo muy complejo, comparable al de los insectos superiores. En su actividad vital dependen más de la vista que del olfato; de aquí el gran desarrollo de los lóbulos ópticos que presentan.

Se distinguen dos Órdenes: *Decápodos* y *Octópodos*. Los primeros tienen diez brazos, como *Sepia* (fig. 6) y *Sepioida*, que viven en las aguas litorales. *Spirula* vive en las aguas profundas.

Los Octópodos tienen ocho brazos, como el pulpo, *Octopus*, cuyo brazo copulador o *hectocotíleo* es el tercero, teniendo varias hileras de ventosas en los brazos, mientras que *Eledone* sólo tiene una.

Por lo que toca al argonauta, *Argonauta argo*, su hembra forma una ooteca de figura de nave, para la puesta.

Tetranquios o Nautiloideos

Son Cefalópodos arcaicos representados en la actualidad por el género *Nautilus* (fig. 6), del Océano Índico. Son animales que viven cerca de las costas y nadan en el fondo.

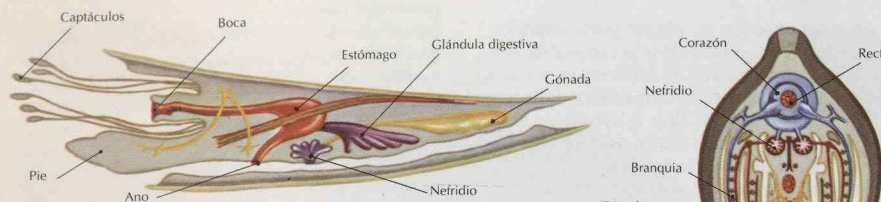


Fig. 1.- Anatomía de los Escatópodos.

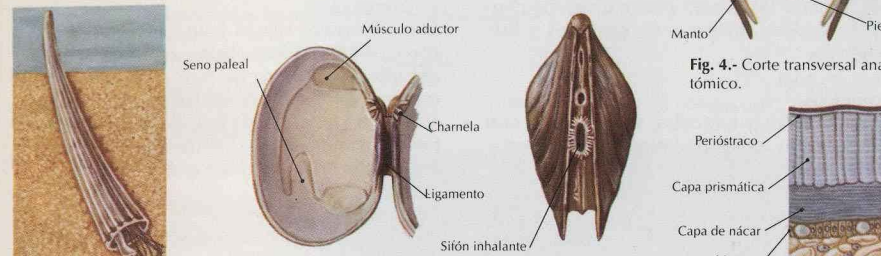


Fig. 2.- *Dentalium* enterrado en la arena

Fig. 3.- Aspectos de la concha de un Bivalvo.

Fig. 4.- Corte transversal anatómico.

Fig. 5.- Corte de la concha.

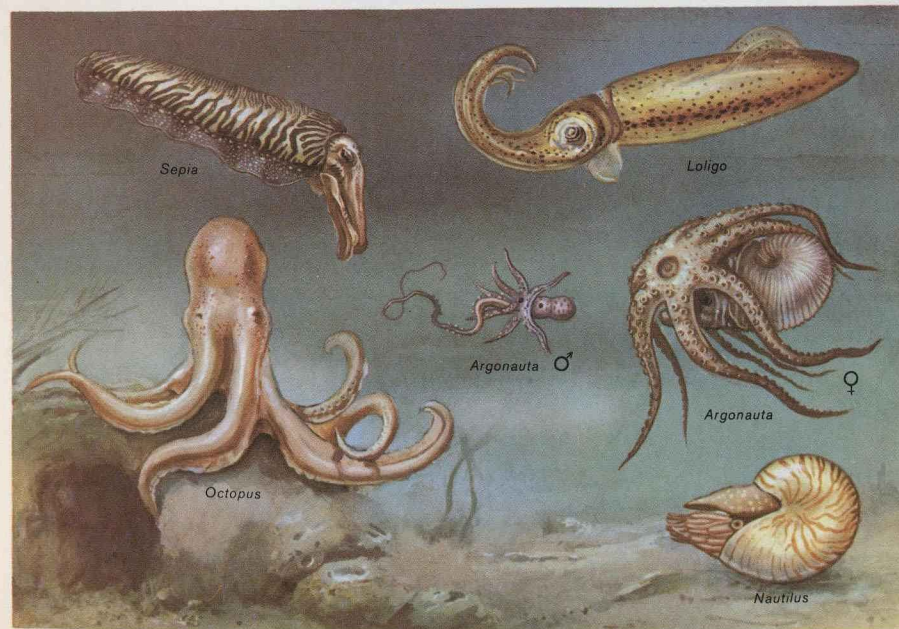


Fig. 6.- Los Moluscos constituyen un grupo muy diversificado.

LOFOFORADOS

Son Celomados, en su mayor parte marinos, cuya boca está rodeada de una corona de tentáculos que constituyen el *lofóforo*, con cilios vibrátiles que llevan el alimento a la boca, siendo la nutrición de tipo microfágico. Tienen el ano en posición dorsal y el tubo digestivo está doblado en forma de U. El celoma está dividido en tres cavidades y el aparato excretor es de tipo metanefridio.

La larva libre es de tipo trocoforoideo, indicando relaciones lejanas con los Anélidos.

Comprenden las Clases sistemáticas siguientes: *Foronídeos*, *Briozoos*, *Endoproctos* y *Braquiópodos*.

Foronídeos

Son sedentarios y tubícolas, vermiformes, con el lofóforo en forma de herradura. Marinos y micrófagos.

Phoronis (lám. H/2, fig. 1) es el género representativo. Es un gusano de unos cuatro centímetros de longitud, el cual vive en un tubo quitinoide que él mismo segrega.

La extremidad libre y situada fuera del tubo lleva el lofóforo y la abertura bucal en su centro. En esta zona terminal hay también tres orificios: el del ano y dos orificios excretores, que son asimismo sexuales. Son hermafroditas.

La larva recibe el nombre de *actinotroca*, es nadadora y posee un lóbulo preoral ciliado y voluminoso que tiene la forma de capuchón, y tiene, como órganos excretores, protonefridios con *solenocitos* (lám. H/2, fig. 2).

Los Foronídeos se encuentran en todos los mares y sus afinidades con los Briozoos parecen indudables.

Briozoos

Son sedentarios y coloniales, con una corona de tentáculos alrededor de la boca. Carecen de nefridios y de aparato circulatorio.

Sus colonias tienen muchas veces el aspecto de musgo; de aquí el nombre de la Clase. Son marinos, y algunos viven en las aguas dulces.

Cada individuo de la colonia está protegido por una cámara o *cístido*, que encierra al animal o *polípido*. Por su aspecto, podrían confundirse en principio con pólipos hidroideos, pero la presencia de tubo digestivo en U y los cilios vibrátiles en los tentáculos son caracteres diferenciadores importantes. Los tentáculos pueden retraerse en una vaina.

En los Briozoos la faringe es ciliada y la digestión es extracelular.

Adherido al estómago hay un órgano o *funículo*, que lo une con la pared del cuerpo y

contiene el ovario. Los testículos están en la pared del cuerpo.

Las células de las paredes intestinales se van cargando de los productos que hay que excretar, actuando como un riñón de acumulación (fig. 4).

Ciertos Briozoos tienen dimorfismo, siendo, empero, algunos individuos de la colonia hembras y no hermafroditas. Los individuos hembras reciben el nombre de *ovicelarias* y contienen generalmente un huevo único, que, por un fenómeno de *poliembrionía*, dará más de 100 embriones que originarán larvas ciliadas, las cuales quedan en libertad y se fijan sin alimentarse.

Otros Briozoos tienen colonias polimórficas, con individuos diferenciados para la defensa, las *avicelarias*, en forma de pico de ave, mientras que las *vibracularias* presentan forma alargada y sirven para la limpieza. *Bugula* y *Scrupocellaria* tienen esta clase de colonia, siendo marinas. Como forma de agua dulce está *Cristatella*.

Endoproctos

Son solitarios o coloniales, pedunculados, abriéndose la boca y el ano en el centro de la corona de tentáculos.

La cavidad general es un pseudoceloma, relleno de mesénquima y conteniendo las glándulas genitales. Generalmente los sexos están separados, aunque también se da el hermafroditismo.

Tienen dos protonefridios, con células flamígeras, que desembocan por un orificio común situado entre la boca y el ano. Sin aparato circulatorio.

Los tentáculos también están llenos de mesénquima y no son retráctiles (fig. 5).

En cuanto a la reproducción, la *gemación* es frecuente.

Como forma representativa está *Loxosomella*, que vive sobre los Poliquetos. Todos los Endoproctos son marinos, excepto *Urnatella*, que vive en las aguas dulces americanas septentrionales y de la India.

Braquiópodos

Celomados de cuerpo protegido por una concha bivalva, que se fija en el sustrato, ya directamente o por medio de un pedúnculo. Las valvas tienen posición dorsal y ventral, diferenciándose de los Bivalvos, que tienen posición lateral.

Los Braquiópodos tienen aparato circulatorio cerrado y uno o dos pares de metanefridios, que actúan de *gonoductos*. La parte visceral está muy poco desarrollada, ocupando la concha la mayor parte del volumen del animal.

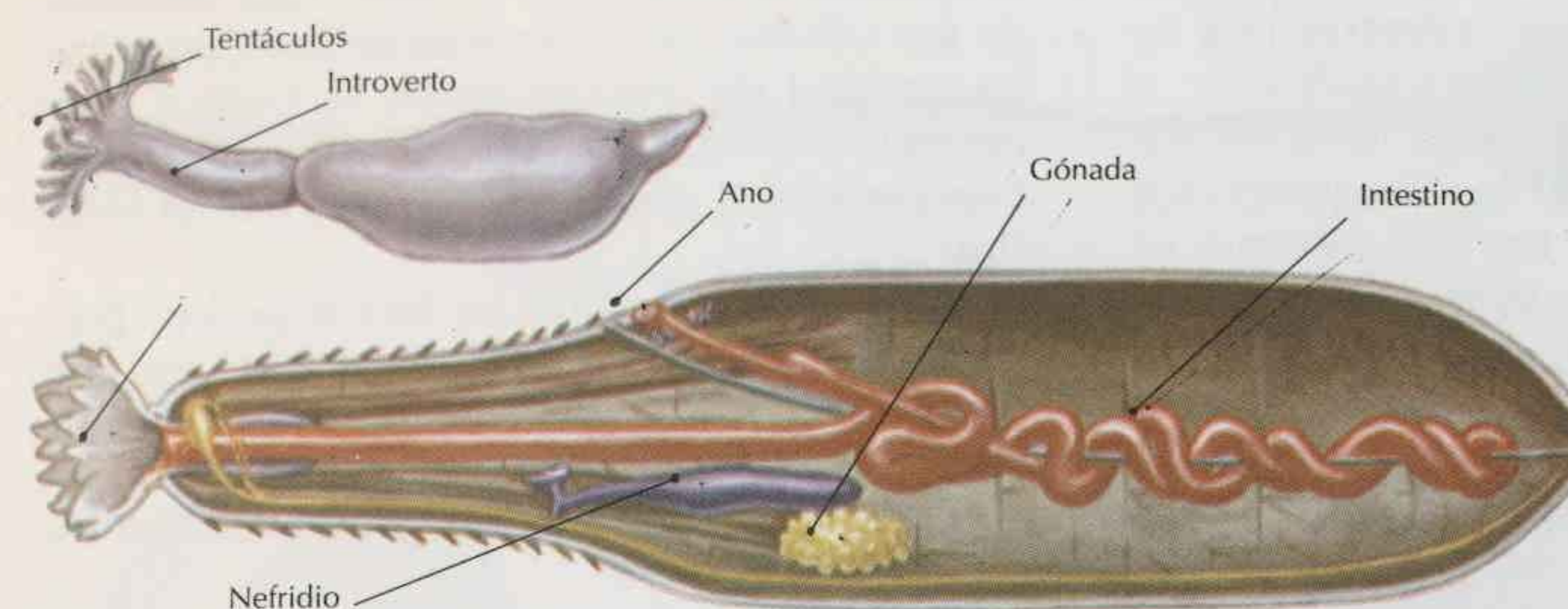


Fig. 1.- Anatomía de un *Sipunculus*. (Arriba.) Aspecto externo.

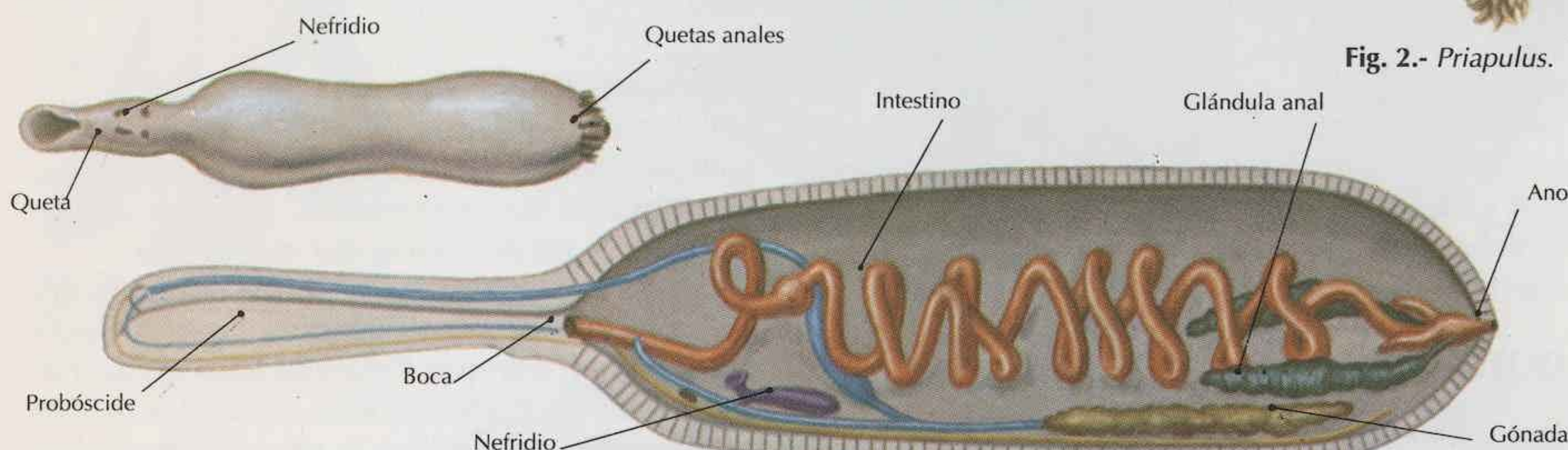


Fig. 3.- Equiuroideo y su anatomía.

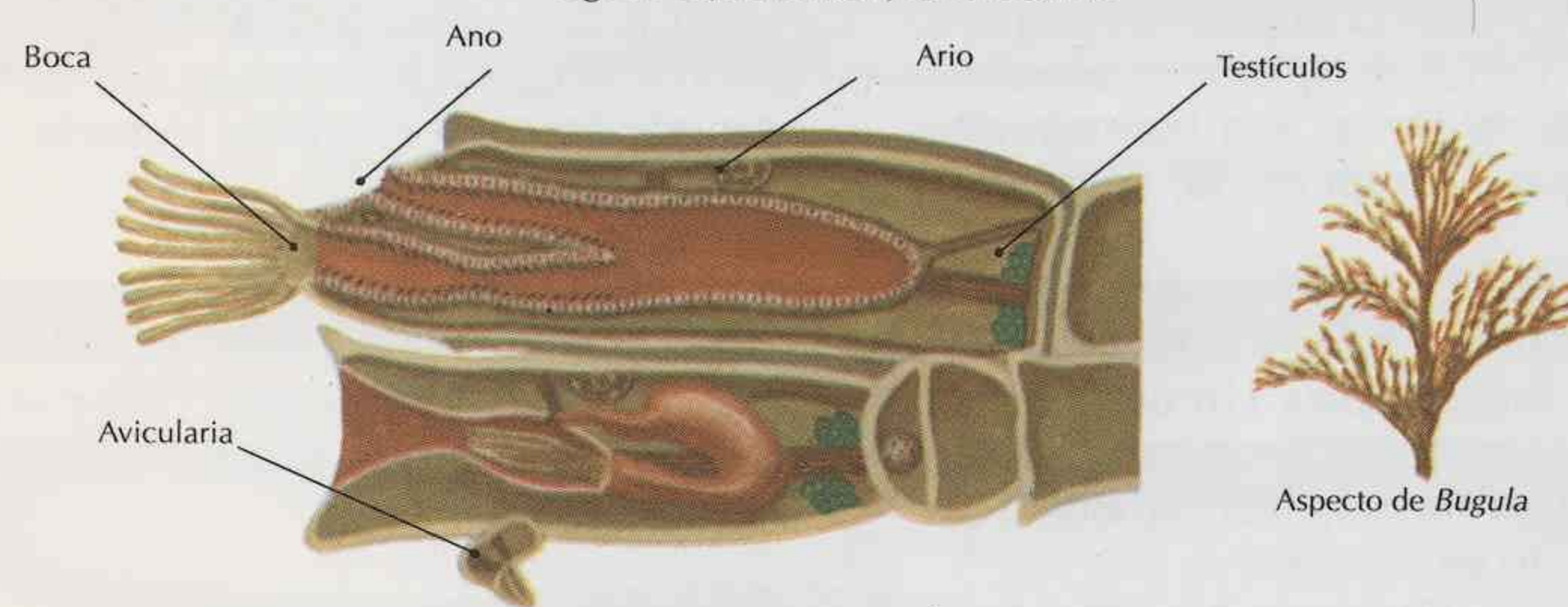


Fig. 4.- Los Briozoos forman colonias polimórficas.

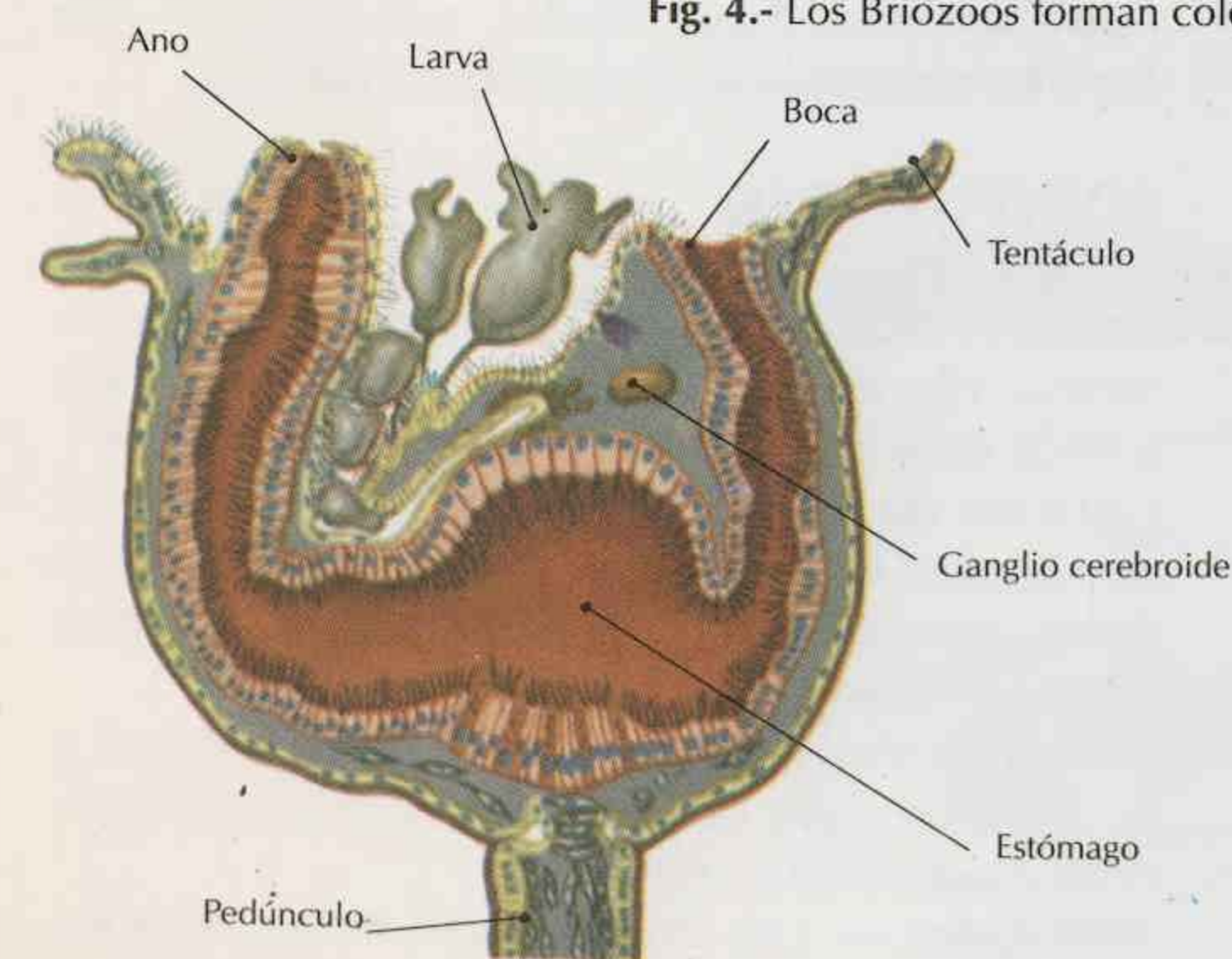


Fig. 5.- Corte sagital del Endoprocto *Pedicellina*.



Fig. 2.- *Priapulus*.



Aspecto de *Bugula*



Fig. 6.- *Retepora cellulosa*, llamada también "encaje de Venus".

Son todos marinos y es un grupo que en la actualidad está poco representado, habiendo unas 250 especies vivientes, mientras que se conocen varios miles de especies fósiles.

Aparato digestivo.— El estómago tiene un par de glándulas digestivas. En los Braquiópodos primitivos, los Ecardinós, hay un ano que se abre en el lado derecho, mientras que los Testicardinos carecen de ano, siendo ciego el intestino (fig. 3).

Desarrollo.— Los sexos están generalmente separados. La larva libre parece un hongo, cuyo sombrero es el esbozo del manto, que posteriormente se divide en dos lóbulos, dorsal y ventral, formadores de la concha.

Formas representativas.— *Lingula anatina* tiene un pedúnculo, largo y retráctil, hundido en la arena,

Terebratulina caput-serpentis vive fija en las rocas, a profundidades variables. *Lacazella*, con concha redondeada y no perforada, tiene la valva ventral adherida al soporte, en ausencia de pedúnculo.

QUETOGNATOS

Son Celomados cuya cabeza está recubierta de un capuchón que, al contraerse, se aplica contra la boca, dejando tan sólo un pequeño orificio ventral. Tienen expansiones laterales y caudal en forma de aletas. Son hermafroditas y carecen de aparato respiratorio, circulatorio y excretor.

La mayor parte de la musculatura es estriada, dispuesta en cuatro troncos longitudinales, y careciendo de musculatura circular. Tienen el cuerpo transparente, en forma de flecha, y se desplazan con movimientos rápidos (figura 4). El desarrollo es directo.

Son marinos y constituyen una parte importante del plancton.

Los Quetognatos son muy probablemente formas larvianas de Braquiópodos, que, por *neotenia*, han evolucionado hacia formas libres.

SIPUNCULOIDEOS

Son Celomados de cuerpo vermiforme, con boca terminal rodeada de tentáculos. Tubo digestivo en forma de U y ano en posición dorsal anterior. Órganos segmentarios de tipo metanefridio.

Son formas representativas *Phascolosoma* y *Sipunculus* (lám. H/1, fig. 1)

ESTOMOCORDADOS

Son Celomados cuya faringe está provista de una expansión ciega dirigida hacia adelante,

encima de la boca. Esta expansión es el *estomocordio*, análogo, por la estructura vacuolar de sus células, al *notocordio* de los Cordados. La cavidad del estomocordio es nula o muy pequeña. La faringe está perforada por orificios parietales, que la comunican con el exterior.

El cuerpo está dividido en tres regiones: prosoma, mesosoma y metasoma, cada una con una cavidad celomática, impar en el prosoma (figs. 6 y 7). El sistema nervioso está siempre en contacto íntimo con la epidermis. Son todos marinos.

Sistemática.— Pueden dividirse en tres Clases: *Enteropneustos*, *Pterobranquios* y *Graptolites*.

Enteropneustos

Son Estomocordados libres, vermiformes, de cuerpo netamente dividido en tres regiones. Las gónadas son numerosas, situadas secundariamente en el celoma del mesosoma.

Viven generalmente en el fango, estando representados por pocos géneros. Suelen medir unos 10 cm, aunque *Balanoglossus gigas*, habitante de los mares cálidos, mide 2,5 m. Los sexos están separados y en su desarrollo, cuando es directo, hay una larva pelágica parecida a la de las estrellas de mar. Esta larva gira continuamente sobre su eje vertical, denominándose por ello *larva tornaria*.

Pterobranquios

Estomocordados coloniales o pseudocoloniales. El aparato digestivo está curvado en U. Unos forman verdaderas colonias, como *Rhabdopleura*; otros viven asociados, como *Cephalodiscus*.

Graptolites

Son Estomocordados fósiles, relacionados con los Pterobranquios. Eran formas marinas.

POGONÓFOROS

Son Celomados vermiformes, con cuerpo diferenciado en tres regiones, correspondiendo a cada una de ellas una cavidad celomática. Carecen de tubo digestivo, y parece que los tentáculos que poseen en la región anterior del cuerpo les permiten la captura y digestión de alimentos. Son marinos (fig. 5).

Los tentáculos son siempre de gran longitud y su número varía desde uno, como en *Siboglinum*, hasta 200 o más.

Afinidades.— Los Pogonóforos están relacionados con los Estomocordados y con los Equinodermos, según lo indican su celoma trime-tamérico y el sistema nervioso subepitelial.



Fig. 1.- Aspecto externo de *Phoronis*.

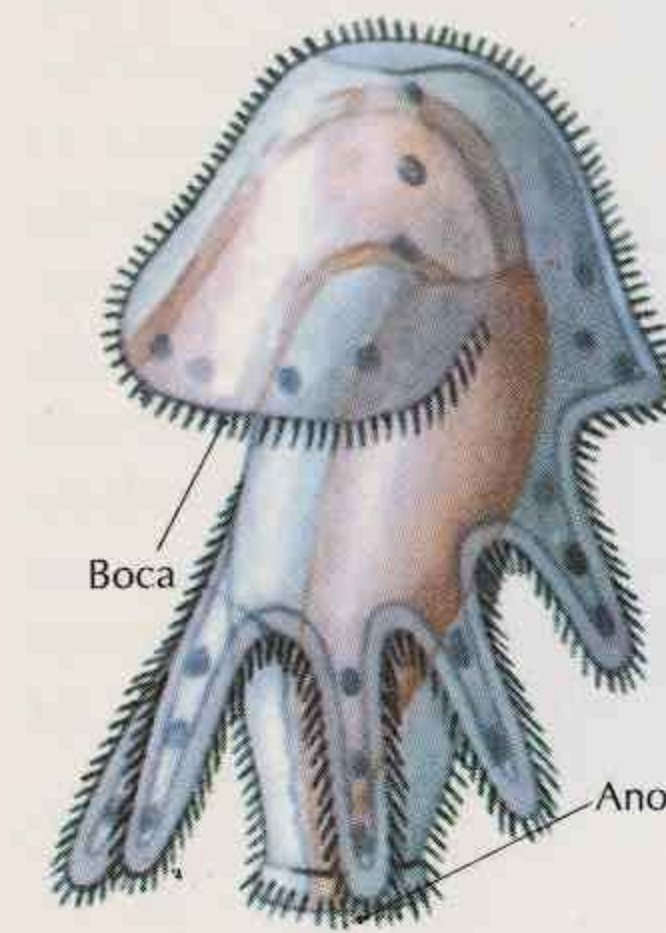


Fig. 2.- Larva actinotroca de *Phoronis*.

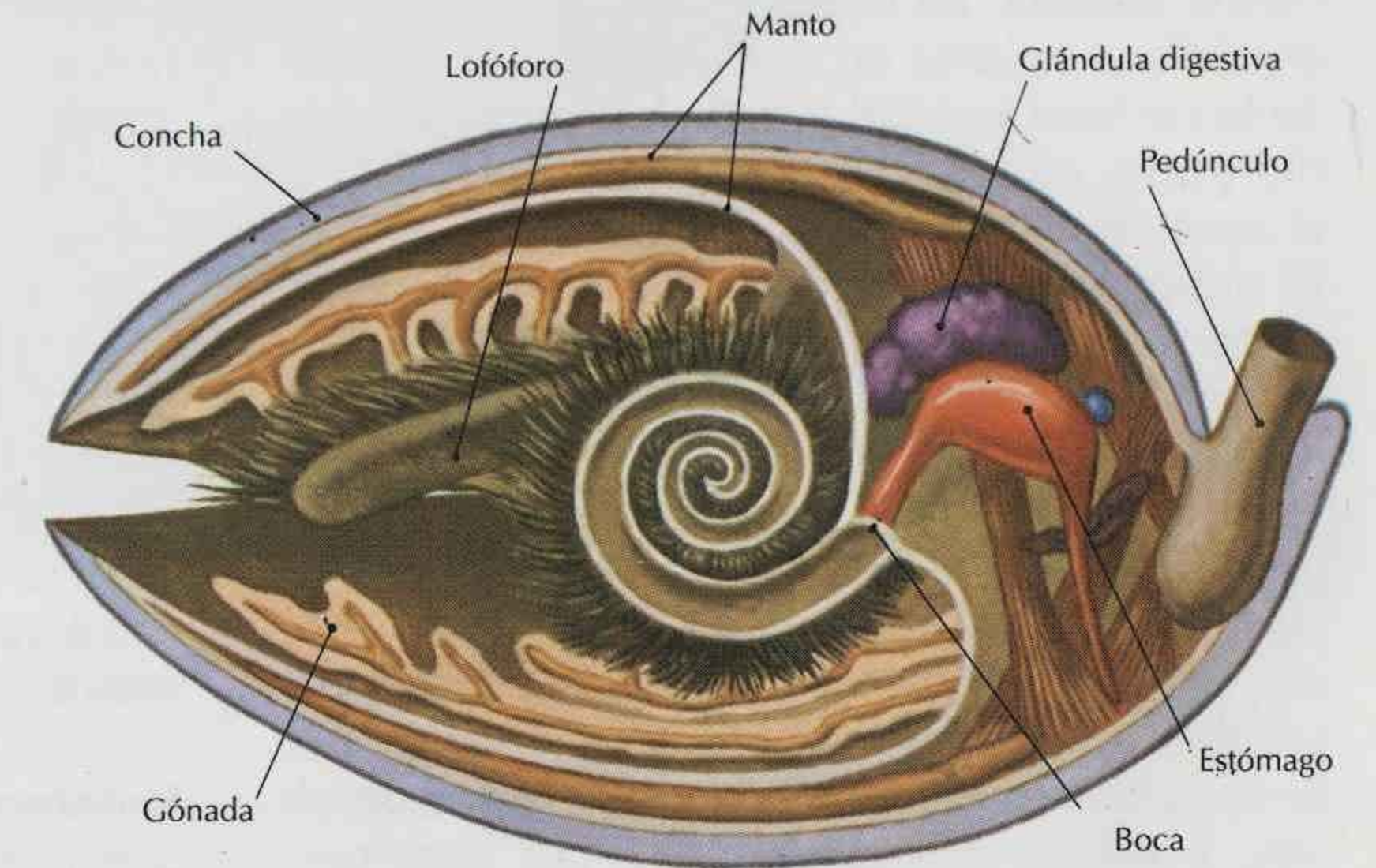


Fig. 3.- Anatomía de un Braquiópodo.

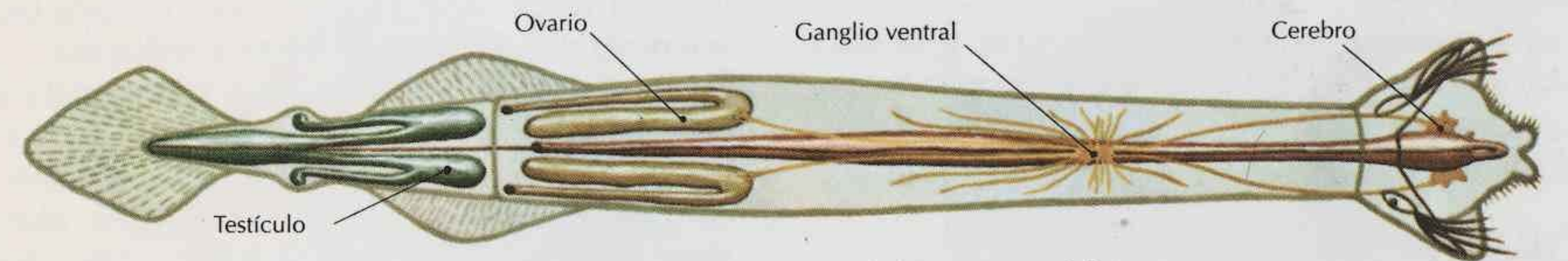


Fig. 4.- Organización de un Quetognato del género *Spadella*.

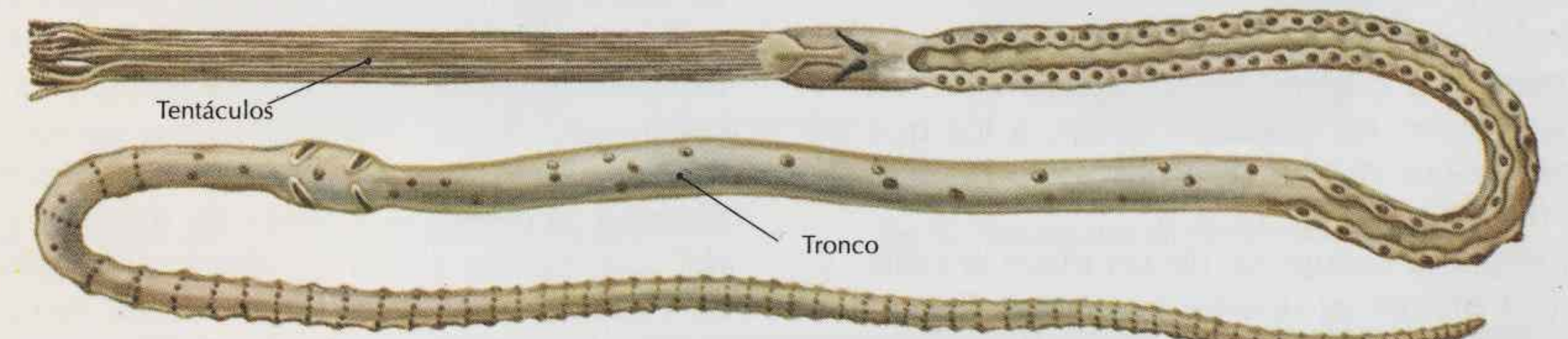


Fig. 5.- Los Pogonóforos son marinos y viven en tubos hasta 10.000 m de profundidad.



Fig. 6.- Entre los Enteropneustos está *Saccoglossus*, animal marino que vive en la arena.

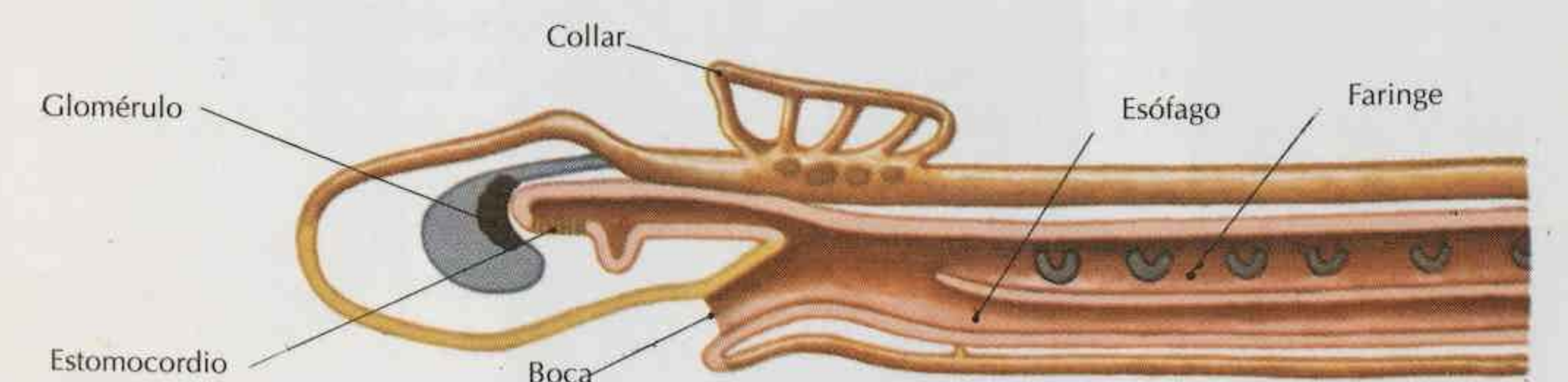


Fig. 7.- Esquema de la anatomía de un *Saccoglossus*.

Equinodermos

GENERALIDADES

Son Celomados de simetría radial, típicamente pentámera. El celoma muestra composición en tres pares de cavidades en la larva, con simetría bilateral que secundariamente adquiere simetría radiada. En el desarrollo, pronto queda dividido el celoma en dos grandes sistemas: el de la cavidad general y el de los ambulacros o hidrocele, en comunicación, este último, con el agua de mar por un poro acuífero.

El mesénquima forma un aparato sanguíneo llamado *hemal*, mientras que el mesénquima periférico segrega un esqueleto dérmico en forma de placas o de espículas calcáreas.

El Tipo Equinodermos se divide en dos Subtipos: *Pelmatozoos* y *Eleuterozoos*. Los primeros son los más primitivos y sus formas larvares siempre están fijadas por un pedúnculo; los adultos, muchas veces también. Este grupo tiene la boca situada en la misma cara que el ano, y sólo están representados por unas pocas formas vivientes pertenecientes a los *Crinoideos*.

Los *Eleuterozoos* son formas libres y el ano está situado en posición opuesta a la de la boca. Comprenden las Clases de los *Holoturioideos*, *Asteroideos*, *Ofiuroideos* y *Equinoideos*.

Crinoideos

Carecen de ambulacros y sólo tienen tentáculos, que a veces faltan.

Antedon, o «lirio de mar», es un Género con numerosas especies, de vivos colores. Viven en grupos en los fondos rocosos, a los que se adhieren por medio de unos apéndices o cirros (lámina I/2, fig. 1).

El cuerpo se compone de un disco o cáliz, y de diez brazos agrupados por pares. Este cáliz lleva en su cara interior convexa los cirros. La cara superior es la oral, llevando la boca y el ano, con cinco surcos nutritivos correspondientes a los radios.

El primer poro acuífero se abre en las formas jóvenes, en el interrradio anal; en el adulto, se abren después poros acuíferos en todos los interradios.

Sistema acuífero.— Gracias a este sistema, el agua penetra en el celoma. Está formado por un conducto anular, del cual parten cinco conductos que siguen el trayecto de los surcos nutritivos. En los otros Equinodermos, este sistema desemboca en el exterior por un conducto único, mientras que aquí la cara dorsal del cáliz está perforada por más de 1.000 poros acuíferos, pequeños embudos que se hallan recubiertos interiormente por cilios vibrátiles.

Regeneración.— *Antedon* tiene la curiosa particularidad de perder las vísceras contenidas en el disco, cuando se le excita; las regenera a las 3 ó 4 semanas. Los brazos, que sufren fácilmente autotomía, se regeneran también.

Reproducción y desarrollo.— En el Mediterráneo, la puesta tiene efecto de marzo a abril, siendo los óvulos fecundados exteriormente, pero quedan adheridos a los brazos hasta la eclosión de las larvas. Éstas tienen forma de tonelete y son llamadas *doliolaria*, con un mechón apical de cilios y cinco bandas ciliadas; nadan durante tres días y se fijan, perdiendo las bandas ciliadas y apareciendo un pedúnculo. Al cabo de seis semanas de fijación se desarrollan los brazos y se forman las piezas calcáreas dérmicas, diciéndose que alcanza el estado *pentacrino*.

Holoturoideos

Son Eleuterozoos de cuerpo blando y alargado, adaptado a la reptación. Las zonas radiales con ambulacros representan la cara oral, mientras que la cara aboral está reducida.

El animal reptará por una cara compuesta de tres áreas radiales, que forman el *trivium*, mientras que las dos áreas dorsales forman el *bivium*. El esqueleto está formado por placas diseminadas, por lo cual la piel es blanda en toda su extensión.

La boca está rodeada por diez tentáculos ramificados, que representan ambulacros hipertrofiados. Un poco detrás de la boca, en la línea medio-dorsal, está el orificio genital interrarial, siendo interna la placa madreporica.

Sistema acuífero.— Consta de un anillo oral, del que parten cinco conductos radiales que dan ramas a los ambulacros. Cada rama ambulacral tiene una vesícula, y los tentáculos, que son ambulacros muy desarrollados, tienen una vesícula enorme. Las contracciones de esta vesícula producen la turgescencia de los ambulacros y, con ello, el desplazamiento del animal.

Aparato digestivo.— El intestino recto se dilata y forma una cloaca, en relación con dos grandes divertículos arborescentes, los pulmones, de función respiratoria. Los pulmones se hinchan de agua y se vacían, funcionando como branquias.

Reproducción y desarrollo.— Las gónadas tienen una disposición semejante en los dos sexos, con una coloración blanquecina en los machos y amarillenta en las hembras. En el desarrollo se produce una larva llamada *auricularia*, por la forma de oreja de su banda ciliada (fig. 6).

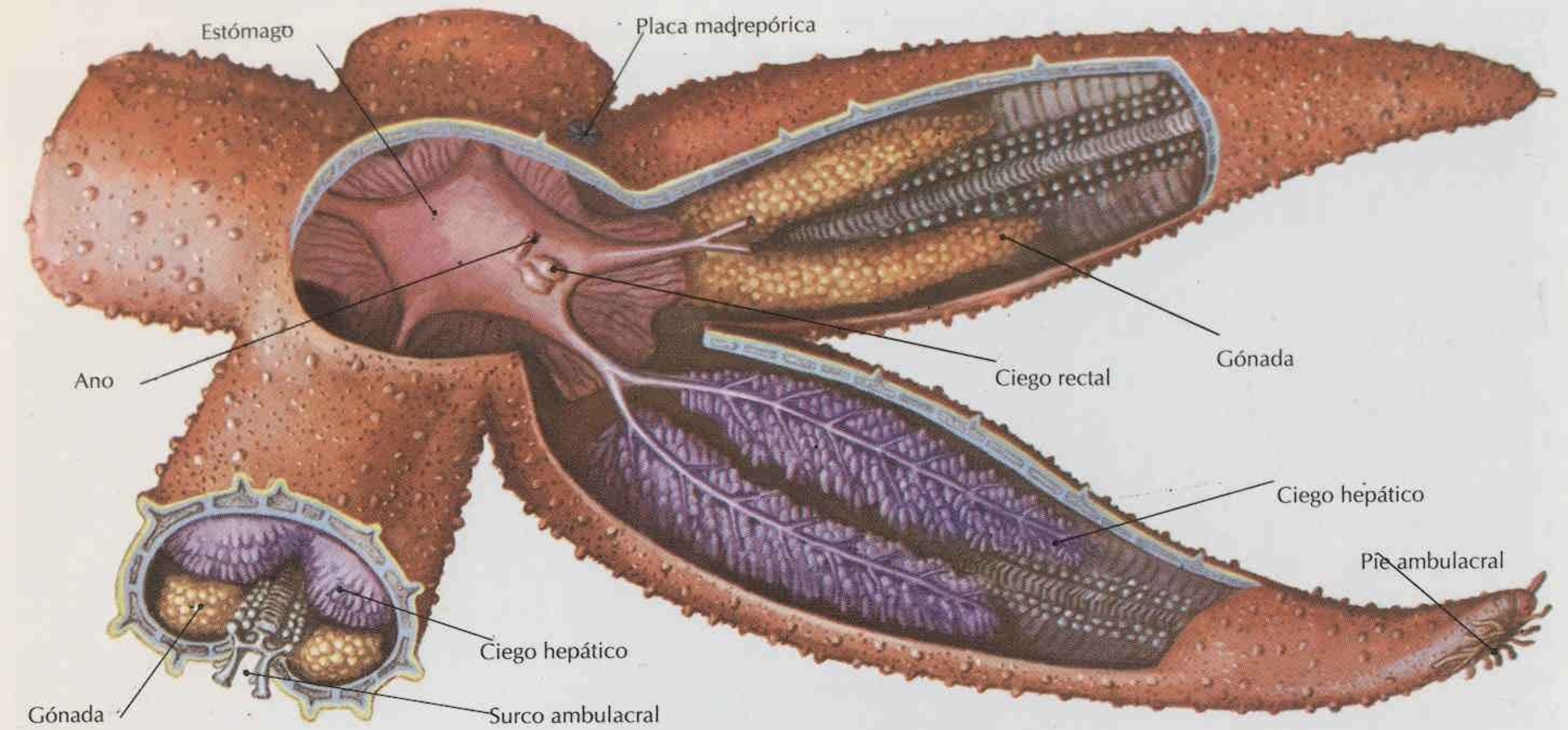


Fig. 1.- Diseccción de una estrella de mar.

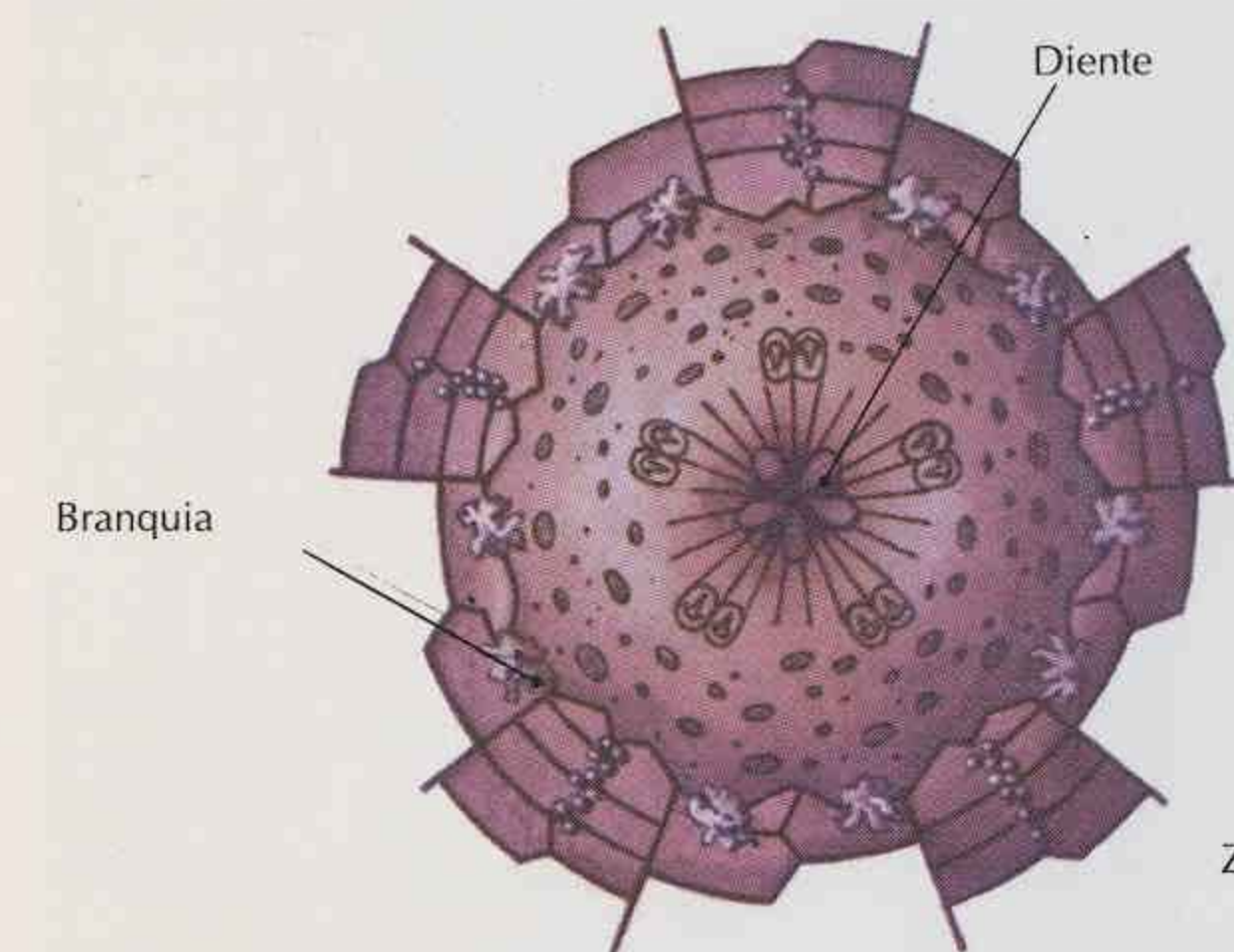


Fig. 2.- Región bucal del erizo *Paracentrotus lividus*.

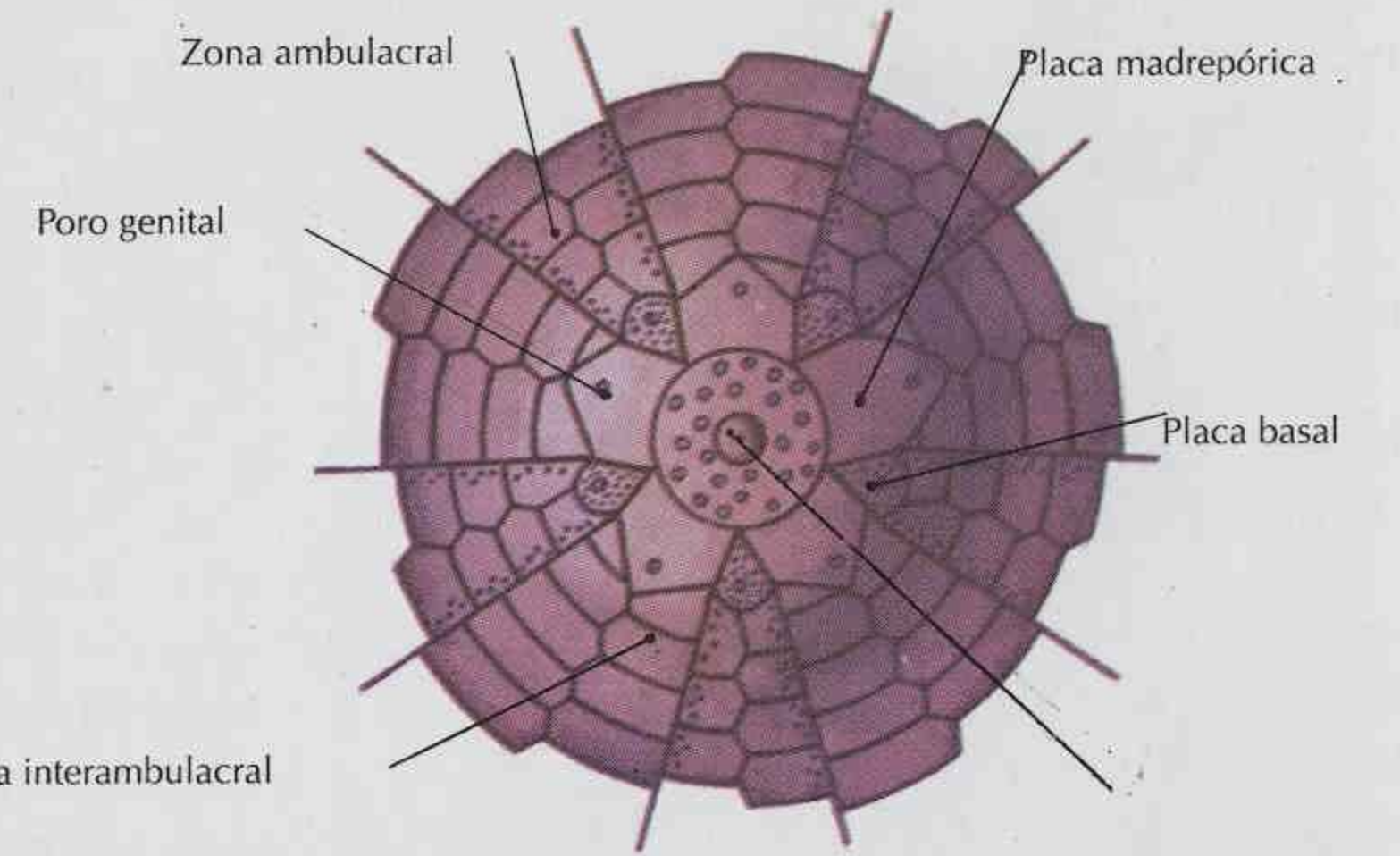


Fig. 3.- Región anal de *Paracentrotus lividus*.

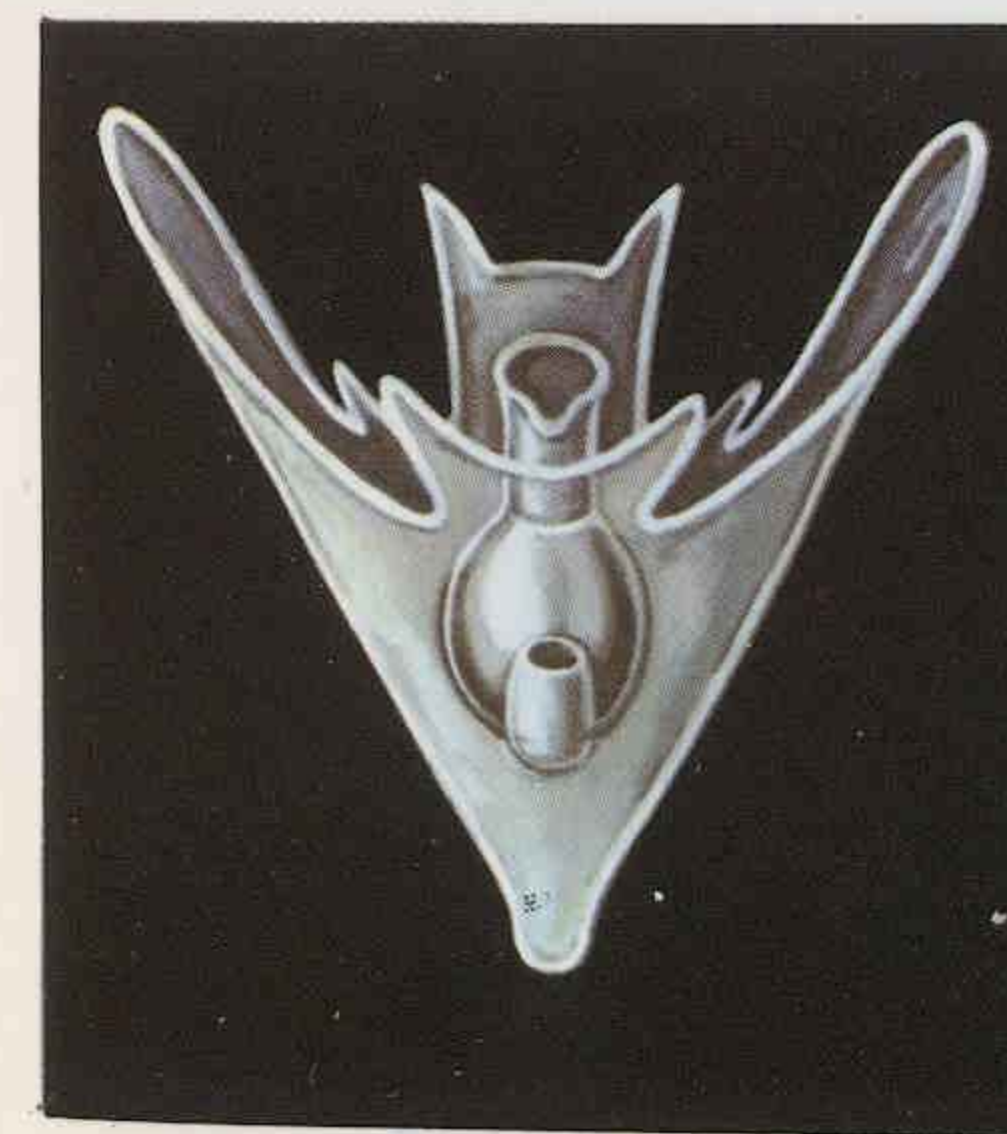


Fig. 4.- Larva *pluteus* de erizo.



Fig. 5.- Bipinnaria de estrella de mar.



Fig. 6.- Auricularia de holoturia.

Equinodermos

A veces la banda ciliada se corta en trozos, formando cinco o seis bandas paralelas transversales, transformándose en larva en forma de tonelete o *doliolaria*.

Cucumaria planci tiene forma de pepino y se adapta a la descripción que acabamos de hacer.

Otro ejemplo de holoturioideo es *Stichopus regalis* (lám. 1/3, fig. 4), comestible, de color anaranjado y de trivium muy aplanado. *Thyone* (fig. 1, n.º 9) vive en la arena.

Asteroideos

Eleuterzoos de forma pentagonal o estrellada, con cinco brazos que son prolongación de una región central o disco. Los pies ambulacrales están localizados en la cara ventral. Son las estrellas de mar.

Los surcos ambulacrales parten de su cara ventral, siguiendo los brazos hasta la extremidad de éstos. En cada surco hay de dos a cuatro hileras de ambulacros. Los brazos llevan en sus extremidades, ligeramente levantadas una mancha ocular sensible a la luz (lám. 1/1, fig. 1).

En la cara dorsal o aboral se ve un interrudio, la placa madreporica, con numerosos orificios. En otro interrudio está el ano, pequeño orificio disimulado por púas, que puede faltar, como en *Astropecten*.

Los tegumentos se levantan por medio de púas o espinas. También hay en la superficie de los tegumentos pequeñas evaginaciones transparentes: son las branquias o *pápulas*, verdaderas expansiones del cuerpo a través de las placas calcáreas, de función respiratoria.

Los Asteroideos son carnívoros macrofágicos. Se alimentan de Moluscos y de Crustáceos que acaban de mudar. Generalmente devaginan su estómago, que colocan sobre la presa, y sobre ésta vierten los jugos digestivos, siendo la digestión externa.

Sistema acuífero o ambulacral. — Consta de un anillo del que parten cinco conductos ambulacrales radiales que penetran en los brazos.

Excreción. — La *fagocitosis* tiene gran importancia, pues los amibocitos cargados de desechos son capaces de atravesar el epitelio de las *pápulas* y caer en el agua del mar.

Reproducción y desarrollo. — En cada brazo hay dos glándulas genitales, desembocando hacia el exterior por cinco poros dorsales.

En su desarrollo se produce la *larva bipinnaria*, ciliada, provista de dos bandas, una preoral y otra postoral, completamente separadas.

En el desarrollo de ciertas estrellas se produce una larva llamada *braquiolaria*, que difiere de la *bipinnaria* por tres brazos terminados en papilas fijadoras, encima de la boca.

Formas representativas. — *Luidia* tiene siete brazos largos. *Asterias* es muy común en las costas atlánticas y es un enemigo temible de los bancos de ostras.

Marthasterias glacialis es una de las grandes especies de la zona litoral, alcanzando mayores dimensiones en las zonas profundas y cambiando de color (fig. 1, n.º 6); las formas más superficiales son de color verdoso, mientras que el color naranja es propio de las formas de profundidad.

Astropecten es una bella estrella de color naranja (lám. 1/3, fig. 3); *Anseropoda* (fig. 1, n.º 3) es palmeada; *Echinaster* (lám. 1/3, fig. 1), de un rojo vivo.

Ofiuroideos

Eleuterzoos cuyo cuerpo tiene forma de disco, del que salen cinco brazos carentes de surco ventral. No tienen ano, y el esqueleto sobre el disco es discontinuo.

Los brazos están formados por anillos esqueléticos, estando cada anillo constituido por una vértebra rodeada de cuatro placas: una, dorsal, otra ventral, y dos laterales; sobre estas últimas hay púas, generalmente largas y numerosas.

Entre las piezas laterales y ventrales, al nivel de los espacios intervertebrales de los brazos, hay salientes ambulacrales, que no sirven para la locomoción, siendo tentáculos o palpos.

La boca tiene la forma de una hendidura estrellada con cinco brazos. En un espacio interr radial, a su lado está el *hidroporo*, que se abre en una placa similar a la de los otros interr radiales. A ambos lados de los brazos están las diez hendiduras génito-respiratorias. Son carnívoros y los más veloces de los Equinodermos, cogiendo Crustáceos, Peces, etc., con sus largos brazos. La armadura de la boca tritura estas presas.

Órganos de los sentidos. — Hay células sensoriales en las púas y palpos, agrupadas en papilas sensitivas.

Sacos branquiales. — La pared de la cara ventral del disco se invagina, formando bolsas de función respiratoria y a su nivel pasan al exterior los fagocitos excretorios.

Los órganos genitales se fijan en sus paredes, y en la madurez sexual vierten los gametos en su cavidad, la cual en las especies vivíparas desempeña la función de sacos incubadores.

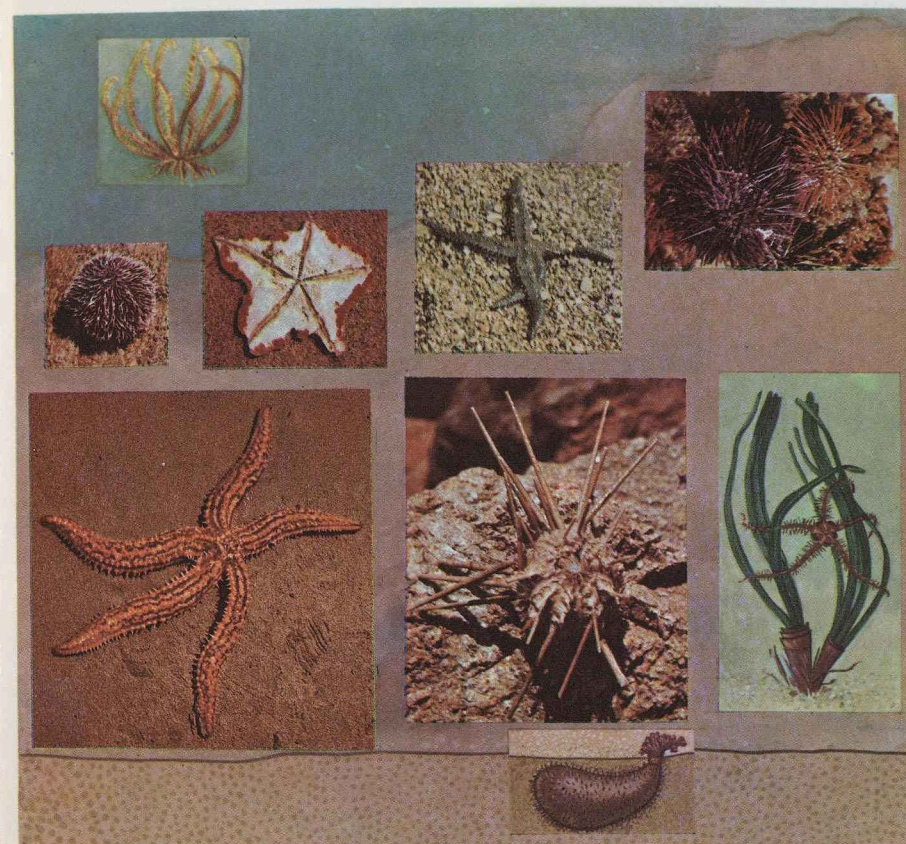
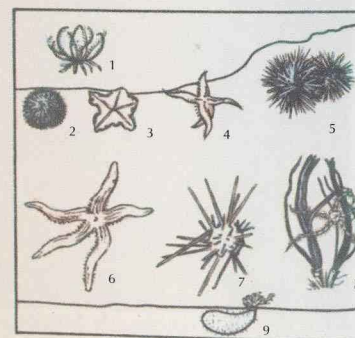


Fig. 1.- Los Equinodermos están en todas las profundidades.



- 1.- Antedon
- 2.- Sphaerechinus
- 3.- Anseropoda
- 4.- Marthasterias glacialis
- 5.- Paracentrotus lividus
- 6.- Marthasterias, forma de profundidad
- 7.- Dorocidaris
- 8.- Ophiothrix
- 9.- Thyone

Reproducción y desarrollo.— Generalmente los sexos están separados. El aparato genital está formado por un anillo ancho, con divertículos radiales que entran en contacto con la bolsa genital. Ciertas especies, como *Amphiura squamata*, son vivíparas.

En el desarrollo se forma una larva característica, la *ophiopluteus*, con una gran banda ciliada, que se levanta dando largos apéndices o brazos en número de cuatro pares. Los brazos están sostenidos por un esqueleto calcáreo.

Formas representativas. — *Ophiura lacertosa* se encuentra en todos los mares, en fondos de grava, arena, etc.

En los fondos en que abundan las ofiuras, hay siempre gran pobreza de fauna acompañante por la gran voracidad de este grupo, que domina el ambiente, del cual se adueña. En las praderas de *Posidonia* es frecuente ver pequeñas y vistosas ofiuras, como *Ophiothrix* (lam. 1/2, fig. 1, nº 8).

Equinoideos

Son Eleuterozoos, de cuerpo globoso, o esférico, con caparazón formado por yuxtaposición de placas calcáreas.

La cara oral representa la mayor parte del animal, mientras que la aboral, donde se abre el ano, tiene poca extensión y es apical. El caparazón posee púas largas y fuertes.

La boca y el ano están situadas en las extremidades del eje vertical, en el centro de una zona membranosa llamada *periprocto* para el ano y *peristoma*, para la boca. En la boca hay unas piezas muy duras, masticadoras, en relación con un aparato complejo llamado «linterna de Aristóteles».

Tienen el cuerpo recubierto con una epidermis ciliada.

Esqueleto.— El área aboral es el cáliz y tiene placas de posición interr radial, llamadas genitales, en número de cinco y perforadas por un poro genital. Una de estas placas es la madreporica, en relación con el *conducto hidroforo*. Las placas genitales se llaman también *basales*.

Hay cinco áreas ambulacrales, formadas, cada una, por dos hileras de placas perforadas, que van del peristoma hasta las placas radiales, llamadas también *terminales*, del periprocto. Entre las áreas ambulacrales están las interambulacrales.

Las púas son producidas por el mesénquima, como las placas del caparazón. En las formas jóvenes están recubiertas de epitelio ciliado

Los pedicelarios son pequeños órganos, fijos sobre el caparazón y situados entre las púas.

En su extremo se articulan tres piezas, formando pinza, y están en continuo movimiento. Una de sus funciones es la de quitar de la superficie del erizo las partículas extrañas.

Sistema nervioso.— Como en los otros Equinodermos, hay un sistema nervioso oral, con un anillo periesofágico del cual parten cinco nervios radiales para las zonas ambulacrales. Hay también un sistema nervioso aboral, poco desarrollado, con un pequeño anillo que inerva los órganos genitales.

Sistema ambulacral.— Encima de la linterna de Aristóteles está el *anillo periesofágico*, del que parten cinco conductos radiales. Durante su trayecto estos conductos dan pequeñas ramas transversas, con una válvula en su origen, y que desembocan en las vesículas ambulacrales. El ambulacro absorbe el oxígeno del agua circulante, actuando también como órgano respiratorio.

Del anillo periesofágico parte también el *tubo acuífero*, de dirección vertical y que desemboca en la placa madreporica por tantos conductillos como orificios tiene ésta. El tubo acuífero está provisto de un epitelio, con cilios vibrátiles, que asegura la corriente de agua de mar hacia el interior y la turgescencia del sistema.

Reproducción y desarrollo.— Los sexos están separados y las glándulas tienen el mismo aspecto en los dos sexos. En *Paracentrotus lividus*, las gónadas tienen color amarillo en los machos y anaranjado en las hembras, siendo comestibles (lám. 1/2, fig. 1, nº 5).

La fecundación es externa. Se produce una larva pelágica típica, la *equinopluteus*, parecida a la de las ofiuras pero de forma más alargada.

Formas representativas.— Hay dos grandes grupos de erizos: aquellos cuya simetría es pentámera y cuyo ano está contenido en el sistema de placas aborales, y aquellos en que el periprocto abandona el cáliz y entonces la simetría pentámera se sustituye por una simetría radial. Los primeros constituyen la Subclase de los Regulares, y los segundos, la Subclase de los Irregulares o Bilaterales.

Entre los erizos Regulares está *Dorocidaris*, mediterráneo y habitante de los grandes fondos (lám. 1/2, fig. 1, nº 7).

Arbacia tiene color negro, es el erizo común en las costas mediterráneas y su área de dispersión cada vez se extiende más, en detrimento de *Paracentrotus lividus*.

Echinus (fig. 2) es de gran talla y vive a 100 m de profundidad. *Sphaerechinus* es un bello erizo de color violeta, de fondos rocosos (lám. 1/2, figura 1, nº 2). *Spatangus* es un erizo Irregular.

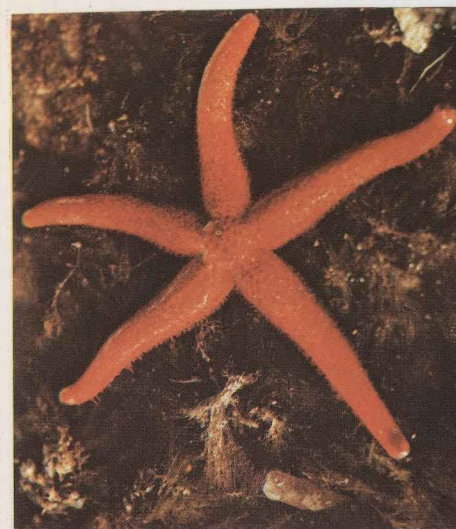


Fig. 1.- *Echinaster sepositus* es una forma del litoral, con numerosas papilas respiratorias en los brazos.

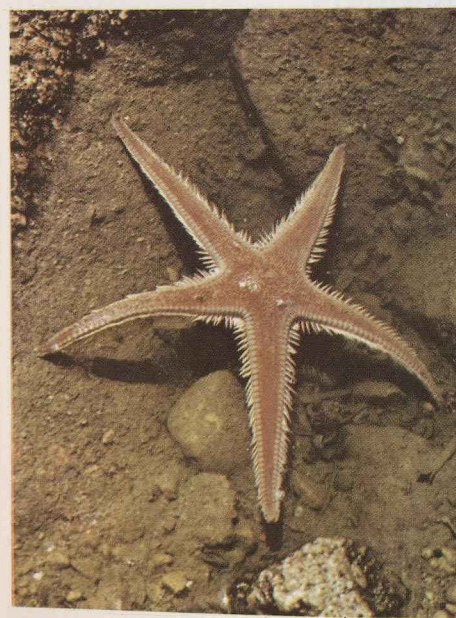


Fig. 3.- *Astropecten aurantiacus*: vive en las praderas de zosteras.



Fig. 2.- *Echinus acutus* visto por su cara ventral y mostrando las mandíbulas.



Fig. 4.- *Stichopus regalis*: vive en el Mediterráneo en fondos de fango.

**CUADRO
DE MATERIAS
E ÍNDICE**

GENERALIDADES

Protozoos y Metazoos..... A/1

PROTOZOOS

Etología. Clasificación: FlageladosA/2

Rizópodos, Radiolarios, Acantarios y

HeliozoosA/3

Esporozoos, Cnidosporidios,

CiliófitosA/4

ESPONGIARIOS

Esqueleto. Reproducción. Desarrollo embrionario B/1

Sistemática: Calcisponjas, Desmosponjas y Hexactinélidas.....B/2

CNIDARIOS O CELENTÉREOS

Pólipos y medusas. El cnidoblasto.

Hidrozoos..... C/1

SifonóforosC/2

Traquilidos. Escifozoos o Acalefos.

Antozoos: Octocorarios y

Hexacorarios..... C/3

CTENARIOS C/3

ANÉLIDOS

Poliquetos. Organografía. Reproducción

Sistemática y etología. Arquiánélidos.

Oligoquetos. OrganografíaD/2

Etología. Sistemática. Hirudíneos.

OrganografíaD/3

Reproducción. Sistemática y etologíaD/4

MESOZOOS Y PLATELMINTOS

Turbelarios y Cestodos..... E/1

Trematodos, Acantocéfalos, Nemertinos,

Asquelmintos y RotíferosE/2

Gastrotricos, Equinodermos, Priapulidos,

Nematodos, Nematomorfos y

Gordiáceos.....E/3

ARTRÓPODOS

Morfología y organografía F/1

Reproducción y desarrollo. TrilobitesF/2

Onicóforos. Organografía.

Reproducción. Clasificación.....F/3

Crustáceos. Morfología y organografía.....F/4

Reproducción. Sistemática:

Entomostráceos y MalocostráceosF/5

Branquiuros, Mistacocáridos y

Cirrípedos. Leptostráceos. Hoplocáridos,

Sincáridos, Peracáridos.....F/6

Eucáridos: Eufasiáceos y DecápodosF/7

Miriápodos: Sífilos, Paurópodos,

Diplópodos y QuilópodosF/8

Hexápodos. MorfologíaF/9

OrganografíaF/10

»F/11

Sistemática. Apterygota: Colémbolos,

Proturos, Dipluros y Tisanuros. Pterygota:

Efemerópteros.....F/12

Odonatos, Dictiópteros, Isópteros,

Plecópteros, Ortópteros DermápterosF/13

Coleópteros. Rafidópteros. Planipennes.

Micópteros, Lepidópteros. Dípteros.

Sifonápteros, HimenópterosF/14

Anopluros, Hemípteros y Homópteros.....F/15

Xifosuros. Reproducción. Desarrollo »

Picnogónidos, Arácnidos. Sistemática:

Escorpiones, SolífugosF/16

Palpígrados. Uropigios, Amblipigios,

Araneidos, Ricinúleos, Opiliones y

Ácaros.....F/17

MOLUSCOS

Organografía. Sistemática: Aplacóforos,

Monoplacóforos, Polioplacóforos G/1

GasterópodosG/2

Escafópodos y Bivalvos.....G/3

CefalópodosG/4

LOFOFORADOS

Foronídeos, Briozoos, Endoproctos y

Braquiópodos H/1

Quetognatos, Sipuncúlidos,

Estomocordados y PogonóforosH/2

EQUINODERMOS

Crinoideos, Holoturoideos I/1

Asteroideos, OfiuroideosI/2

EquinoideosI/3

SERIE A

- A/1.— Protozoos
- A/2.— »
- A/3.— »
- A/4.— »

SERIE B

- B/1.— Espongiarios
- B/2.— »

SERIE C

- C/1.— Celentéreos
- C/2.— »
- C/3.— »

SERIE D

- D/1.— Anélidos
- D/2.— »
- D/3.— »
- D/4.— »

SERIE E

- E/1.— Gusanos diversos
- E/2.— » »
- E/3.— » »

SERIE F

- F/1.— Artrópodos
- F/2.— »
- F/3.— »
- F/4.— »
- F/5.— »
- F/6.— »
- F/7.— »
- F/8.— »
- F/9.— »
- F/10.— »
- F/11.— »
- F/12.— »
- F/13.— »
- F/14.— »
- F/15.— »
- F/16.— »
- F/17.— »

SERIE G

- G/1.— Moluscos
- G/2.— »
- G/3.— »
- G/4.— »

SERIE H

- H/1.— Tentaculados
- H/2.— »

SERIE I

- I/1.— Equinodermos
- I/2.— »
- I/3.— »