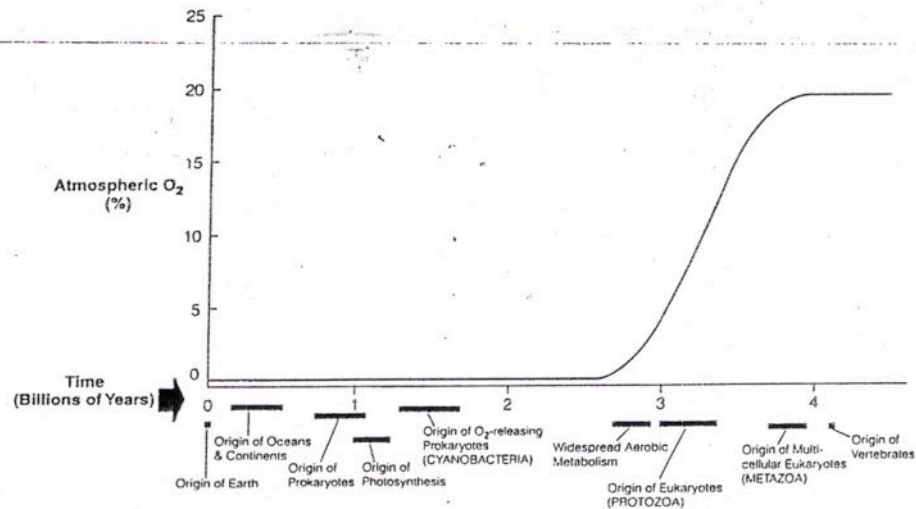
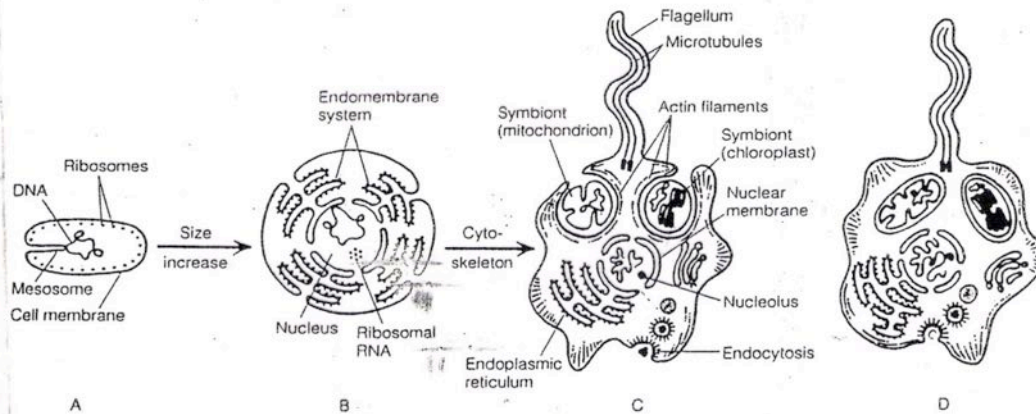


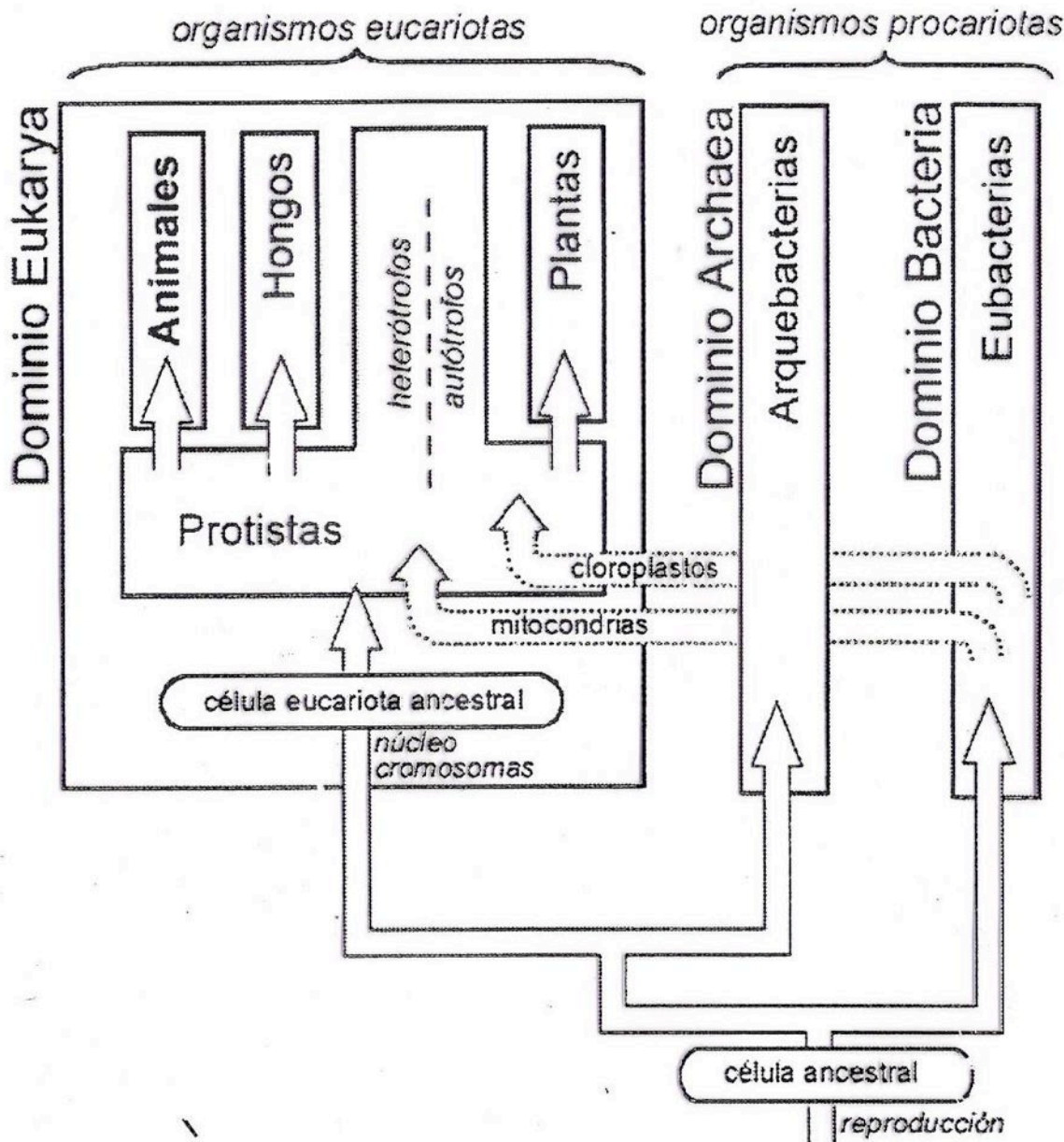
# DIVERSIDAD EUCARIOTA



**FIGURE 2-12** Evolution of life in relation to Earth history and oxygen availability. Note the billion-year lag between the first oxygen-producing photosynthetic cyanobacteria and the rise of atmospheric oxygen. Geological deposits of massive amounts of iron oxide suggest that the first free molecules of oxygen combined with ferrous ions in the sea until these ions were depleted, presumably requiring a billion years. (Modified and reprinted from Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., and Watson, J. D. 2002. *Molecular Biology of the Cell*. Garland Publishing, New York. 1616 pp.)



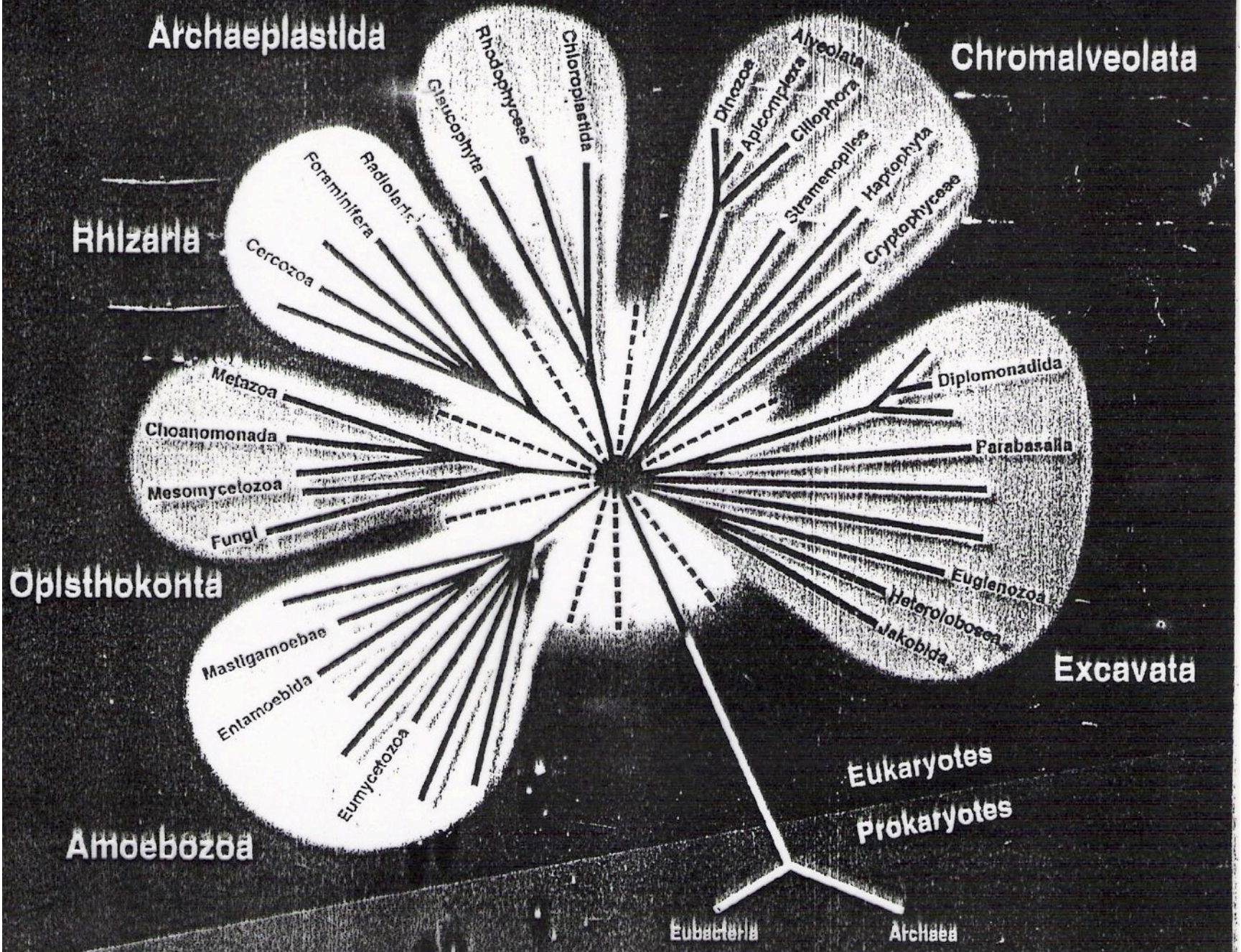
**FIGURE 2-13** Evolution of eukaryotic cells. A scenario for the evolution of a eukaryotic cell from a prokaryotic cell. A, A hypothetical ancestral prokaryote. B, Increase in cell size and the origin of internal membranes. The nuclear membrane and endomembrane system may have evolved from a series of mesosome-like invaginations of the cell membrane. The endomembrane system of eukaryotes increases the surface area on which proteins are synthesized (ribosomes). C, Origin of cytoskeleton (actin, microtubules) and motor molecules, allowing flagellar (ciliary) and amoeboid motion, as well as endocytosis. Acquisition of mitochondrion by phagocytosis of a prokaryotic aerobe and chloroplast by phagocytosis of a photosynthetic prokaryote. D, A eukaryotic cell.



*Esquema corriente:*

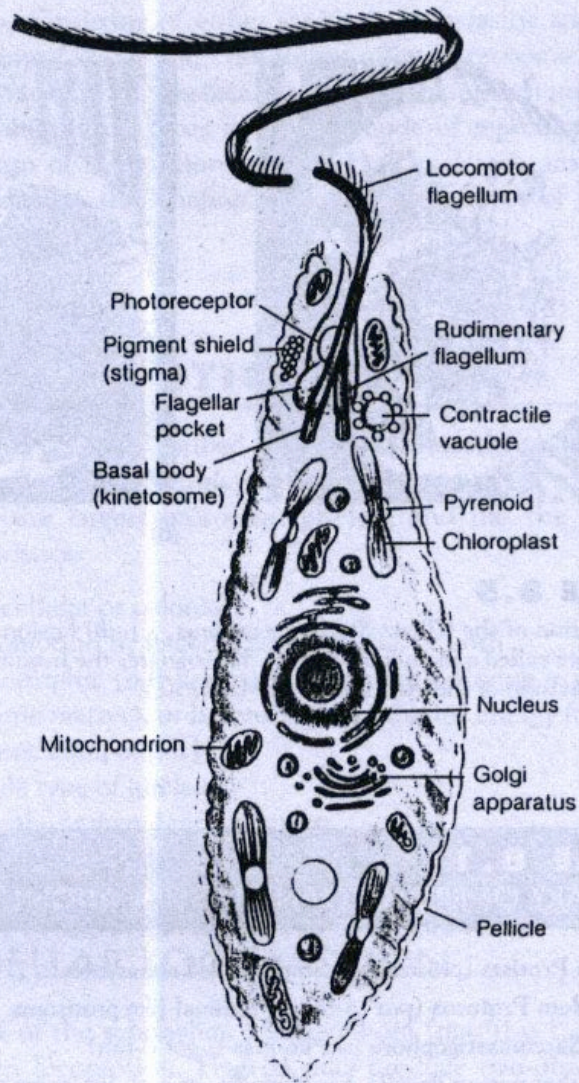
Para reflejar la diversidad de los procariotas, se reconocen tres **dominios** entre los seres vivos.

Entre estos, dos (Bacteria y Archaea) corresponden a procariotas. El conjunto de los Eucariotas constituye el dominio Eukarya (incluyendo los Reinos: Protistas, Plantas, Hongos, Animales).



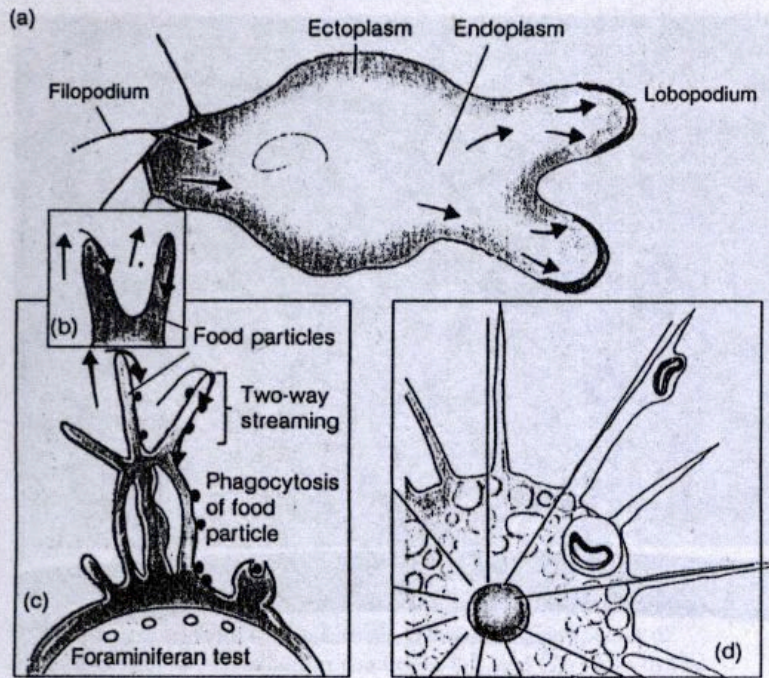


# PROTOZOA



**FIGURE 8.7**

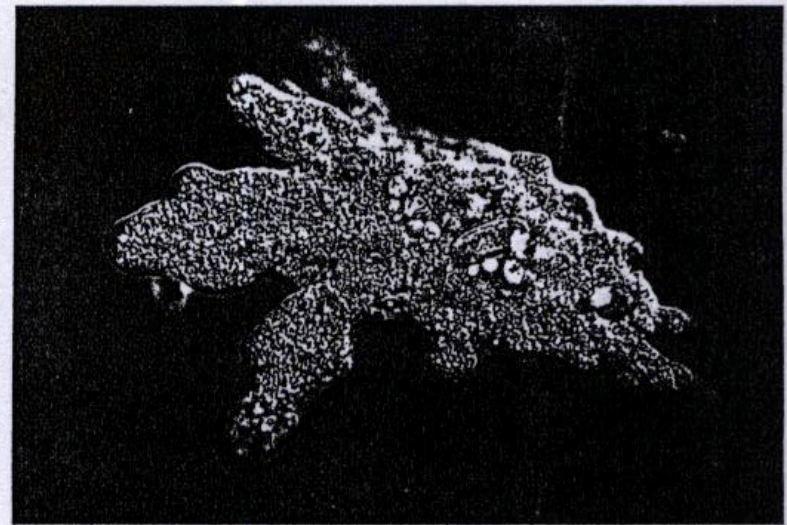
Phytomastigophorean Anatomy: The Structure of *Euglena*. Note the large, well-organized chloroplasts. The photoreceptor allows the organism to swim toward light. The organism is about 50  $\mu\text{m}$  long.



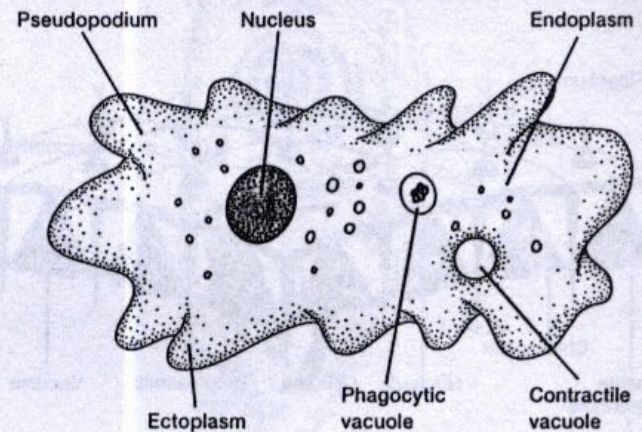
**FIGURE 8.10**

**Variations in Pseudopodia.** (a) Lobopodia of *Amoeba* contain both ectoplasm and endoplasm and are used for locomotion and engulfing food. (b) Filopodia of a shelled amoeba contain ectoplasm only and provide constant two-way streaming that delivers food particles to this protozoan in a conveyor-belt fashion. (c) Reticulopodia are similar to filopodia except that they branch and rejoin to form a netlike series of cell extensions. They occur in foraminiferans such as *Globigerina*. (d) Axopodia on the surface of a heliozoan such as *Actinosphaerium* deliver food to the central cytoplasm.

(Gr. *pseudēs*, false + *podion*, little foot). Pseudopodia exist in a variety of forms. Lobopodia (sing., lobopodium) (Gr. *lobos*, lobe) are broad cell processes containing ectoplasm and endoplasm and are used for locomotion and engulfing food (figure 8.10a). Filopodia (sing., filopodium) (L. *filum*, thread)



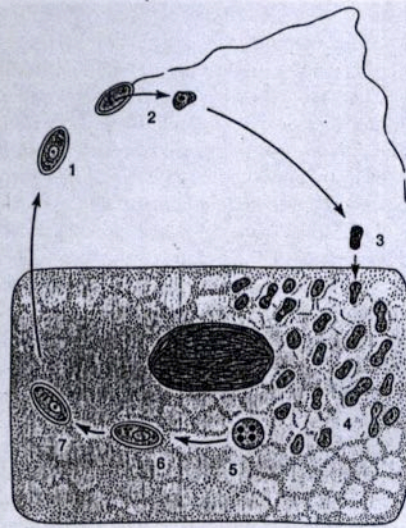
(a)



(b)

**FIGURE 8.11**

Subphylum Sarcodina: Superclass Rhizopoda, Class Lobosea. (a) *Amoeba proteus*, showing blunt lobopodia (LM  $\times 160$ ). (b) Anatomy of *Amoeba proteus*.



**FIGURE 8.16**

Phylum Microspora: The Microsporean *Nosema bombycis*, Which Is Fatal to Silkworms. The cell of a silkworm infected with *N. bombycis* is shown here. (1) A typical spore with one coiled filament. (2) When ingested, the spore extrudes the filament, which is used in locomotion. (3) The parasite enters an epithelial cell in the silkworm intestine and (4) divides many times to form small amoebae that eventually fill the cell and kill it. (5–7) During this phase, some of the amoebae with four nuclei become spores. Silkworms are infected by eating leaves contaminated with the feces of infected worms.

and auditory organs of trout and salmon, causing whirling or tumbling disease.

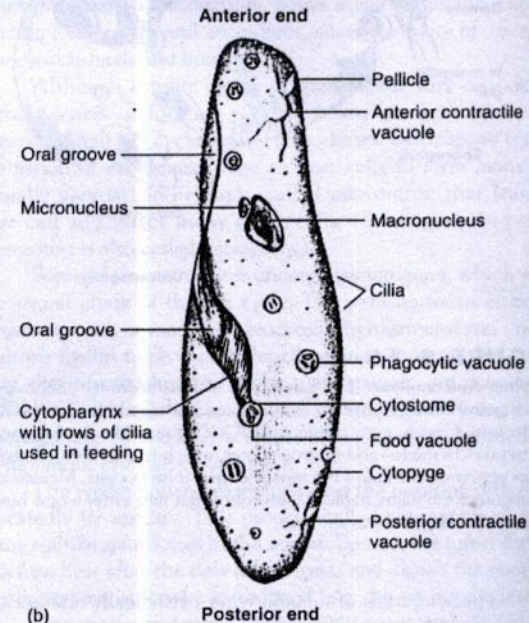
## PHYLUM CILIOPHORA

The phylum Ciliophora (sil'i-of-or-ah) includes some of the most complex protozoa (see table 8.1). Ciliates are widely distributed in freshwater and marine environments. A few ciliates are symbiotic. Characteristics of the phylum Ciliophora include:

1. Cilia for locomotion and for the generation of feeding currents in water
2. Relatively rigid pellicle and more or less fixed shape
3. Distinct cytostome (mouth) structure
4. Dimorphic nuclei, typically a larger macronucleus and one or more smaller micronuclei



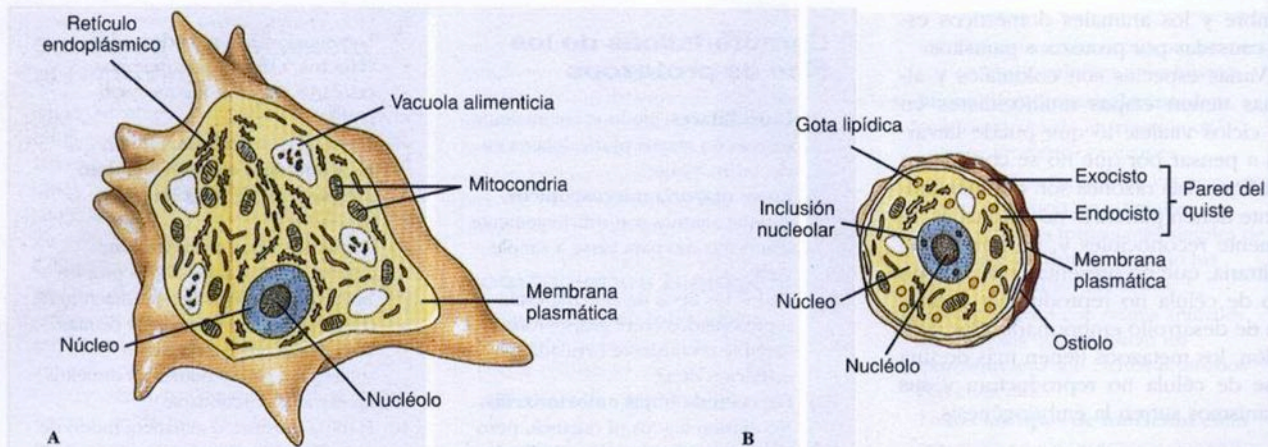
(a)



(b)

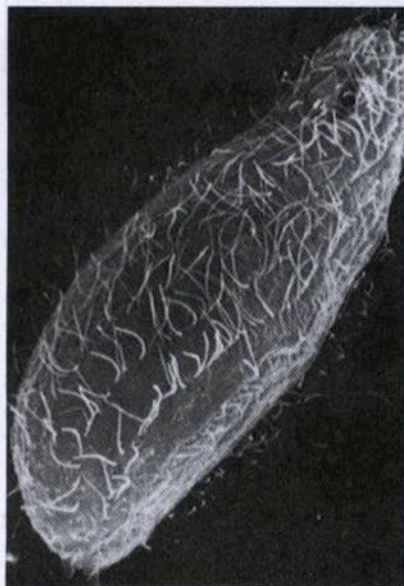
**FIGURE 8.17**

Phylum Ciliophora. (a) The ciliate, *Paramecium sonneborn*. This paramecium is 40  $\mu\text{m}$  in length. Note the oral groove near the middle of the body that leads into the cytopharynx (SEM  $\times 1,600$ ). (b) The structure of a typical ciliate such as *Paramecium*.



**Figura 11-1**

Estructura de *Acanthamoeba palestinensis*. **A.** Forma que se alimenta activamente. **B.** quiste.



**Figura 11-2**

Micrografía electrónica de barrido del ciliado de vida libre *Tetrahymena thermophila*, que muestra filas de cilios (x 2000). El batido de un flagelo puede empujar al organismo o tirar de él a través del medio, mientras que los cilios lo propulsan con un mecanismo de «remo». La estructura de ambos es similar, ya sea con el microscopio electrónico de transmisión como con el de barrido.

undulipodios (L. dim. de *unda*, ola; + G. *podos*, pie). Sin embargo, un cilio mueve el agua en dirección paralela a la superficie a la que está unido, mientras que un flagelo lo hace en dirección paralela a su propio eje. Cada cilio o flagelo contiene nueve pares de microtúbulos longitudinales dispuestos en círculo alrededor de un par central (Figura 11-3); esta disposición aparece en todos los cilios y flagelos del reino animal, con unas pocas excepciones notables. El tubo de microtúbulos «9+2» en un cilio o flagelo es su **axonema**; el axonema está cubierto por una membrana, continuación de la membrana celular que cubre el resto del organismo. Aproximadamente a la altura en que el axonema se une al cuerpo celular, el par central de microtúbulos termina en una pequeña placa dentro del círculo de los nueve pares (Figura 11-3A). Más o menos al mismo nivel, un microtúbulo adicional se une a cada uno de los nueve pares, de forma que se constituye un corto tubo que se extiende desde la base del cilio o flagelo hacia el interior de la célula, y que consiste en nueve *tripletes* de microtúbulos. Este tubo de nueve tripletes se llama **cinetosoma (o cuerpo basal)**, y tiene exactamente la

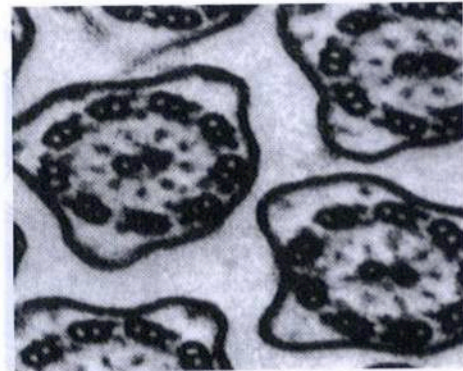
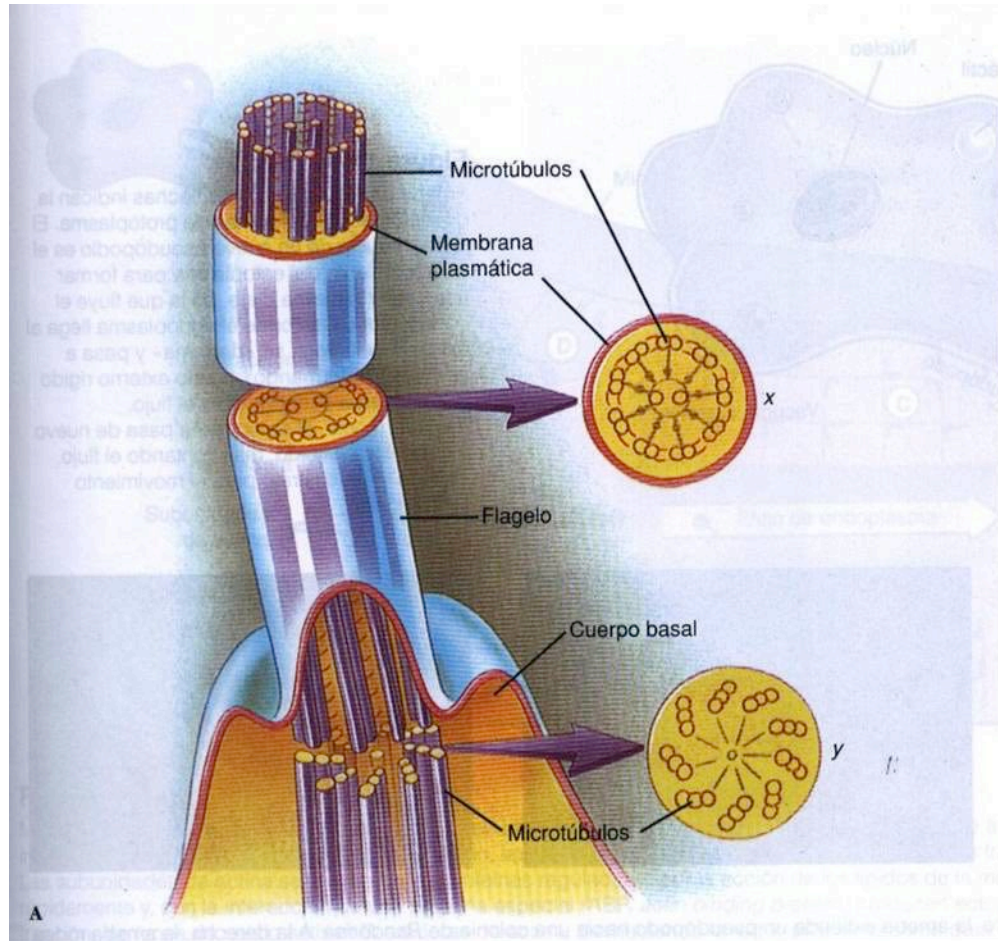
su base, independientemente de si pertenecen a un protozoo o a una célula de metazoo.

---

La descripción del axonema con la fórmula «9+2» es tradicional, pero también es confusa, porque hay un único par de microtúbulos en el centro. Para ser consistentes y rigurosos, deberíamos describir el axonema como «9+1».

---

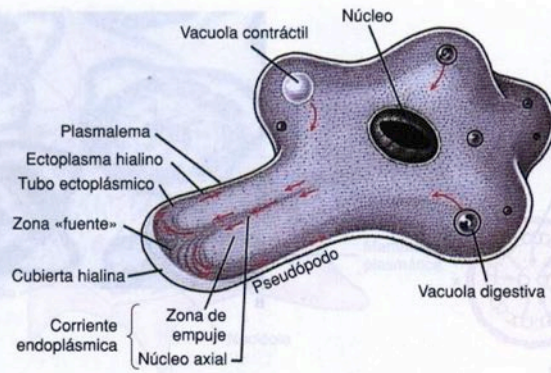
La explicación vigente para el movimiento por cilios y flagelos es la **hipótesis del deslizamiento de los microtúbulos**. El movimiento está impulsado por la liberación de energía química de enlace del ATP (p. 62). En las micrografías electrónicas se observan dos pequeños brazos en cada uno de los pares de microtúbulos periféricos del axonema (nivel X en la Figura 11-3), cada uno de los cuales lleva la enzima adenosín trifosfatasa (ATPasa), que escinde el ATP. Cuando la energía de enlace del ATP se libera, los brazos «caminan» sobre uno de los filamentos del par adyacente, haciendo que se deslice con respecto al otro filamento del par. La resistencia al cizallamiento, que hace que el axonema se doble cuando los filamentos se deslizan unos sobre otros,



B

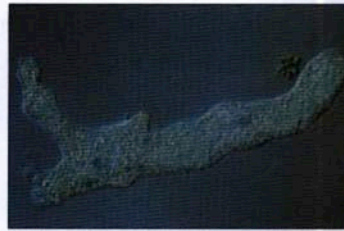
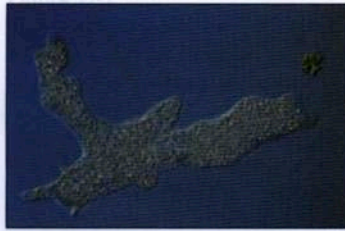
### Figura 11-3

El axonema está compuesto de nueve pares de microtúbulos más un par central, y está limitado por la membrana celular. El par central termina aproximadamente al nivel de la superficie celular en una placa basal (axosoma). Los microtúbulos periféricos continúan hacia el interior un corto tramo, constituyendo dos de los tres en un triplete del cinetosoma (nivel y en **A**). **B**, Micrografía electrónica de una sección a través de varios cilios, correspondiente al nivel x en **A**. (x133 000).



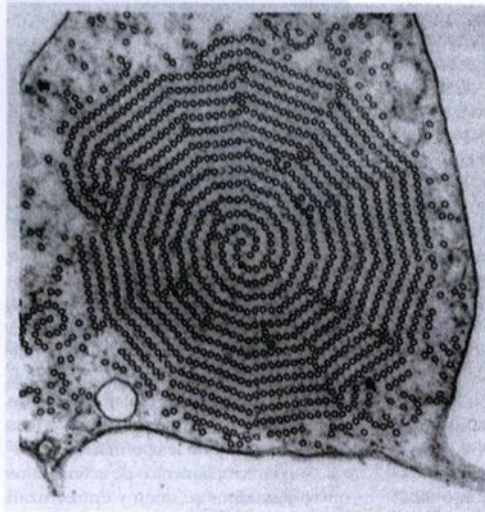
**Figura 11-4**

Ameba en movimiento. Las flechas indican la dirección de las corrientes de protoplasma. El primer indicio de un nuevo pseudópodo es el engrosamiento del ectoplasma para formar una cubierta hialina clara, en la que fluye el endoplasma. Conforme el endoplasma llega al extremo delantero, se «derrama» y pasa a ectoplasma, formando un tubo externo rígido que se alarga mientras dura el flujo. Posteriormente, el ectoplasma pasa de nuevo a endoplasma fluido, realimentando el flujo. Hace falta un sustrato para el movimiento ameboide.

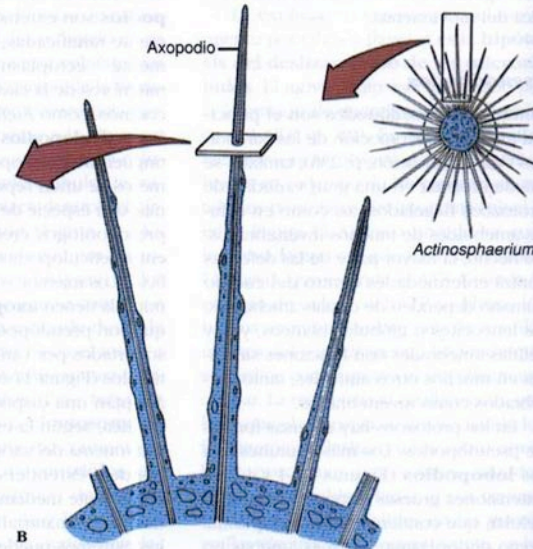


**Figura 11-5**

Movimiento ameboide. A la izquierda y en el centro, la ameba extiende un pseudópodo hacia una colonia de *Pandorina*. A la derecha, la ameba rodea a la colonia antes de englobarla por fagocitosis.



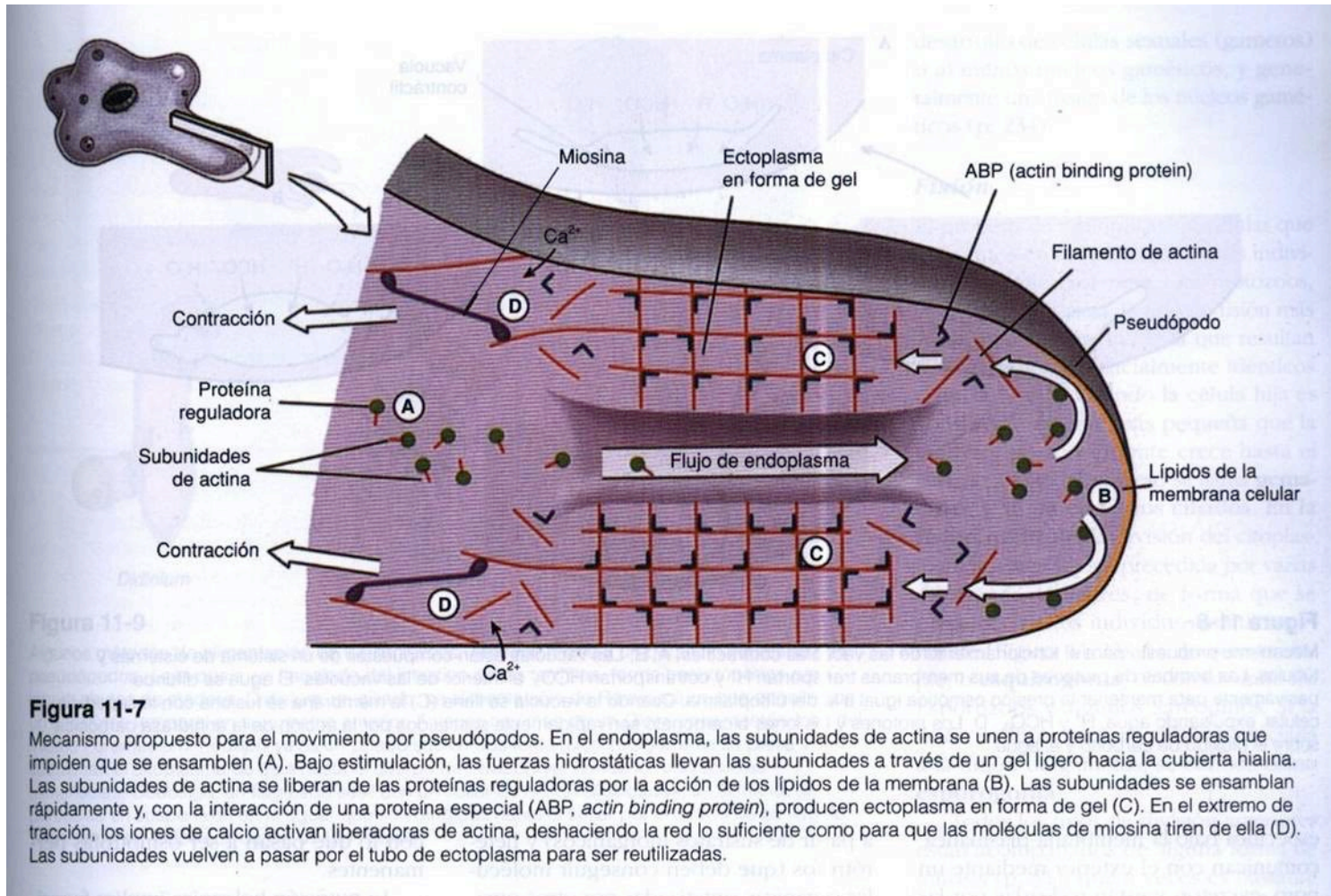
A



B

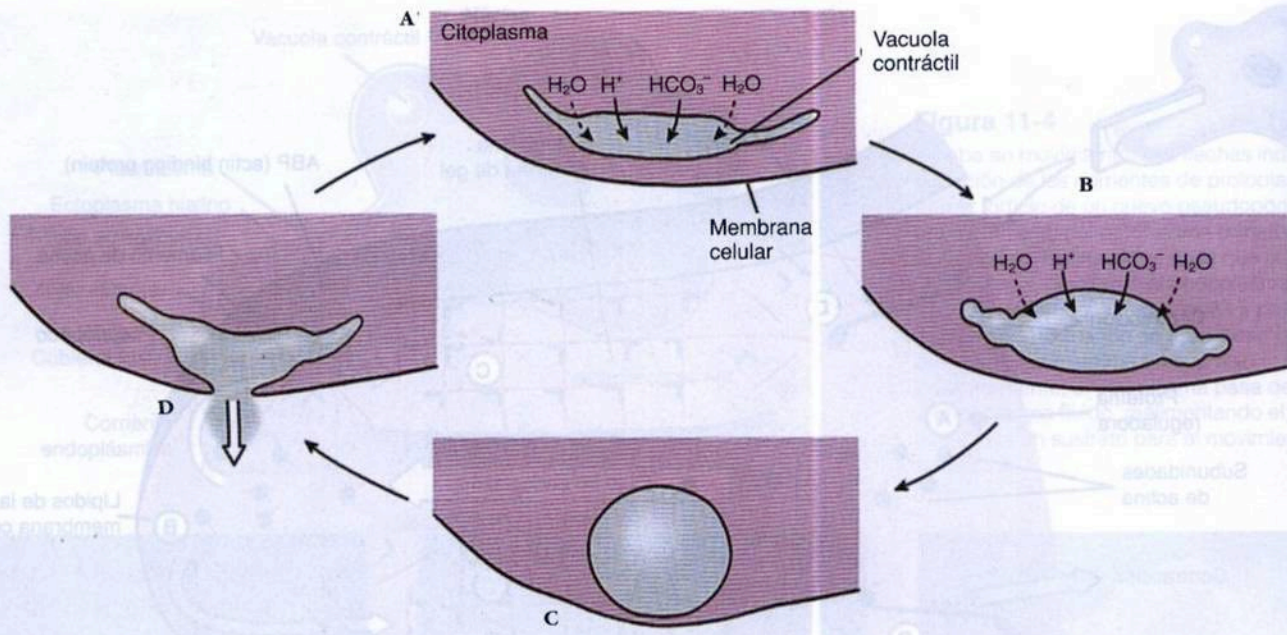
**Figura 11-6**

A, Micrografía electrónica de un axopodio de *Actinosphaerium nucleofilum* en sección transversal, obtenida según se muestra en el esquema B. El axonema del axopodio está formado por un haz de microtúbulos, entre tres y varios cientos según las especies. Algunas especies pueden extender o retraer sus axopodios con bastante velocidad. (x 99 000)



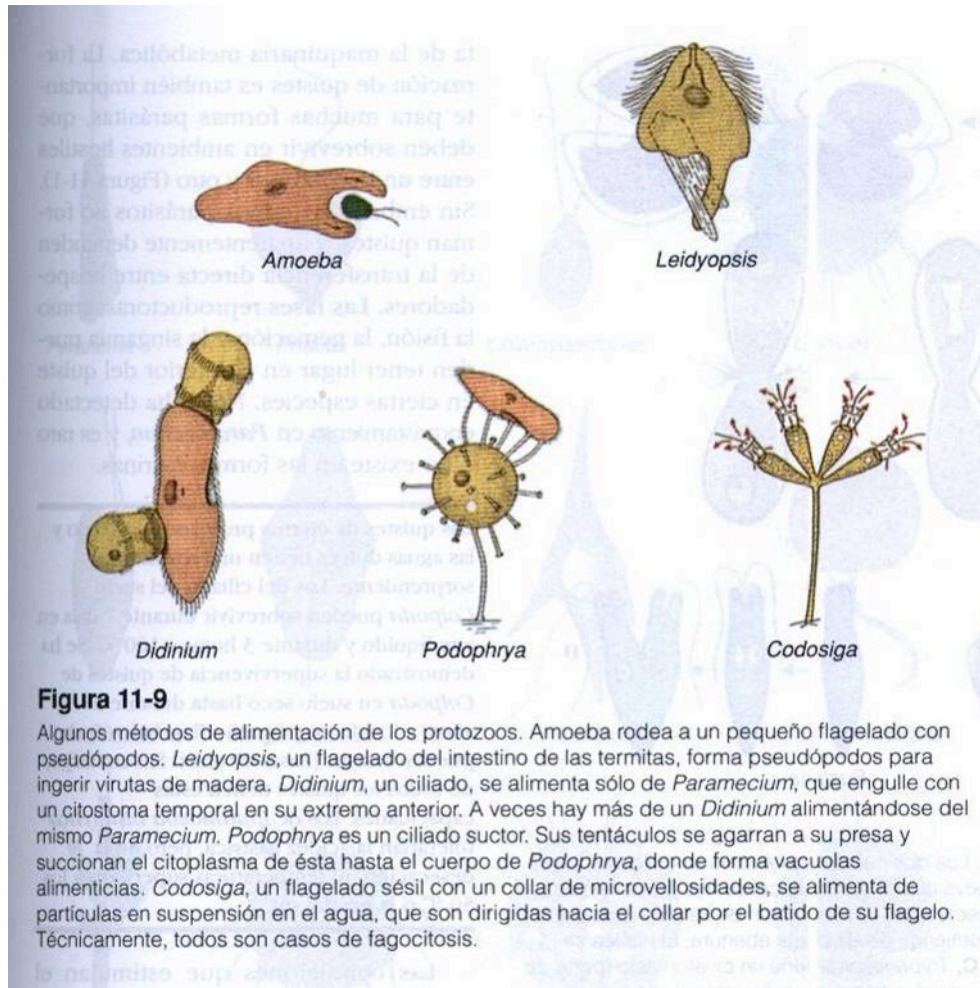
**Figura 11-7**

Mecanismo propuesto para el movimiento por pseudópodos. En el endoplasma, las subunidades de actina se unen a proteínas reguladoras que impiden que se ensamblen (A). Bajo estimulación, las fuerzas hidrostáticas llevan las subunidades a través de un gel ligero hacia la cubierta hialina. Las subunidades de actina se liberan de las proteínas reguladoras por la acción de los lípidos de la membrana (B). Las subunidades se ensamblan rápidamente y, con la interacción de una proteína especial (ABP, *actin binding protein*), producen ectoplasma en forma de gel (C). En el extremo de tracción, los iones de calcio activan liberadoras de actina, deshaciendo la red lo suficiente como para que las moléculas de miosina tiren de ella (D). Las subunidades vuelven a pasar por el tubo de ectoplasma para ser reutilizadas.



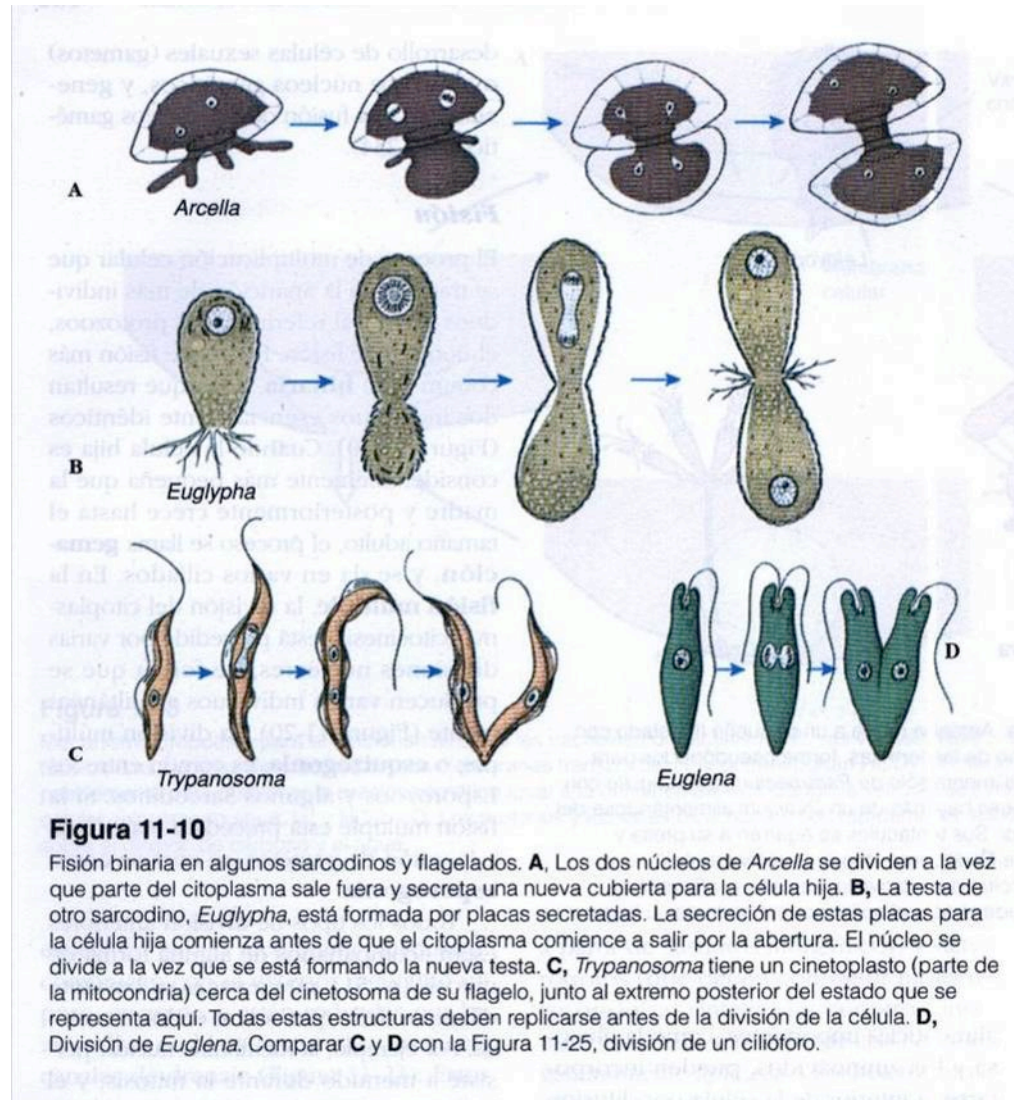
**Figura 11-8**

Mecanismo propuesto para el funcionamiento de las vacuolas contráctiles. A, B, Las vacuolas están compuestas de un sistema de cisternas y túbulos. Las bombas de protones de sus membranas transportan  $H^+$  y cotransportan  $HCO_3^-$  al interior de las vacuolas. El agua se difunde pasivamente para mantener la presión osmótica igual a la del citoplasma. Cuando la vacuola se llena (C) la membrana se fusiona con la superficie celular, expulsando agua,  $H^+$  y  $HCO_3^-$ . D, Los protones y los iones bicarbonato son rápidamente sustituidos por la acción de la anhidrasa carbónica sobre el dióxido de carbono y el agua.



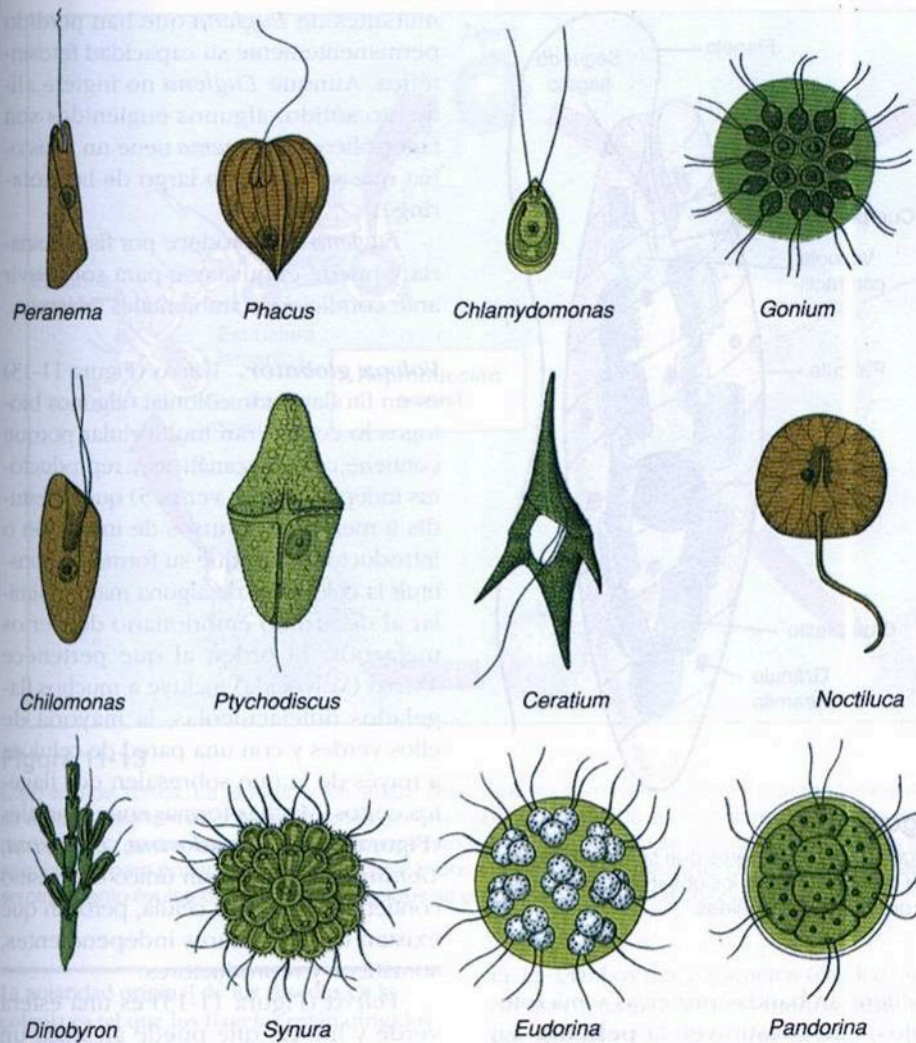
**Figura 11-9**

Algunos métodos de alimentación de los protozoos. *Amoeba* rodea a un pequeño flagelado con pseudópodos. *Leidyopsis*, un flagelado del intestino de las termitas, forma pseudópodos para ingerir virutas de madera. *Didinium*, un ciliado, se alimenta sólo de *Paramecium*, que engulle con un citostoma temporal en su extremo anterior. A veces hay más de un *Didinium* alimentándose del mismo *Paramecium*. *Podophrya* es un ciliado succionador. Sus tentáculos se agarran a su presa y succionan el citoplasma de ésta hasta el cuerpo de *Podophrya*, donde forma vacuolas alimenticias. *Codosiga*, un flagelado sésil con un collar de microvelosidades, se alimenta de partículas en suspensión en el agua, que son dirigidas hacia el collar por el batido de su flagelo. Técnicamente, todos son casos de fagocitosis.



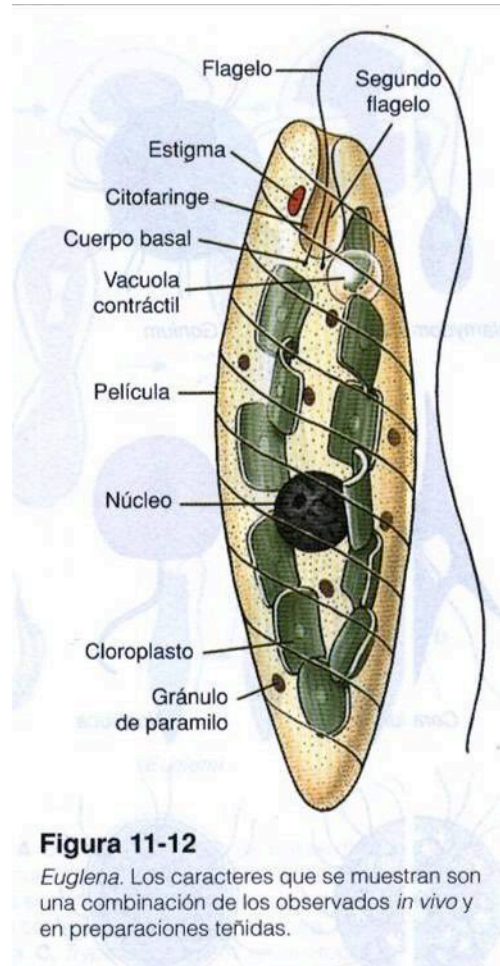
**Figura 11-10**

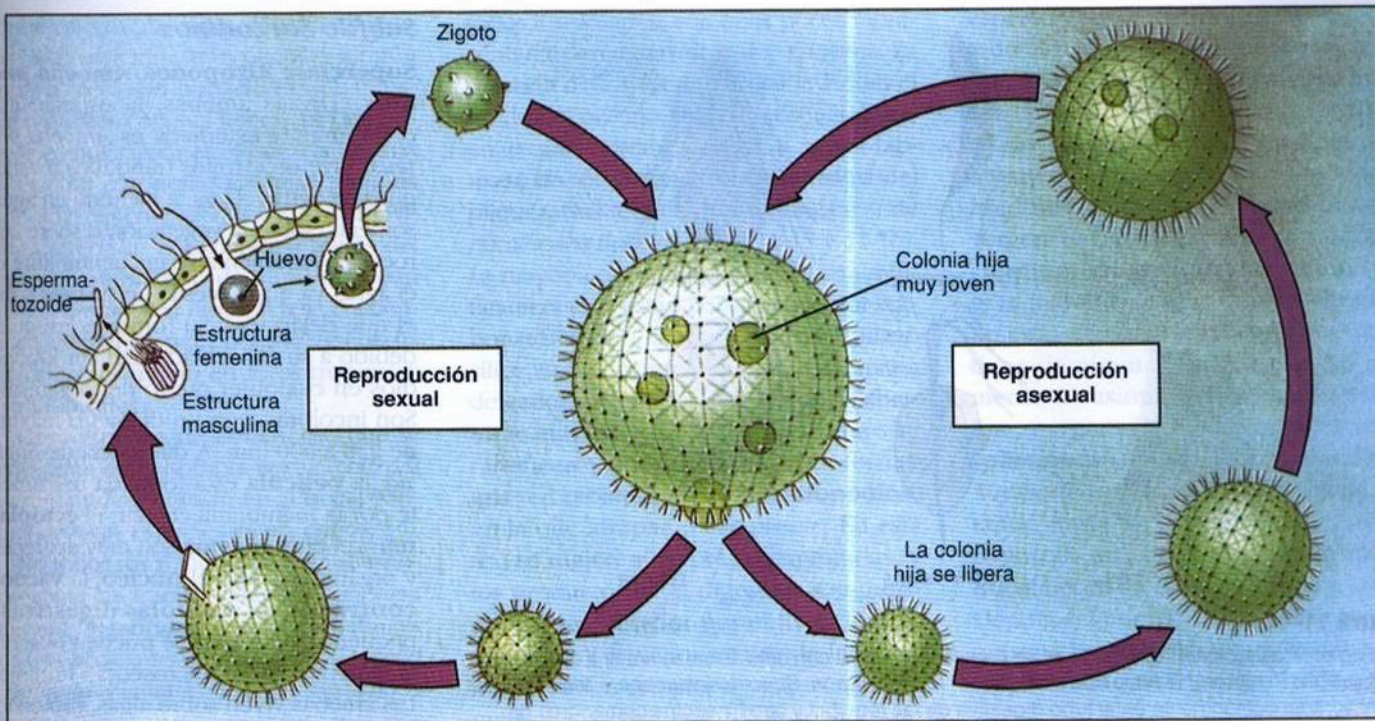
Fisión binaria en algunos sarcodinos y flagelados. **A**, Los dos núcleos de *Arcella* se dividen a la vez que parte del citoplasma sale fuera y secreta una nueva cubierta para la célula hija. **B**, La testa de otro sarcodino, *Euglypha*, está formada por placas secretadas. La secreción de estas placas para la célula hija comienza antes de que el citoplasma comience a salir por la abertura. El núcleo se divide a la vez que se está formando la nueva testa. **C**, *Trypanosoma* tiene un cinetoplasto (parte de la mitocondria) cerca del cinetosoma de su flagelo, junto al extremo posterior del estado que se representa aquí. Todas estas estructuras deben replicarse antes de la división de la célula. **D**, División de *Euglena*. Comparar **C** y **D** con la Figura 11-25, división de un cilióforo.



**Figura 11-11**

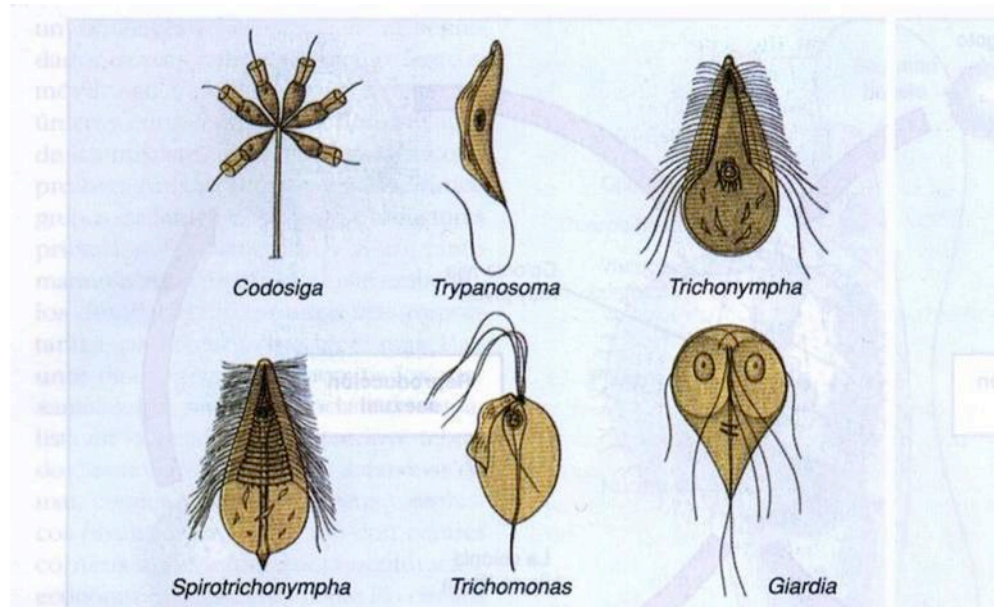
Diversidad de los Fitomastigóforos. *Pandorina*, *Eudorina*, *Synura*, *Gonium* y *Dinobryon* son coloniales. *Phytodiscus*, *Ceratium* y *Noctiluca* son dinoflagelados. *Noctiluca*, *Peranema* y *Chilomonas* no poseen pigmentos y no son fotosintéticos. *Phacus* tiene dos flagelos, uno de ellos muy corto, como en *Euglena*.





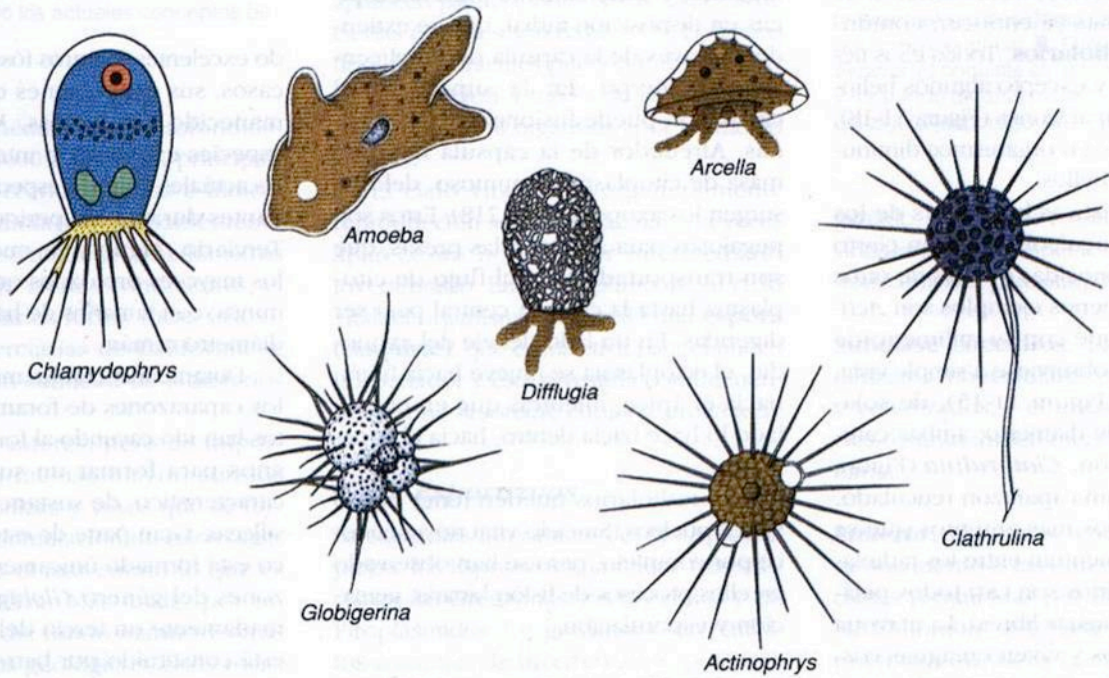
**Figura 11-13**

Ciclo vital de *Volvox*. La reproducción sexual tiene lugar en primavera y verano, cuando las células reproductoras especializadas, que son diploides, se dividen para formar colonias jóvenes que permanecen dentro de la colonia madre hasta que son suficientemente grandes para sobrevivir. La reproducción sexual tiene lugar fundamentalmente en otoño, cuando se desarrollan las células sexuales, haploides. Los huevos fecundados pueden enquistarse para pasar el invierno, desarrollándose hasta colonias maduras en primavera. En algunas especies las colonias tienen sexos separados; en otras, tanto óvulos como espermatozoides se producen en la misma colonia.



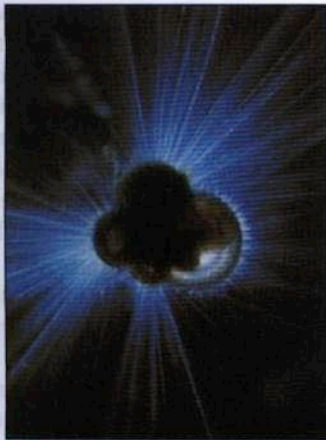
**Figura 11-14**

Algunos zoomastigóforos. *Codosiga* es un flagelado colonial con células semejantes a las de las esponjas (filo Poríferos). El resto son simbiositos. *Trichonympha*, *Spirotrichonympha* y *Trichomonas* se encuentran comúnmente en el tubo digestivo de las termitas y otros insectos comedores de madera, donde ayudan a digerir la celulosa. Las especies de *Trichomonas* también se encuentran en el hombre. *Trypanosoma* es parásito de varios animales y algunas especies causan graves enfermedades en el hombre y los animales domésticos. *Giardia* es un parásito intestinal de los mamíferos que produce diarreas en el hombre.



**Figura 11-15**

Diversidad de los Sarcodinos. *Diffugia*, *Arcella* y *Amoeba* pertenecen a la clase Lobosos y tienen lobopodios. *Chlamydomphrys* es de la clase Filosos y tiene filopodios. El foraminífero *Globigerina* pertenece a la clase Granuloreticulosos y muestra reticulopodios. *Actinophrys* y *Clathrulina* son heliozoos actinópodos. Presentan axopodios.



A



B

**Figura 11-16**

**A.** Foraminífero vivo, con sus pseudópodos extendidos fuera del caparazón. **B.** Caparazón del foraminífero *Vertebralima striata*. Los foraminíferos (Clase Granuloreticulosea) son protozoos marinos ameboides, que segregan un caparazón calcáreo dividido en muchas cámaras en el que vive, emitiendo pseudópodos a través de poros para formar una capa exterior. En principio el animal tiene una sola cámara, y conforme crece, produce una sucesión de cámaras cada vez mayores, proceso que continúa durante toda su vida. Muchos foraminíferos son planctónicos, y cuando mueren, sus caparazones se incorporan al limo del fondo marino.

Existen estudios muy detallados sobre el desarrollo, la genética y la bioquímica de estos organismos.

**Superclase Actinópodos.** Los actinópodos están formados por la clase Heliozoos, mayoritariamente dulciacuícola, y las tres clases marinas Acantarios, Feodarios y Policistíneos. Los miembros de

po está dividido por una cápsula central que separa una zona interna de citoplasma y otra externa. La cápsula central, que puede ser esférica, ovoide o ramificada, está perforada para permitir la continuidad del citoplasma. El esqueleto está compuesto de sílice, sulfato de estroncio o una combinación de sílice y materia orgánica, y generalmente presenta espi-



A



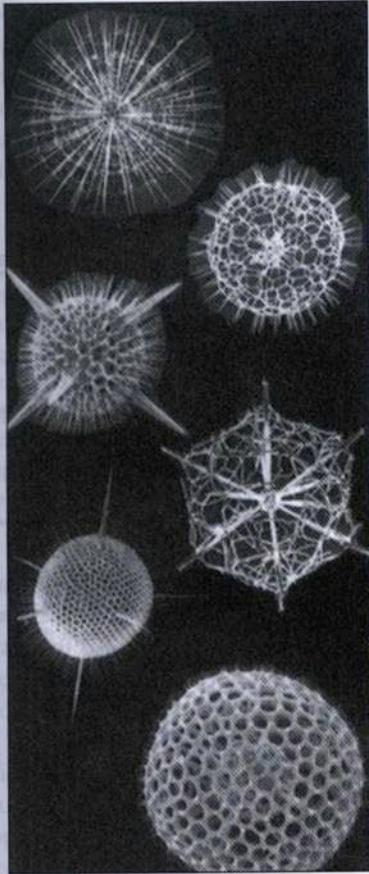
B



C

**Figura 11-17**

Cuerpos fructíferos de tres géneros de «mohos del fango». **A.** *Arcyria*. **B.** *Fuligo*. **C.** *Tubifera*.



**Figura 11-18**

Tipos de caparazones de radiolarios (clase Policistíneos). En su estudio de estas preciosas formas, recogidas en la famosa expedición del *Challenger*, entre 1872 y 1876, Haeckel desarrolló los actuales conceptos de simetría.

encuentran generalmente a profundidades mayores (4600 a 6100 m), principal-

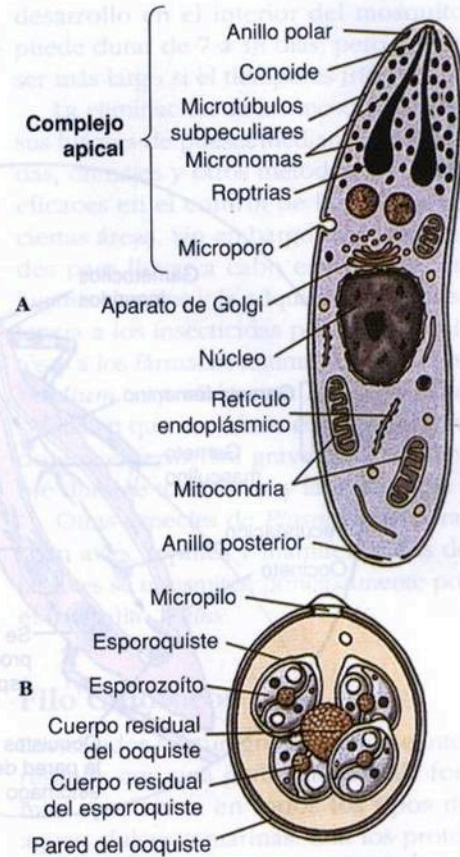
manera. Las pirámides de Egipto se construyeron con piedras extraídas de lechos calizos formados por una inmensa población de foraminíferos que floreció a principios del Terciario.

Como los fósiles de foraminíferos y radiolarios pueden extraerse mediante perforaciones geológicas, su identificación tiene una considerable importancia para los geólogos del petróleo en cuanto a la correlación de estratos rocosos.

### Filo Apicomplejos

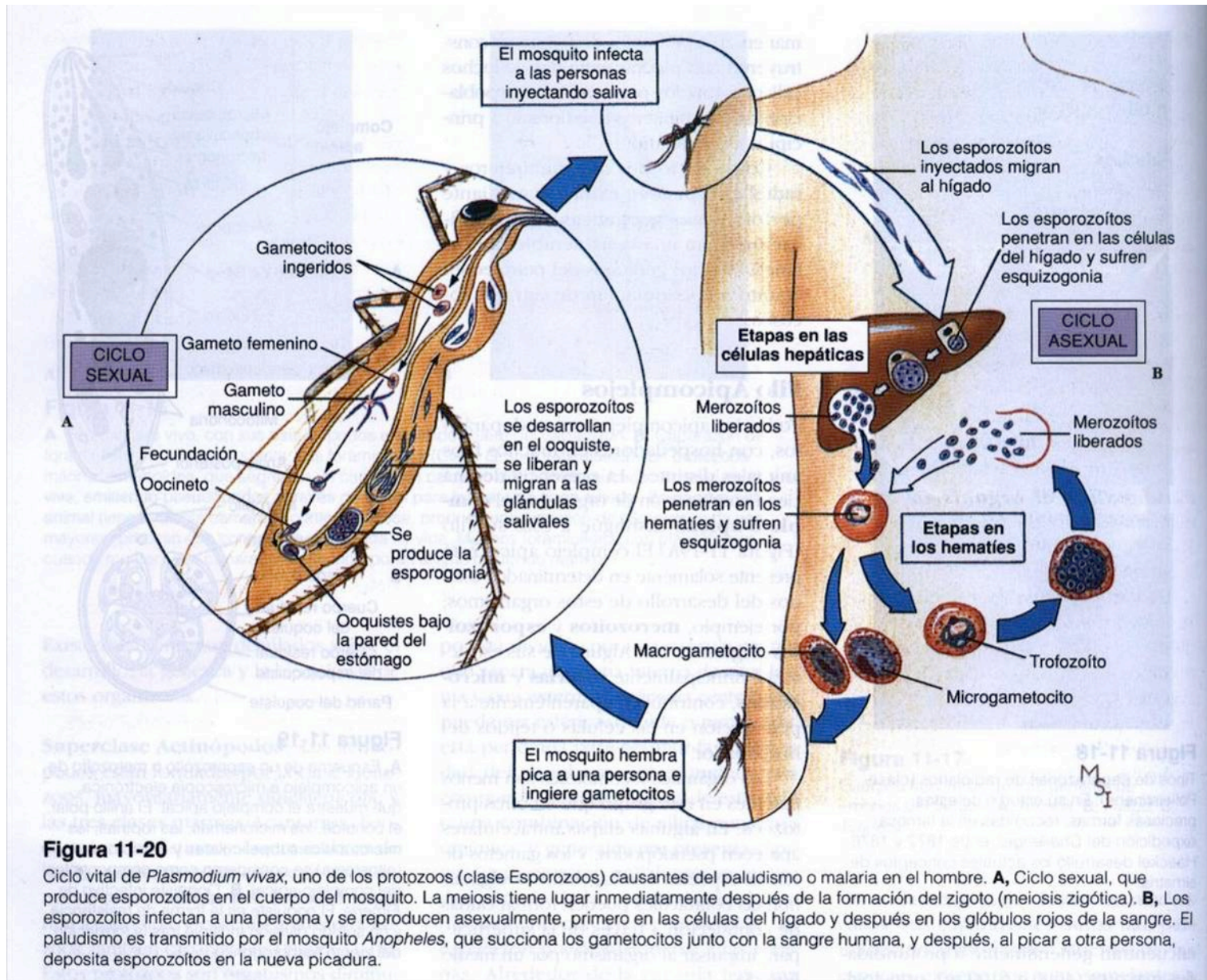
Todos los apicomplejos son endoparásitos, con hospedadores en muchos filos animales distintos. La presencia de una cierta combinación de orgánulos, el **complejo apical**, distingue a este subfilo (Figura 11-19A). El complejo apical está presente solamente en determinados estados del desarrollo de estos organismos; por ejemplo, **merozoítos** y **esporozoítos** (Figura 11-20). Algunas de sus estructuras, principalmente **roptrias** y **micronemas**, contribuyen aparentemente a la penetración en las células o tejidos del hospedador.

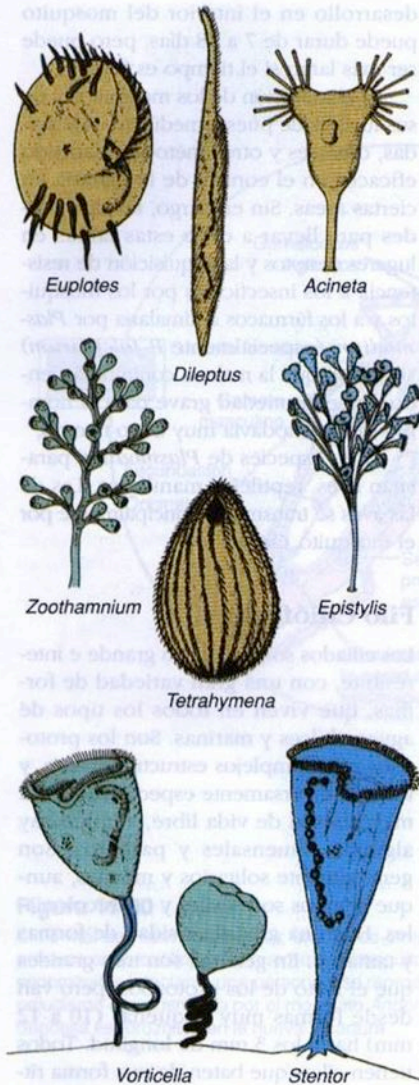
Los orgánulos locomotores son menos patentes en este grupo que en otros protozoos. En algunas etapas intracelulares aparecen pseudópodos, y los gametos de ciertas especies son flagelados. Delgadas fibrillas contráctiles pueden formar ondas de contracción a través de la superficie, para impulsar al organismo por un medio líquido.



**Figura 11-19**

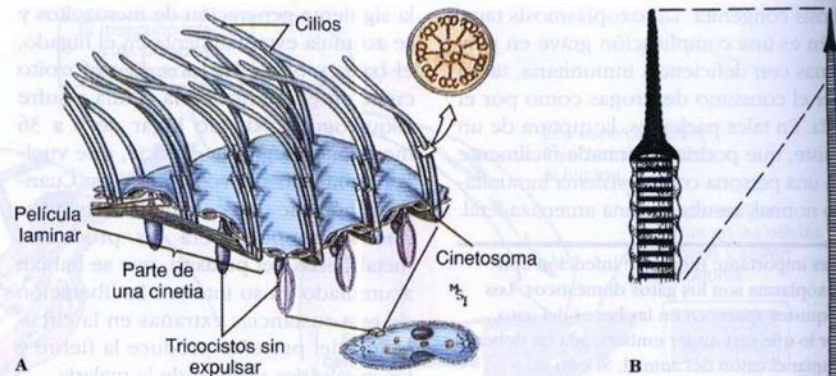
**A**, Esquema de un esporozoíto o merozoíto de un apicomplejo a microscopía electrónica, que muestra el complejo apical. El anillo polar, el conoide, los micronemas, las roptrias, los microtúbulos subpeliculares y el microporo (citostoma) se consideran como componentes del complejo apical. **B**, Ooquiste infeccioso de *Eimeria*. El ooquiste es la forma de resistencia y ha sufrido división múltiple tras la formación del cigoto (esporogonia).





**Figura 11-21**

Algunos ciliados representativos. *Euplotes* tiene cirros erguidos que utiliza para desplazarse. Las fibrillas contráctiles del ectoplasma de *Stentor* y el pedúnculo de *Vorticella* permiten una extensión y una contracción muy grandes. Nótese el macronúcleo, largo y curvado, de *Euplotes* y *Vorticella*, y el arrosariado de *Stentor*.



bandas. En algunas formas, los cilios están fusionados en hojas o láminas llamadas **membranas ondulantes**, o en **membranelas**, de menor tamaño, ambas utilizadas para introducir alimento en la **citofaringe**. En otras formas, pueden existir cilios fusionados formando penachos erectos denominados **cirros**, que se emplean para la locomoción en el caso de protozoos reptantes (Figura 11-21).

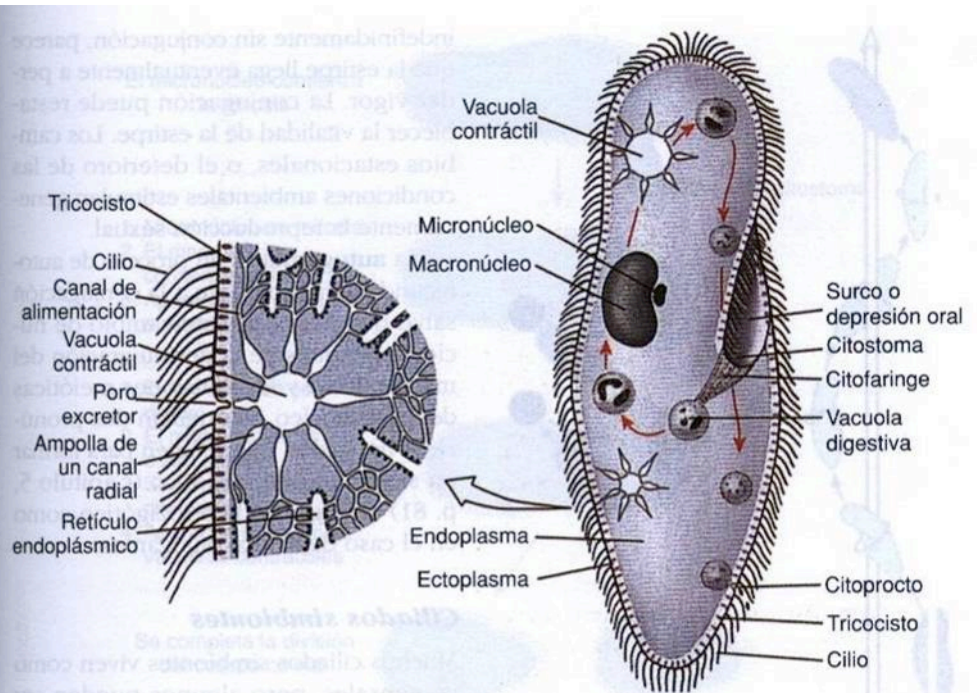
Un sistema de fibras, aparentemente estructural, además de los cinetosomas, constituye la **infraciliación**, inmediatamente bajo la pellicula (Figura 11-22). Cada cilio finaliza bajo la pellicula en su cinetosoma, de cada uno de los cuales surge una fibrilla que pasa a lo largo y por debajo de las filas de cilios, reuniéndose con otras fibrillas de la misma fila. Los cilios, cinetosomas y otras fibrillas de cada fila constituyen una **cinetia** (Figura 11-22). Parece que todos los ciliados tienen un sistema de cinetias, incluso aquéllos que carecen de cilios en alguna fase de su ciclo vital. Aparentemente, parece que la infraciliatura no sirve para coordinar el batido ciliar, como se pensó en un principio. La coordinación del movimiento ciliar probablemente se produce por ondas de despolarización de la membrana celular, que se desplazan hacia atrás, de forma similar a como lo hace un impulso nervioso.

**Figura 11-22**

Infraciliación y estructuras asociadas en los ciliados. **A**, Estructura de la pellicula y su relación con el sistema de infraciliación. **B**, Tricocisto disparado.

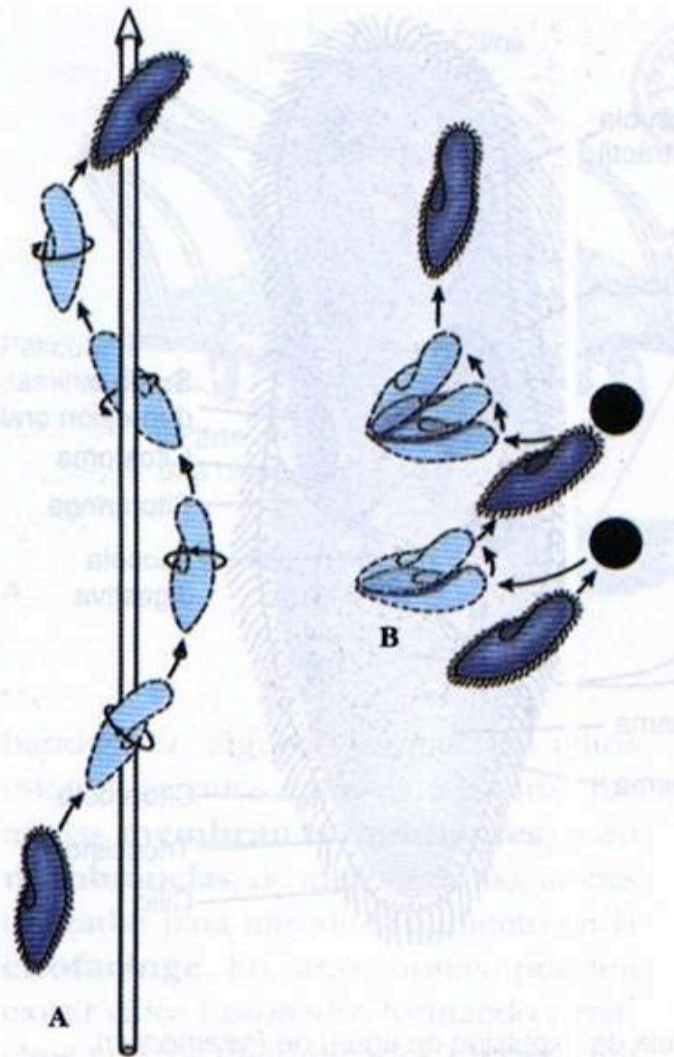
paramecios, las corrientes de agua provocadas por los cilios llevan partículas de alimento de tipo microscópico hacia la boca. *Didinium* tiene una prolongación a modo de trompa para atrapar a los paramecios de los que se alimenta (Figura 11-9). Los succionadores paralizan a sus presas y digieren sus contenidos a través de tentáculos tubulares, mediante un mecanismo de alimentación complejo que parece combinar la fagocitosis con la acción de microtúbulos deslizantes en los tentáculos (Figura 11-9).

Algunos ciliados tienen unos curiosos cuerpos diminutos en su ectoplasma, entre las bases de los cilios. Un ejemplo son los **tricocistos** (Figuras 11-22 y 11-



**Figura 11-23**

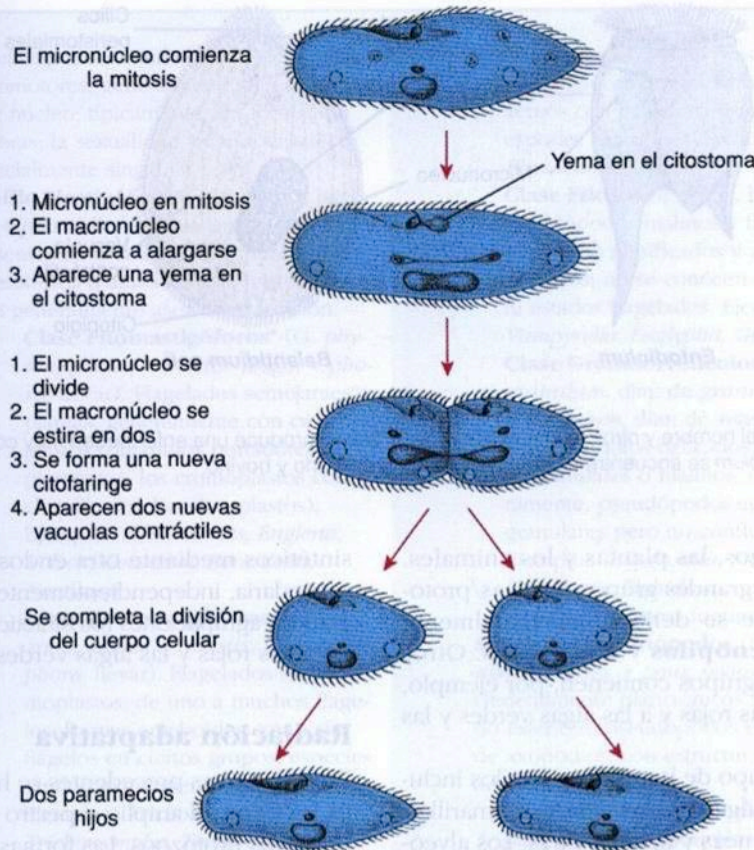
*Izquierda*, detalle de una vacuola contráctil (vesícula de expulsión de agua) de *Paramecium*. Aparentemente, el retículo endoplásmico recoge el agua y la vacía en canales de desagüe que vierten en la vesícula. La vesícula se contrae para expulsar su contenido al exterior, funcionando por tanto como un orgánulo osmorregulador. *Derecha*, *Paramecium*; se muestra la citofaringe, las vacuolas digestivas y el núcleo.



**Figura 11-24**

**A,** Patrón de natación espiral de *Paramecium*.

**B,** Reacción de huida de *Paramecium*.



**Figura 11-25**

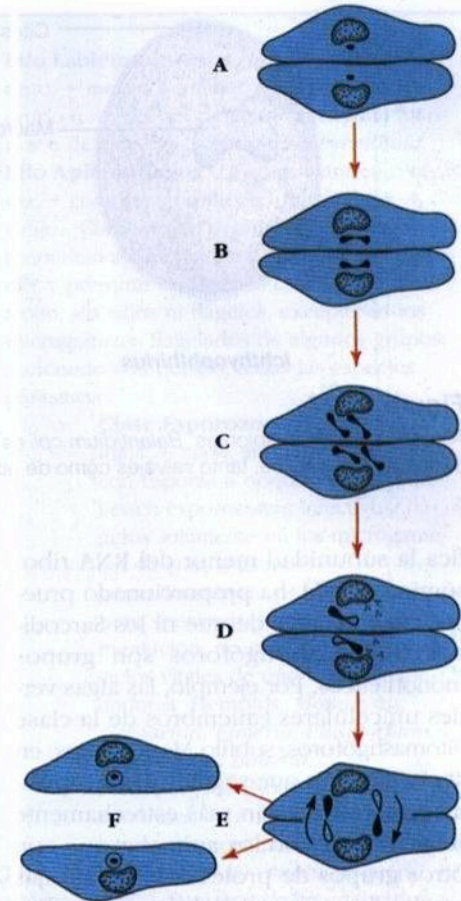
Fisión binaria de un cilióforo (*Paramecium*). La división se produce a través de filas de cilios.

### Suctores

Los suctores son ciliados en los que los jóvenes presentan cilios y son libres y nadadores, mientras que los adultos desarrollan un pedúnculo de fijación, se hacen sésiles y pierden sus cilios. No tienen citostoma, pero se alimentan mediante tentáculos largos, finos y tubulares. Los suctores capturan presas vivas, generalmente ciliados, mediante el extremo de

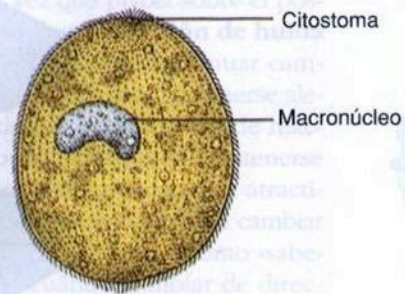
encuentran en diversos invertebrados y peces de agua dulce; *Allantosoma*, que se presenta en el intestino de ciertos mamíferos; y *Sphaerophrya*, que vive sobre *Stentor*.

## Filogenia y radiación adaptativa

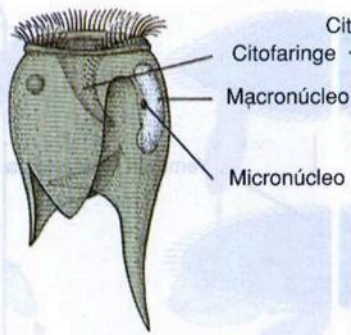


**Figura 11-26**

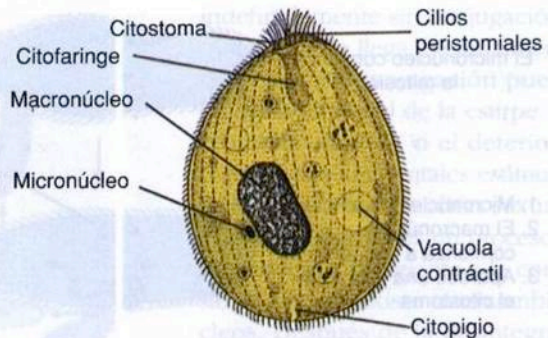
Esquema de la conjugación en *Paramecium*. **A**, Dos individuos se ponen en contacto por sus caras ventrales. **B y C**, Los micronúcleos se dividen dos veces (meiosis), lo que resulta en cuatro núcleos haploides en cada individuo. **D**, Tres micronúcleos degeneran; el restante se divide para formar pronúcleos «masculino» y «femenino». **E**, Los conjugantes intercambian el pronúcleo masculino. **F**, Los pronúcleos masculino y femenino se fusionan y los individuos se separan. Subsecuentemente, los antiguos macronúcleos son absorbidos y reemplazados por los nuevos.



***Ichthyophthirius***



***Entodinium***



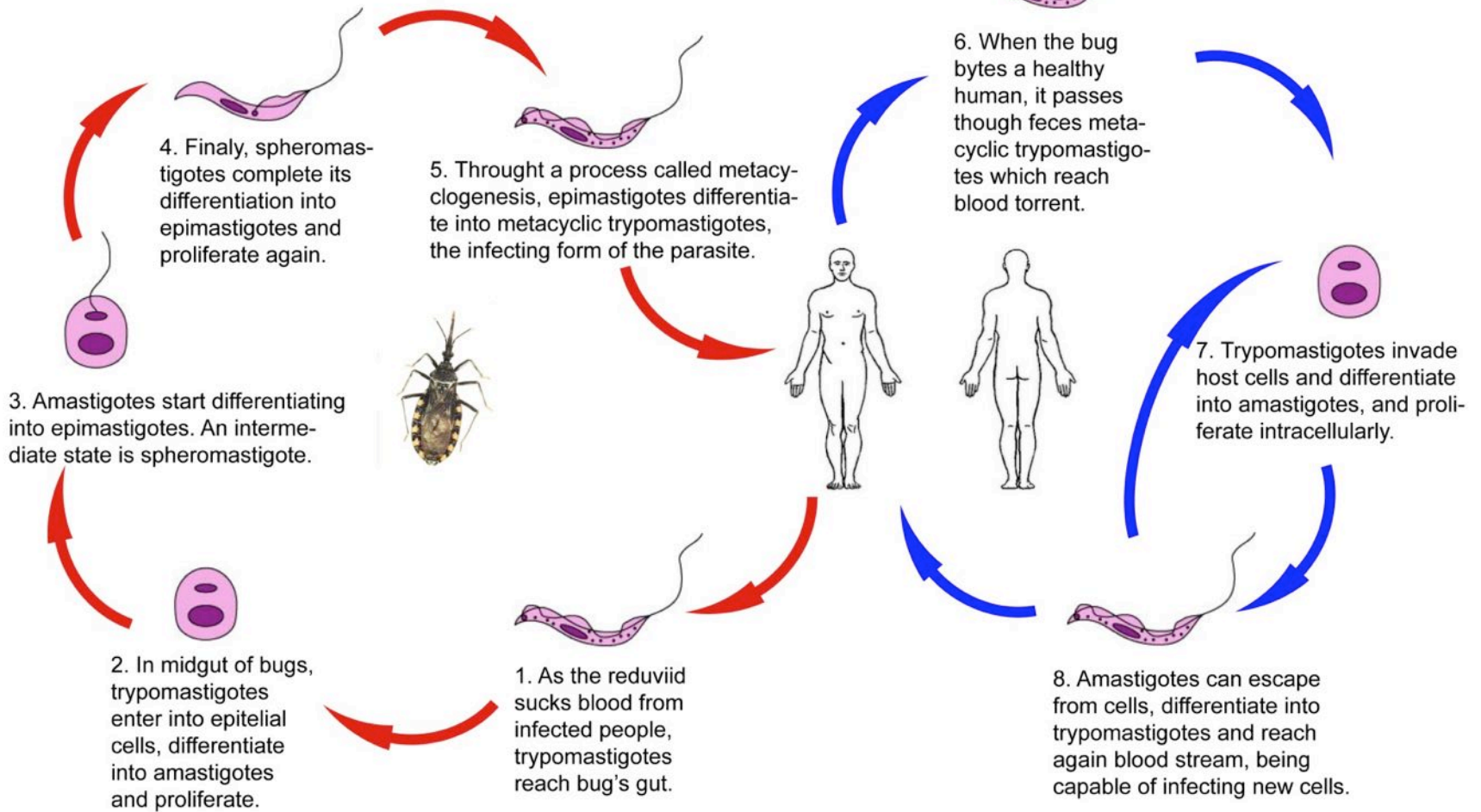
***Balantidium coli***

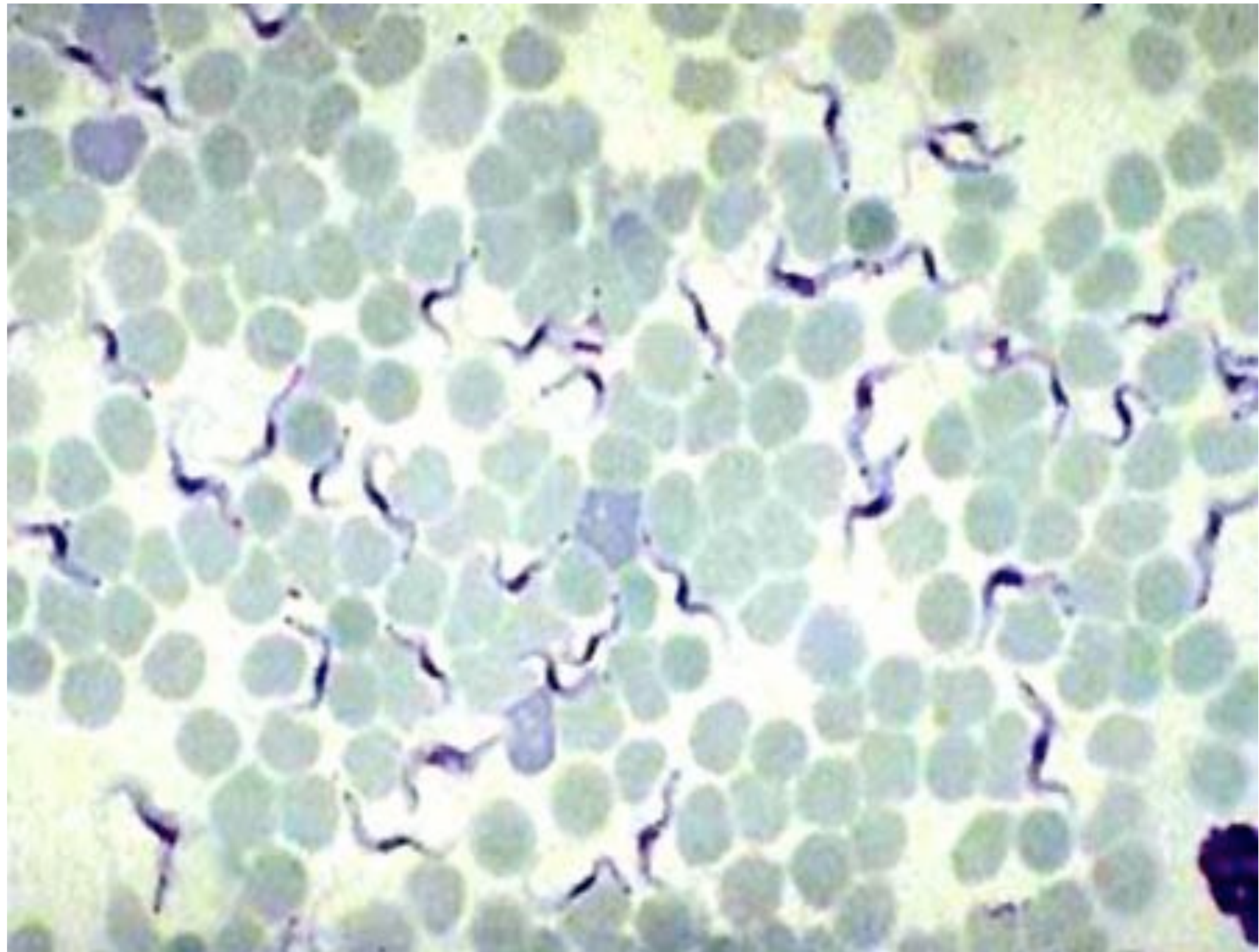
**Figura 11-27**

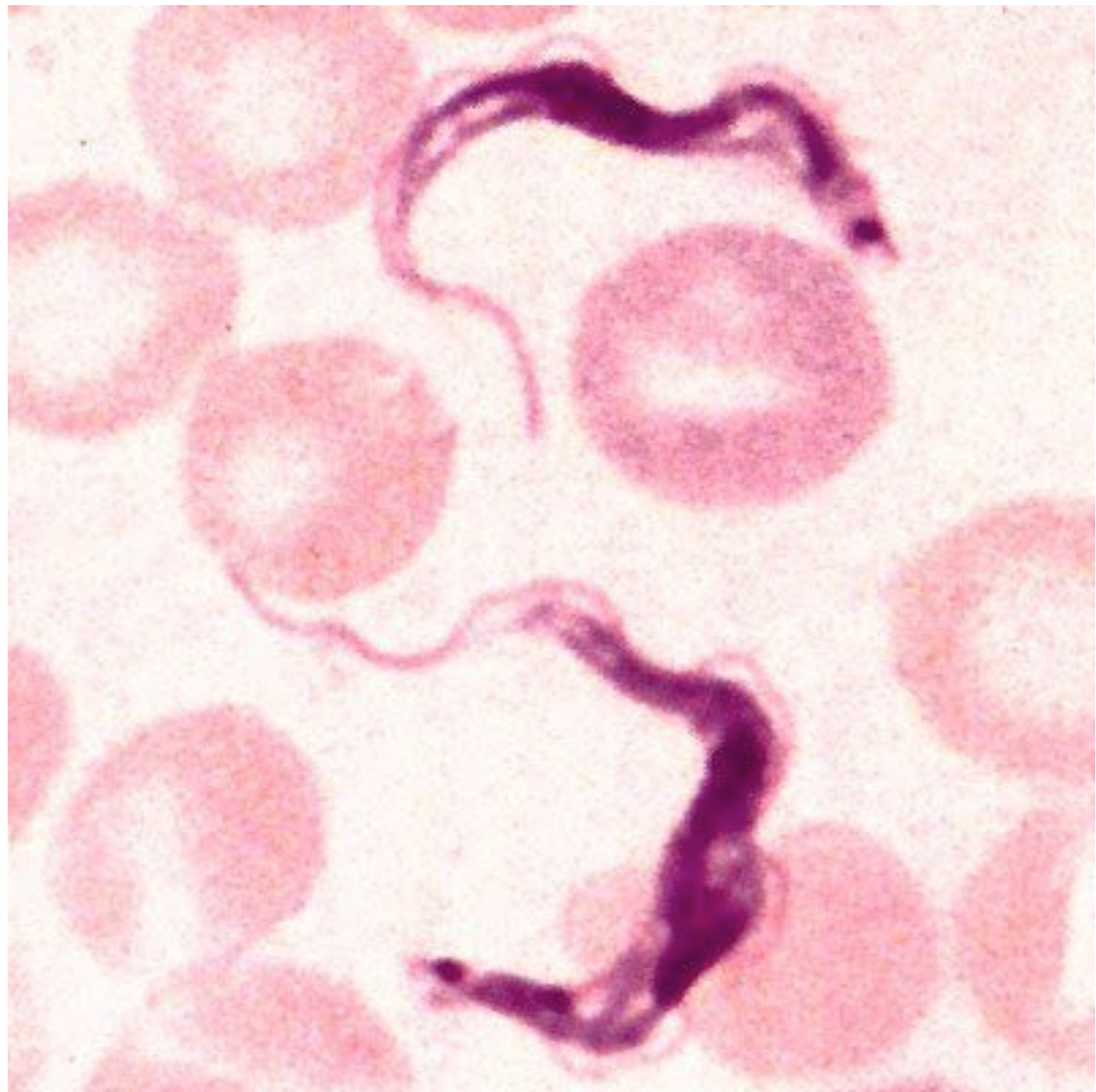
Algunos ciliados simbioses. *Balantidium coli* es un parásito del hombre y otros mamíferos. *Ichthyophthirius* produce una enfermedad muy común en peces de agua dulce, tanto salvajes como de acuario. *Entodinium* se encuentra en el rumen del ganado ovino y bovino.

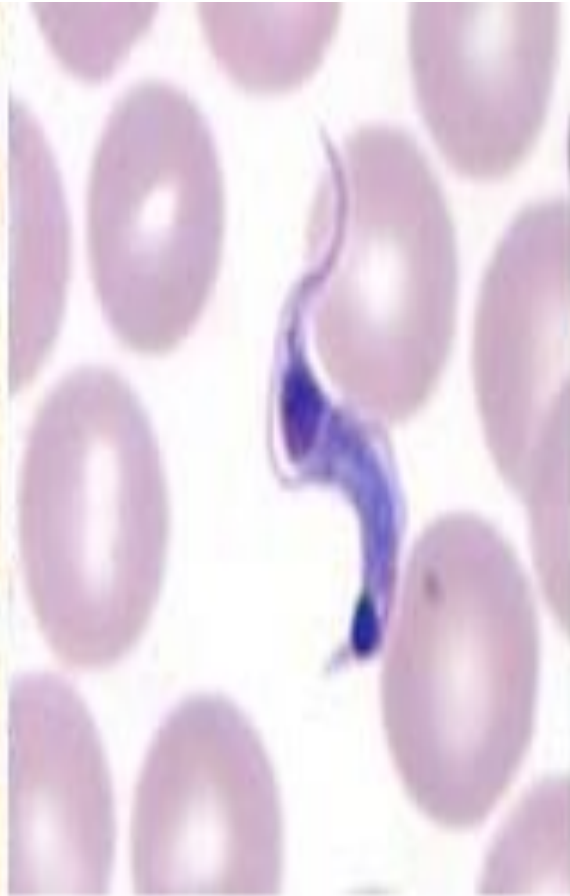
## Reduviid bug stages

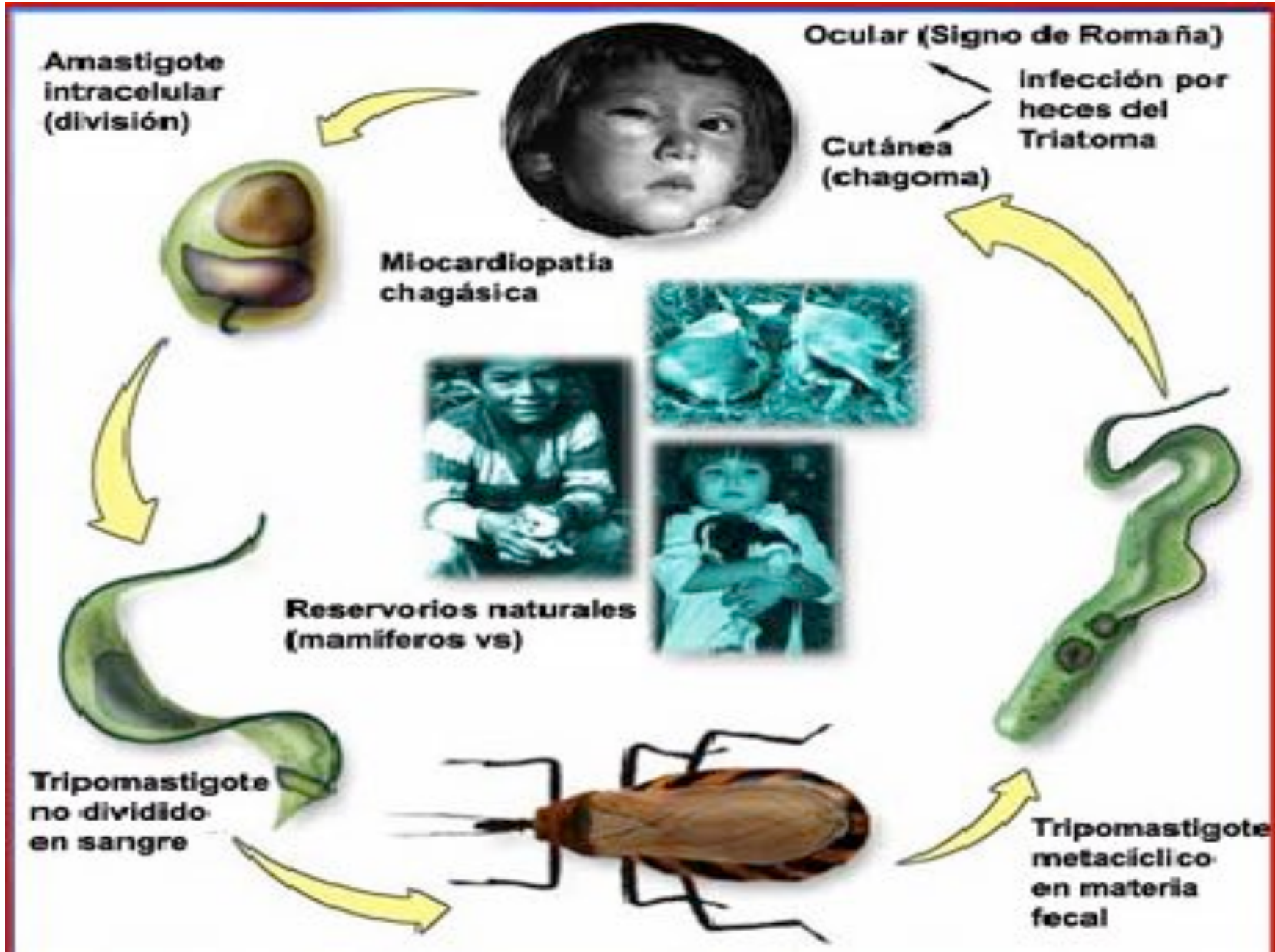
## Human stages

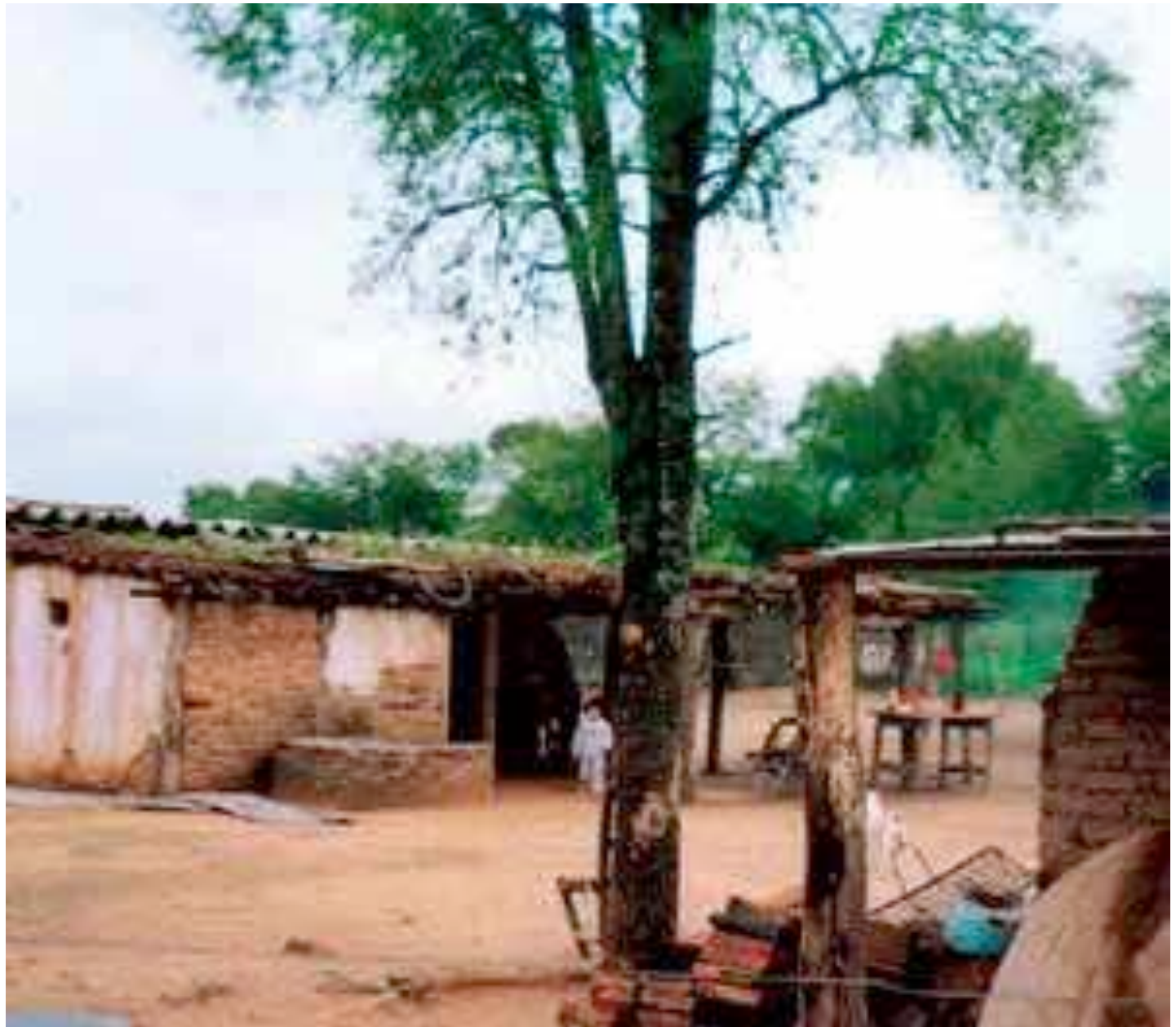






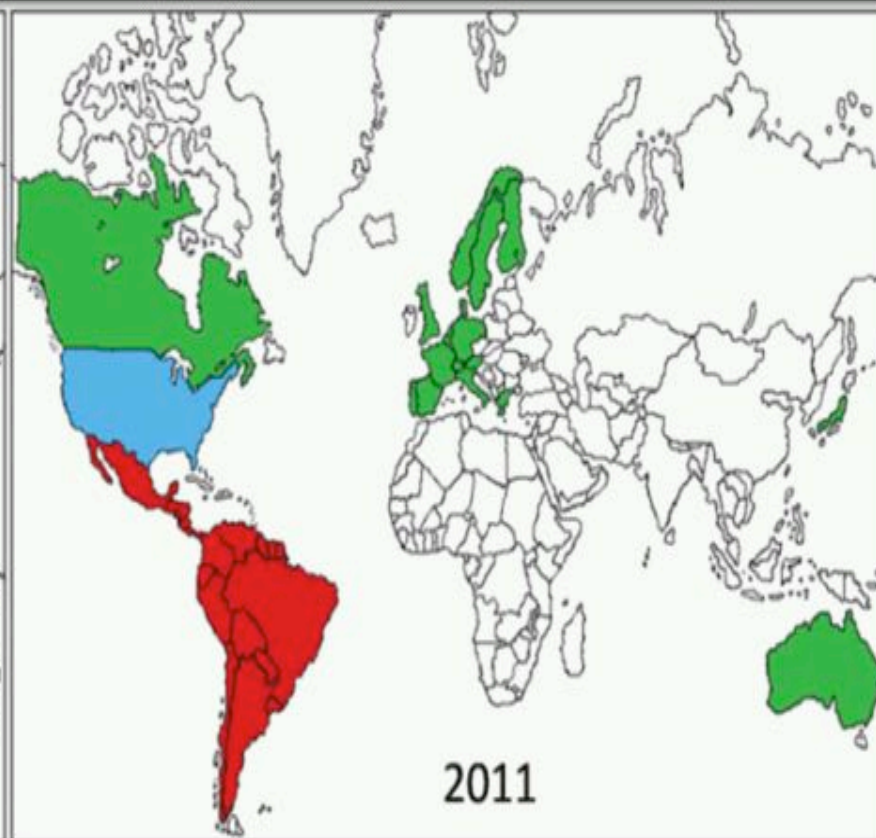











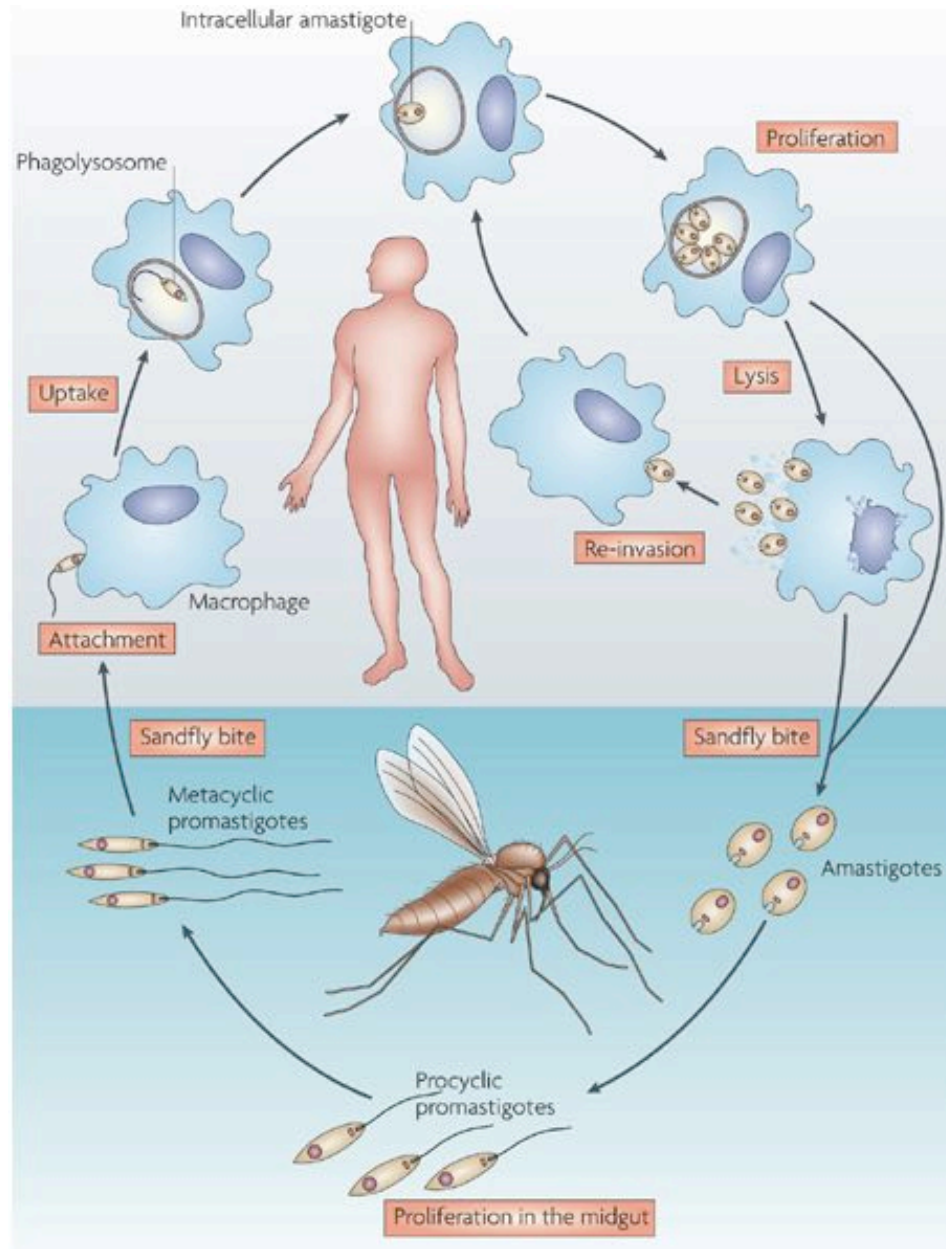
2002

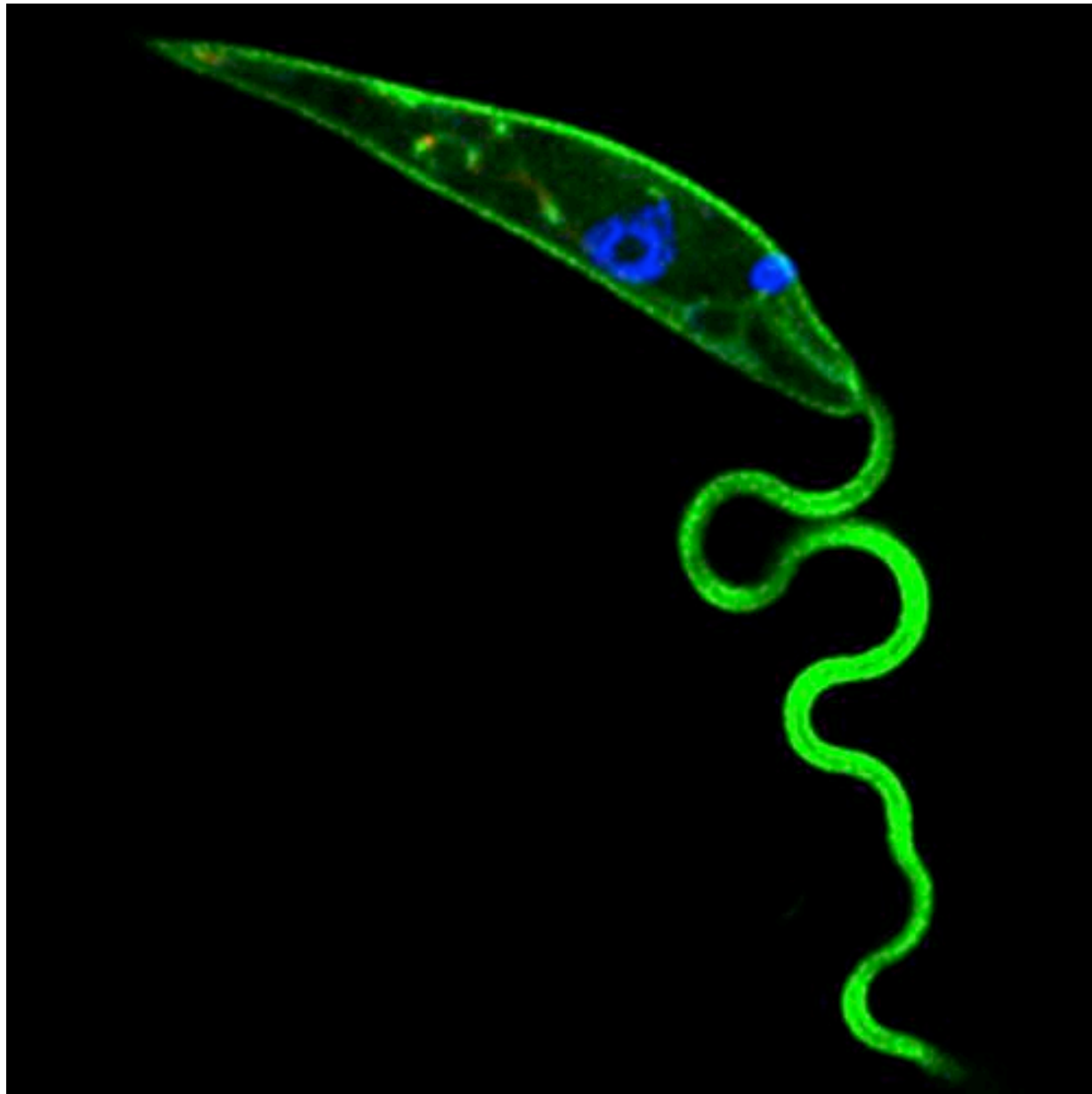


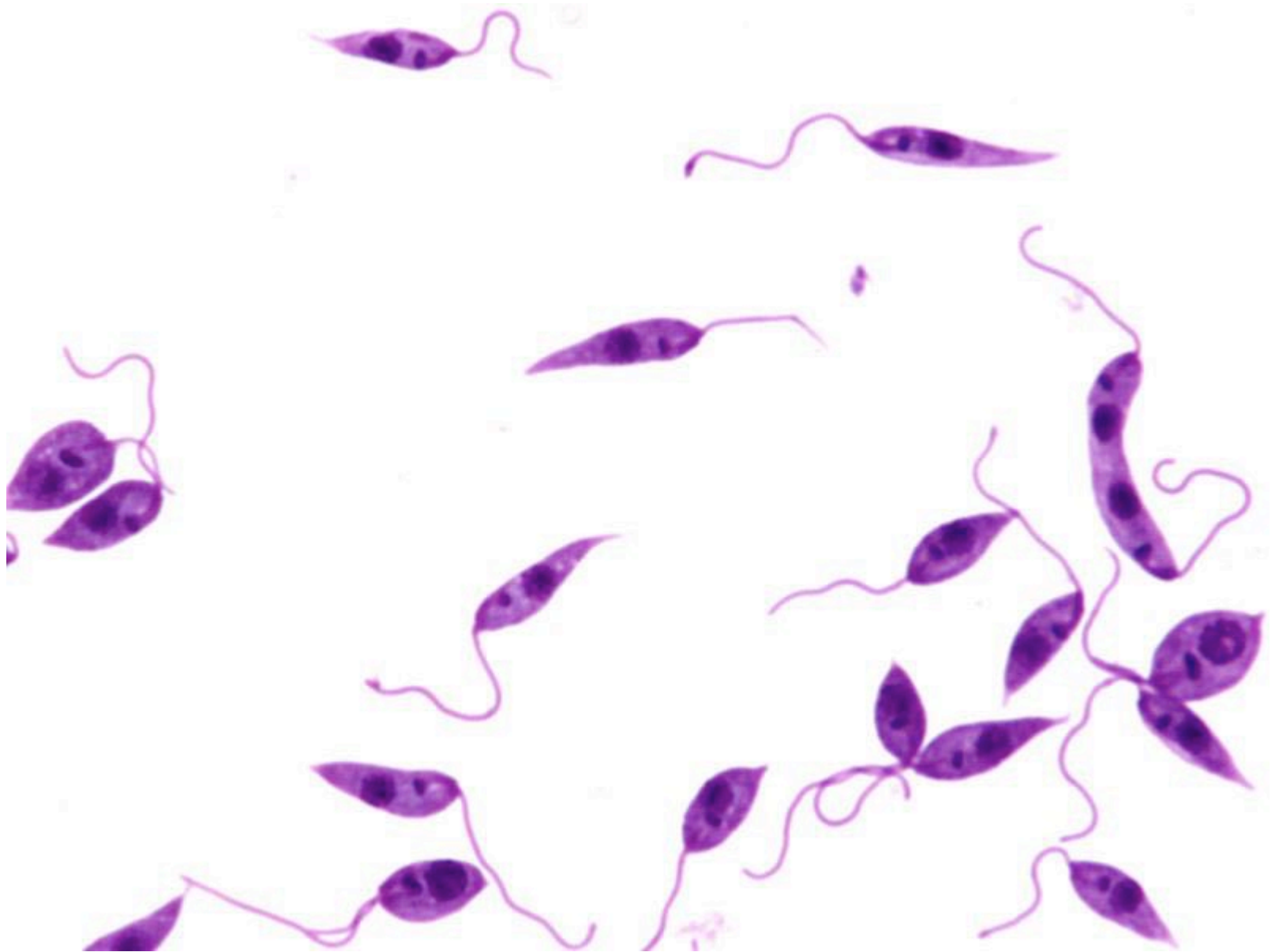
2011

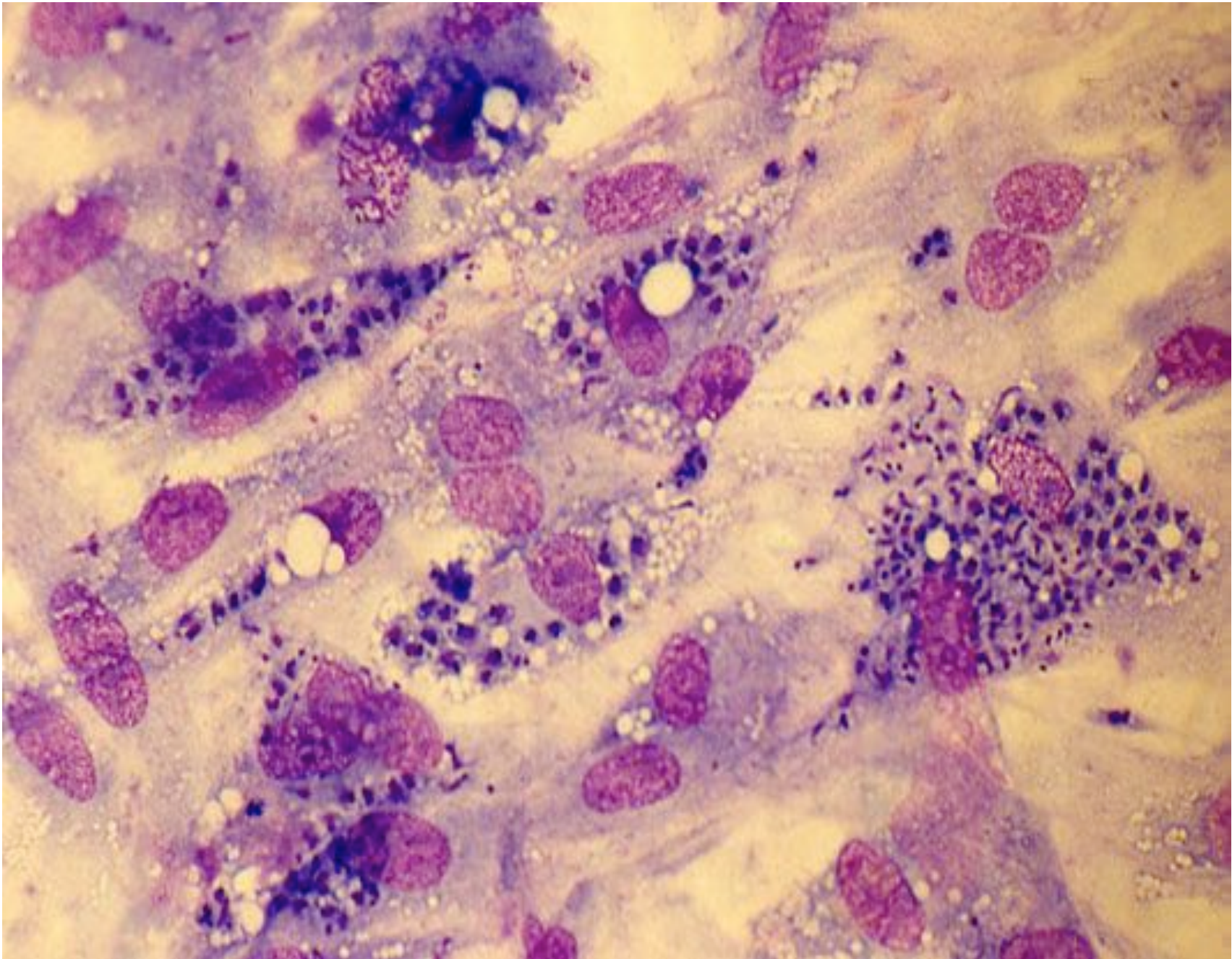
-  Países endémicos con transmisión por vector.
-  Países endémicos con transmisión vectorial ocasional.
-  Países no endémicos con transmisión transplacentaria, donación de sangre y órganos.

Cambios en la distribución de la infección con *T. cruzi* en el mundo. Datos obtenidos de informes de la Organización Mundial de la Salud en 2002 y 2010











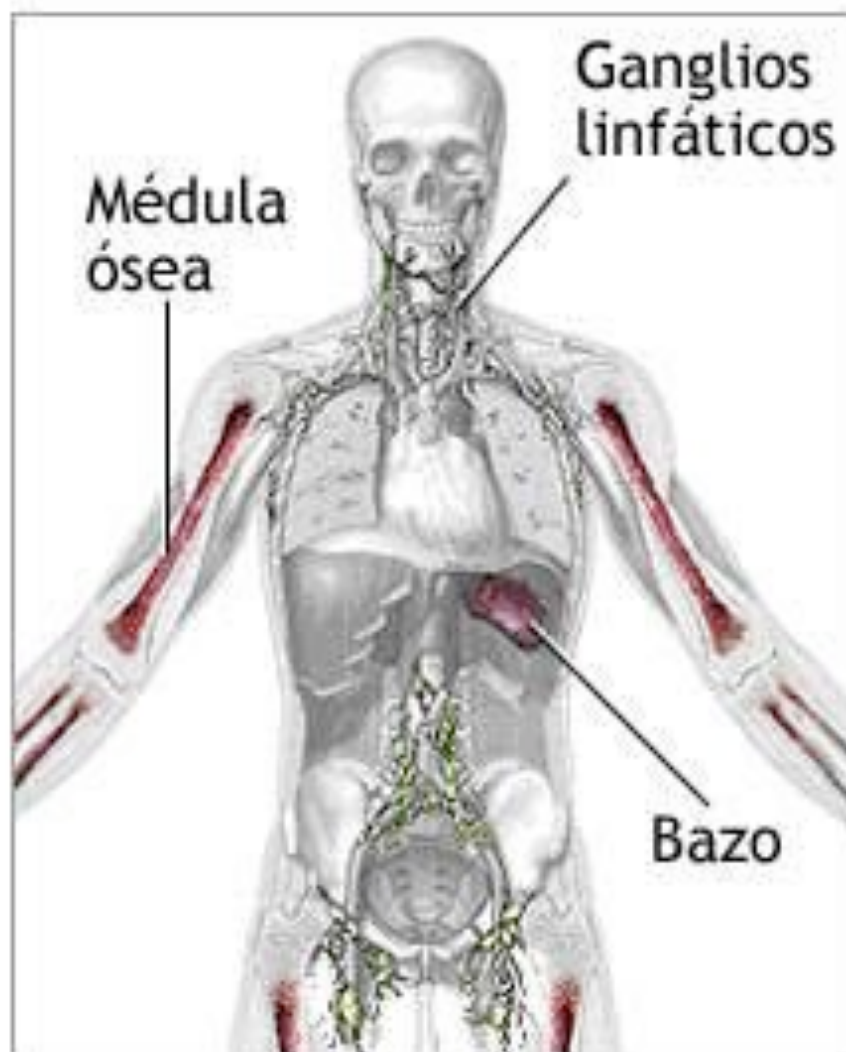




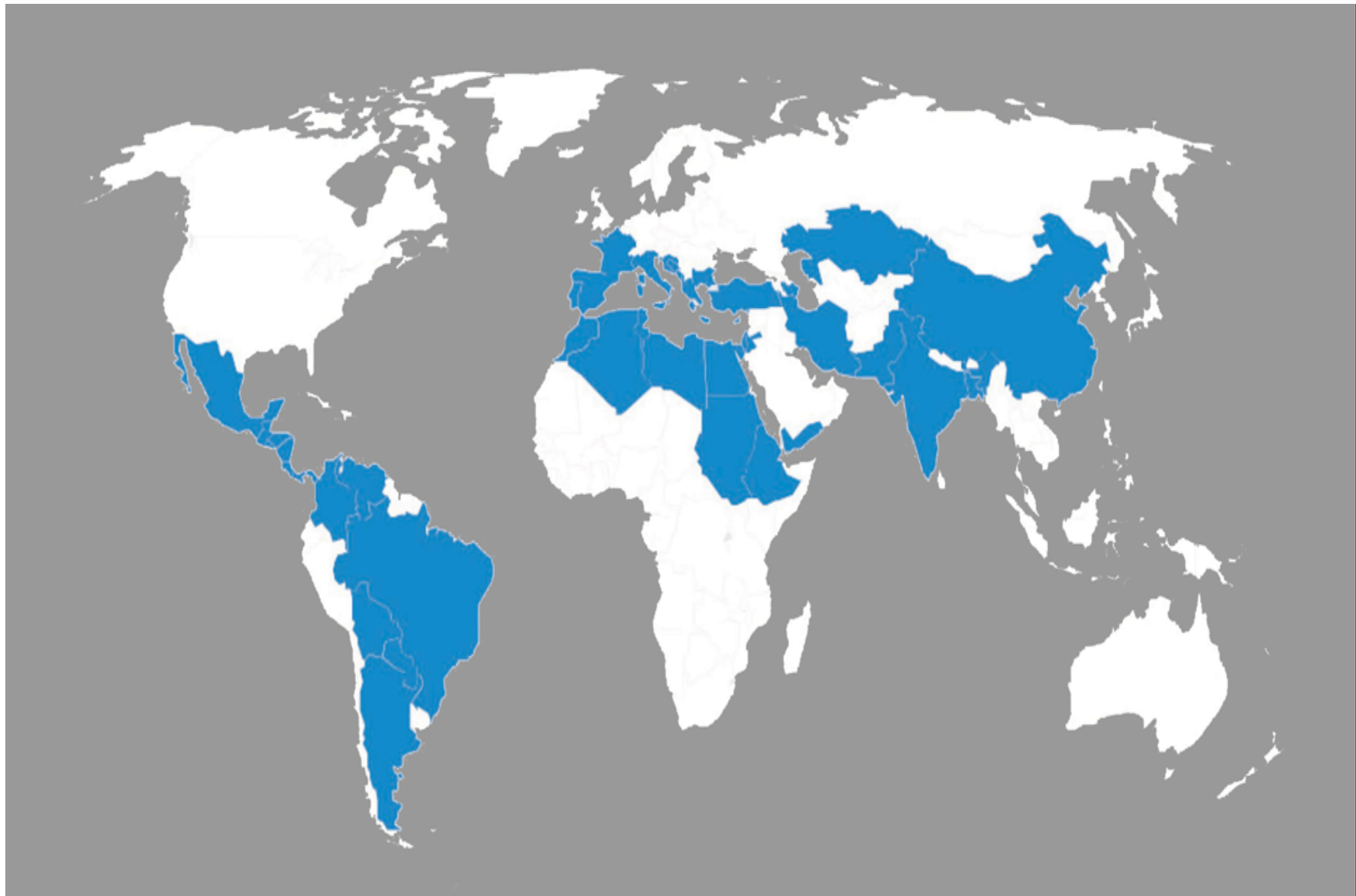
Mosca de arena

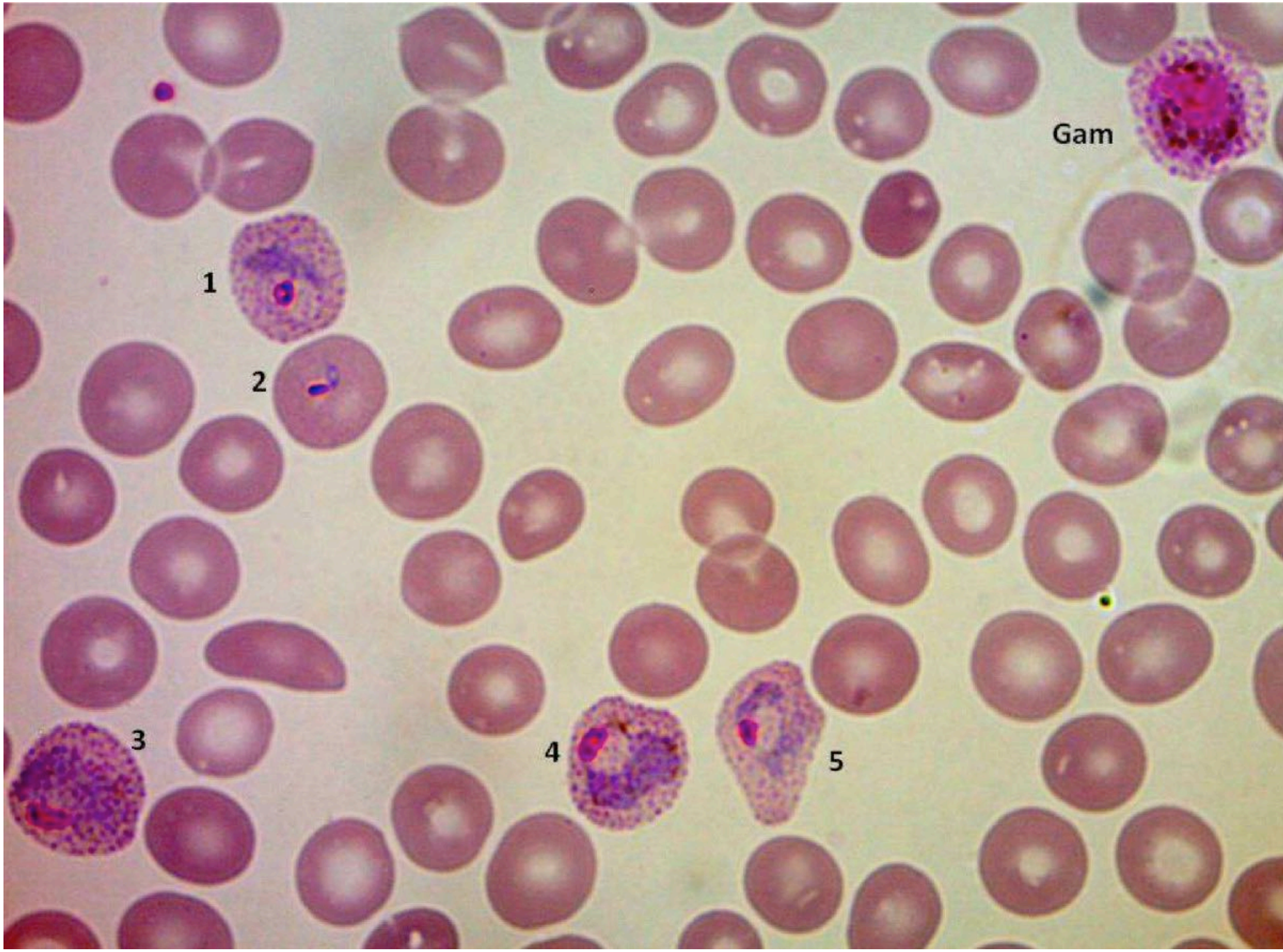


Mordedura de mosca de arena









Gam

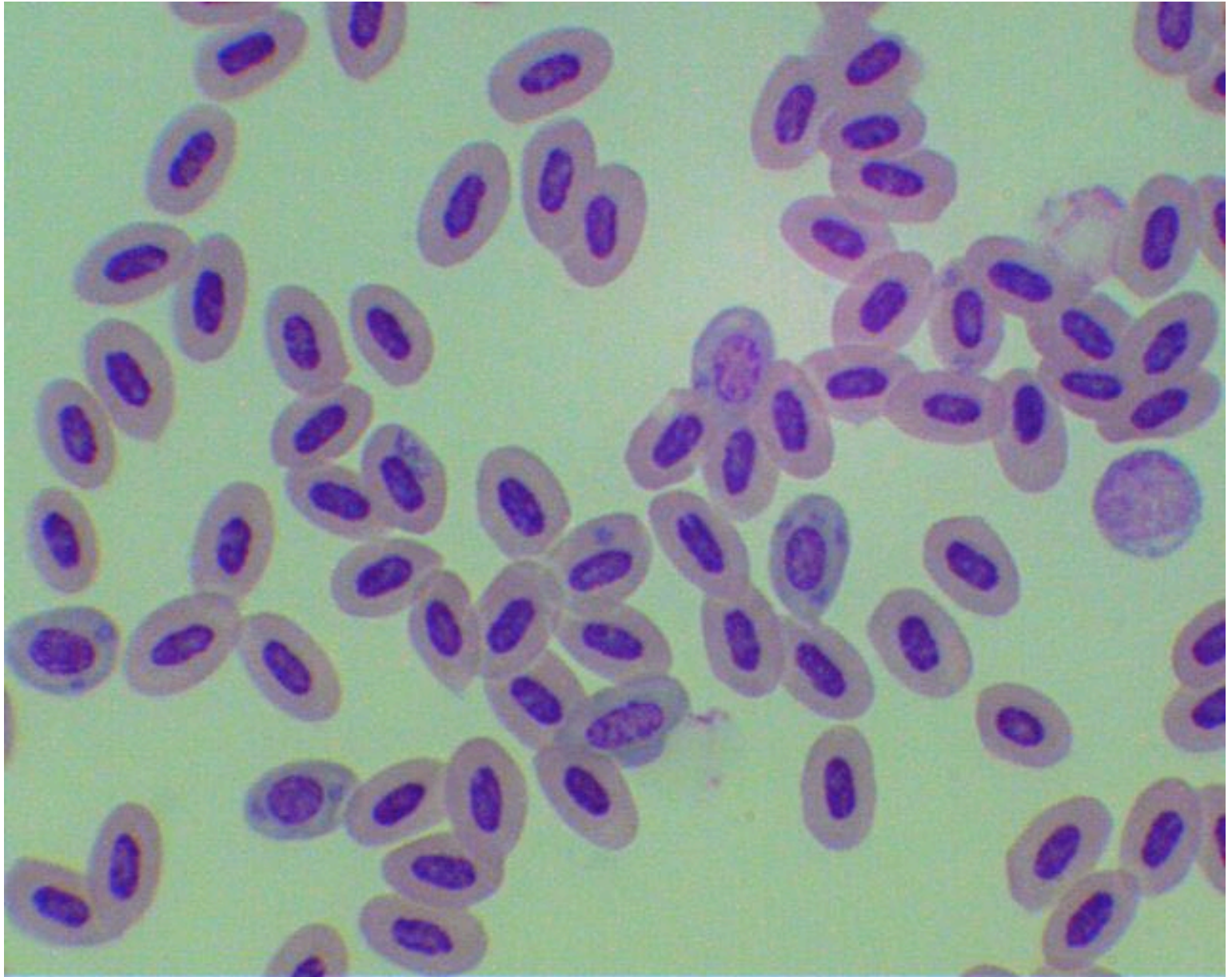
1

2

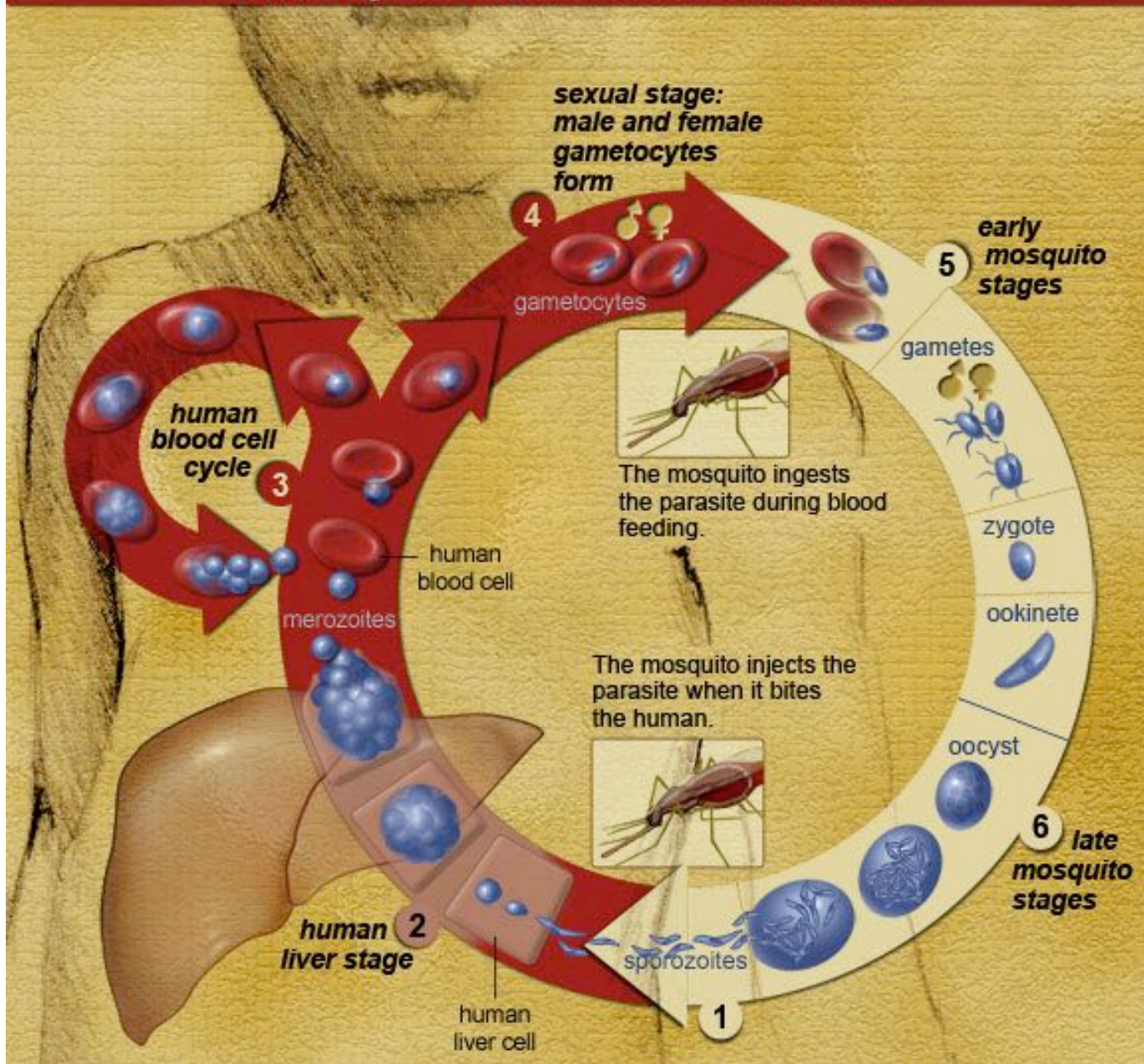
3

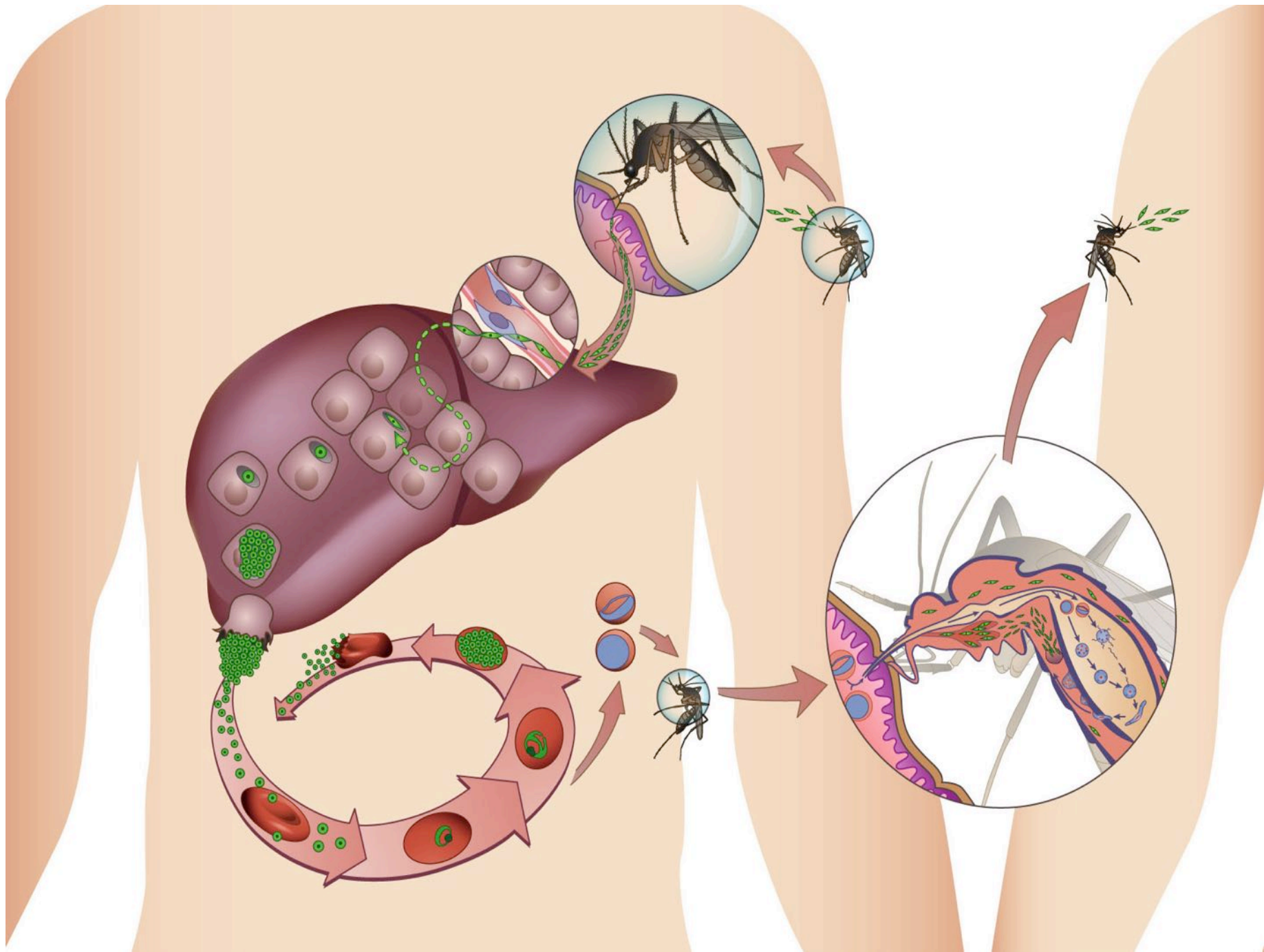
4

5



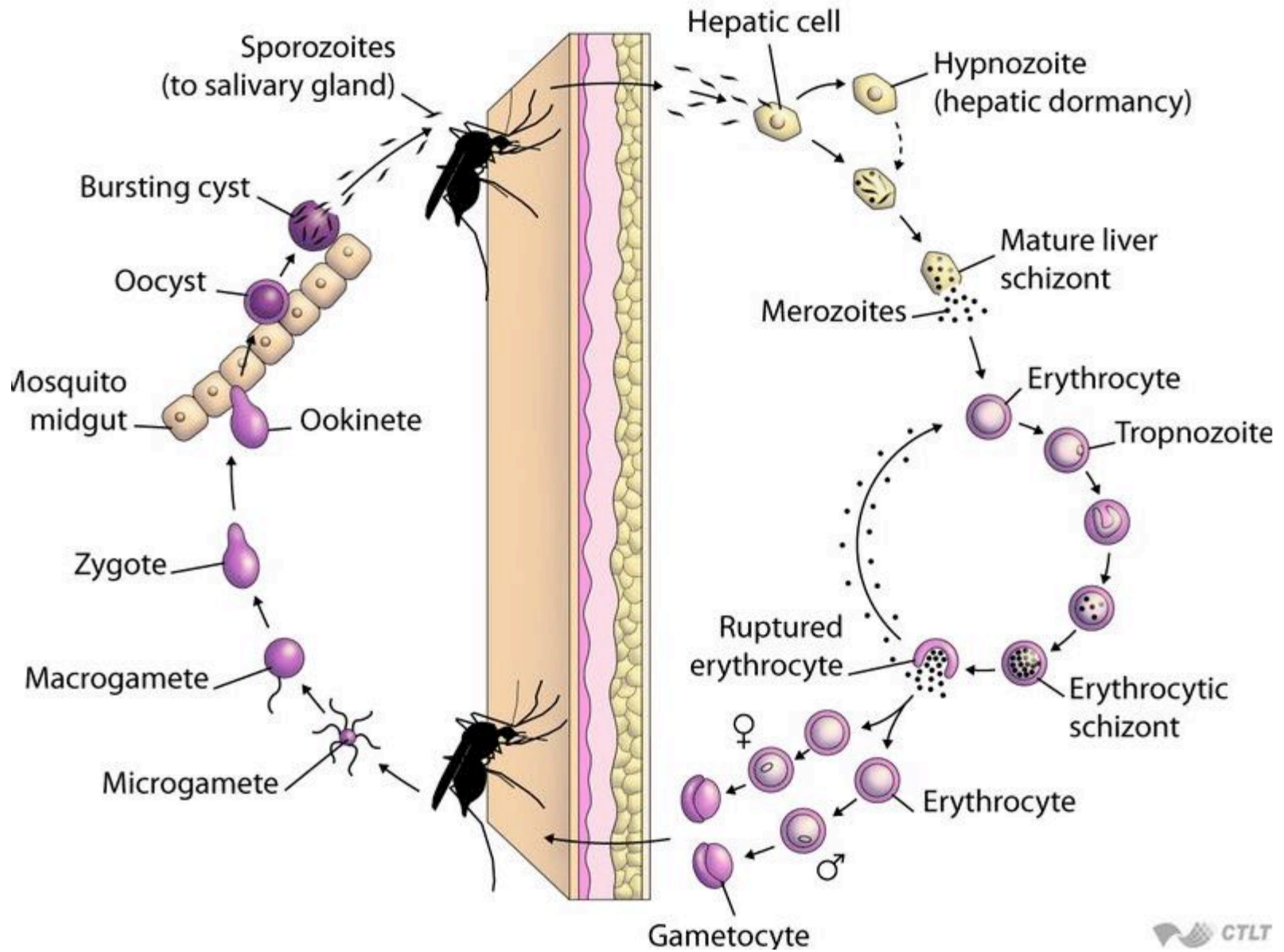
# Life Cycle of the Malaria Parasite



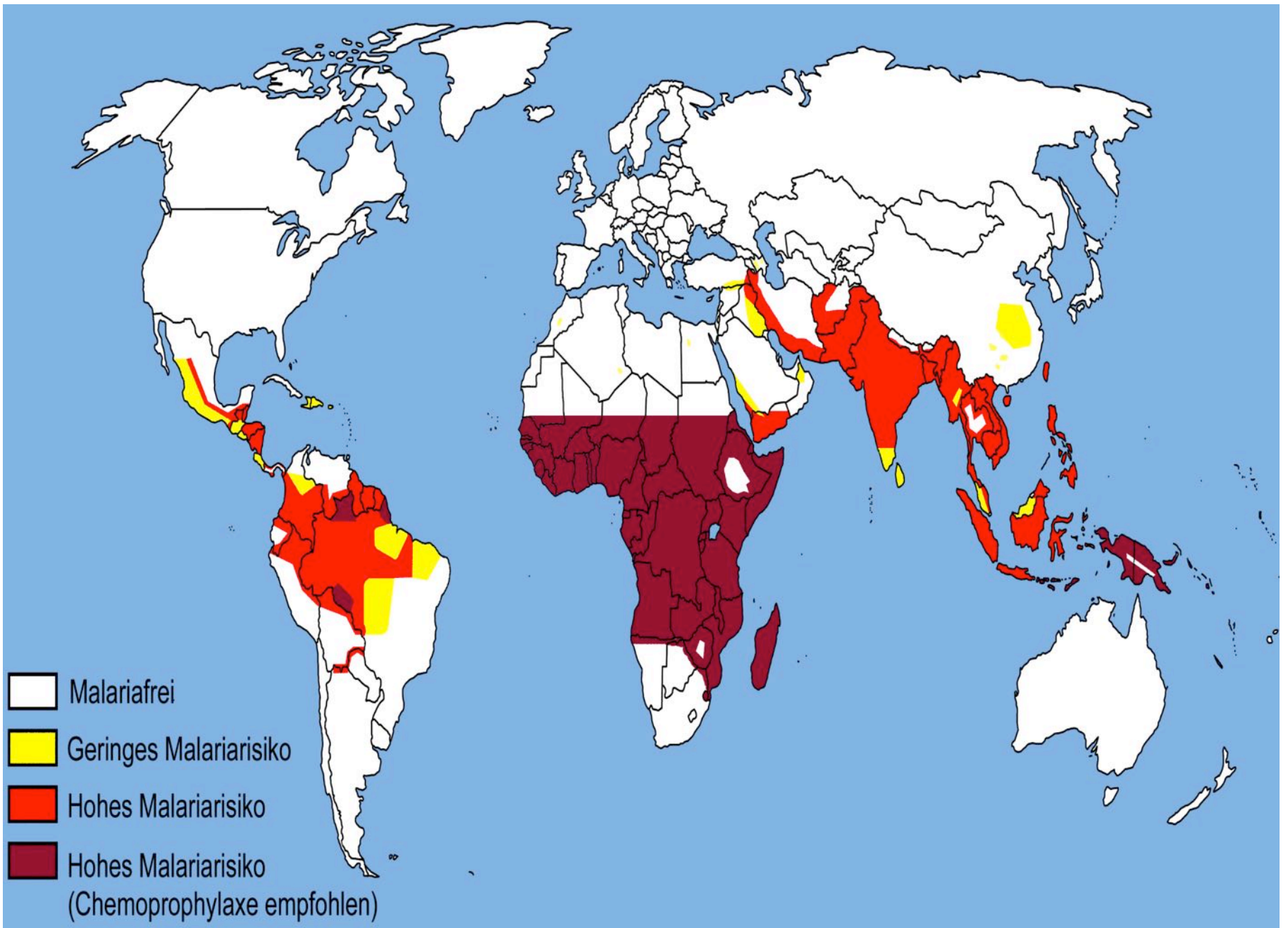


# Cycle in Mosquito

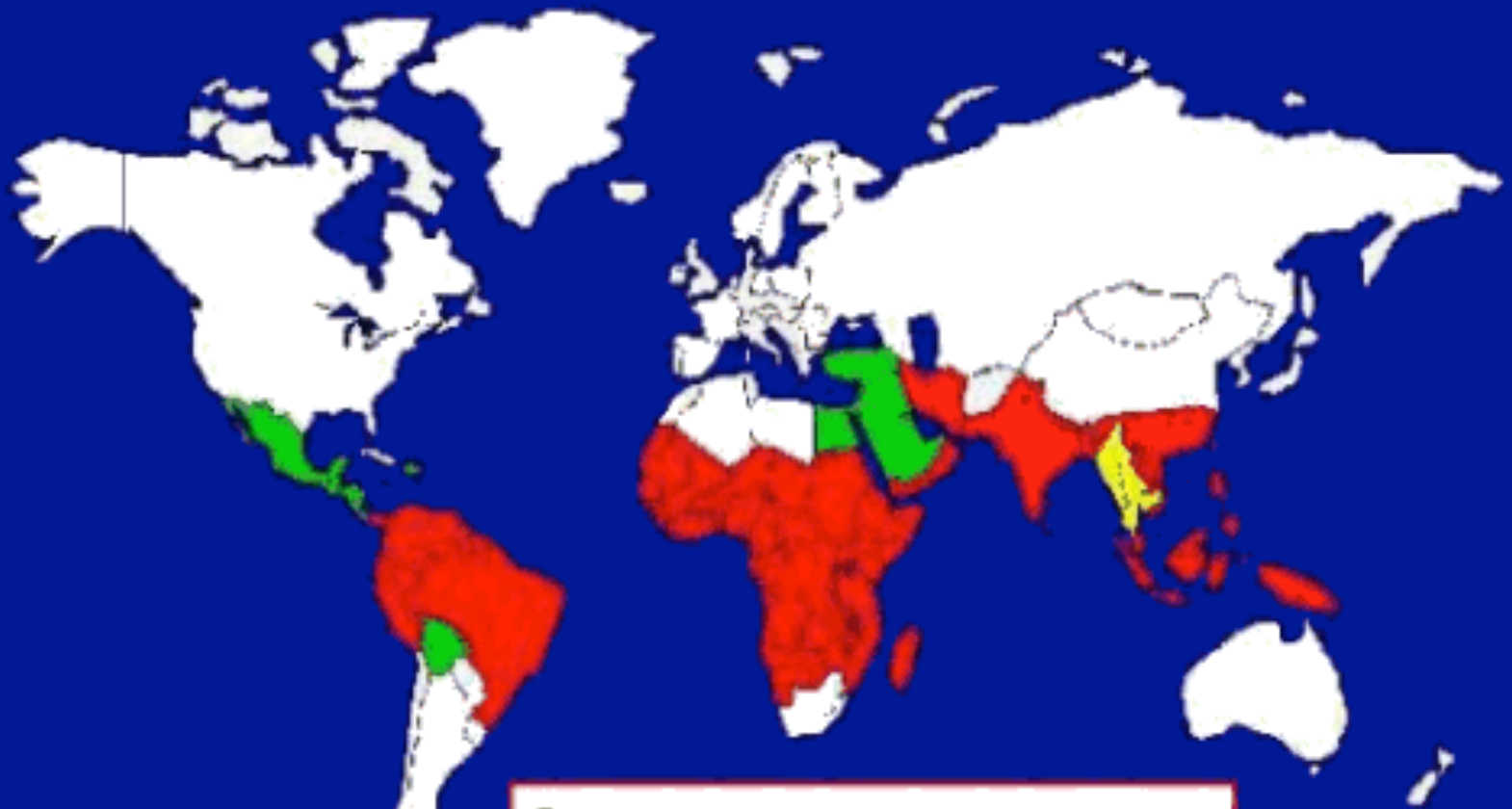
# Cycle in Human







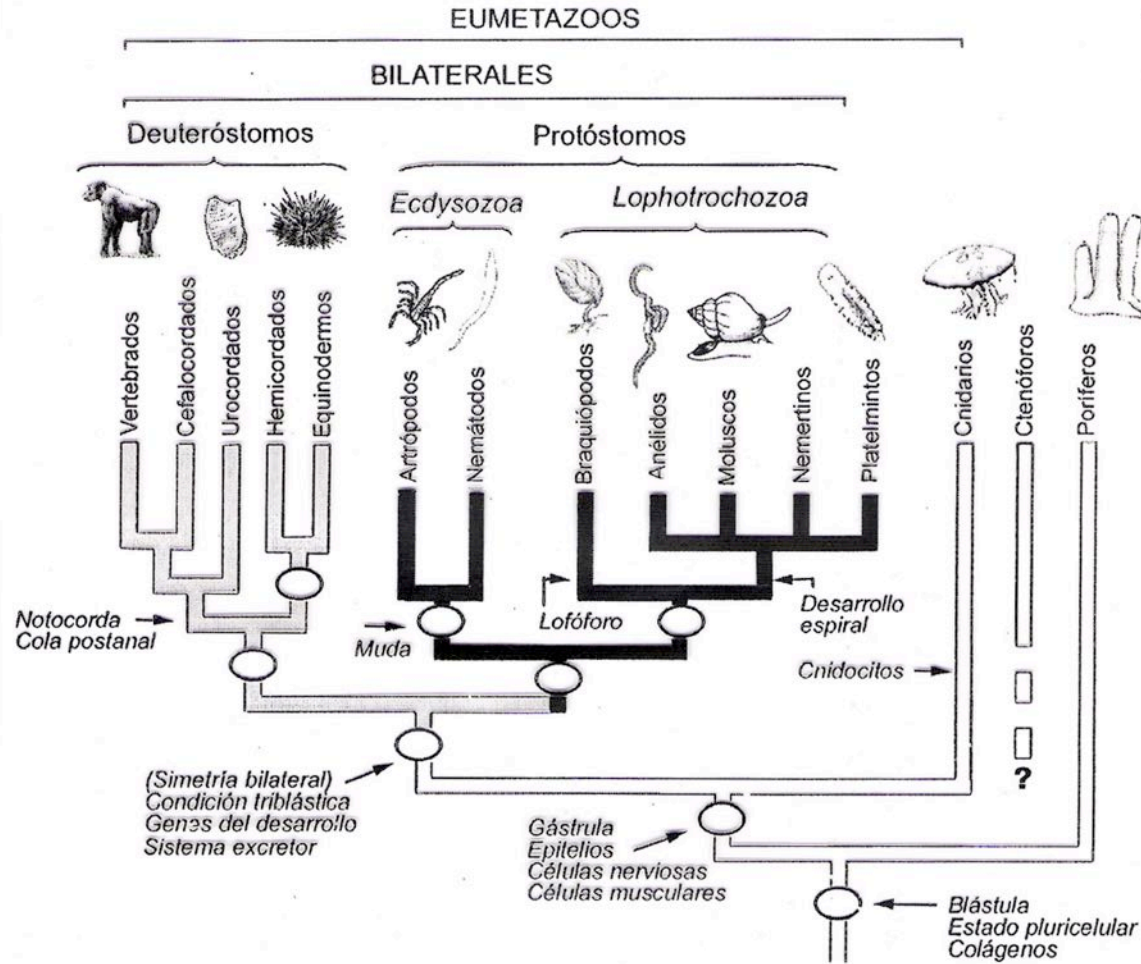
# Malaria Endemic Areas



- Chloroquine Sensitive Malaria
- Chloroquine Resistant Malaria
- Multi-Resistant Malaria

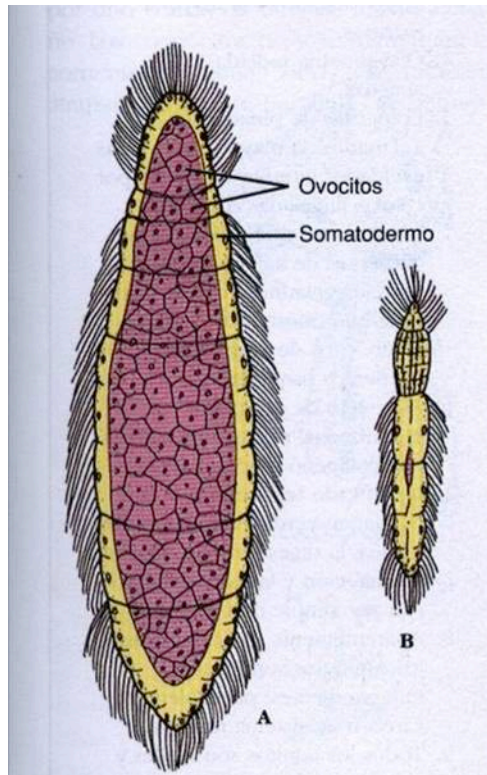
ANIMALIA

**Filogenia de los animales**



Una hipótesis actual para la filogenia de Animales, indicando algunas de las sinapomorfías en los principales nodos. Los clados justificados por datos moleculares (principalmente, por secuencias del ARN ribosómico 18S) están indicados por el símbolo ○.

# MESOZOA



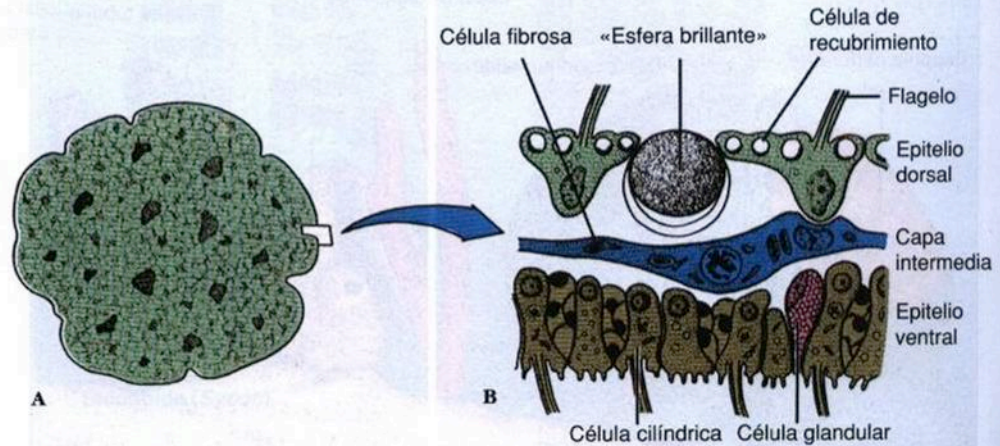
**Figura 12-2**

**A.** Hembra y **B.** macho de ortonéctido (*Rhopalura*). Este mesozoo parasita a turbelarios, moluscos, anélidos y ofiuras. Su estructura comprende una única capa de células ciliadas epiteliales, que rodean una masa interna de células sexuales.

(células cilíndricas) y células glandulares no ciliadas; entre ambos epitelios existe un espacio que contiene un fluido y células fibrosas (Figura 12-3B). Este organismo se desliza sobre su alimento, segrega en él enzimas digestivas y entonces absorbe los productos digeridos. Grell considera a *Trichoplax* un diblástico (p. 165), con un epitelio dorsal que representa un ectodermo y un epitelio ventral que representa un endoder-

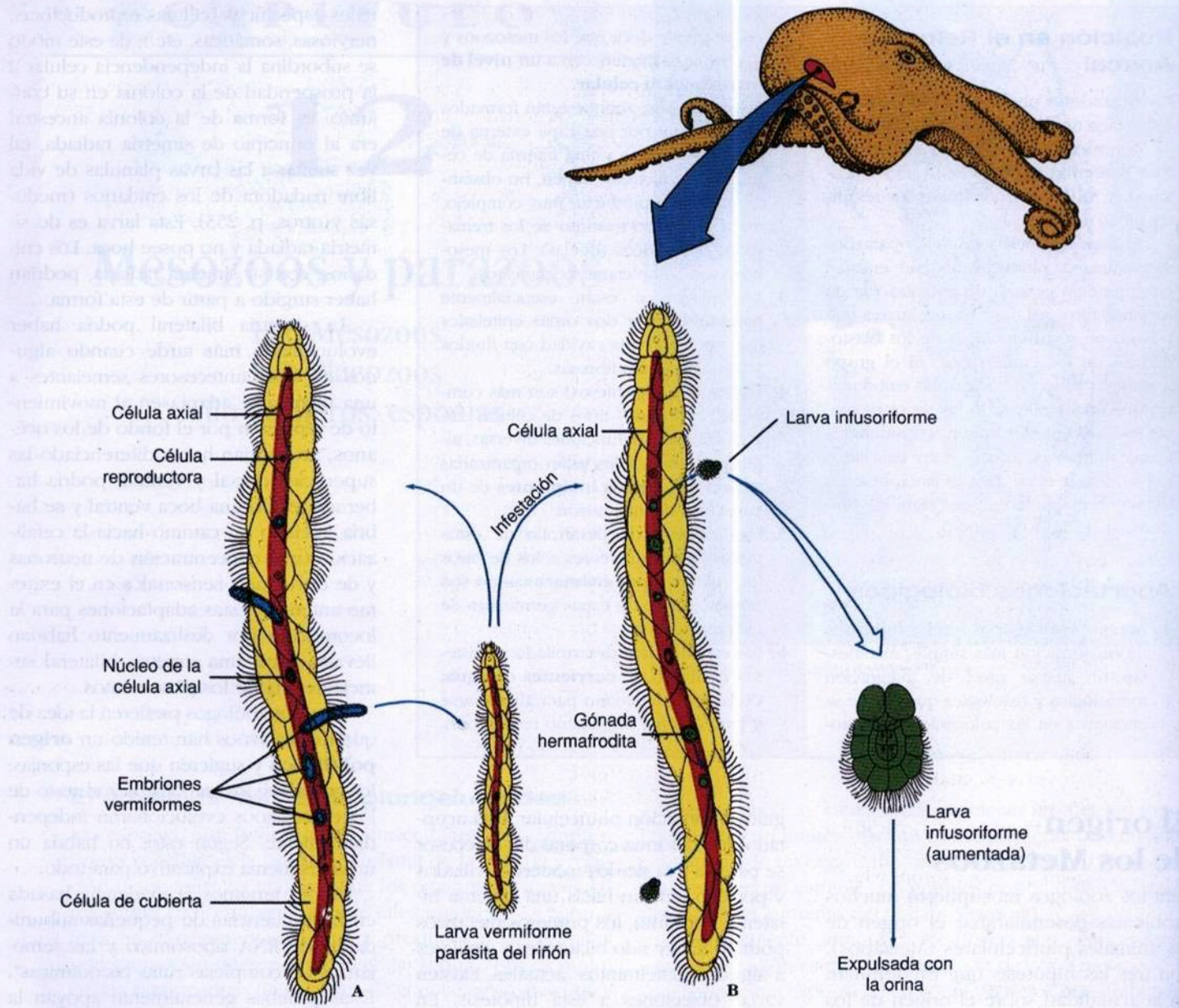
o de verdaderos tejidos, e incluso sus células muestran un cierto grado de independencia. Como son animales sésiles con movimientos corporales sin importancia, no han desarrollado un sistema nervioso ni órganos sensoriales y únicamente poseen elementos contráctiles muy simples.

Así pues, aunque las esponjas son pluricelulares, manifiestan pocas características de otros filos de metazoos. Pa-



**Figura 12-3**

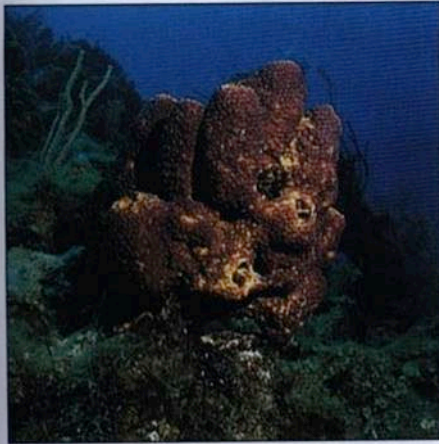
**A.** *Trichoplax adhaerens* es un animal marino de aspecto laminar de unos 2 ó 3 mm de diámetro. El único miembro del filo Placozos tiene las características más primitivas de los animales metazoos conocidos. **B.** Sección de *Trichoplax adhaerens* que pone de manifiesto su estructura histológica.



**Figura 12-1**

Las dos modalidades de reproducción en los mesozoos. **A**, El desarrollo asexual de las larvas vermiformes, a partir de células reproductoras de la célula axial de los adultos. **B**, En condiciones de infestación masiva de los sacos renales del hospedador, las células reproductoras se desarrollan para dar gónadas, que mediante gametos producirán larvas infusoriformes de dispersión, que a través de la orina del hospedador saldrán al exterior.

PARAZOA  
PHYLUM PORIFERA



A



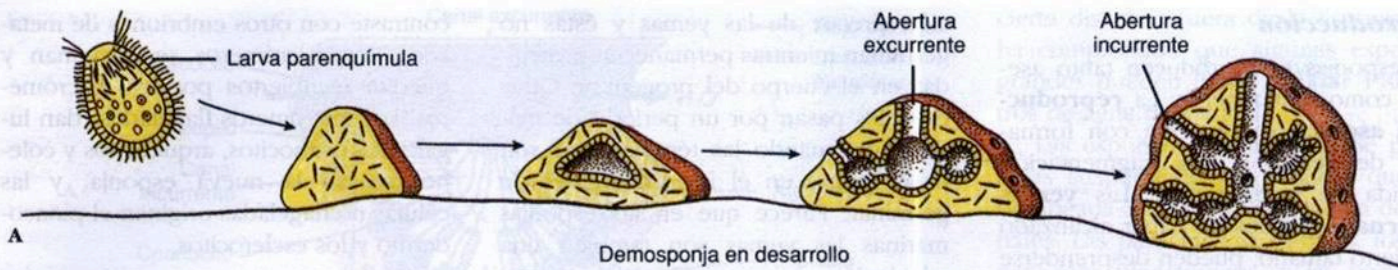
B



C

### Figura 12-14

Demosponjas marinas en arrecifes coralinos del Caribe. **A**, *Pseudoceratina crassa*, una esponja coloreada que crece a profundidades moderadas. **B**, *Ectyoplasia ferox*, tiene forma irregular y sus ósculos forman pequeños conos semejantes a volcanes. **C**, *Monanchora unguifera*, con la ofiura comensal, *Ophiotrix svensoni* (filo Equinodermos, clase Ofiuriudeos).



**Figura 12-13**

**A,** Desarrollo de las demosponjas. **B,** Desarrollo de la esponja siconoide *Sycon*.

*Sycon* (llamadas a menudo *Scypha* y *Grantia* por compañías comerciales) son formas de aguas marinas someras de uso común en el laboratorio. *Leucosolenia* es una pequeña esponja asconoide que crece dando colonias ramificadas, generalmente partiendo de una malla de tubos estoloniales horizontales (Figura 12-6). *Sycon* es una esponja solitaria que puede vivir aislada o formando racimos por gemación. El animal siconoide típico tiene forma de vasija y una longitud entre 1 y 3 cm, con una corona de espículas rectas alrededor del ósculo que impiden la entrada de pequeños animales en su interior.

### Clase Hexactinélidas (Hialosponjas): esponjas vítreas

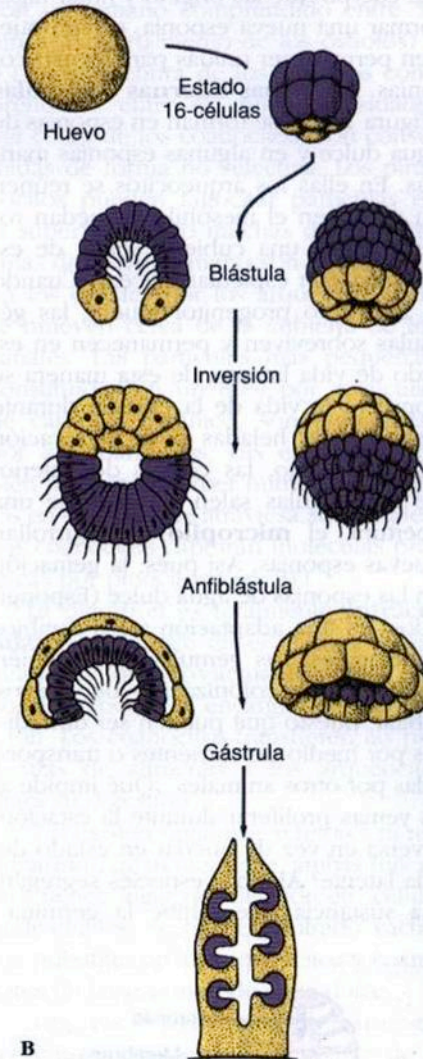
Las esponjas vítreas constituyen la clase Hexactinélidas (o Hialosponjas). Casi todas son de aguas profundas y se recolectan sólo mediante dragado. La mayoría de ellas tienen simetría radiada, con cuerpos en forma de embudo o vasija que están generalmente fijados al sustrato mediante tallos de espículas radiculares (Figura 12-11, *Euplectella*) (neologismo del griego: *euplektos*, bien

abierto por una especie de placa cribosa de sílice. No hay pinacodermo ni mesohilo gelatinoso, y tanto la superficie externa como el espongocele están tapizados por la red trabecular. El esqueleto es rígido, y los elementos musculares (miocitos) parecen faltar. La disposición general de las cámaras de las esponjas vítreas corresponde tanto al tipo siconoide como al leuconoide. Su estructura está adaptada a las corrientes constantes y lentas de los fondos marinos; por eso los canales y los poros de la pared de la esponja son relativamente grandes y sencillos y permiten un paso fácil de la corriente de agua. No obstante, y debido a su hábitat de aguas profundas, se conoce poco acerca de su fisiología.

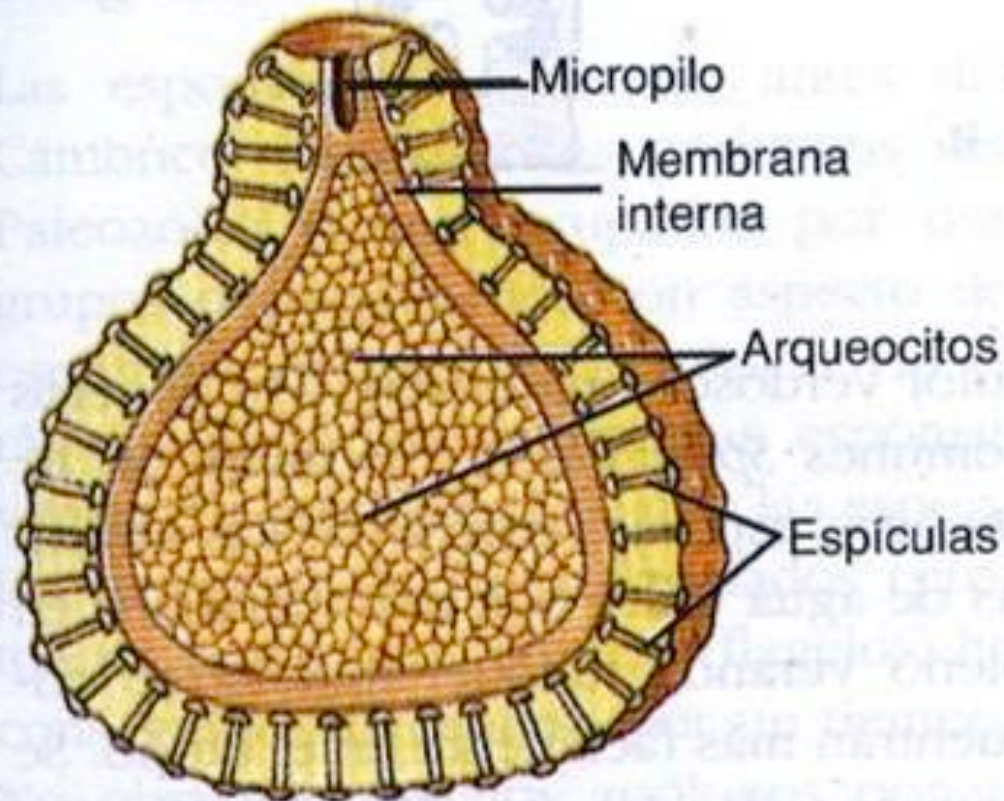
El entramado reticular de espículas que presentan muchas esponjas vítreas es de una exquisita belleza, tal es el caso de *Euplectella* o regadera de Filipinas (Figura 12-11), un ejemplo clásico de hexactinélida.

### Clase Demosponjas

Esta clase comprende más del 95% de las especies de esponjas conocidas, incluyendo casi todas las de mayor tamaño. Las espículas son silíceas, pero no

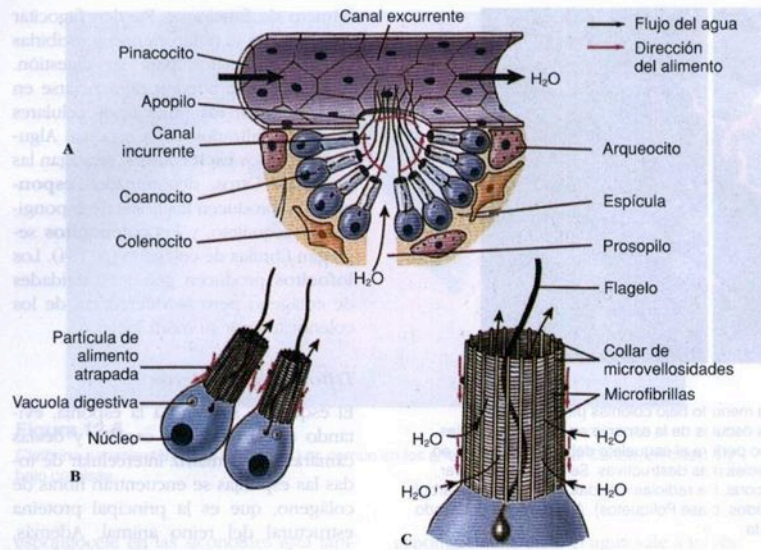


**B**



### **Figura 12-12**

Sección de una gémula de una esponja de agua dulce (Spongillidae). Las gémulas son un mecanismo de supervivencia ante las duras condiciones invernales. Con la vuelta del buen tiempo, los arqueocitos salen por el micropilo para formar una nueva esponja.

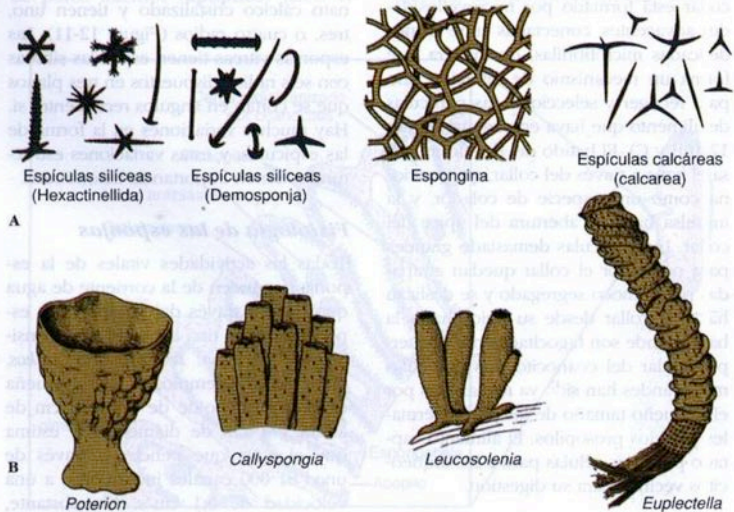


**Figura 12-10**

La captura del alimento por las células de la esponja. **A**, Sección longitudinal de los canales que muestra la estructura celular y la dirección de la corriente de agua. **B**, Dos coanocitos. **C**, Estructura del collar. Las flechas finas indican el movimiento de las partículas alimenticias.

canales; por tanto, en las cámaras el agua circula más lentamente, a una velocidad de 0,001 cm/s, lo que permite ampliamente la captura del alimento

por los coanocitos. Todo el agua sale a través del ósculo único a una velocidad de 8,5 cm/s: la fuerza del chorro capaz de arrastrar los productos de desecho a



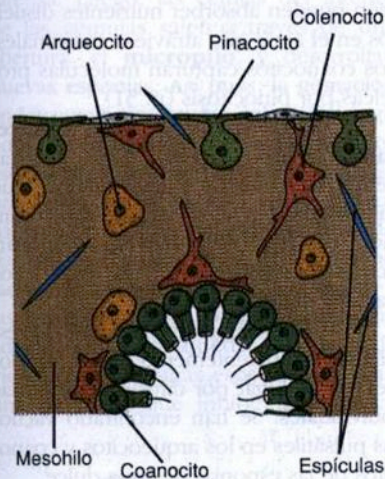
**Figura 12-11**

**A**, Tipos de espículas en las esponjas. Hay una increíble diversidad, complejidad y belleza de formas entre los muchos tipos de espículas. **B**, Algunas formas del cuerpo en las esponjas.



**Figura 12-8**

Esta demosponja naranja, *Mycale laevis*, crece a menudo bajo colonias planas del coral *Montastrea annularis*. Se pueden ver los grandes ósculos de la esponja en los bordes de las placas. A diferencia de otras esponjas, *Mycale* no perfora el esqueleto del coral, sino que, en realidad, puede protegerlo de la invasión de especies más destructivas. Se pueden observar también, sobresalir por encima de la colonia de coral, las radiolas rosadas de un gusano «árbol de Navidad», *Spirobranchus giganteus* (filo Anélidos, clase Poliquetos). A la derecha del citado gusano aparece una esponja rojiza no identificada.



**Figura 12-9**

Corte microscópico a través de la pared de una esponja que pone de manifiesto cuatro tipos de células. Los pinacocitos son de protección y contráctiles; los coanocitos crean corrientes de agua y engloban partículas alimenticias; los arqueocitos tienen diferentes funciones; los colenocitos secretan colágeno.

**Coanocitos.** Las células de aspecto ovoide con un extremo hundido en la mesoglea y el otro haciendo saliente en la superficie del canal o cámara son los coanocitos que tapizan las cámaras y canales flagelados. El extremo que sobresale lleva un flagelo rodeado por un collar (Figuras 12-9 y 12-10). El microscopio electrónico ha mostrado que el collar está formado por microvellosidades adyacentes, conectadas entre sí por delicadas microfibrillas, de manera que forma un mecanismo de filtración fina para recoger y seleccionar las partículas de alimento que haya en el agua (Figuras 12-10B y C). El batido del flagelo impulsa el agua a través del collar, que funciona como una especie de colador, y la impulsa hacia la abertura del ápice de collar. Las partículas demasiado grandes para pasar por el collar quedan atrapadas por el moco segregado y se deslizan hacia el collar desde su ápice hasta la base, donde son fagocitadas por el cuerpo.

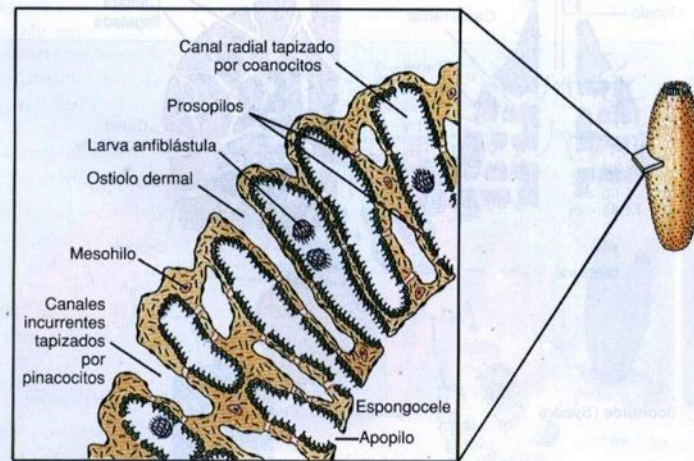


**Figura 12-6**

*Clathrina canariensis* (clase Calcáreas) es común en los arrecifes de coral del Caribe, en cuevas y bajo cornisas.

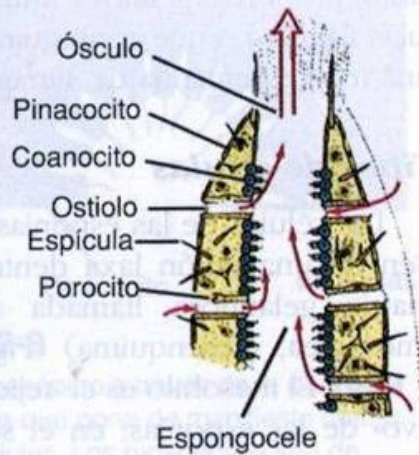
espongocelo en las siconoides está tapizado por células de tipo epitelial, pero no por células flageladas como en las asconoides. El agua penetra a través de un gran número de ostiols dermales en los **canales incurrentes** y, a través de ellos, pasa por unos orificios finos llamados **prosopilos** hacia el sistema de canales radiales (Figura 12-7). Allí el alimento es ingerido por los coanocitos, cuyos flagelos empujan el agua a través de poros internos (**apopilos**) hacia el

espongocelo. De allí el agua sale a través de un ósculo. Las esponjas siconoides generalmente no forman colonias demasiado ramificadas, como ocurre con las asconoides. Durante el desarrollo, las esponjas siconoides pasan por un estado asconoide; después, los canales flagelados se forman por evaginación de la pared del cuerpo. Su desarrollo proporciona la prueba de que las esponjas siconoides han derivado de un tronco ancestral de tipo asconoide. Las siconoi-

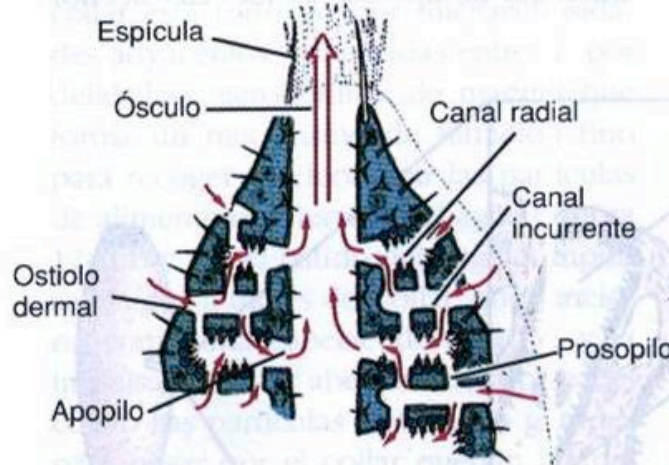


**Figura 12-7**

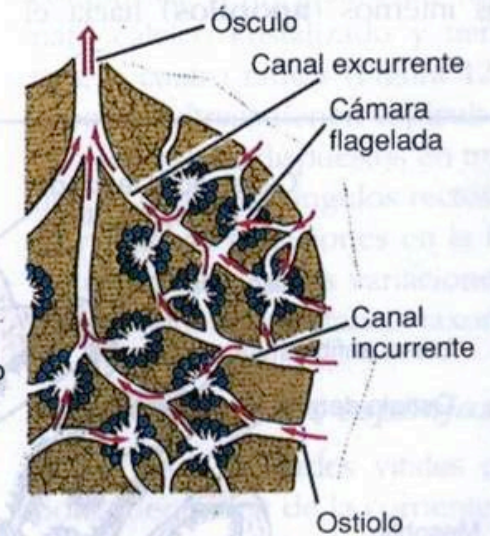
Sección transversal de la pared del cuerpo de una esponja *Sycon*, que muestra el sistema de canales.



**Asconoide (*Leucosolenia*)**



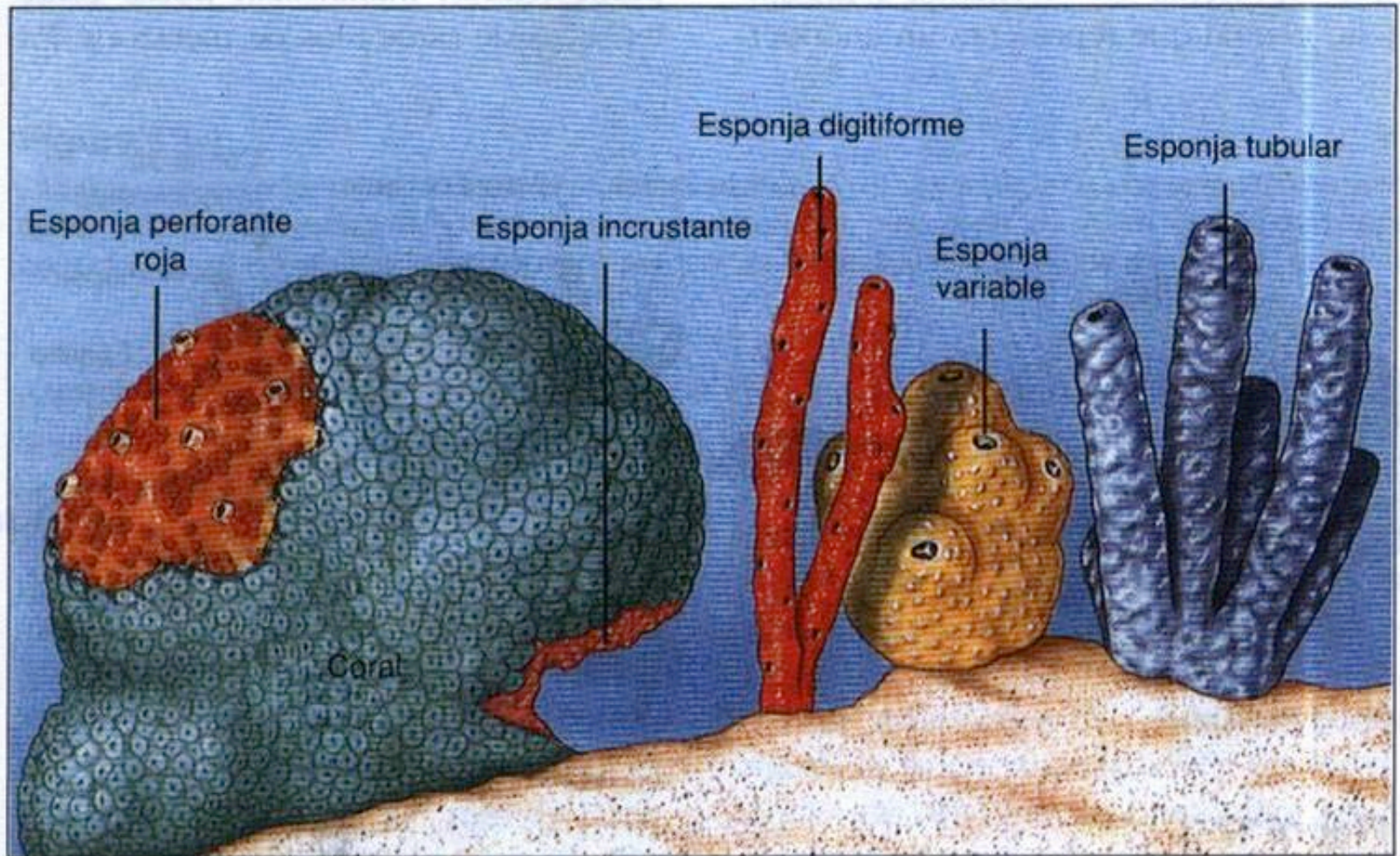
**Siconoide (*Sycon*)**



**Leuconoide (*Euspongia*)**

**Figura 12-5**

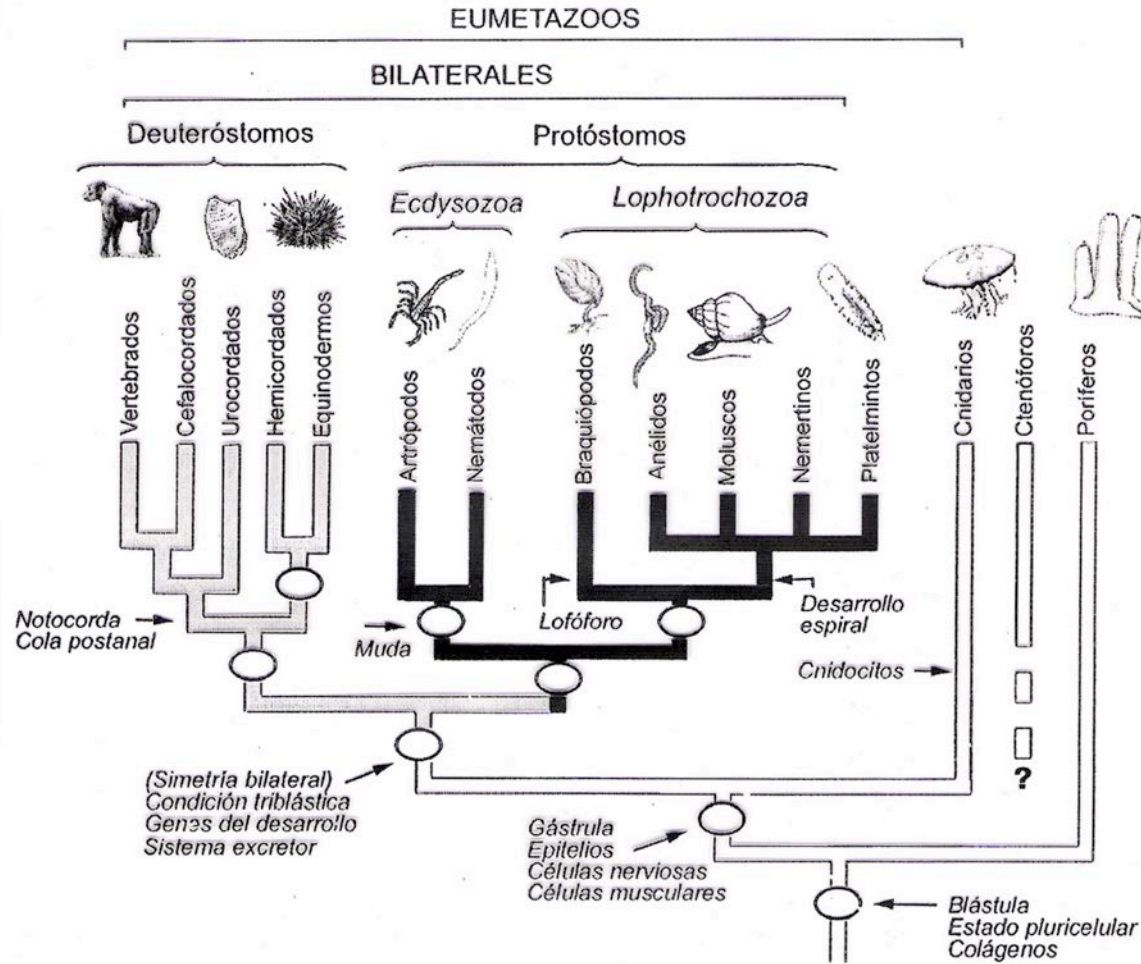
Tres tipos de estructuras de las esponjas. El grado de complejidad que se desarrolla desde un simple asconoide hasta un leuconoide complicado se manifiesta principalmente en el esqueleto y en la red de canales, y va acompañado del plegamiento y ramificación de la capa de células con collar. Se considera al tipo leuconoide como el principal plan estructural de las esponjas, ya que les permite un tamaño mayor y una circulación más eficaz del agua.



**Figura 12-4**

Algunas formas y modos de crecimiento de las esponjas.

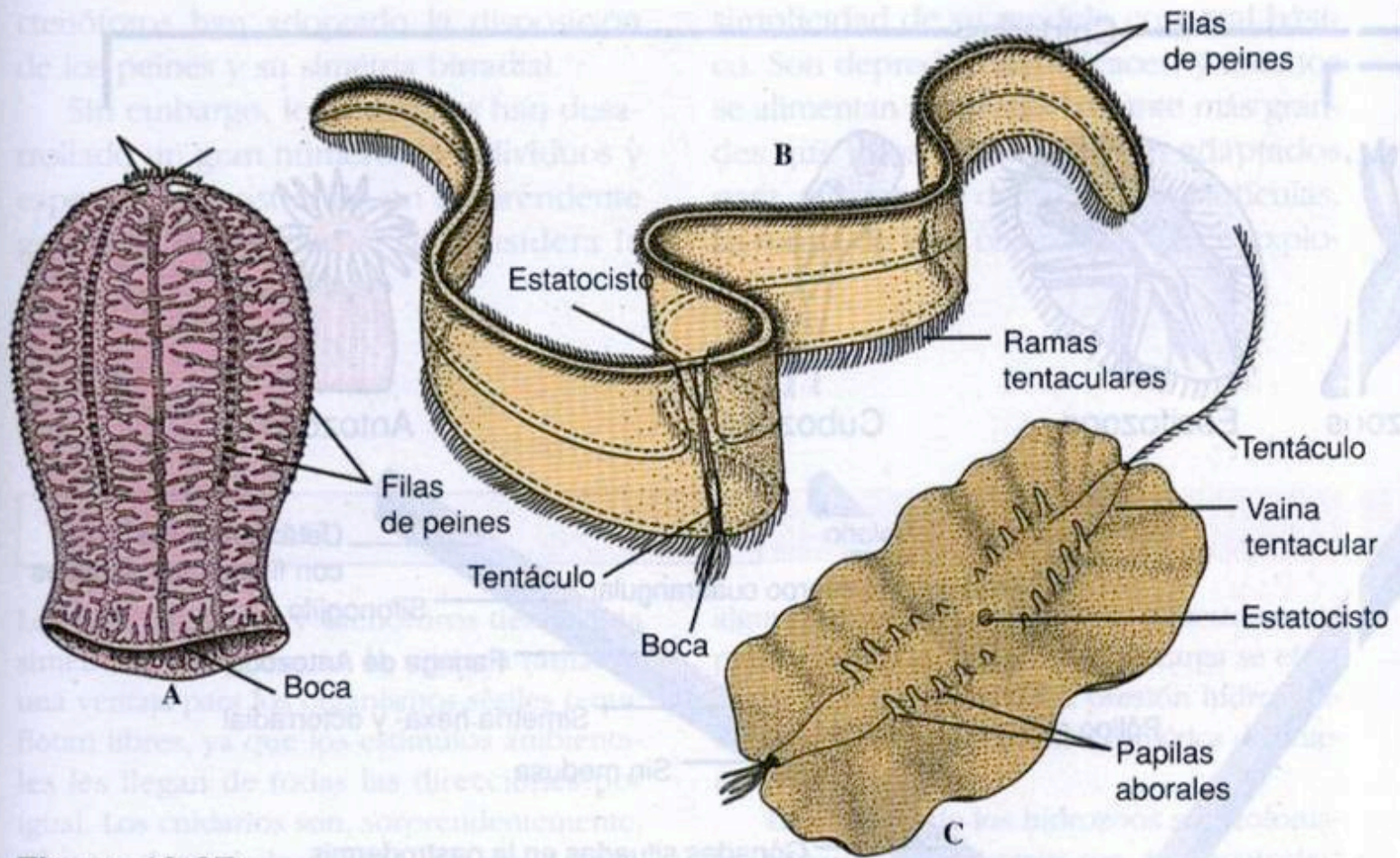
**Filogenia de los animales**



Una hipótesis actual para la filogenia de Animales, indicando algunas de las sinapomorfías en los principales nodos. Los clados justificados por datos moleculares (principalmente, por secuencias del ARN ribosómico 18S) están indicados por el símbolo ○.

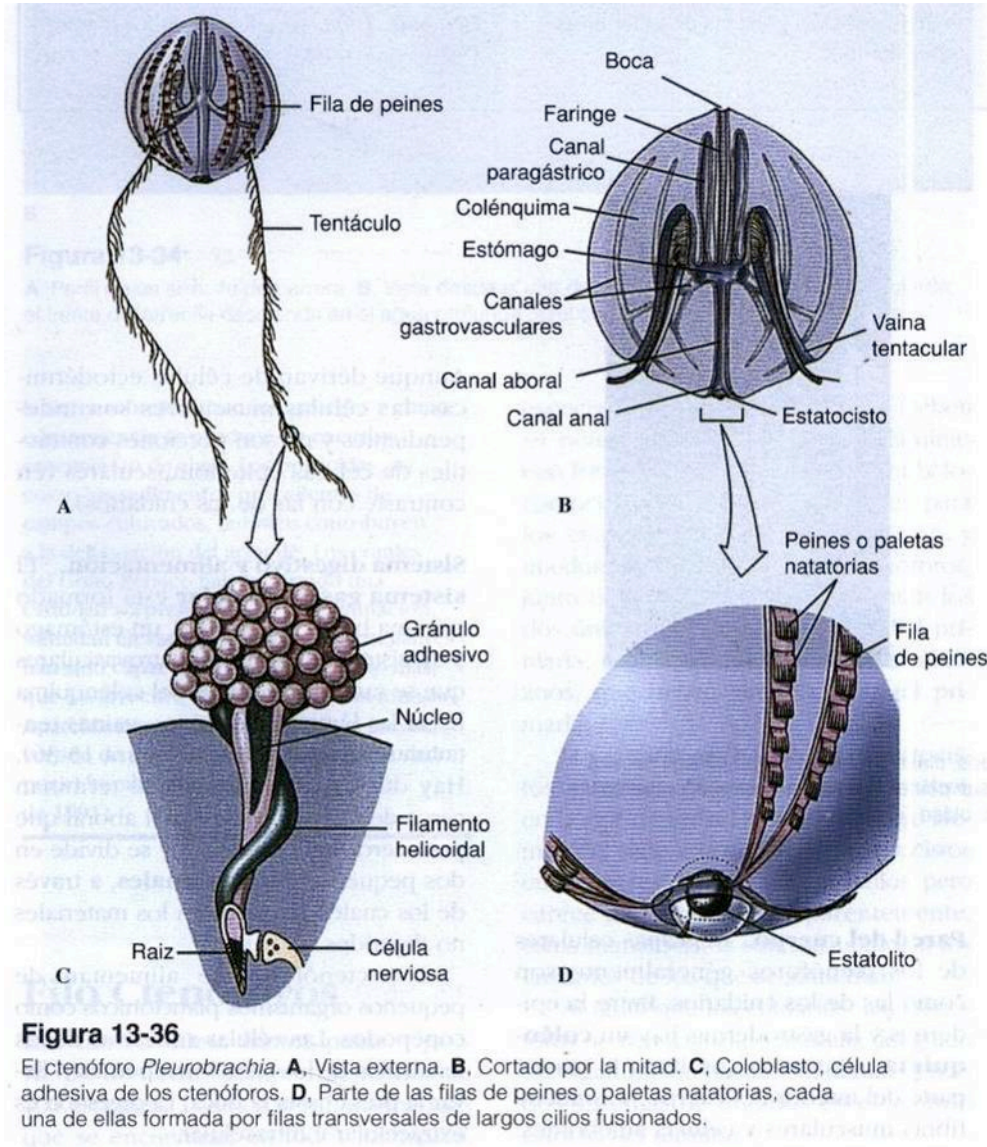
**RADIATA**

# Phylum Ctenophora



**Figura 13-37**

Diversidad en el filo Ctenóforos. **A**, *Beroe* sp. (orden Beroideos, clase Desnudos). **B**, *Cestum* sp. (orden Céstidos, clase Tentaculados). **C**, *Coeloplana* sp. (orden Platicténidos, clase Tentaculados).



# Phylum Cnidaria

Medusas reducidas  
(gonóforos)



**Figura 13-5**

En algunos hidroideos, como *Tubularia crocea*, las medusas están reducidas a tejido gonadal y no se desprenden. A estas medusas reducidas se las conoce como gonóforos.

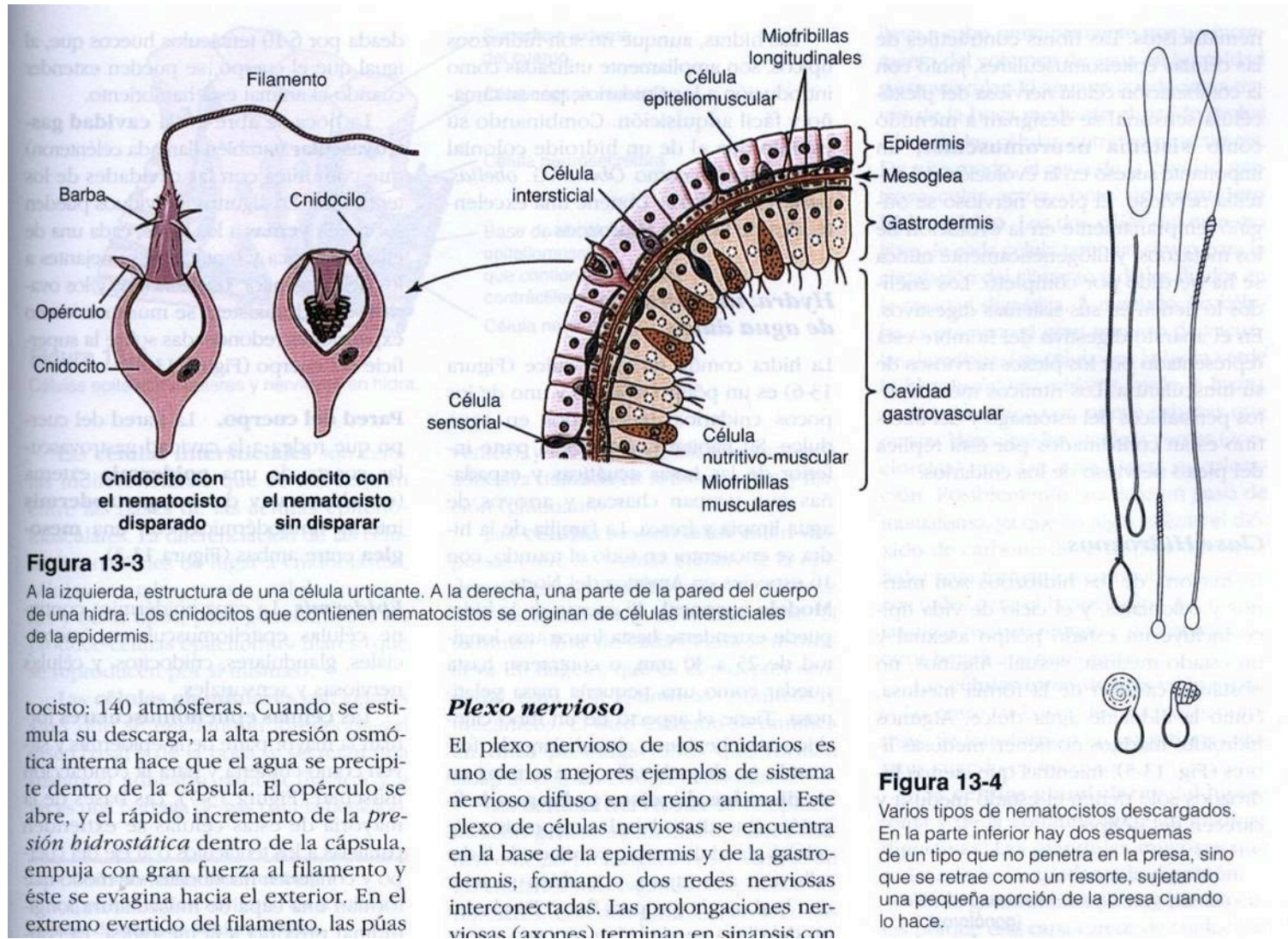
adherirse al sustrato, y también secretar una burbuja de gas para flotar. En el centro del disco puede haber un poro excretor. La boca, localizada en una elevación cónica denominada **hipostoma**, está ro-

po y contienen miofibrillas, de modo que forman una capa de musculatura longitudinal próxima a la mesoglea. La contracción de estas fibras acorta el cuerpo o los tentáculos.



**Figura 13-6**

Hidra con una yema en desarrollo y un ovario.



**Figura 13-3**

A la izquierda, estructura de una célula urticante. A la derecha, una parte de la pared del cuerpo de una hidra. Los cnidocitos que contienen nematocistos se originan de células intersticiales de la epidermis.

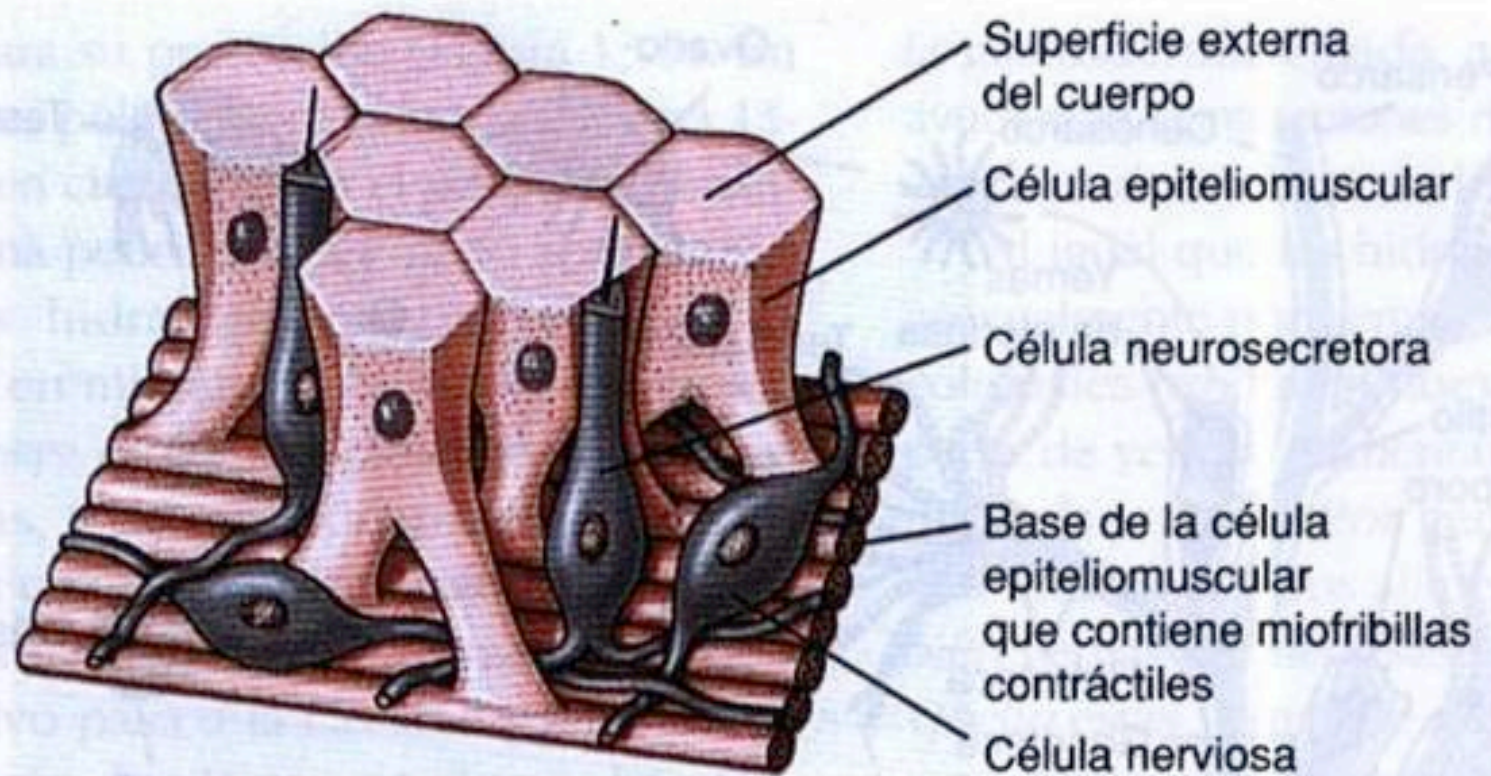
to: 140 atmósferas. Cuando se estimula su descarga, la alta presión osmótica interna hace que el agua se precipite dentro de la cápsula. El opérculo se abre, y el rápido incremento de la *presión hidrostática* dentro de la cápsula, empuja con gran fuerza al filamento y éste se evagina hacia el exterior. En el extremo evertido del filamento, las púas

**Plexo nervioso**

El plexo nervioso de los cnidarios es uno de los mejores ejemplos de sistema nervioso difuso en el reino animal. Este plexo de células nerviosas se encuentra en la base de la epidermis y de la gastrodermis, formando dos redes nerviosas interconectadas. Las prolongaciones nerviosas (axones) terminan en sinapsis con

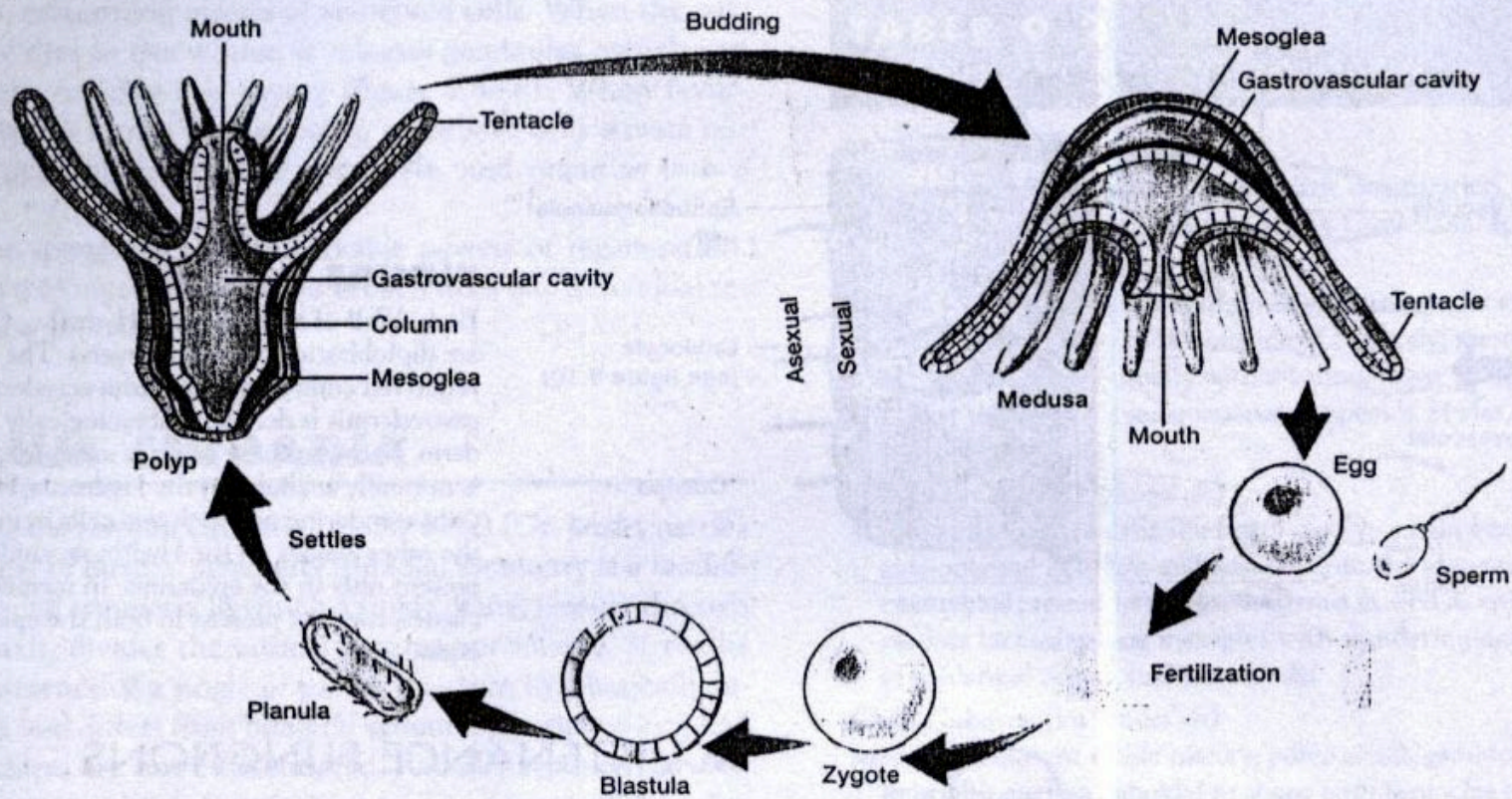
**Figura 13-4**

Varios tipos de nematocistos descargados. En la parte inferior hay dos esquemas de un tipo que no penetra en la presa, sino que se retrae como un resorte, sujetando una pequeña porción de la presa cuando lo hace.



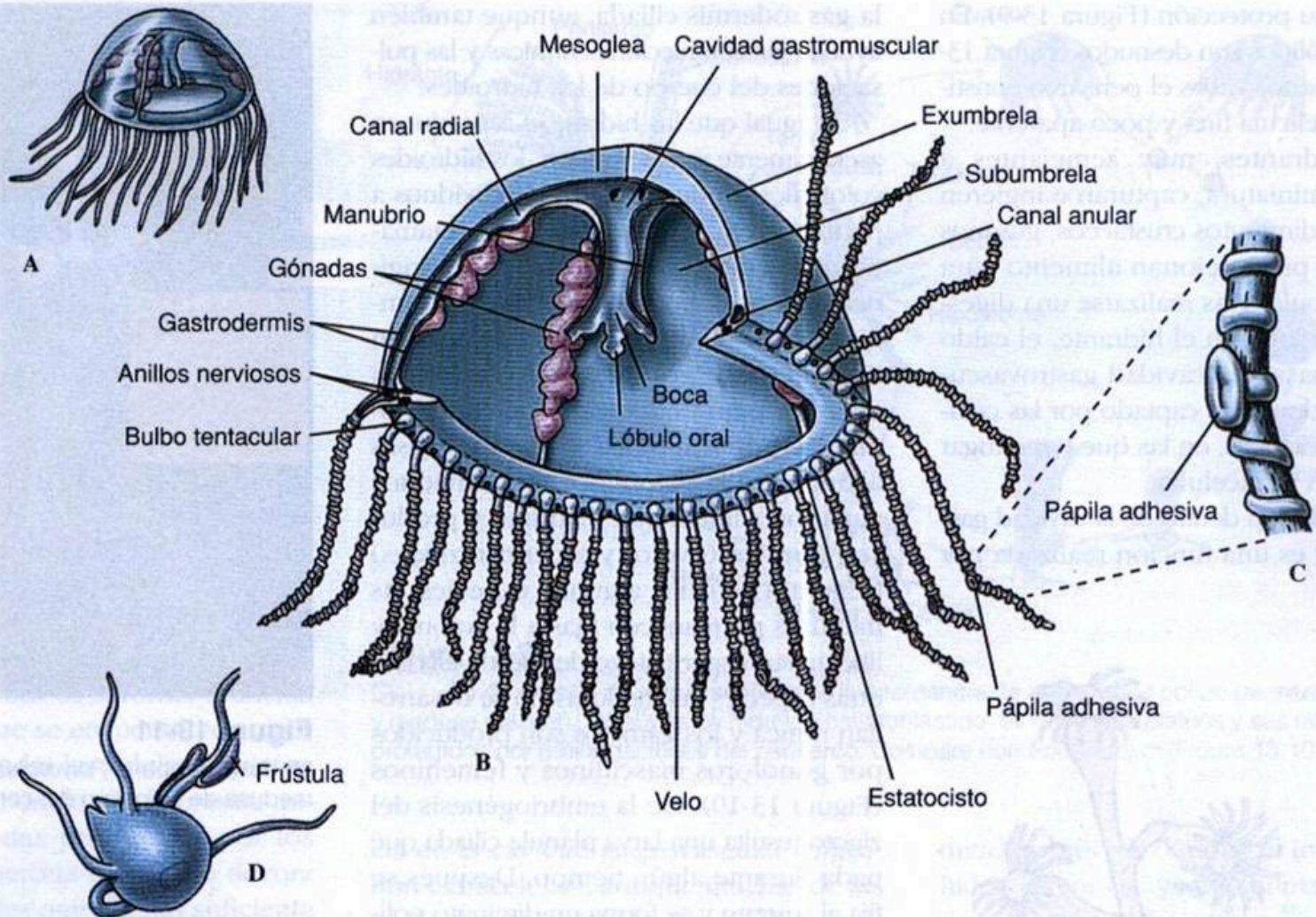
**Figura 13-7**

Células epitelio-musculares y nerviosas en hidra.



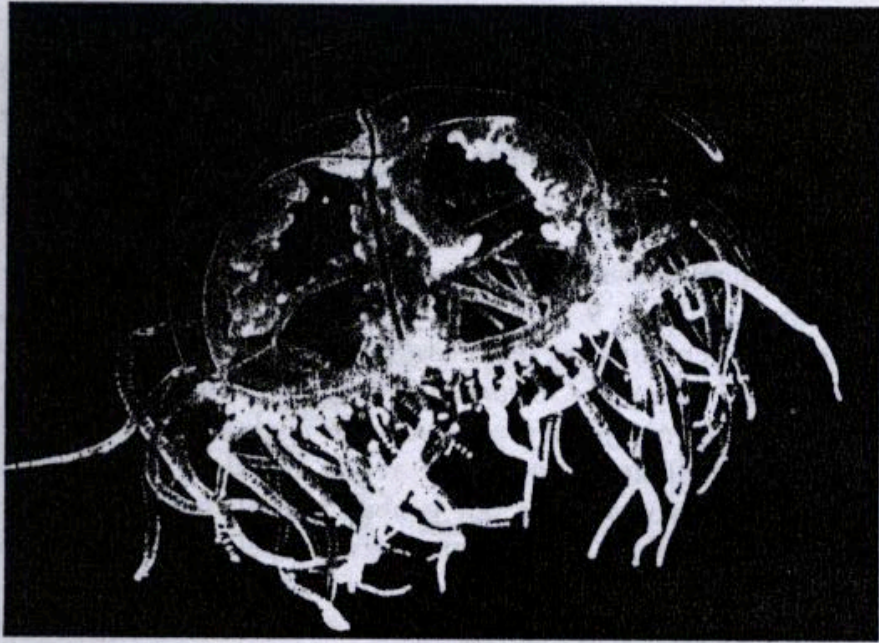
**FIGURE 9.11**

**Generalized Cnidarian Life Cycle.** This figure shows alternation between medusa and polyp body forms. Dioecious medusae produce gametes that may be shed into the water for fertilization. Early in development, a ciliated planula larva forms. After a brief free-swimming existence, the planula settles to the substrate and forms a polyp. Budding of the polyp produces additional polyps and medusa buds. Medusae break free of the polyp and swim away. The polyp or medusa stage of many species is either lost or reduced, and the sexual and asexual stages have been incorporated into one body form.



**Figura 13-12**

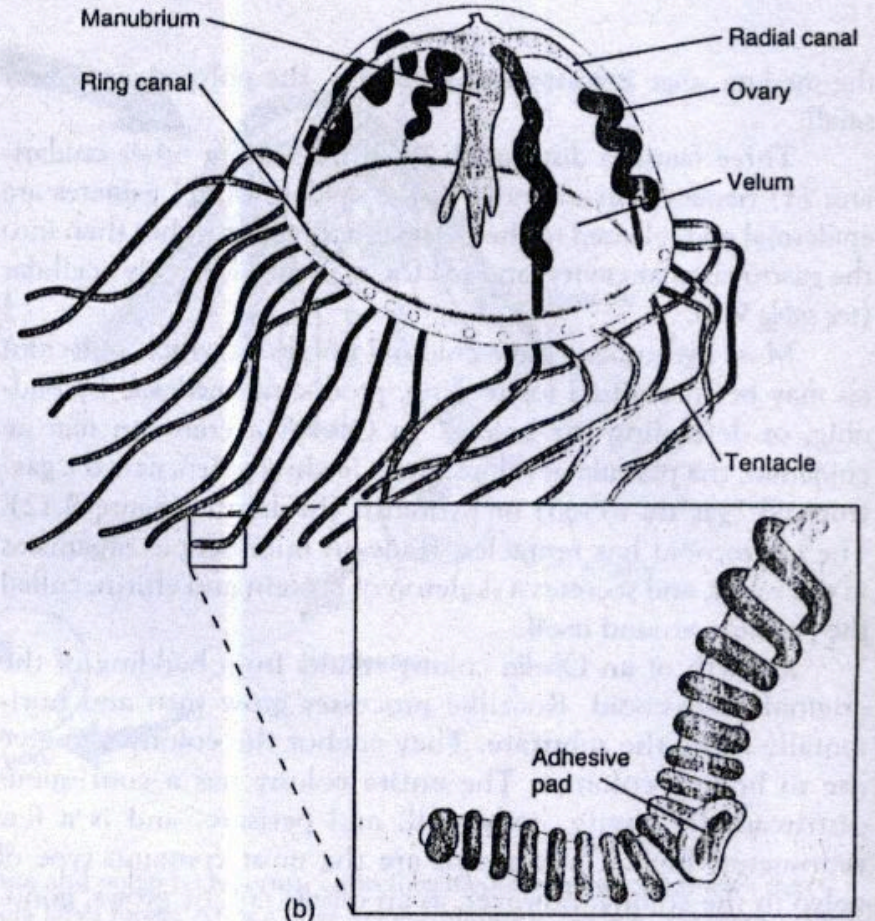
Estructura de *Gonionemus*. **A**, Medusa con la disposición tetrámera típica. **B**, Vista de una sección que muestra la morfología. **C**, Parte de un tentáculo con sus almohadillas adhesivas y filas de nematocistos. **D**, Pólipo diminuto, o estado hidroide, que se desarrolla de la larva plánula. Puede producir más pólipos por gemación (frústulas), o producir yemas de medusa.



(a)

**FIGURE 9.13**

A Hydrozoan Medusa. (a) A *Gonionemus* medusa. (b) Structure of *Gonionemus*.



(b)

sensory structures called statocysts. A statocyst consists of a small sac surrounding a calcium carbonate concretion called a statolith.

yando sus tentáculos sobre el sustrato. Incluso puede plegarse sobre sí misma y, formando una burbuja de gas en su disco basal, flotar hacia la superficie.

**Alimentación y digestión.** Las hidras se alimentan de pequeños crustáceos, anélidos y larvas de insectos, y esperan a sus presas con los tentáculos extendidos (Figura 13-8). Las presas que rozan sus tentáculos pueden encontrarse arponeadas por baterías de nematocistos que las paralizan, aunque sean mayores que la hidra. Los tentáculos se mueven hacia la boca, que se ensancha lentamente. La boca, bien lubricada con las secreciones mucosas, se desliza sobre la presa, la rodea y la engulle por completo.

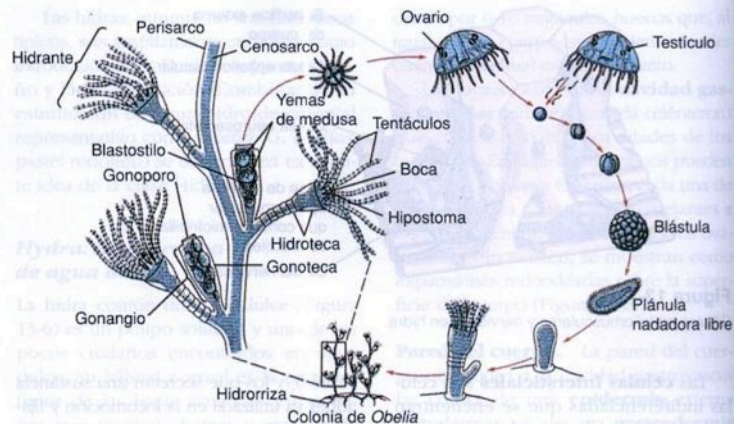
El activador que realmente causa la apertura de la boca es la forma reducida del glutatión, que se encuentra, en alguna medida, en todas las células vivientes. El glutatión es liberado por la presa a través de las heridas producidas por los nematocistos, pero la hidra sólo devora aquellos animales que liberan suficiente sustancia como para activar su respuesta alimentaria. Este mecanismo explica cómo la hidra distingue entre *Daphnia*, que le gusta, y algunas otras formas que rechaza. Si ponemos glutatión en agua que contenga hidras, cada una de ellas realizará los movimientos de alimentación aunque no haya presas.

Dentro de la cavidad gastrovascular, las células glandulares descargan enzimas sobre el alimento. La digestión se ini-



**Figura 13-8**

Una hidra captura una pulga de agua desprevenida con los nematocistos de sus tentáculos. Esta hidra ya tiene en su interior otra pulga de agua ingerida previamente.



**Figura 13-9**

Ciclo vital de *Obelia*, en el que se muestra la alternancia de los estados pólipa (asexual) y medusa (sexual). *Obelia* es un hidroide caliptoblástico, es decir, sus pólipos y sus tallos están protegidos por prolongaciones del perisarco. Compare con *Eudendrium* (Figura 13-10).

cia en la cavidad gastrovascular (digestión extracelular), aunque muchas de las partículas de alimento son dirigidas por los pseudópodos hacia el interior de las células nutritivo-musculares de la gastrodermis, donde tiene lugar la digestión intracelular. Las células ameboides pueden llevar partículas no digeridas hacia la cavidad gastrovascular, donde finalmente son expulsadas junto con otros materiales no digeribles.

**Reproducción.** Las hidras se reproducen sexual y asexualmente. En la reproducción asexual, las yemas aparecen como evaginaciones de la pared del cuerpo y desarrollan hidras jóvenes que finalmente se desprenden del progenitor. La mayor parte de las especies son dioicas. Las gónadas temporales (Figura 13-6) generalmente aparecen en el otoño, estimuladas por las temperaturas más bajas y, quizá también, por la reducida aireación de las aguas estancadas. Por lo general, los huevos maduran en el ovario de uno en uno y son fecundados por los espermatozoides vertidos en el agua.

Los cigotos sufren una segmentación holoblástica que forma una blástula hueca. La parte interna de la blástula se delamina para formar el endodermo (gastrodermis), y la mesoglea se deposita entre el ectodermo y el endodermo. Antes de separarse del progenitor, se forma un quiste alrededor del embrión que le per-

mitirá sobrevivir durante el invierno. Las hidras jóvenes surgen en primavera, cuando el tiempo es favorable.

### Colonias de hidroides

Los hidroides que tienen un estado medusa en su ciclo vital son mucho más representativos de la clase Hidrozoos que las hidras. Para explicar el tipo hidroide (Figura 13-9) a los estudiantes, se suele utilizar *Obelia* en las prácticas de laboratorio.

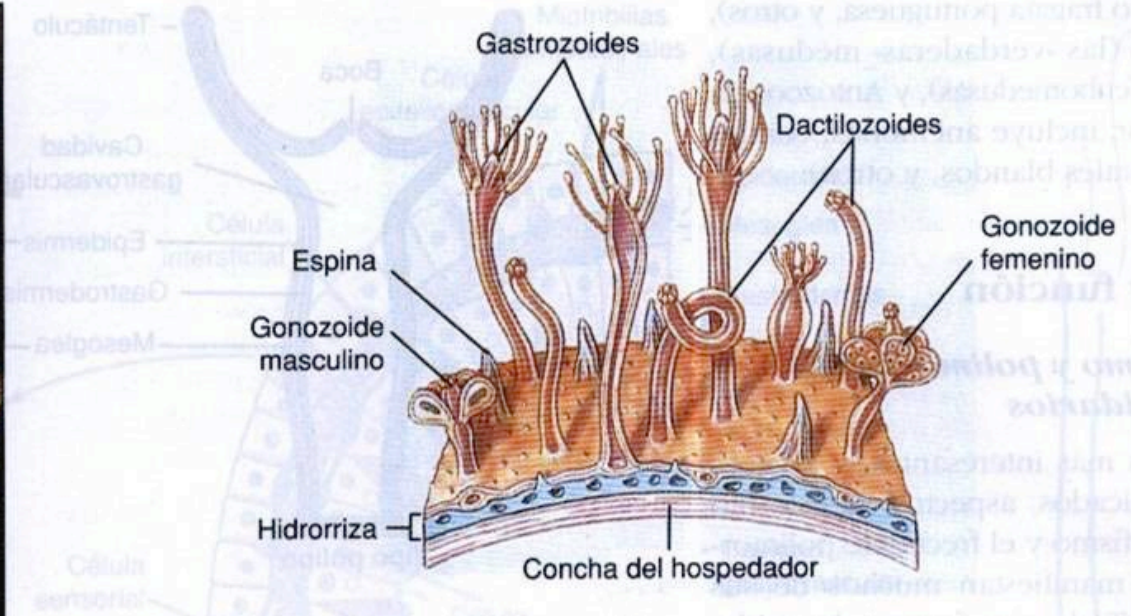
Un hidroide típico tiene una base, un tallo, y uno o más zooides terminales. La base por la que la colonia se fija al sustrato es un estolón con forma de raíz, o **hidrorriza**, de la cual parten uno o más tallos denominados **hidrocaules**. La parte celular viva del hidrocaule es un **cenosarco** tubular, formado por las tres capas típicas de los cnidarios, que rodean al celénteron (cavidad gastrovascular). La cubierta protectora del hidrocaule es una funda quitinosa inerte o **perisarco**. Los pólipos individuales, o zooides, están unidos al hidrocaule, y muchos de ellos son pólipos alimentadores denominados **hidrantes** o **gastrozoides**. Éstos pueden ser tubulares, con forma de botella o de vaso, pero todos tienen una boca terminal y un círculo de tentáculos. En algunas formas, como *Obelia*, el perisarco se continúa a modo de copa protectora alrededor del pólipo, dentro de la cual puede retra-



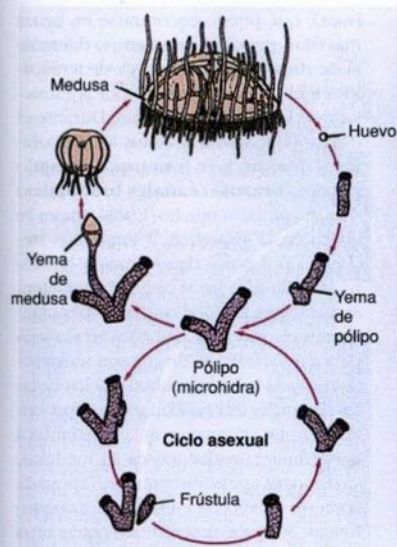
A

### Figura 13-1

A, Un cangrejo ermitaño con sus cnidarios comensales. La concha está cubierta por pólipos del hidrozoo *Hydractinia milleri*. El cangrejo consigue cierta protección frente a los depredadores, y los cnidarios un desplazamiento gratuito y porciones de alimento de la comida de su hospedador. B, Parte de la colonia de una *Hydractinia*, con los tres tipos de zooides y el estolón (hidrorriza) a partir del cual crece.



B



**Figura 13-13**

Ciclo vital de *Craspedacusta*, un hidrozoo de agua dulce. El pólipo tiene tres métodos de reproducción asexual: por gemación de nuevos individuos, que pueden permanecer adheridos al progenitor (formación de una colonia); por constricción de una larva tipo plánula no ciliada (frústula) que puede moverse libremente y generar nuevos pólipos; y por la producción de yemas de medusa que desarrollan medusas sexuales.



**Figura 13-14**

Una colonia de carabela portuguesa, *Physalia physalis* (orden Sifonóforos, clase Hidrozoo), encallada en aguas someras. Las colonias van a menudo a la deriva hacia las playas de los océanos meridionales, donde son un riesgo para los bañistas. Cada colonia formada por individuos pólipo y medusa, está integrada para actuar como un único individuo. Una sola colonia puede tener como mucho unos 1 000 zooides. Los nematocistos segregan una potente neurotoxina.



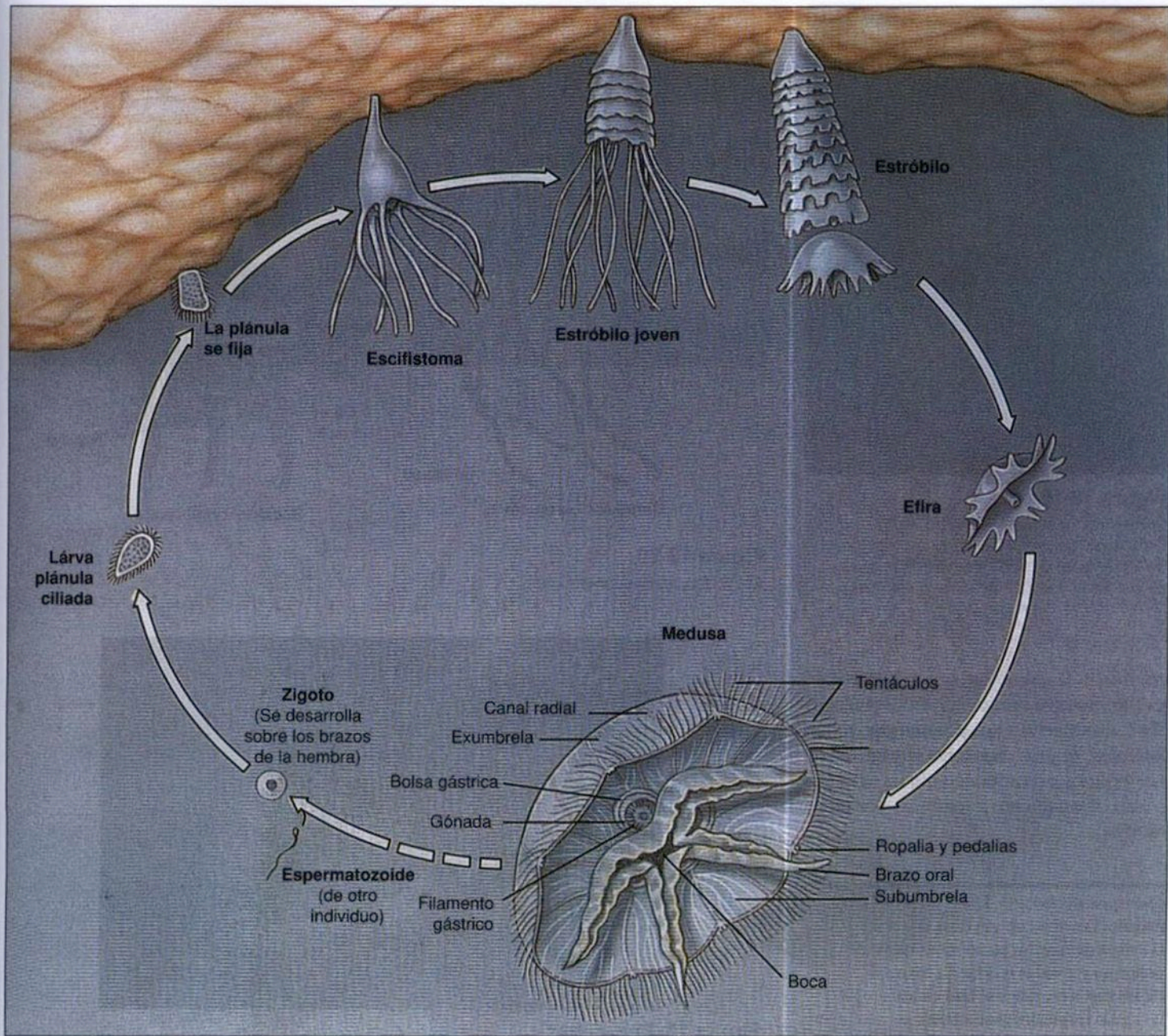
A



B

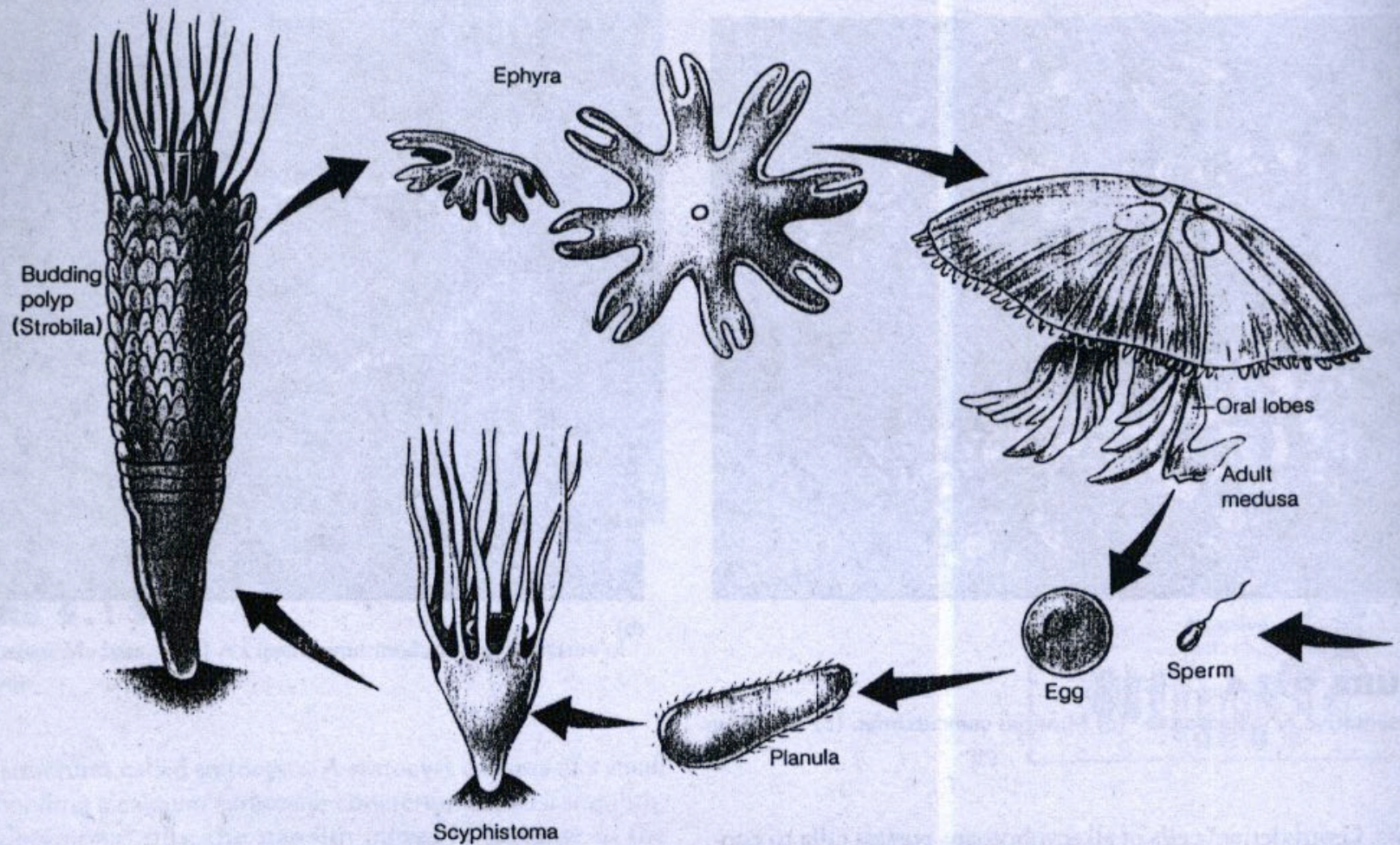
**Figura 13-15**

Estos hidrozooos forman esqueletos calcáreos que se parecen al de los auténticos corales. **A**, *Stylaster roseus* (orden Stylasterina) se encuentra generalmente en cuevas y grietas en los arrecifes de coral. Estas frágiles colonias se ramifican sólo en un plano y pueden ser de color blanco, rosa, púrpura, o rojo con los extremos blancos. **B**, Las especies de *Millepora* (orden Milleporina) forman colonias ramificadas o aplanadas, y a menudo crecen sobre los esqueletos córneos de las gorgonias (p. 273), como se ve aquí. Están generosamente dotadas de nematocistos que producen una sensación de quemadura en la piel humana, lo que justifica su nombre común coral de fuego.



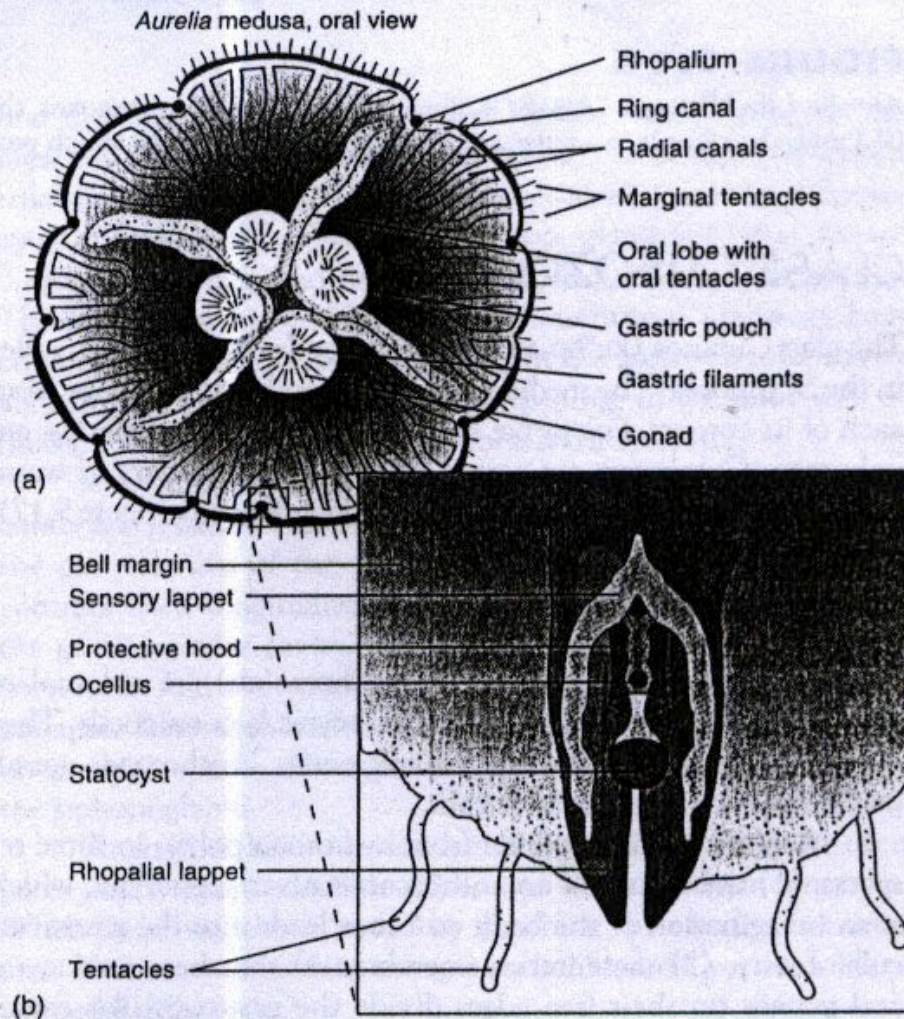
**Figura 13-18**

Ciclo vital de *Aurelia*, una medusa marina de los escifozoos.



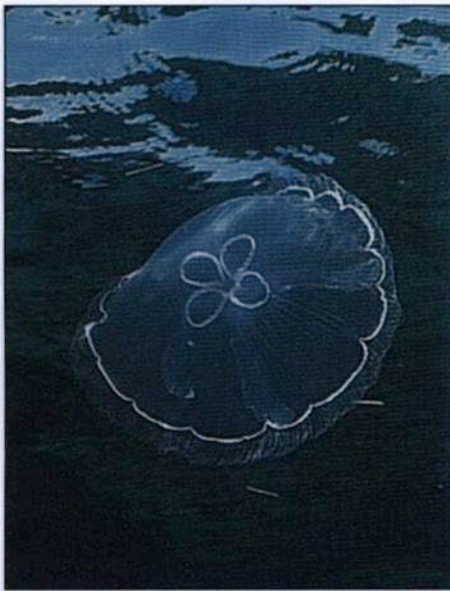
**FIGURE 9.16**

*Aurelia* Life History. *Aurelia* is dioecious, and like all scyphozoans, the medusa (10 cm) predominates in the organism's life history. The planula (0.3 mm) develops into a polyp called a scyphistoma (4 mm), which produces young medusae, or ephyrae, by budding.



**FIGURE 9.15**

Structure of a Scyphozoan Medusa. (a) Internal structure of *Aurelia*. (b) A section through a rhopalium of *Aurelia*. Each rhopalium consists of two sensory (olfactory) lappets, a statocyst, and a photoreceptor called an ocellus. (b) Source: After L. H. Hyman, *Biology of the Invertebrates*, copyright 1940 McGraw-Hill Publishing Co.



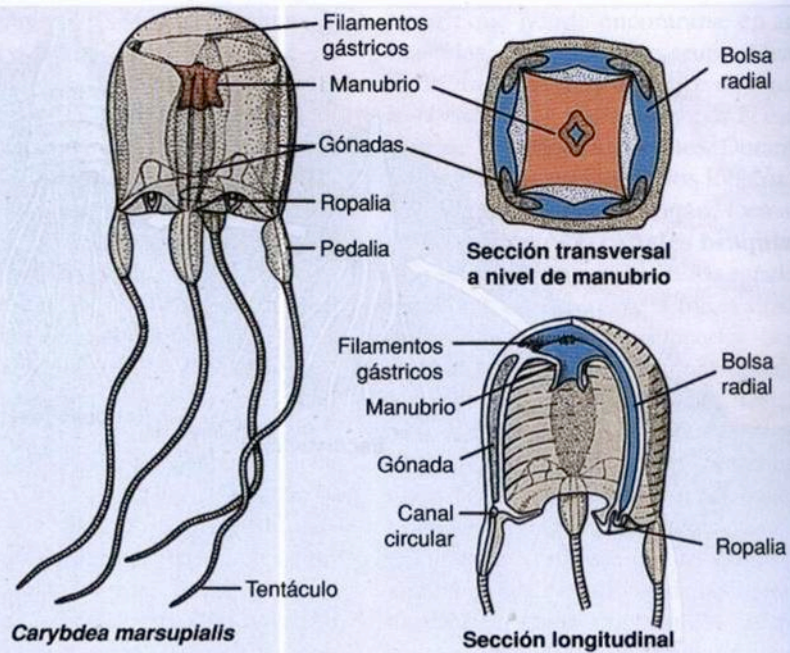
**Figura 13-19**

La medusa luna *Aurelia aurita* (clase Escifozoos) tiene una distribución cosmopolita. Se alimenta de organismos planctónicos atrapados en el moco de su umbrela.

*tri*, tres, + *G. pedalion*, timón). El pólipo es diminuto (1 mm de altura), solitario y sésil. Produce nuevos pólipos por yemas laterales, que se desprenden y se alejan. Los pólipos no producen efiras, sino que pasan directamente a medusas por metamorfosis.

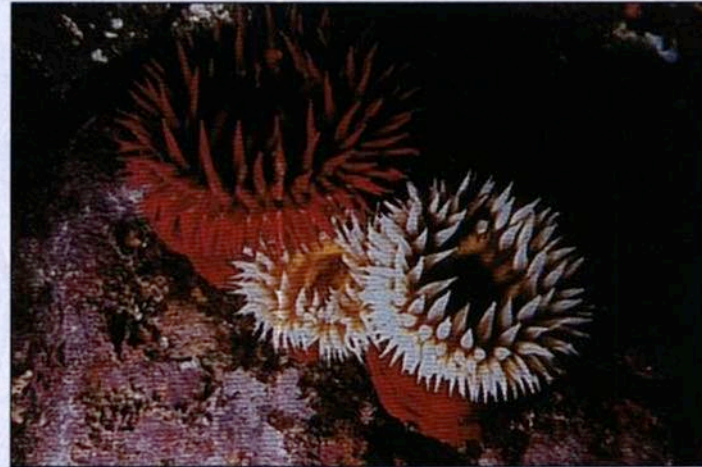
*Chironex fleckeri* (*G. cheir*, mano, + *nexis*, nadador) es una cubomedusa conocida como la avispa de mar. Su picadura es bastante peligrosa y a veces mortal. La mayoría de los casos mortales se han citado en las aguas tropicales australianas, generalmente producidos por picaduras masivas.

Los testigos han descrito a las víctimas cubiertas por «metros y metros de cordones húmedos y pegajosos». Las picaduras son muy dolorosas, y la muerte, si ocurre, sobreviene



**Figura 13-20**

*Carybdea*, una cubomedusa.

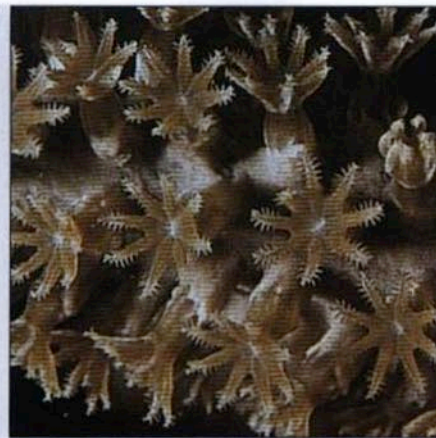


**Figura 13-21**

Las anémonas de mar son los familiares y coloreados «animales flor» de las charcas, rocas y pilotes de la zona intermareal. No obstante, la mayoría son submareales y su bello aspecto no queda a la vista del hombre. Estas son las anémonas rosas, *Tealia piscivora* (subclase Zoantarios, clase Antozoos).



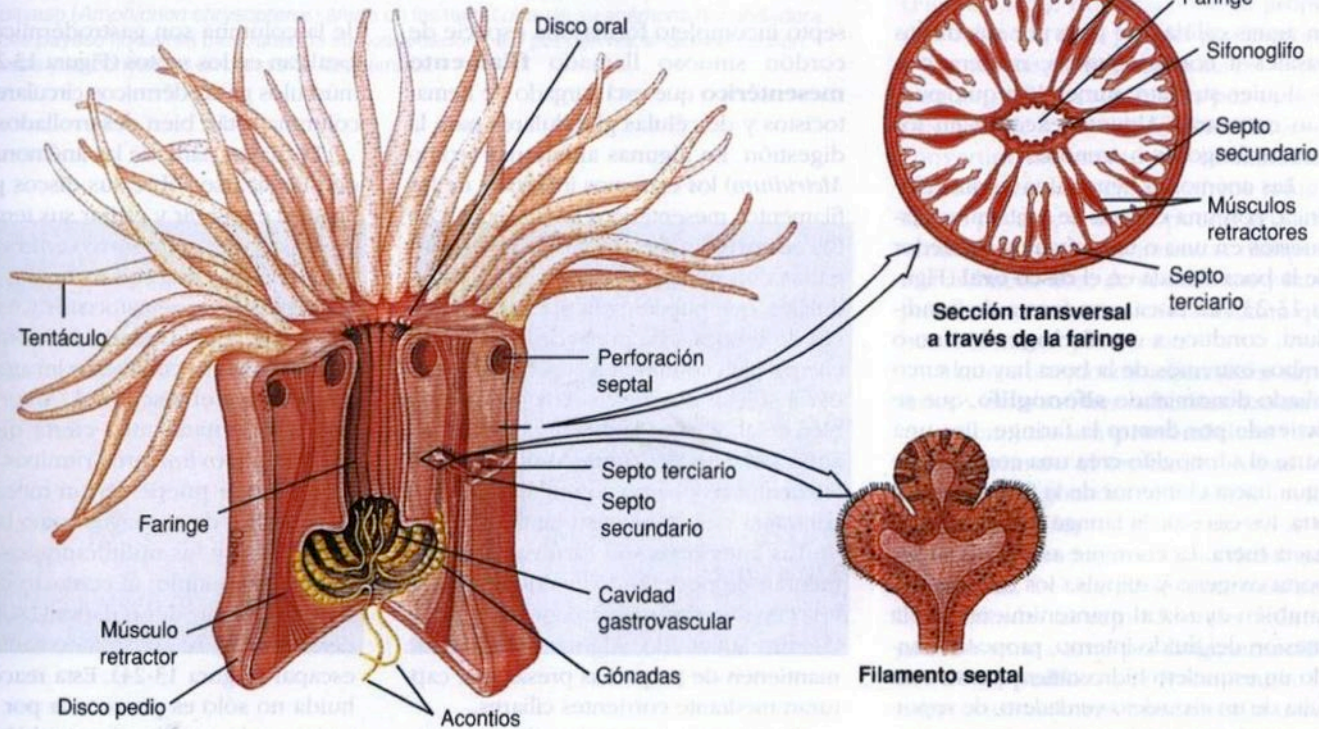
A



B

**Figura 13-22**

**A**, Pluma de mar *Ptilosarcus gurneyi* (orden Pennatuláceos, clase Antozoos). Las plumas de mar son colonias que habitan en fondos blandos. La base del cuerpo «carnoso» del pólipo primario está enterrada en el fondo. Éste da lugar a numerosas ramificaciones con pólipos secundarios; **B**, Vista parcial de una gorgonia. Son patentes los tentáculos pinnados característicos de la subclase Alcionarios.



**Figura 13-23**

Estructura de una anémona de mar. Los extremos libres de los septos y los acontios tienen nematocistos que completan la paralización de la presa iniciada por los tentáculos.



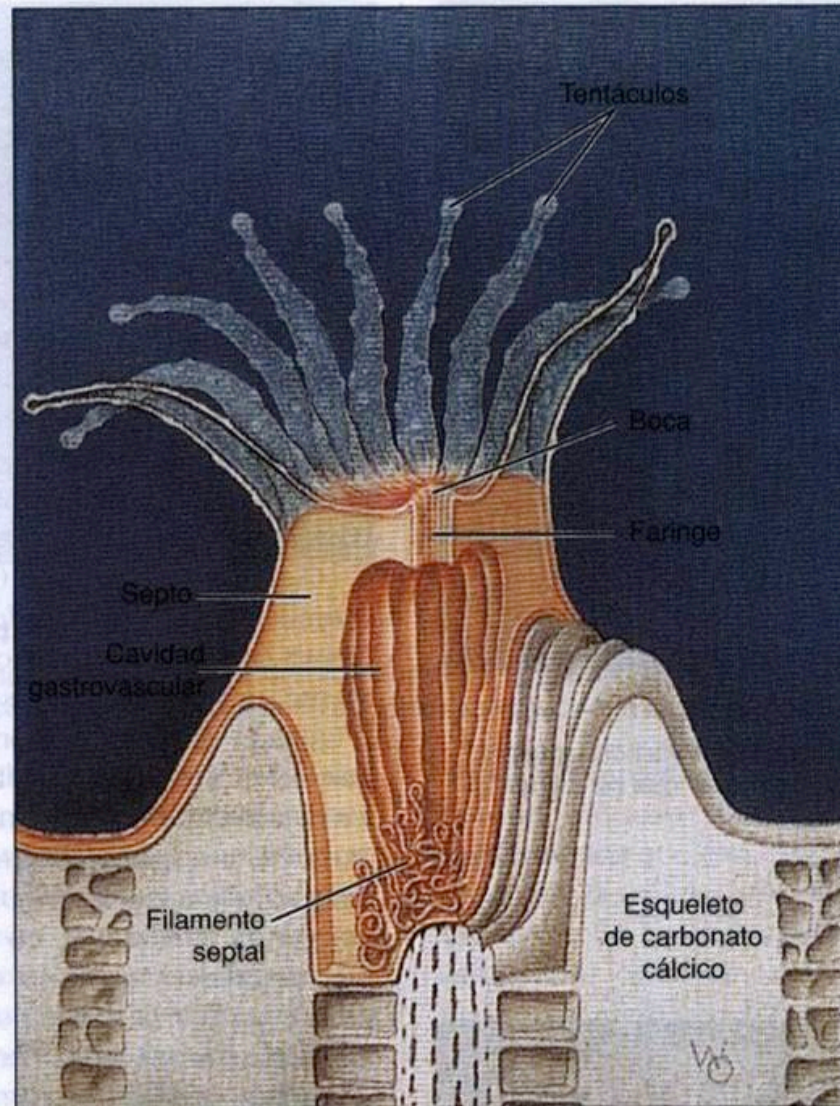
A

### Figura 13-24

Una anémona de mar que nada. Cuando es atacada por la estrella de mar depredadora *Dermasterias*, la anémona *Stomphia didemon* (subclase Zoantarios, clase Antozoos) se desprende del fondo y rueda o nada espasmódicamente hasta un lugar seguro.

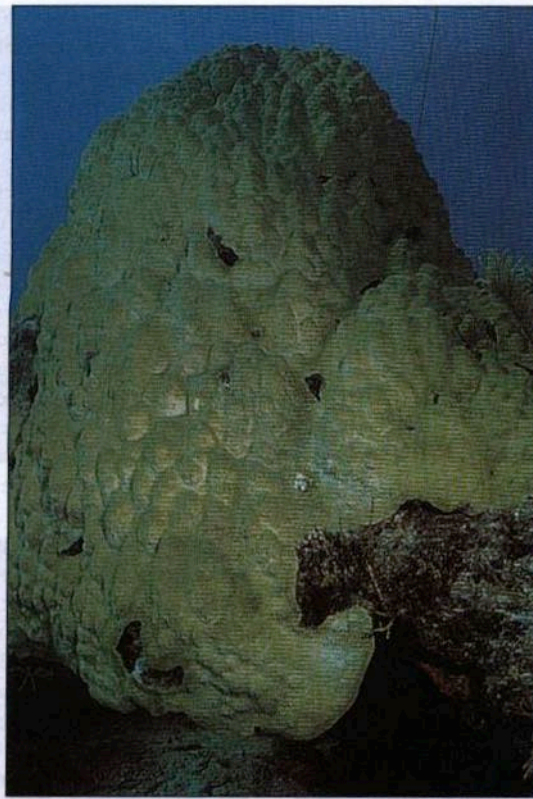


B



**Figura 13-27**

Pólipo de un coral zoantario (orden Escleractinias) en el que se muestran la copa calcárea (exoesqueleto), la cavidad gastrovascular, los escleroseptos, los septos mesentéricos y los filamentos septales.



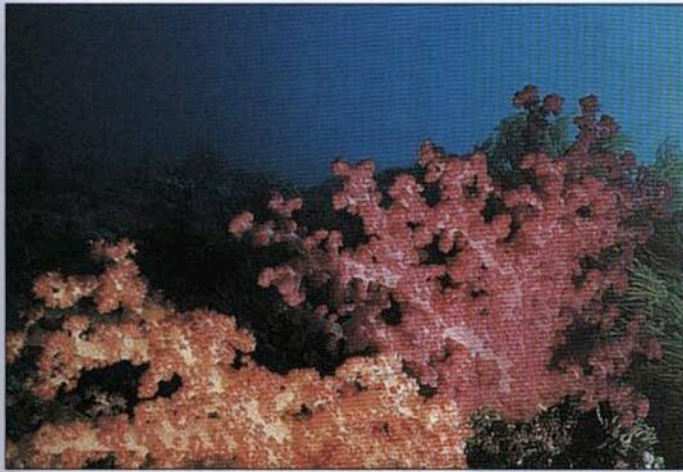
**Figura 13-28**

Coral roca, *Montastrea annularis*, (subclase Zoantarios, clase Antozoos). Las colonias pueden crecer hasta 3 m de altura.



**Figura 13-29**

Una anémona tubo (subclase Ceriantipatarios, orden Ceriantarios) extiende sus tentáculos por la noche. Su disco oral lleva tentáculos largos alrededor del borde, y cortos alrededor de la boca

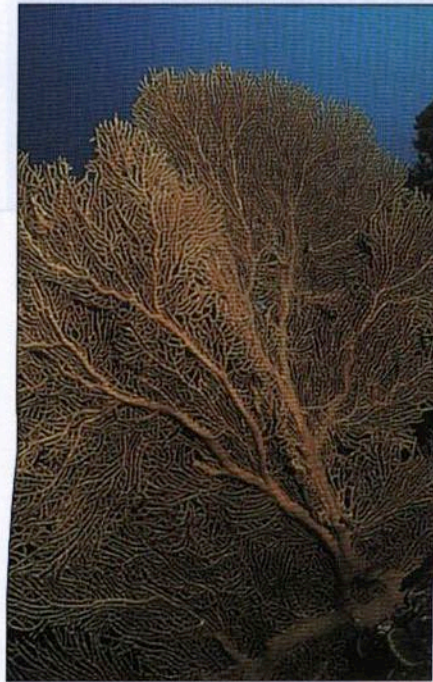


**Figura 13-32**

El coral blando *Dendronephthya* sp. (orden Alcionáceos, subclase Alcionarios, clase Antozoos) en un arrecife coralino del Pacífico. Su llamativo color varía del rosa y amarillo al rojo brillante, y contribuye en gran medida a la coloración de los arrecifes del Indo-Pacífico.



**A**



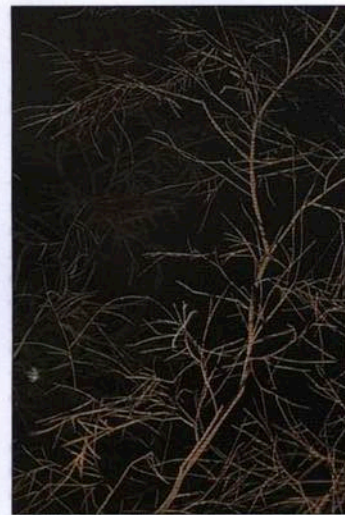
**B**



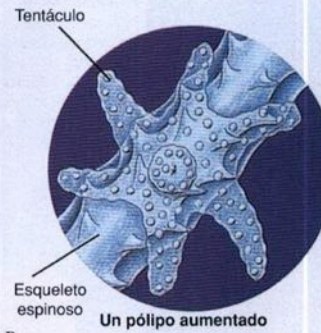
**C**

**Figura 13-33**

Las colonias de gorgonias, o corales córneos, (orden Gorgonáceos, subclase Alcionarios, clase Antozoos) son conspicuos componentes de la fauna del arrecife. Estos ejemplos son del Pacífico oeste **A**, Gorgonia roja, *Melithaea* sp. **B**, Un abanico de mar, *Subergorgia mollis*. **C**, Coral látigo rojo, *Elisella* sp.



A



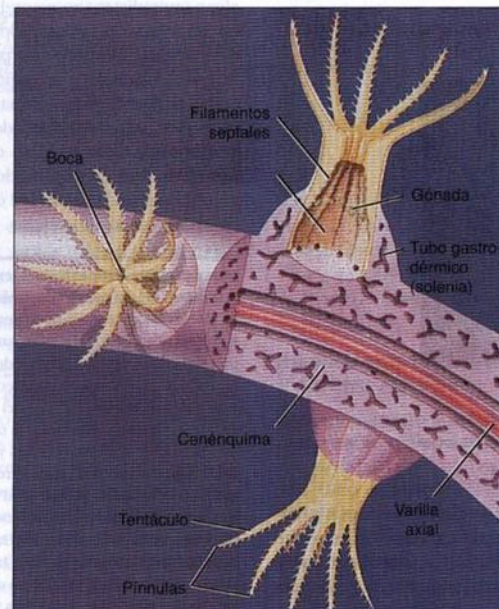
Tentáculo  
Esqueleto  
espinoso

Un pólipo aumentado

B

**Figura 13-30**

**A**, Colonia de *Antipathes*, un coral negro o espinoso (orden Antipatarios, subclase Ceriantipatarios, clase Antozoos). La mayoría abundan en aguas profundas en los trópicos; segregan un esqueleto proteico duro que puede ser utilizado en joyería. **B**. Los pólipos de los antipatarios tienen seis tentáculos simples, no retráctiles. El nombre de corales espinosos lo deben a las prolongaciones espinosas del esqueleto.



Boca  
Filamentos  
septales  
Gónada  
Tubo gastro-  
dérmico  
(solenia)  
Cenénquima  
Tentáculo  
Pinnulas  
Varilla  
axial

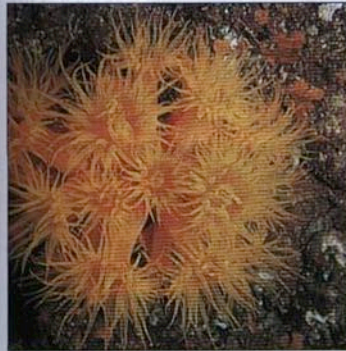
**Figura 13-31**

Pólipos de un coral alcionario (octocoral). Observe los ocho tentáculos pinnados, el cenénquima y los solenios. Tienen un endoesqueleto formado por espículas calizas y, con frecuencia, con un material córneo de naturaleza proteica que forma un eje axial.



**Figura 13-25**

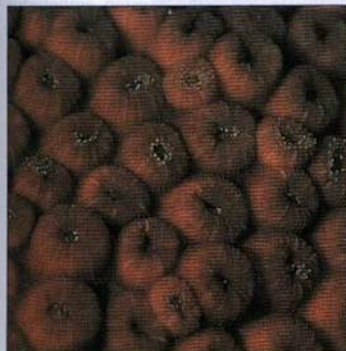
El pez payaso (*Amphiprion chrysopterus*) anida en los tentáculos de su anémona hospedadora. Los peces payaso no sufren picaduras de su hospedador, pero pueden hacer que se confíen otros peces y se conviertan en presas de la anémona.



**A**



**C**



**B**

**Figura 13-26**

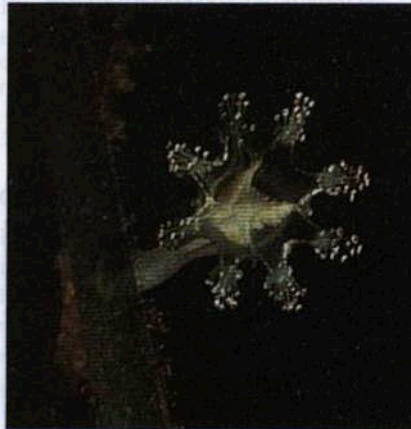
**A**, Coral copa *Tubastrea* sp. Los pólipos forman asociaciones que se parecen a grupos de anémonas. Aunque se encuentra con frecuencia en los arrecifes coralinos, *Tubastrea* no es un coral constructor de arrecife (ahermatípico) y no presenta en sus tejidos zooxantelas simbióticas. **B**, Los pólipos de *Montastrea cavernosa* se repliegan herméticamente durante el día, pero se extienden para comer durante la noche, como en **C** (subclase Zoantarios).



**Figura 13-16**

Medusa gigante, *Cyanea capillata* (orden Semeóstomos, clase Escifozoos).

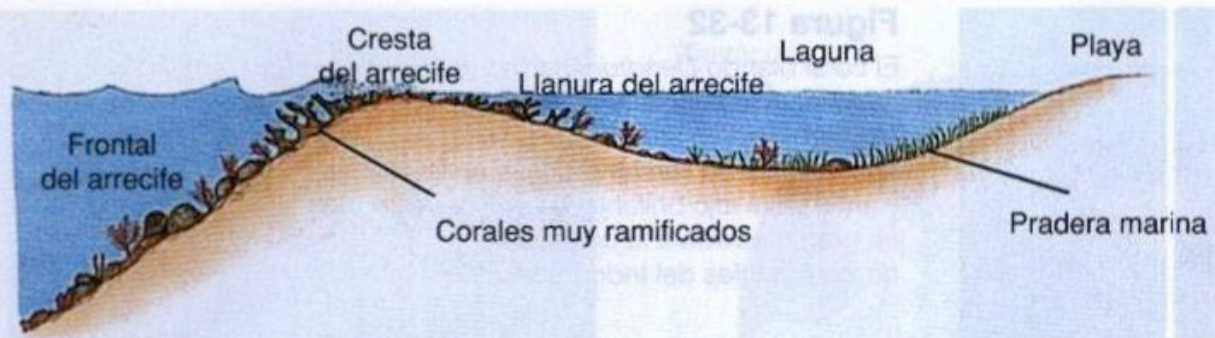
Una especie del Atlántico Norte del género *Cyanea* tiene una campana que sobrepasa los 2 m de diámetro. Los pescadores la conocen como «burbuja de mar».



**Figura 13-17**

*Thaumatoscyphus hexaradiatus* (orden Estauromedusas, clase Escifozoos).

Los miembros de este orden son escifozoos no poco comunes en los que las medusas son sésiles y se fijan a las algas o a otros objetos.



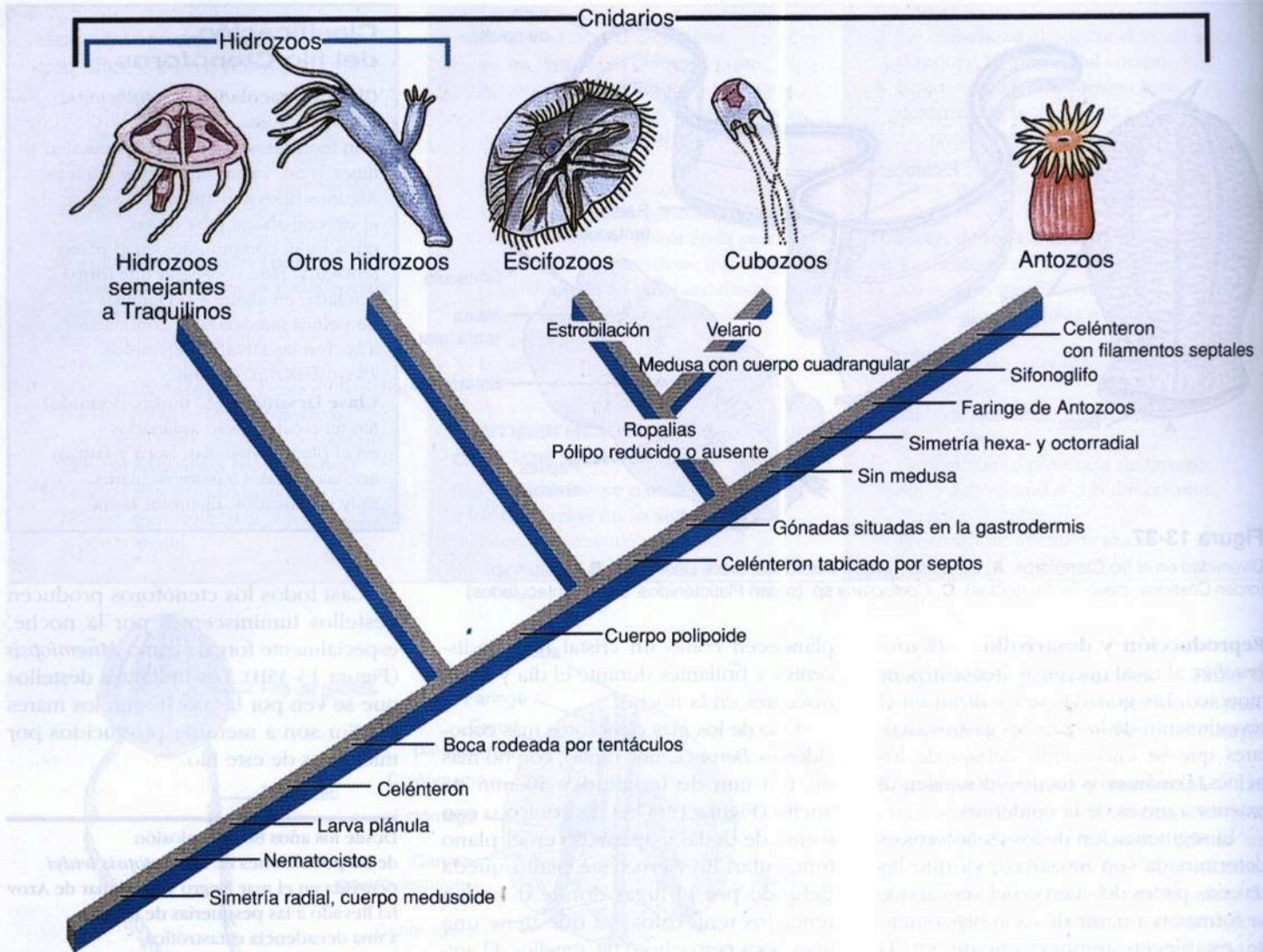
A



B

**Figura 13-34**

**A**, Perfil de un arrecife de barrera. **B**, Vista desde el aire de una porción de atolón. A la izquierda, el frente del arrecife desciende en el agua profunda (azul oscuro); a la derecha, una laguna.



**Figura 13-38**

Cladograma que muestra las relaciones hipotéticas de las clases de cnidarios y en el que se indican algunos caracteres derivados compartidos. Esta hipótesis sugiere que el orden Traquilinos de los Hidrozoos retiene el ciclo vital primitivo, separándose antes de la evolución del estado pólipo. Observe que esta disposición hace a los Hidrozoos parafiléticos; los hidrozoos tipo traquilino son un grupo hermano de todos los otros Cnidarios.



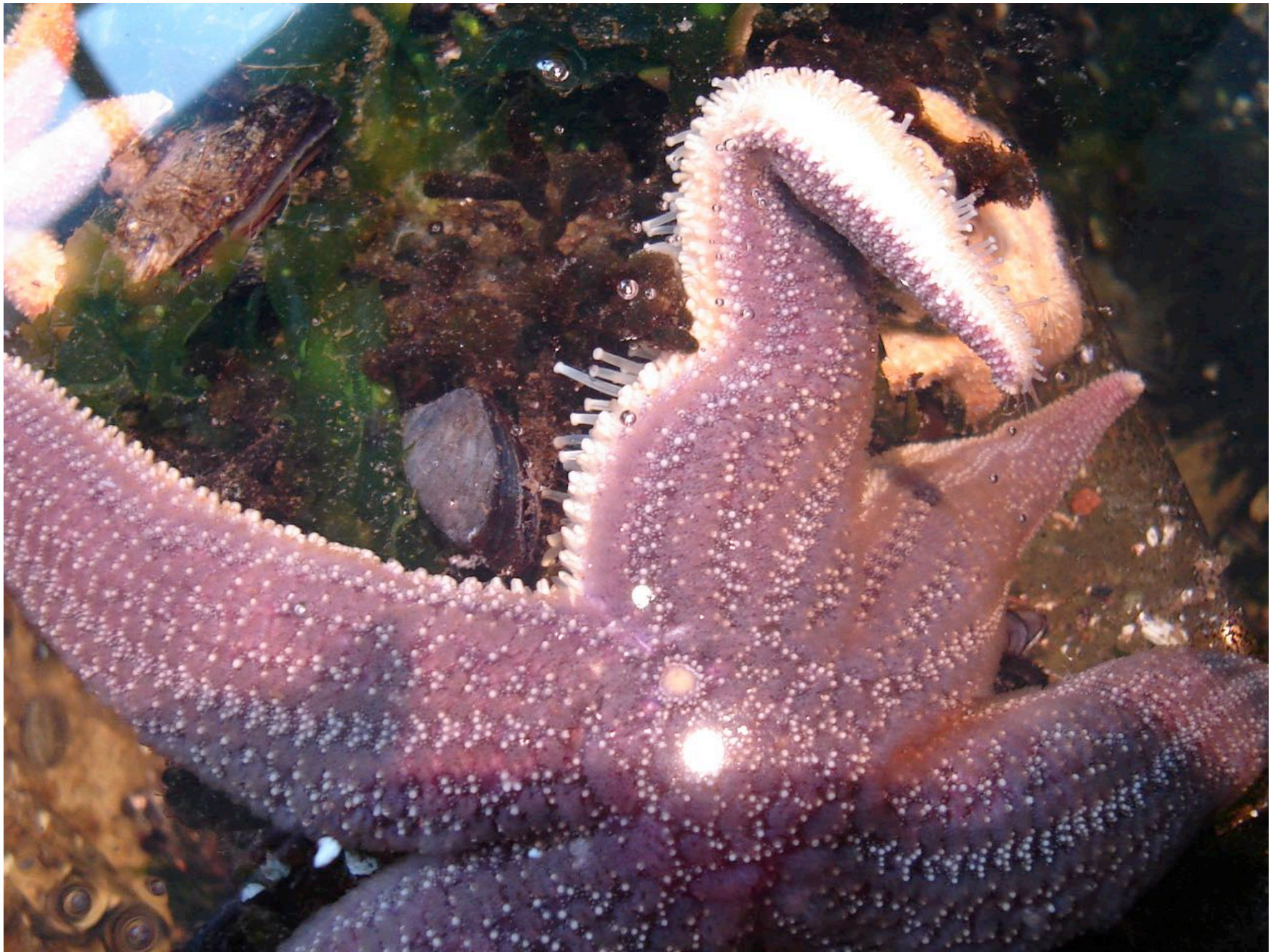






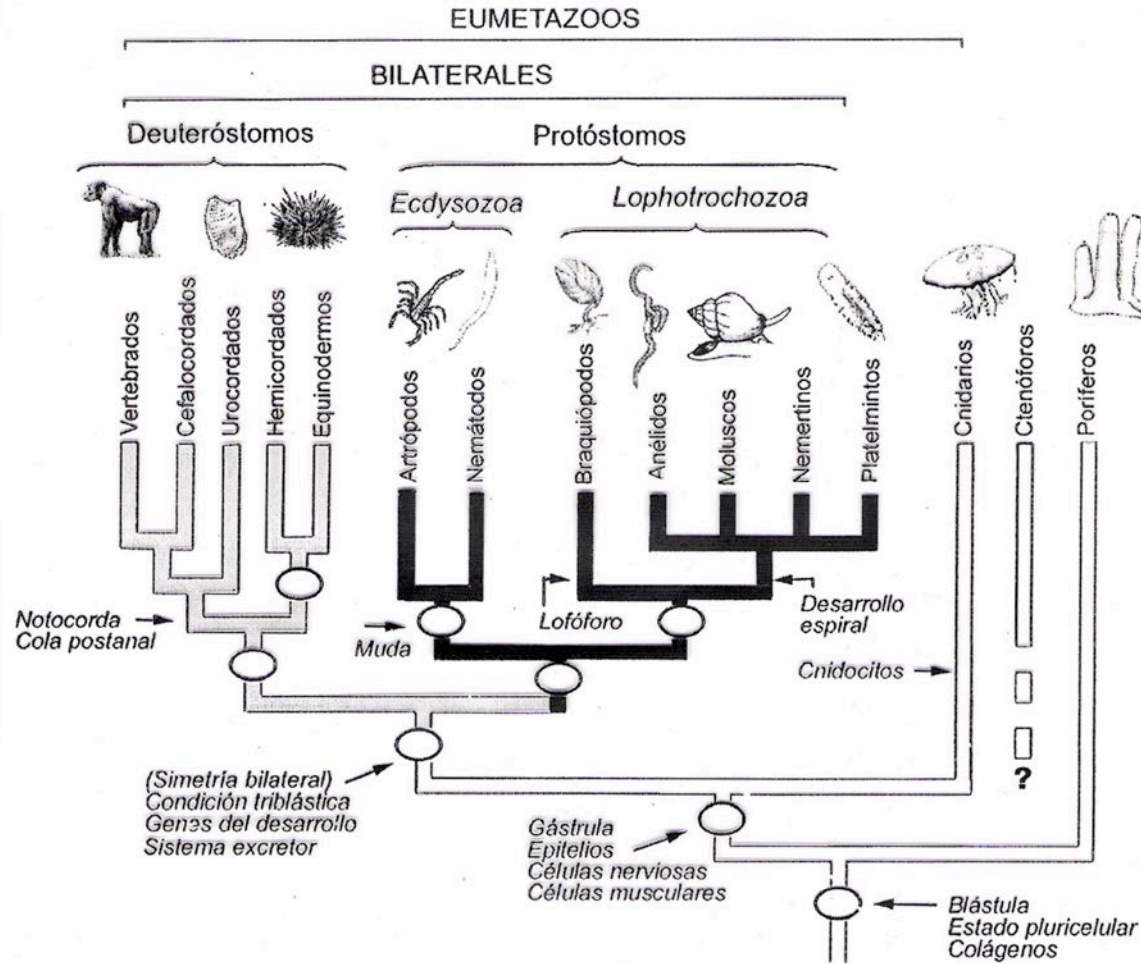








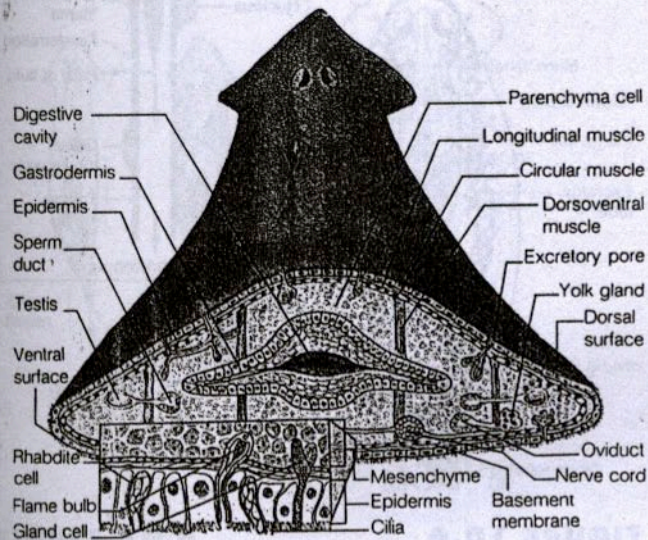
**Filogenia de los animales**



Una hipótesis actual para la filogenia de Animales, indicando algunas de las sinapomorfías en los principales nodos. Los clados justificados por datos moleculares (principalmente, por secuencias del ARN ribosómico 18S) están indicados por el símbolo ○.

# Clado Platyzoa

Phylum Platyhelminthes

**FIGURE 10.3**

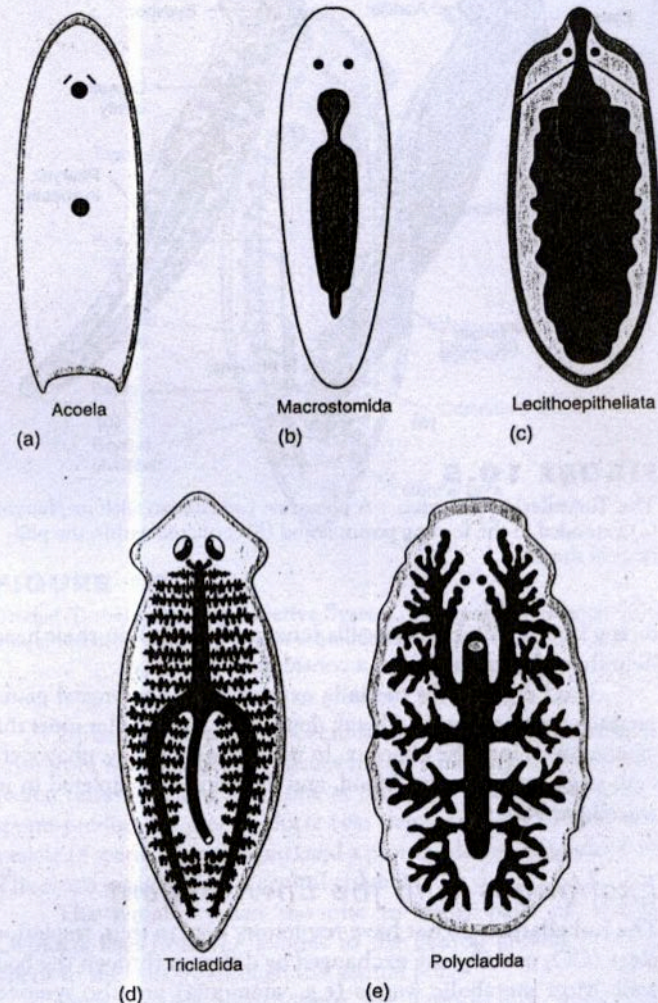
Phylum Platyhelminthes: Class Turbellaria. Cross section through the body wall of a sexually mature turbellarian (the planarian, *Dugesia*), showing the relationships of the various body structures.

The innermost tissue layer is the endodermally derived gastrodermis. It consists of a single layer of cells that comprise the digestive cavity. The gastrodermis secretes enzymes that aid in digestion, and it absorbs the end products of digestion.

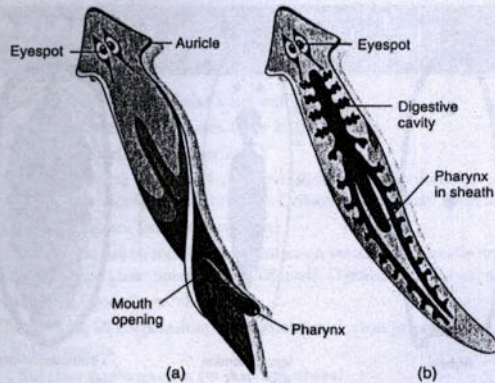
On the ventral surface of the body wall are several types of glandular cells of epidermal origin. Rhabdites are rodlike cells that swell and form a protective mucous sheath around the body, possibly in response to attempted predation or desiccation. Adhesive glands open to the epithelial surface and produce a chemical that attaches part of the turbellarian to a substrate. Releaser glands secrete a chemical that dissolves the attachment as needed.

### Locomotion

Turbellarians are the first group of bilaterally symmetrical animals. Bilateral symmetry is usually characteristic of animals with an ac-

**FIGURE 10.4**

Digestive Systems in Some Orders of Turbellarians. (a) No pharynx and digestive cavity. (b) A simple pharynx and straight digestive cavity. (c) A simple pharynx and unbranched digestive cavity. (d) A branched digestive cavity. (e) An extensively branched digestive cavity in which the branches reach almost all parts of the body.



**FIGURE 10.5**

**The Turbellarian Pharynx.** A planarian turbellarian with its pharynx (a) extended in the feeding position and (b) retracted within the pharyngeal sheath.

scrape from rocks. Sensory cells (chemoreceptors) on their heads help them detect food from a considerable distance.

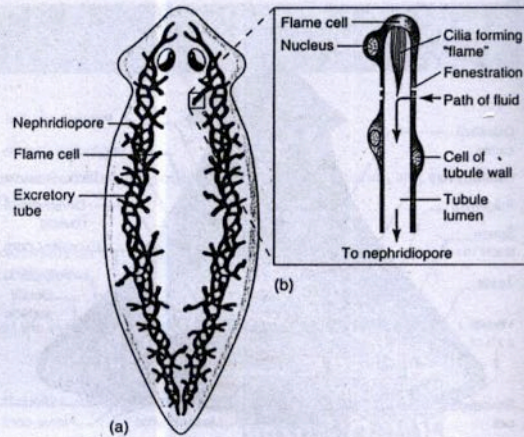
Food digestion is partially extracellular. Pharyngeal glands secrete enzymes that help break down food into smaller units that can be taken into the pharynx. In the digestive cavity, phagocytic cells engulf small units of food, and digestion is completed in intracellular vesicles.

### Exchanges with the Environment

The turbellarians do not have respiratory organs; thus, respiratory gases ( $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$ ) are exchanged by diffusion through the body wall. Most metabolic wastes (e.g., ammonia) are also removed by diffusion through the body wall.

In marine environments, invertebrates are often in osmotic equilibrium with their environment. In freshwater, invertebrates are hypertonic to their aquatic environment and thus must regulate the osmotic concentration (water and ions) of their body tissues. **The evolution of osmoregulatory structures in the form of protonephridia enabled turbellarians to invade freshwater.**

Protonephridia (Gr. *protos*, first + *nephros*, kidney) (sing., protonephridium) are networks of fine tubules that run the length of the turbellarian, along each of its sides (figure 10.6a). Numerous, fine side branches of the tubules originate in the parenchyma as tiny enlargements called flame cells (figure 10.6b). Flame cells (so named because, in the living organism, they resemble a candle flame) have numerous cilia that project into the lumen of the tubule. Slitlike fenestrations (openings) perforate the tubule wall surrounding the flame cell. The beating of the cilia drives fluid down the tubule, creating a negative pressure in the tubule. As a result, fluid from the surrounding tissue is sucked through the fenestrations into the tubule. The tubules eventually merge and open to the outside of the body wall through a minute opening called a nephridiopore.

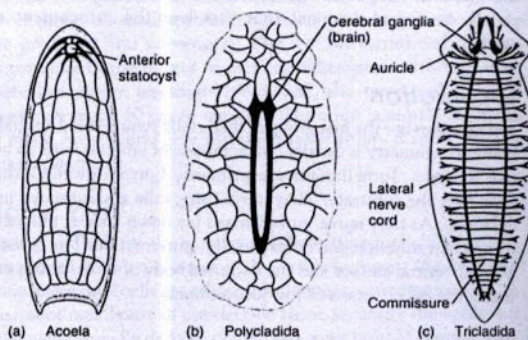


**FIGURE 10.6**

**Protonephridial System in a Turbellarian.** (a) The protonephridial system lies in the parenchyma and consists of a network of fine tubules that run the length of the animal on each side and open to the surface by minute nephridiopores. (b) Numerous, fine side branches from the tubules originate in the parenchyma in enlargements called flame cells. The black arrows indicate the direction of fluid movement.

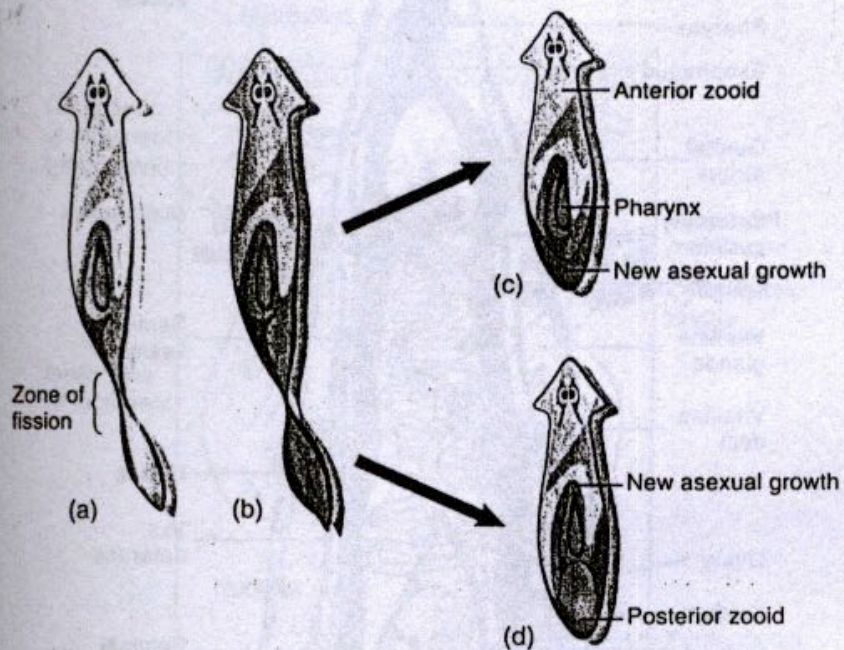
### Nervous System and Sense Organs

The most primitive type of flatworm nervous system, found in worms in the order Acoela (e.g., *Convoluta* spp.), is a subepidermal nerve plexus (figure 10.7a). This plexus resembles the nerve net of cnidarians. A statocyst in the anterior end functions as a mechanoreceptor (a receptor excited by pressure) that detects the turbellarian's body position in reference to the direction of gravity.



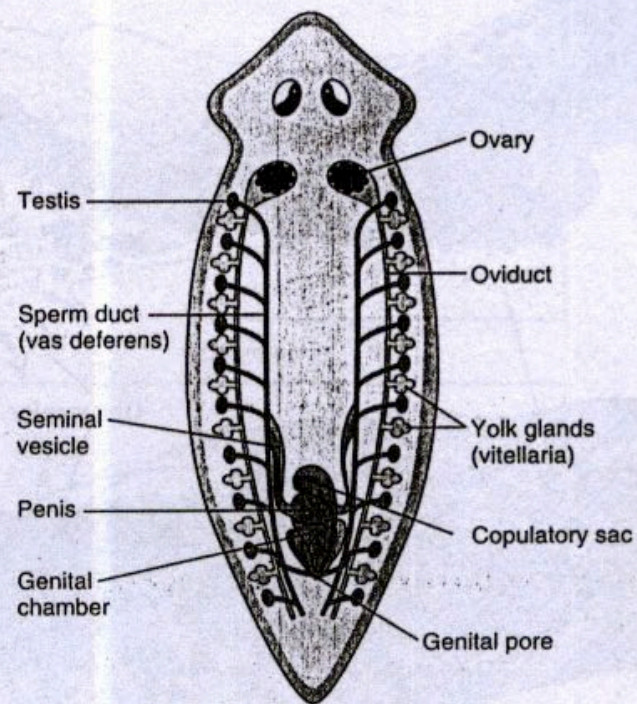
**FIGURE 10.7**

**Nervous Systems in Three Orders of Turbellaria.** (a) *Convoluta* has a nerve net with a statocyst. (b) The nerve net in a turbellarian in the order Polycladida has cerebral ganglia and two lateral nerve cords. (c) The cerebral ganglia and nerve cords in the planarian, *Dugesia*.



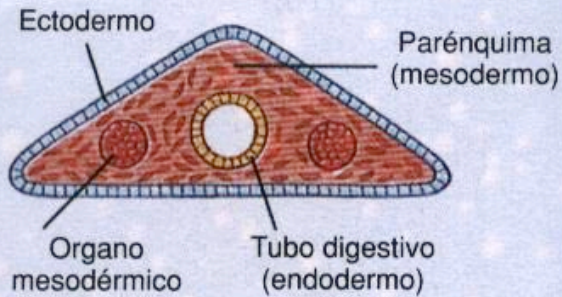
**FIGURE 10.8**

Asexual Reproduction in a Turbellarian. (a) Just before division and (b) just after. The posterior zooid soon develops a head, pharynx, and other structures. (c,d) Later development.



**FIGURE 10.9**

Triclad Turbellarian Reproductive System. Note that this single individual has both male and female reproductive organs.



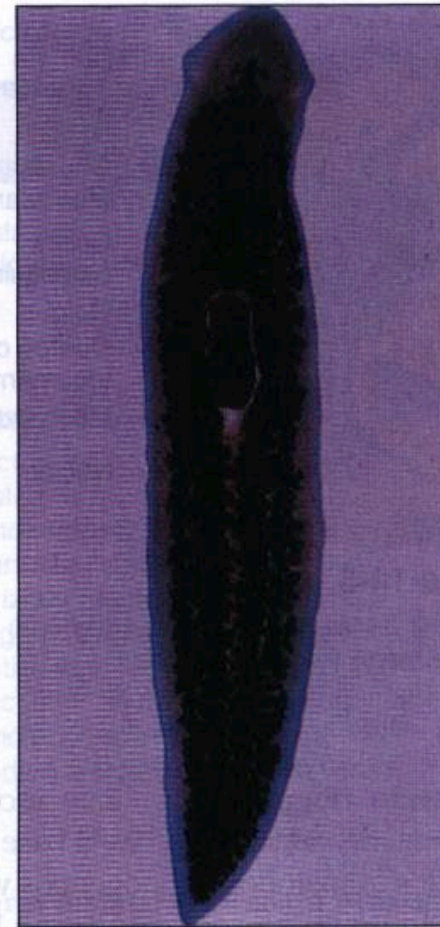
**Figura 14-1**

Organización corporal de un acelomado.

tema circulatorio y un tubo digestivo unidireccional, con boca y ano.

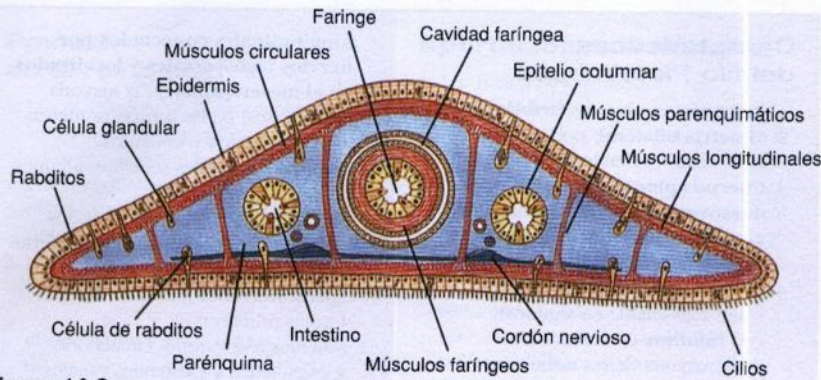
## Filo Platelmintos

El término «gusano» se ha utilizado ampliamente para animales invertebrados bilaterales, alargados y sin apéndices. En un tiempo, los zoólogos consideraron que los gusanos (Vermes) constituían un grupo por sí mismos que incluía un conjunto de formas muy diversificadas. Este conjunto no natural ha sido reclasificado



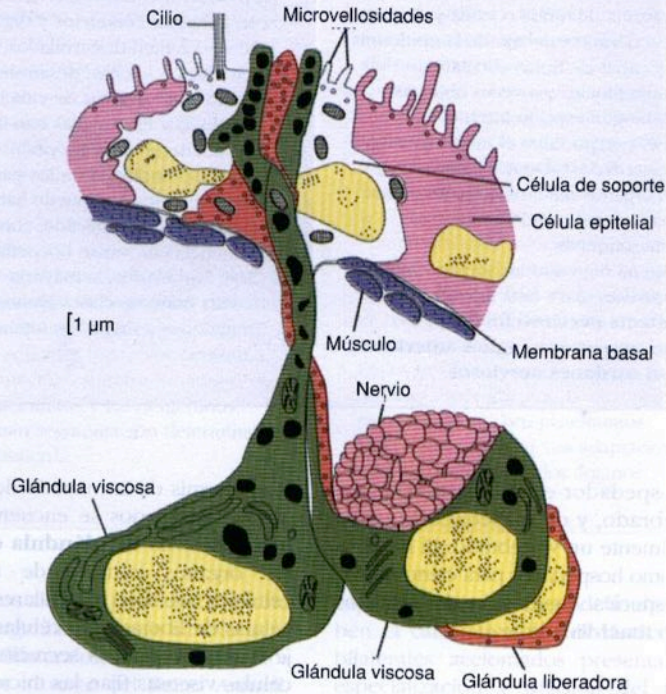
**Figura 14-2**

Planaria teñida.



**Figura 14-3**

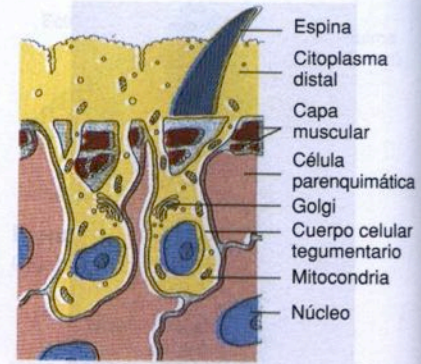
Sección transversal de una planaria a través de la región faríngea y en la que se muestran las relaciones de las estructuras del cuerpo.



**Figura 14-4**

Reconstrucción de una glándula adhesiva doble del turbelario *Haplopharynx* sp. Hay dos glándulas viscosas y una de liberación, localizadas por debajo de la pared del cuerpo. Las células de anclaje están situadas en el interior de la epidermis, y una de las glándulas viscosas y la de liberación están en contacto con un nervio.

Unos pocos turbelarios presentan una no adecuado puesto que el citoplasma



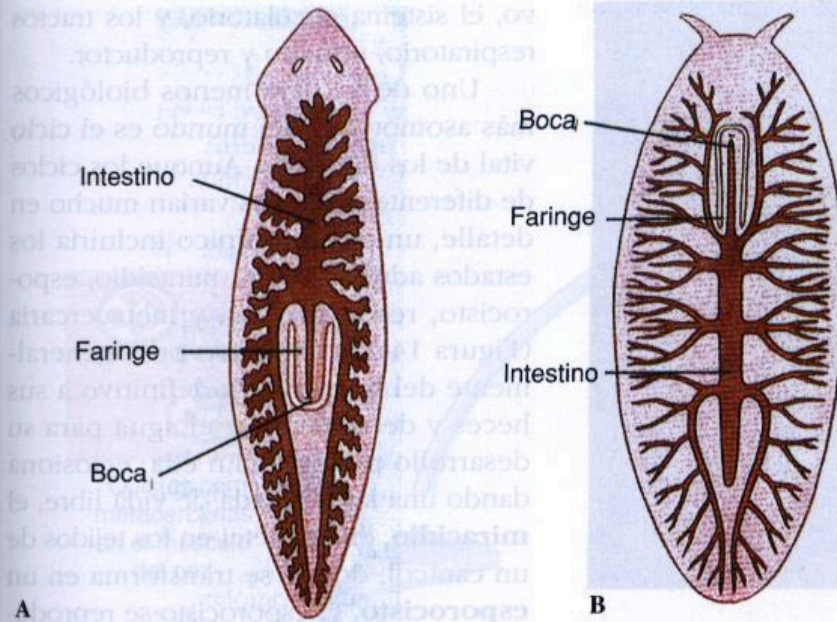
**Figura 14-5**

Esquema de la estructura del tegumento del trematodo *Fasciola hepatica*.

prometido (Figura 14-5). Este modelo tegumentario característico es la base para unir a los trematodos, monogeneos y cestodos en un taxón conocido como **Neodermados**. Es una disposición epidérmica peculiar que se puede relacionar con una adaptación al parasitismo, aunque esta consideración no está todavía aclarada. La única especie de turbelarios que presenta una epidermis hundida no se considera un neodermado según otros criterios.

### Nutrición y digestión

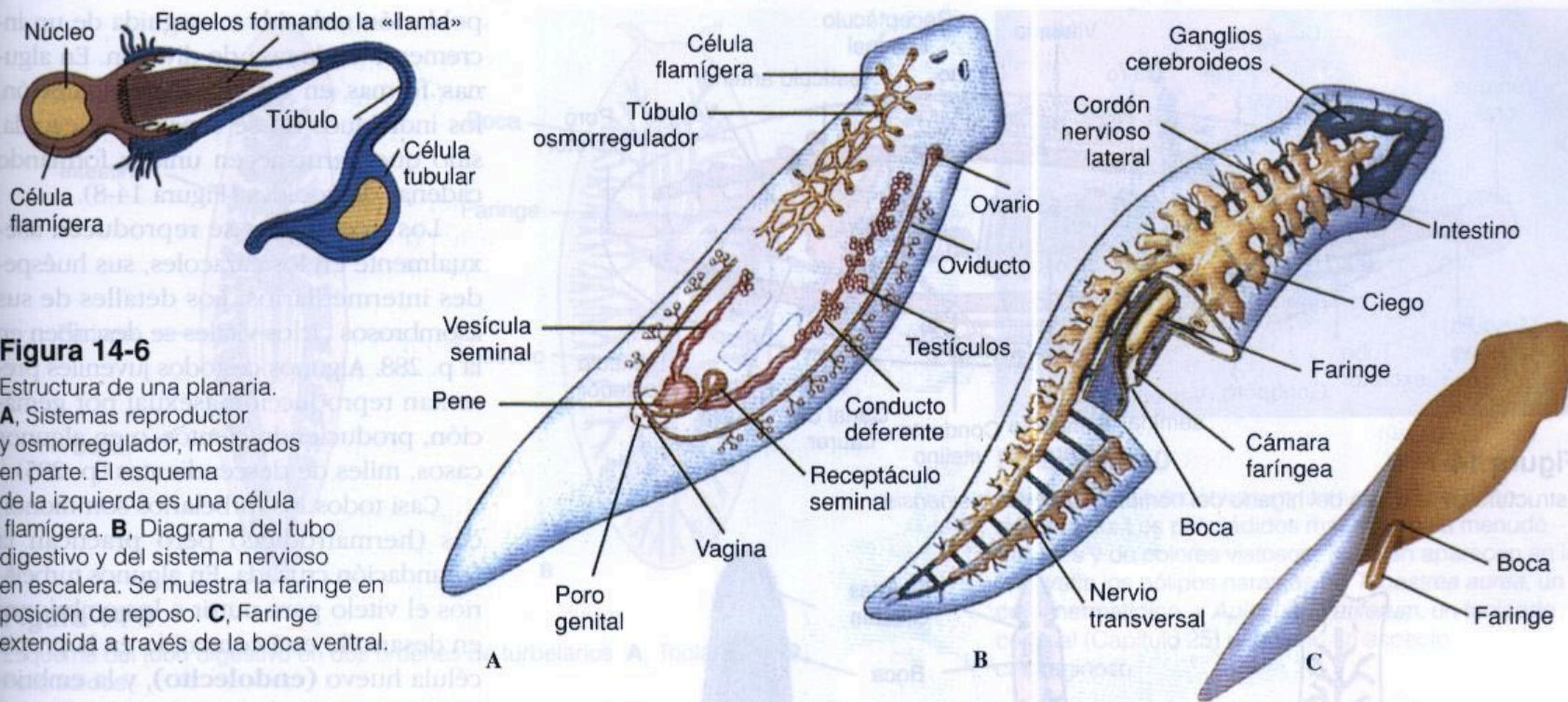
El tubo digestivo de los platelmintos, excepto el de los cestodos que carecen de él, consta de una boca, una faringe y un intestino (Figura 14-6). En las planarias la faringe se encuentra encerrada en una **vaina faríngea** (Figura 14-6) y desemboca posteriormente justo en el interior de la boca, a través de la cual puede salir. El intestino tiene tres ramas o troncos muy ramificados, uno anterior y dos posteriores. El conjunto forma una **cavidad gastrovascular** revestida de epitelio columnar (Figura 14-6). La boca de los trematodos y monogeneos generalmente desemboca en el extremo anterior del cuerpo, o cerca de él, en una faringe

**Figura 14-9**

Esquema del tubo digestivo en dos órdenes de turbelarios. **A**, Tricládidos. **B**, Policládidos.

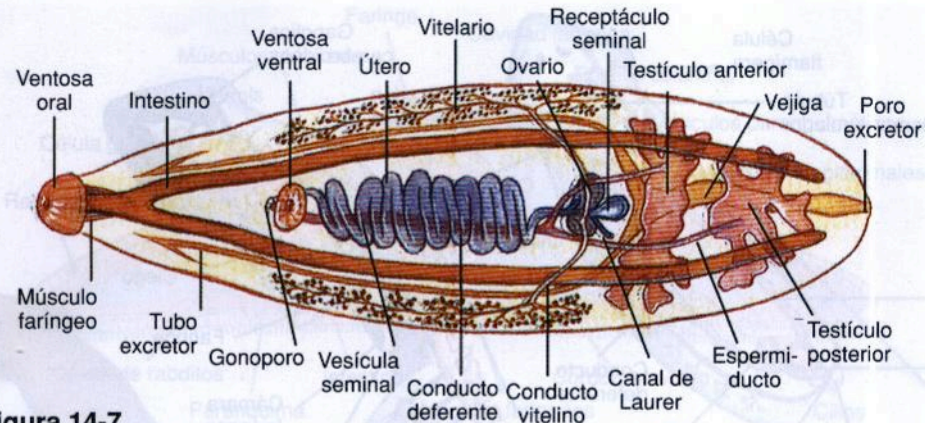
**Figura 14-10**

*Pseudoceros hancockanum*, un turbelario marino policládido. Los policládidos marinos son a menudo grandes y de colores vistosos. También aparecen en la fotografía los pólipos naranjas de *Tubastrea aurea*, un coral hermatípico, y *Aplidium cratiferum*, un tunicado colonial (Capítulo 25) que tiene un aspecto cartilaginoso.

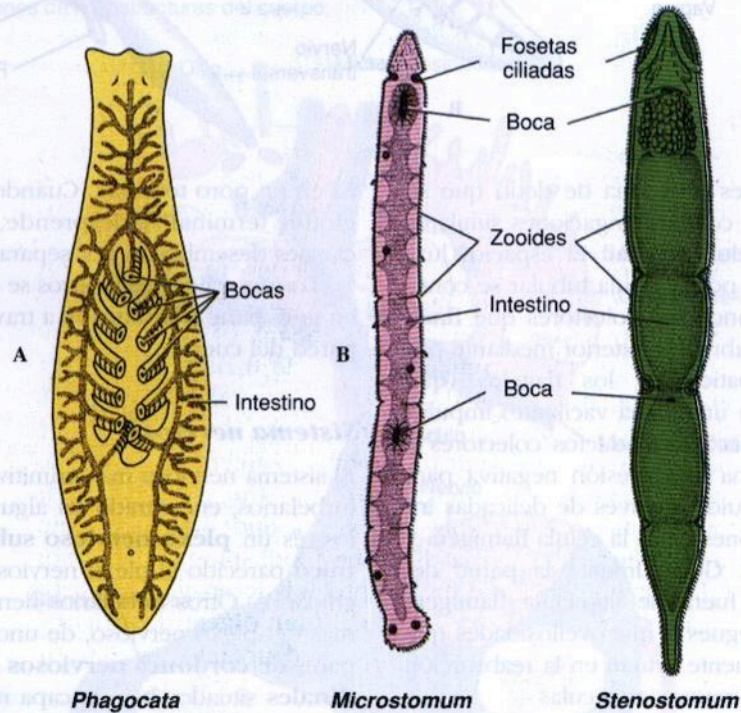


**Figura 14-6**

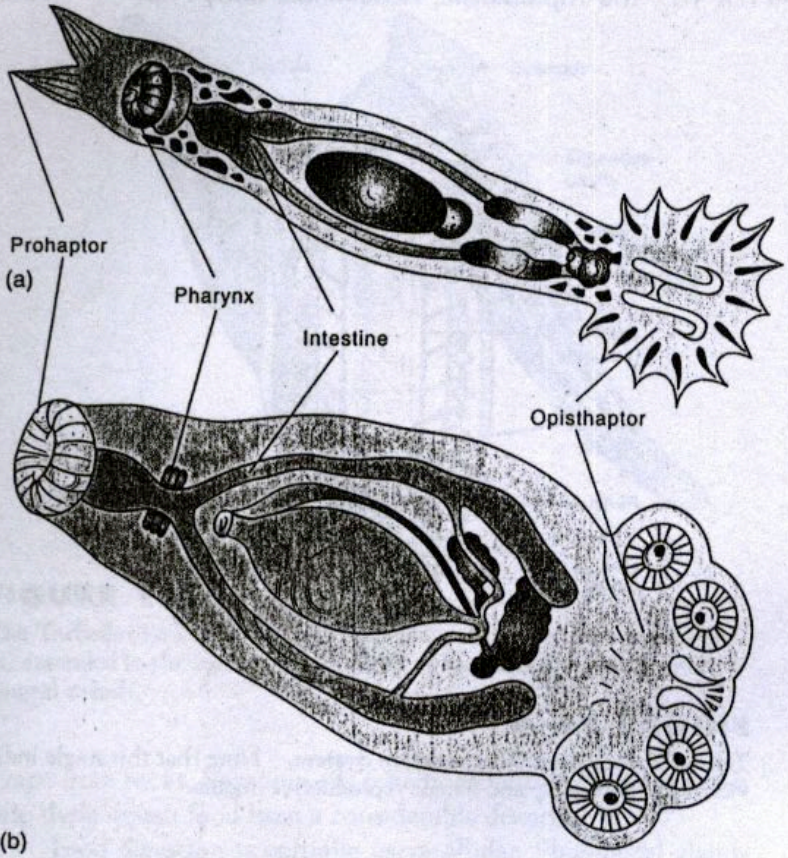
Estructura de una planaria.  
**A**, Sistemas reproductor y osmorregulador, mostrados en parte. El esquema de la izquierda es una célula flamígera. **B**, Diagrama del tubo digestivo y del sistema nervioso en escalera. Se muestra la faringe en posición de reposo. **C**, Faringe extendida a través de la boca ventral.

**Figura 14-7**

Estructura de la duela del hígado del hombre, *Clonorchis sinensis*.

**Figura 14-8**

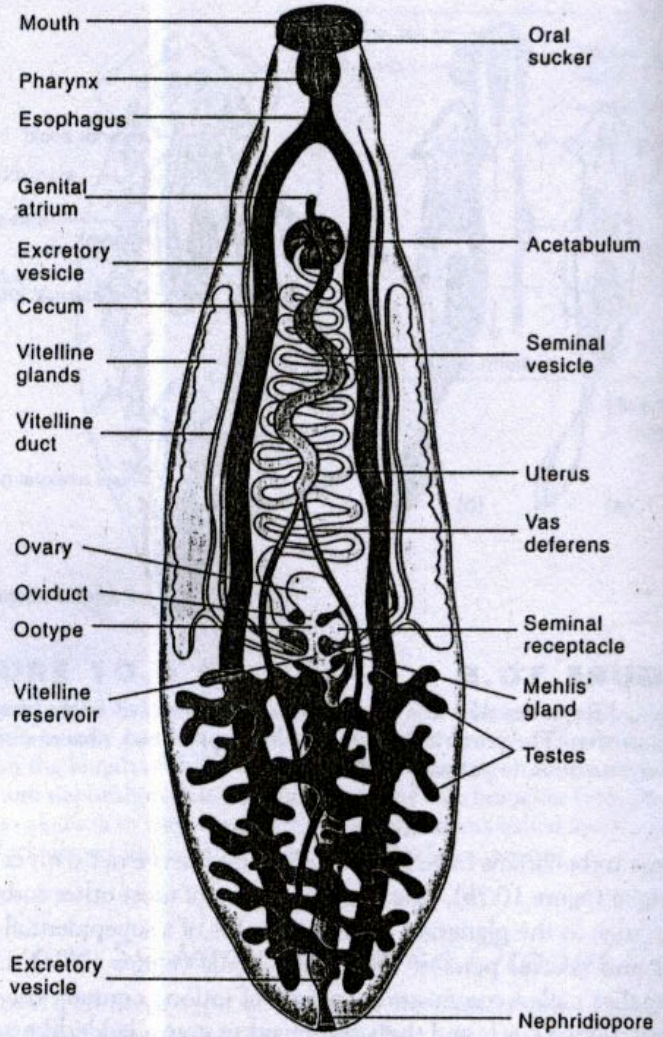
Algunos pequeños turbelarios de agua dulce. **A.** *Phagocata* tiene numerosas faringes. **B y C.** La división incompleta produce serie de zooides que permanecen unidos durante algún tiempo.



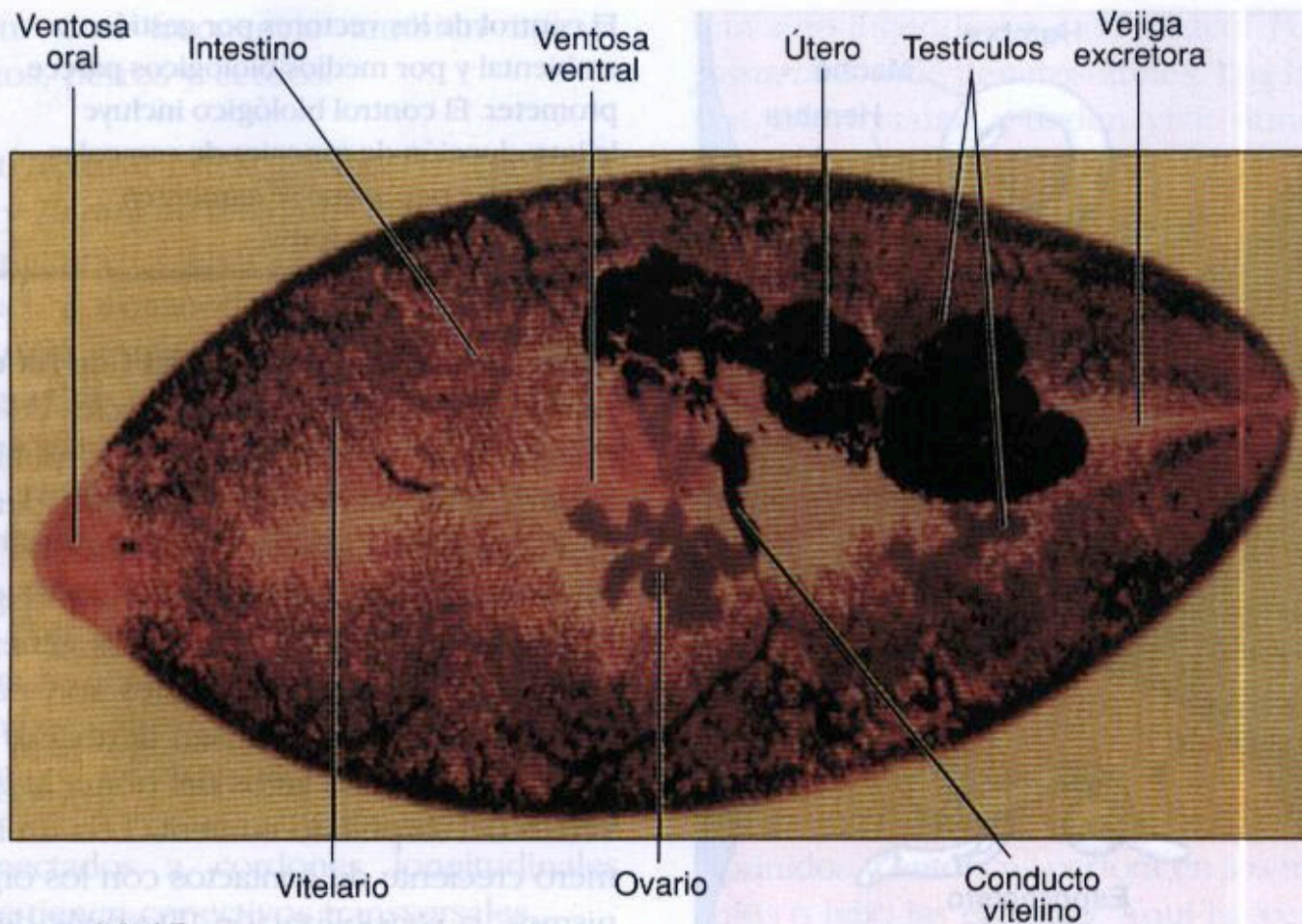
**FIGURE 10.10**  
 Class Monogenea. Two monogeneid trematodes. (a) *Gyrodactylus*. (b) *Sphyranura*. Note the opisthaptors by which these ectoparasites cling to the gills of their fish hosts. Both of these monogenea are about 1 cm long.

**CLASS MONOGENEA**

Monogenetic flukes are so named because they have only one generation in their life cycle; that is, one adult develops from one egg. Monogeneans are mostly external parasites (ectoparasites) of freshwater and marine fishes, where they attach to the gill fila-

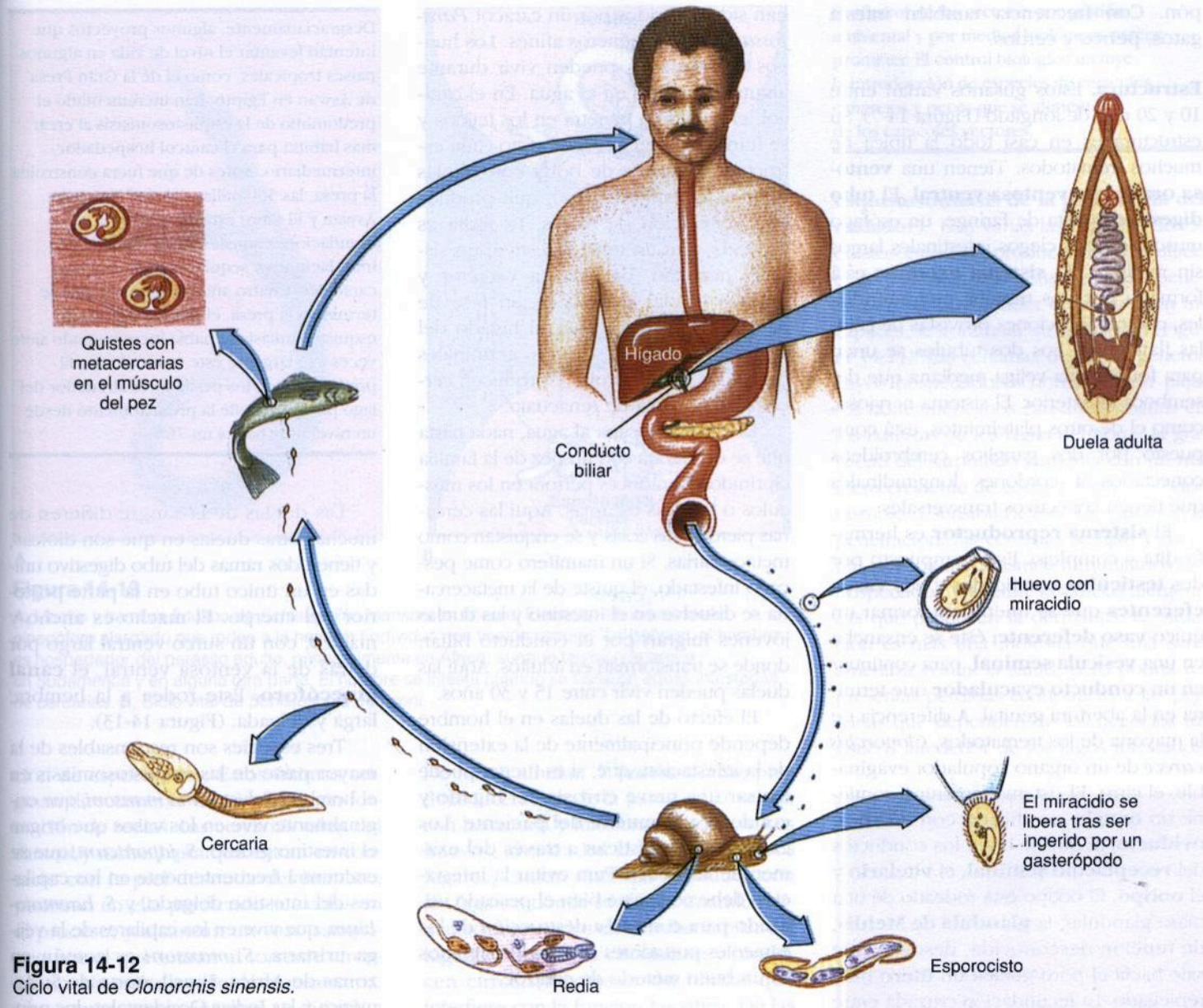


**FIGURE 10.11**  
 Generalized Fluke (Digenetic Trematode). Note the large percentage of the body devoted to reproduction. The Mehlis' gland is a conspicuous feature of the female reproductive tract; its function in trematodes is uncertain.



**Figura 14-15**

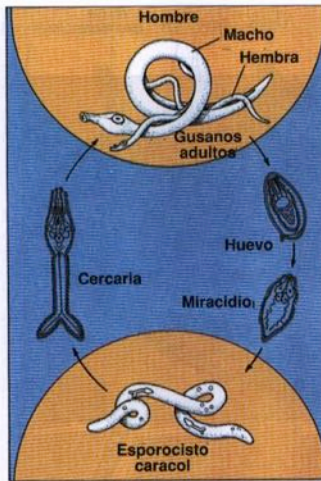
La duela del pulmón *Paragonimus westermani*. Los adultos alcanzan los 2 cm de longitud. Los huevos que se descartan en el esputo o las heces eclosionan dando miracidios de vida libre que penetran en caracoles. Las cercarias entran desde los caracoles a cangrejos de agua dulce y se enquistan en los tejidos blandos. El hombre se infesta comiendo cangrejos mal cocinados o bebiendo agua que contenga larvas liberadas de los cangrejos muertos.



**Figura 14-12**  
 Ciclo vital de *Clonorchis sinensis*.



**A** Macho y hembra adultos de *Schistosoma mansoni* en cópula. El macho tiene un canal ginecóforo alargado que rodea a la hembra (individuo con tinción oscura).



**B** Ciclo vital de *Schistosoma mansoni*. El ciclo comienza en un humano (Hombre) donde se encuentran los gusanos adultos (Macho y Hembra). Los huevos (Huevo) son liberados y se desarrollan en un caracol (Esporcisto caracol) donde se forman los miracidios (Miracidio) y las cercarias (Cercaria). Las cercarias regresan al humano.

**Figura 14-13**

**A**, Macho y hembra adultos de *Schistosoma mansoni* en cópula. El macho tiene un canal ginecóforo alargado que rodea a la hembra (individuo con tinción oscura). En general, el hombre es hospedador del parásito adulto, principalmente en África, aunque también aparece en Sudamérica y en alguna otra parte. El hombre se infesta cuando se baña en aguas infestadas de cercarias. **B**, Ciclo vital de *Schistosoma mansoni*.

ción de esporocistos. Estos últimos originan directamente las cercarias, sin formación de redias. Las cercarias salen del caracol y nadan hasta que entran en contacto con la piel desnuda del hombre; penetran en ella perdiendo sus colas en el proceso, y alcanzan un vaso sanguíneo por el que entran al torrente circulatorio. No existe estado de metacercaria. Los esquistosomas jóvenes se dirigen a los vasos sanguíneos del sistema porta hepático y pasan un período de desarrollo en el hígado antes de migrar a sus localizaciones características. Conforme la hembra adulta libera los huevos, son empujados de algún modo a través de los capilares del intestino o de la vejiga; se expulsan con las heces o la orina, según las especies. Muchos huevos no siguen este difícil camino, y son arrastrados por el flujo sanguíneo desde el hígado a otras áreas, donde se convierten en centros de inflamación y de reacciones tisulares.

Los principales efectos de la esquistosomiasis son producidos por los huevos. En *Schistosoma mansoni* y *S. japonicum* los huevos producen ulceración y abscesos en la pared intestinal, así como diarrea hemorrágica y dolor abdominal.

De forma similar, *S. haematobium* produce ulceración de la pared de la vejiga, con hematuria y micciones dolorosas. Los huevos, arrastrados al hígado o a otros lugares, causan síntomas asociados con los órganos donde se alojan. Cuando permanecen retenidos en el lecho capilar del hígado, impiden la circulación y producen cirrosis, una reacción fibrilar que interfiere con la función hepática. De las tres especies, *S. haematobium* es considerada como la menos grave y *S. japonicum* como la más peligrosa. El pronóstico es difícil en las infecciones fuertes de *S. japonicum* sin tratamiento precoz.

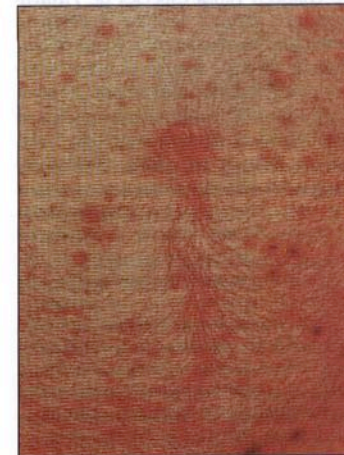
El mejor control se efectúa educando a la población para eliminar sus deposiciones higiénicamente, un problema difícil para la gente pobre que habita en condiciones primitivas o insalubres.

El mejor control de la esquistosomiasis es el tratamiento adecuado de los desechos corporales, aunque se han propuesto otras estrategias que han tenido distinta fortuna: la quimioterapia, el control del vector y la vacuna. El desarrollo de esta última es objeto de muchas investigaciones, pero todavía no se dispone de una vacuna eficaz.

El control de los vectores por gestión ambiental y por medios biológicos parece prometer. El control biológico incluye la introducción de especies de caracoles, cangrejos y peces que se alimenten de los caracoles vectores.

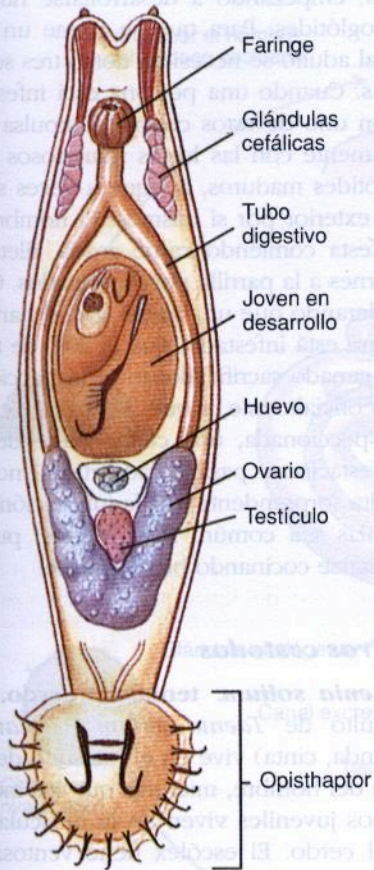
### Esquistosomiasis de la piel (sarna del nadador)

Son varias las especies de esquistosomas que producen un sarpullido o dermatitis cuando sus cercarias penetran en un hospedador en el que son incapaces de continuar su desarrollo (Figura 14-14). Las cercarias de varios géneros cuyos hospedadores normales son pájaros norteamericanos causan dermatitis en los bañistas de los lagos del norte: la gravedad del sarpullido aumenta con un número creciente de contactos con los organismos, o sensibilización. Después de la penetración, las cercarias se fijan y mueren por los mecanismos inmunitarios del hospedador, y liberan sustancias alergénicas que producen la dermatitis. La situación es más una molestia que una seria amenaza contra la salud, pero podría representar pérdidas económicas a las personas que dependen de los negocios turísticos alrededor de los lagos infestados.



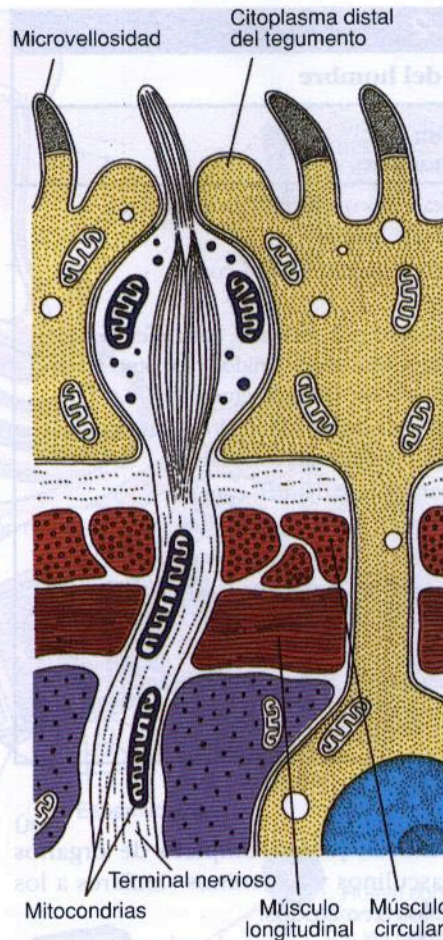
**Figura 14-14**

Abdomen humano que muestra la esquistosomiasis de la piel provocada por la penetración de cercarias de esquistosomas, incapaces de completar su desarrollo en el hombre. La erupción y la picazón se producen por la sensibilización a las sustancias alergénicas liberadas por la cercaria.

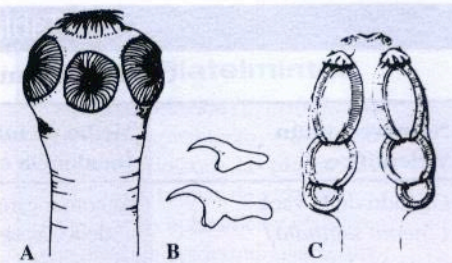


**Figura 14-16**  
Vista ventral de una duela monogenética, *Gyrodactylus cylindriciformis*.

trematodos toda su superficie está cubierta con pequeños salientes semejan-



**Figura 14-17**  
Esquema de una sección longitudinal a través de una terminación sensorial del tegumento de *Echinococcus granulosus*.

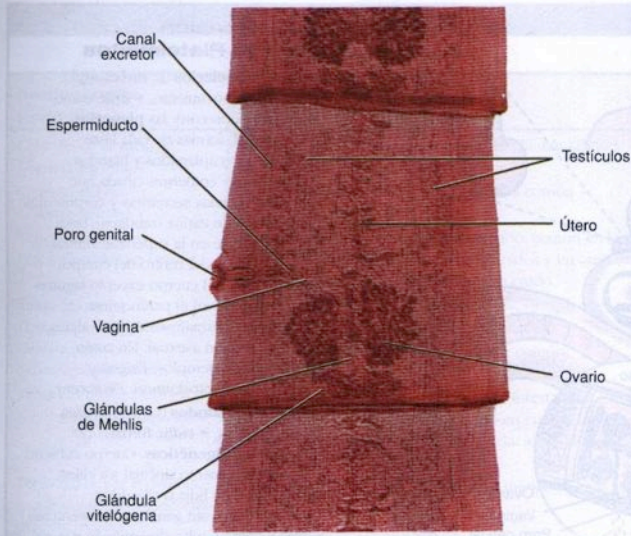


**Figura 14-18**  
Escólices de dos tenias. **A**, Escólex de *Taenia solium* (tenia del cerdo) con ganchos apicales y ventosas. (El escólex de *Taenia saginata* es similar, pero sin ganchos). **B**, Ganchos de *T. solium*. **C**, Escólex de *Acanthobothrium coronatum*, una tenia de tiburones. Esta especie tiene unas ventosas con forma de hoja dividida en cámaras con ventosas y ganchos apicales.

del poro uterino, o bien el proglótide completo se separa del animal cuando alcanza el extremo posterior.

Algunos zoólogos han sostenido que la formación de los proglótides de los cestodos representa la «verdadera» segmentación (metamería), pero en este libro no seguimos ese punto de vista. La segmentación de los cestodos se considera mejor como una réplica de los órganos sexuales que incrementa la capacidad reproductora, y no está relacionada con la metamería encontrada en los Anélidos, los Artrópodos y los Cordados (pp. 193 y 371).

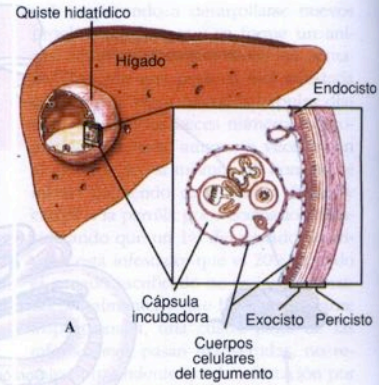
Los parasitólogos conocen más de 1 000 especies de cestodos que infestan



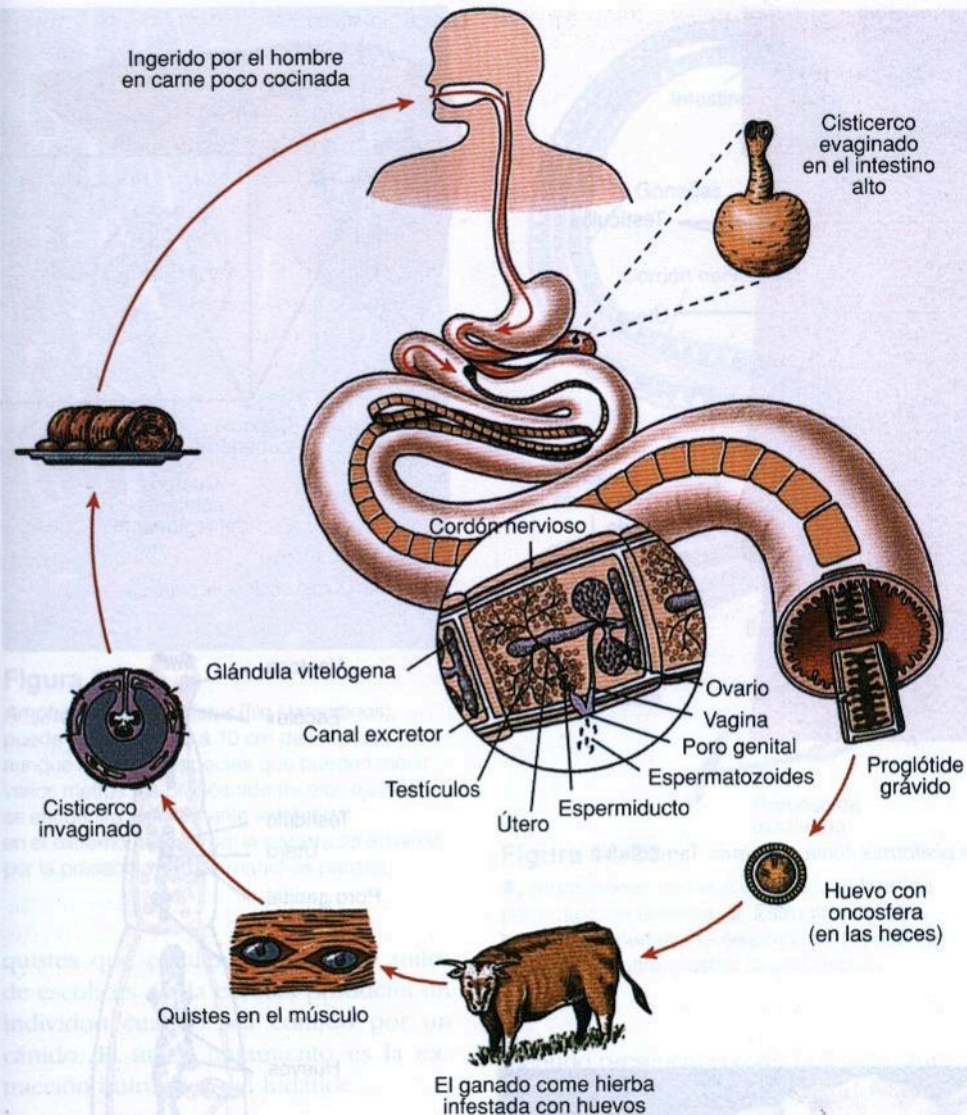
**Figura 14-20**  
Microfotografía de un proglótide maduro de *Taenia pisiformis*, tenia del perro. También se muestran porciones de otros dos proglótides.



**Figura 14-21**  
Sección transversal del cerebro de una persona que murió por cisticercosis cerebral, una infección producida por los cisticercos de *Taenia solium*.

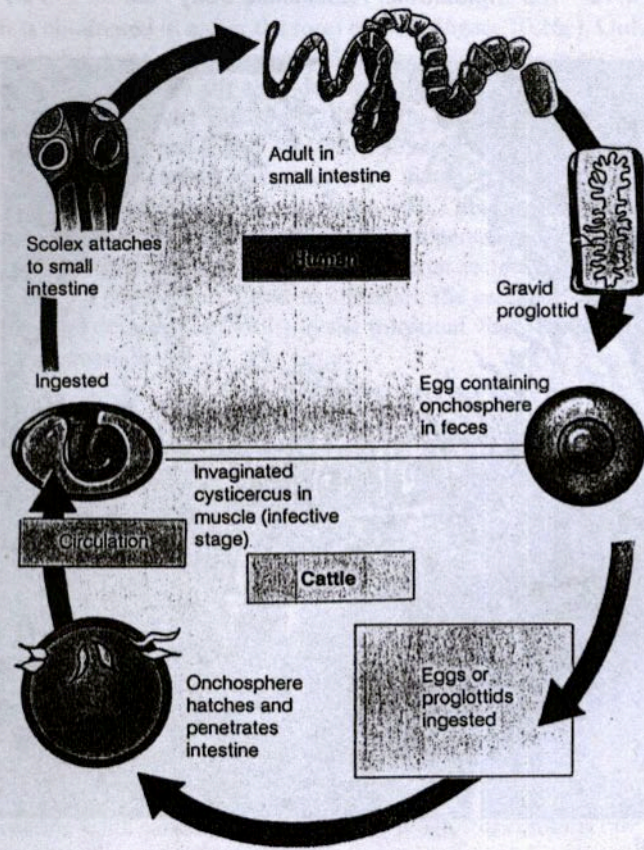


**Figura 14-22**  
*Echinococcus granulosus*, tenia del perro, que puede ser peligrosa para el hombre. **A.** Quiste hidatídico completo encontrado en el ganado bovino, ovejas, cerdos, y, a veces, en el hombre; produce la enfermedad hidatídica o hidatidosis. El hombre adquiere la enfermedad por falta de higiene en su relación con perros. Cuando los huevos son ingeridos, las larvas liberadas se enquistan, por lo general, en el hígado, los pulmones y otros órganos. Las cápsulas que contienen escólices se forman en la capa interna de cada quiste. El quiste crece desarrollando otros quistes con cápsulas. Pueden crecer durante años, hasta alcanzar el tamaño de una pelota de baloncesto, haciendo necesaria la cirugía. **B.** El adulto vive en el intestino del perro o de otro carnívoro.



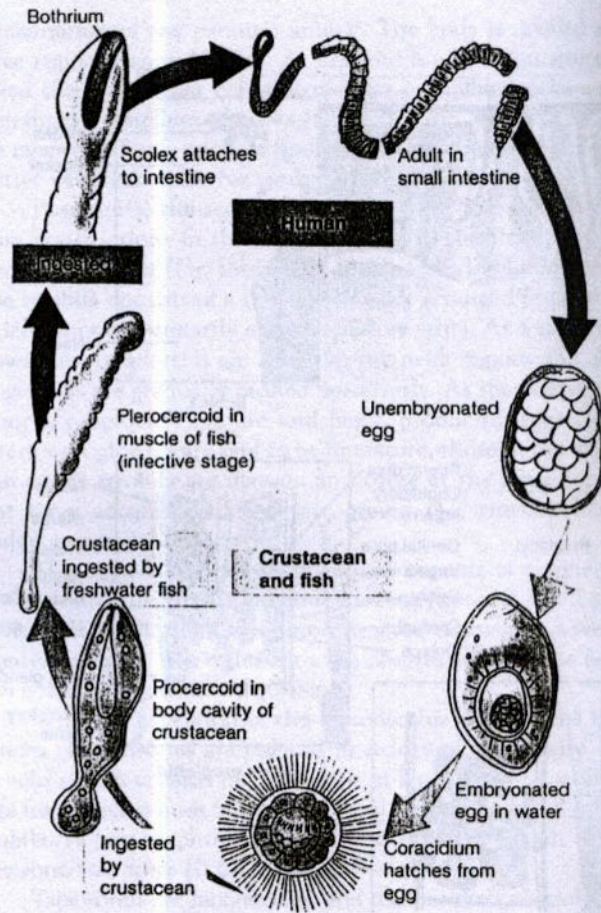
**Figura 14-19**

Ciclo vital de la tenia de la vaca, *Taenia saginata*. Los proglótides maduros se desprenden del intestino humano, abandonan el cuerpo con las heces, y se esparcen por la hierba y son ingeridos por el ganado. Los huevos eclosionan en el intestino de la vaca, liberando oncosferas, que penetran en los músculos y se enquistan desarrollando una vesícula. El hombre come carne de vaca infestada poco cocinada y los cisticercos se liberan en el intestino, donde se fijan a sus paredes, forman un estróbilo y maduran.



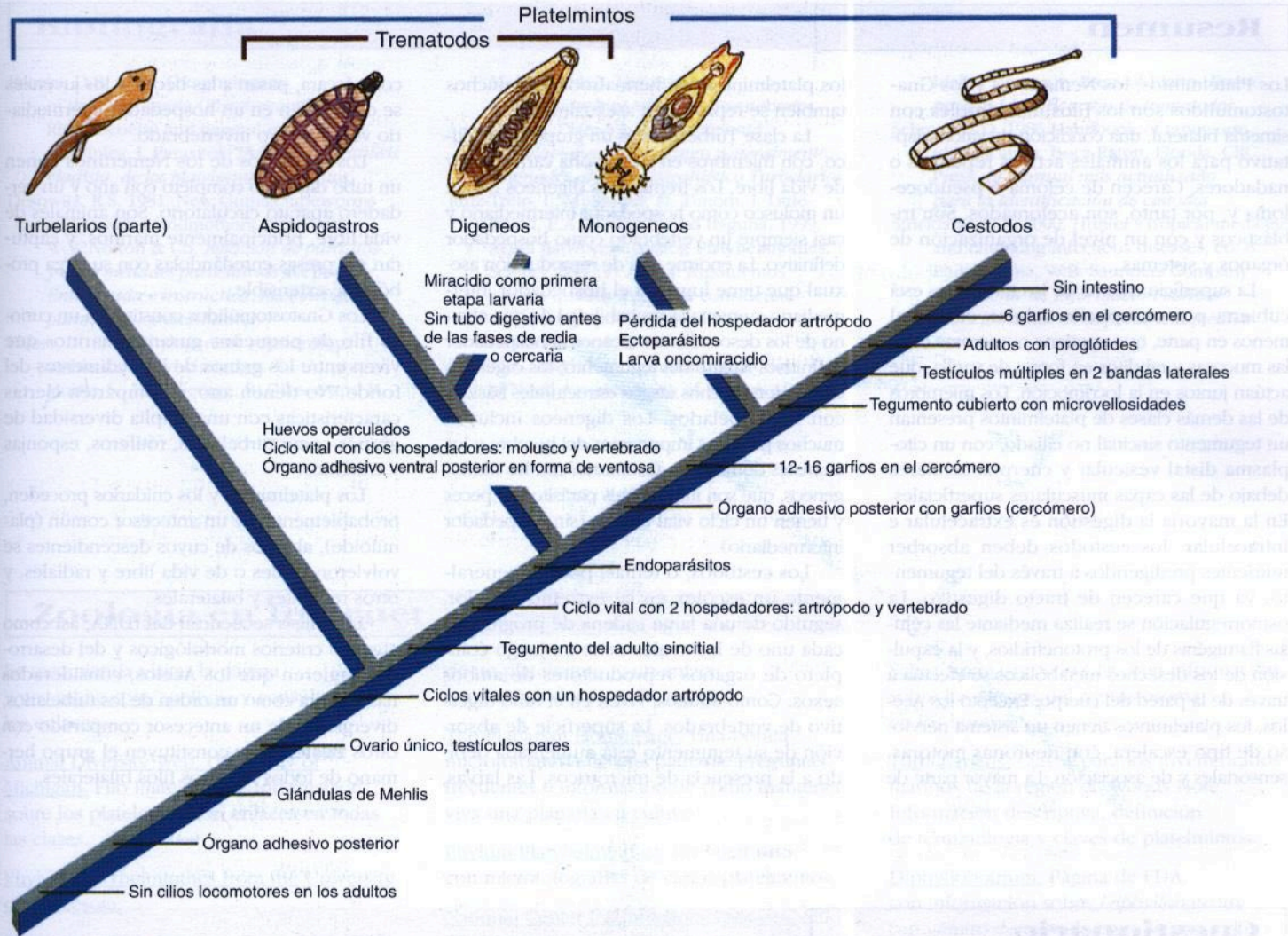
**FIGURE 10.18**

Life Cycle of the Beef Tapeworm, *Taeniarhynchus saginatus*. Adult worms may attain a length of 25 m. Source: Redrawn from Centers for Disease Control, Atlanta, GA.



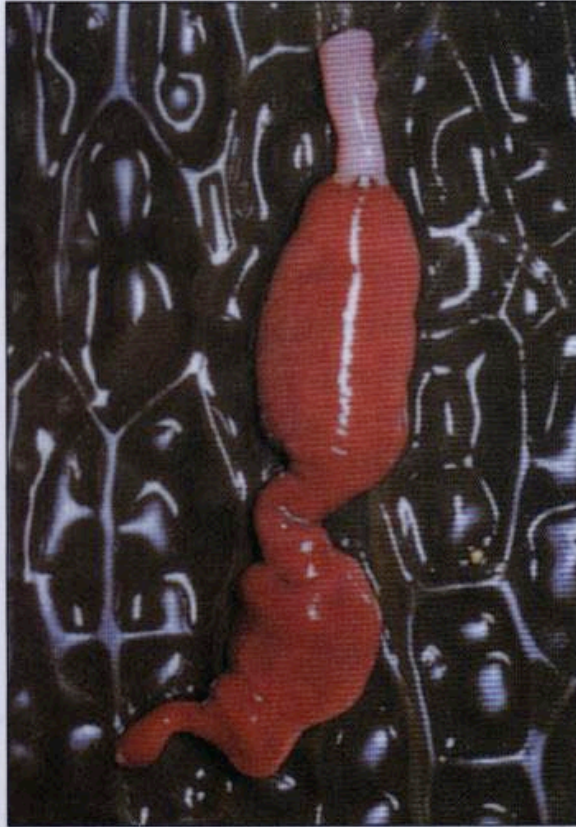
**FIGURE 10.19**

Life Cycle of the Broad Fish Tapeworm, *Diphyllobothrium latum*. Adult worms may be 3 to 10 m long. Source: Redrawn from Centers for Disease Control, Atlanta, GA.



**Figura 14-29**

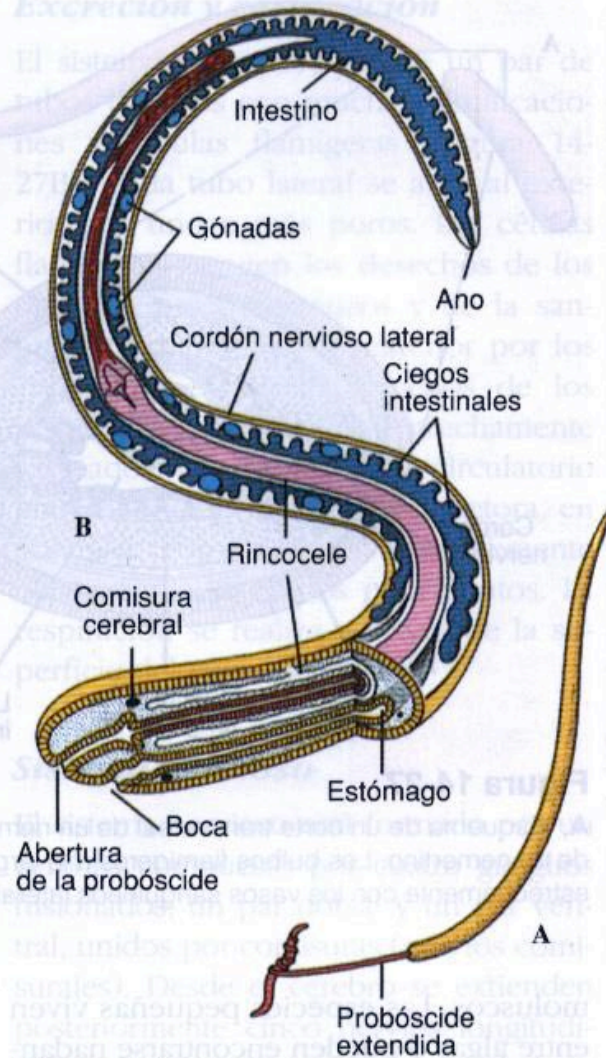
Relaciones hipotéticas entre los Platelmintos parásitos. La clase Turbellarios, admitida tradicionalmente, es parafilética. Algunos turbelarios tienen desarrollo ectolecito y junto con los trematodos, monogeneos y cestodos, forman una rama monofilética y grupo hermano de los turbelarios endolecitos. En aras de la simplicidad, se han omitido las sinapomorfías de los turbelarios y los aspidogastos, así como muchas otras citadas por Brooks (1989). Todos estos organismos constituyen una rama (Cercómeros) con un órgano adhesivo posterior.



**Figura 14-23**

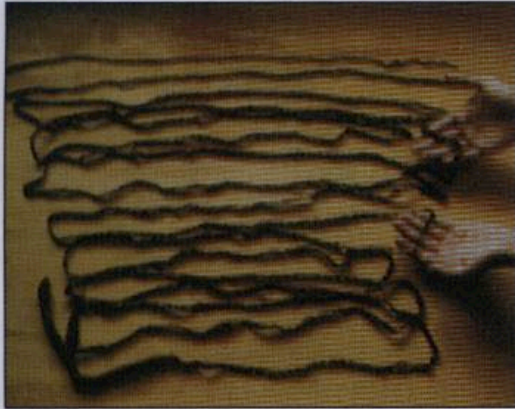
*Amphiporus bimaculatus* (filo Nemertinos), puede alcanzar de 6 a 10 cm de longitud, aunque hay otras especies que pueden medir varios metros. La probóscide de este ejemplar se encuentra parcialmente extendida en el extremo del cuerpo; la cabeza se advierte por la presencia de dos manchas pardas.

quistes que contienen cada uno miles de escólices. Cada escolex producirá un individuo cuando sea comido por un



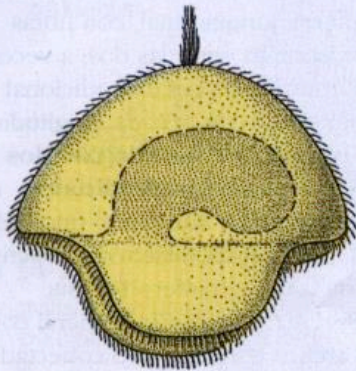
**Figura 14-24**

**A**, *Amphiporus*, con la probóscide extendida para capturar la presa. **B**, Estructura de una hembra del nemertino *Amphiporus* (esquema). Vista dorsal para mostrar la probóscide.



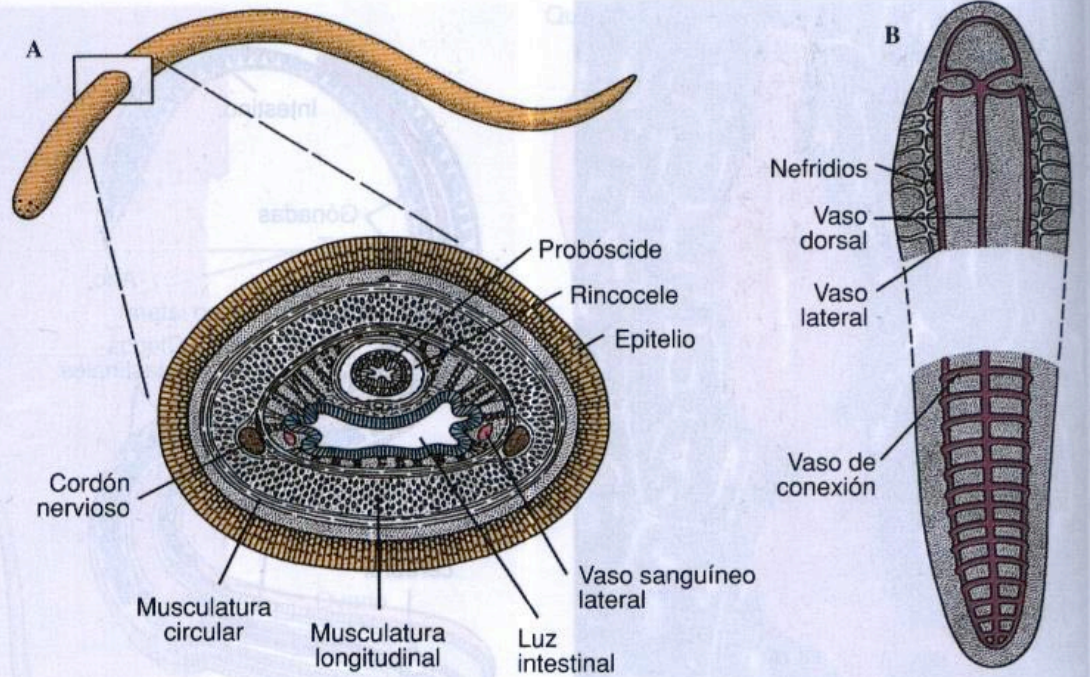
**Figura 14-25**

*Baseodiscus* es un género de nemertinos que generalmente miden varios metros de longitud. Esta especie, *B. mexicanus*, de las Islas Galápagos, tiene cerca de 10 m de longitud.



**Figura 14-26**

La larva pilidio, típica de muchos nemertinos, es ciliada, de vida libre nadadora y tiene lóbulos laterales.



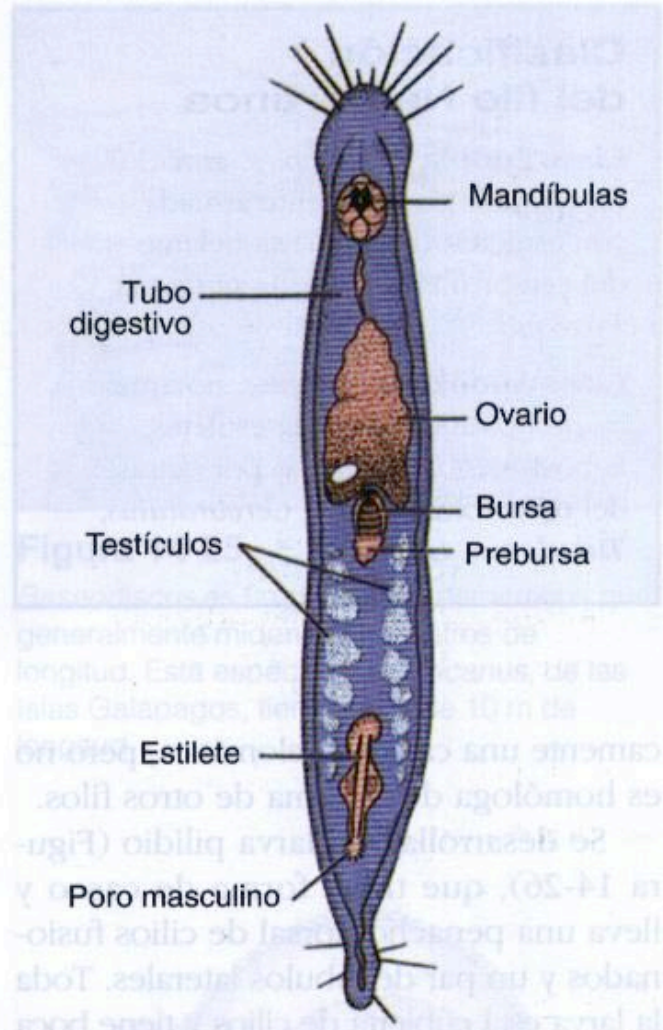
**Figura 14-27**

**A**, Esquema de un corte transversal de un nemertino hembra. **B**, Sistema excretor y circulatorio de un nemertino. Los bulbos flamígeros a lo largo de los conductos nefridiales están asociados estrechamente con los vasos sanguíneos laterales.

moluscos. Las especies pequeñas viven entre algas o pueden encontrarse nadando cerca de la superficie del agua. Los nemertinos se recogen con frecuencia con dragados realizados a profundidades de 5 a 8 m o mayores. Unos pocos son comensales o parásitos. *Prostoma rubrum* (G. pro, antes, delante de, + stoma, boca), que tiene 20 mm de longitud o menos, es una especie dulcícola bien conocida.

ventral con el orificio de la proboscide justo por encima de ella.

La proboscide no está conectada con el tubo digestivo, sino que es un órgano eversible que puede salir fuera de su cavidad, el **rincocele**, y que es utilizada para la defensa y captura de las presas (Figura 14-24). Se encuentra en el interior de una vaina a las que se fija mediante músculos. El rincocele está lleno de fluido y



**Figura 14-28**

*Gnathostomula jenneri* (filo Gnatostomúlidos) es un pequeño miembro de la fauna intersticial que habita entre los granos de arena o de fango. Las especies en esta familia se encuentran tanto en aguas someras como a varios cientos de metros de profundidad.

**Figura 14-26**

La larva piliada, típica de gnatostomúlidos.

# Clado Lophotrochozoa

- Phylum Mollusca
- Phylum Annelida
- Phylum Brachiopoda
- Phylum Briozoa (Ectoprocta)

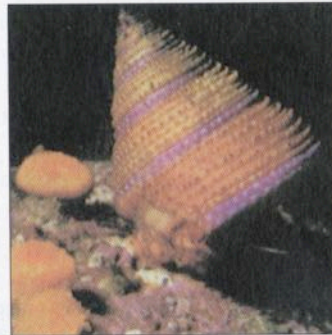
# PHYLUM MOLLUSCA



A



D



B



E

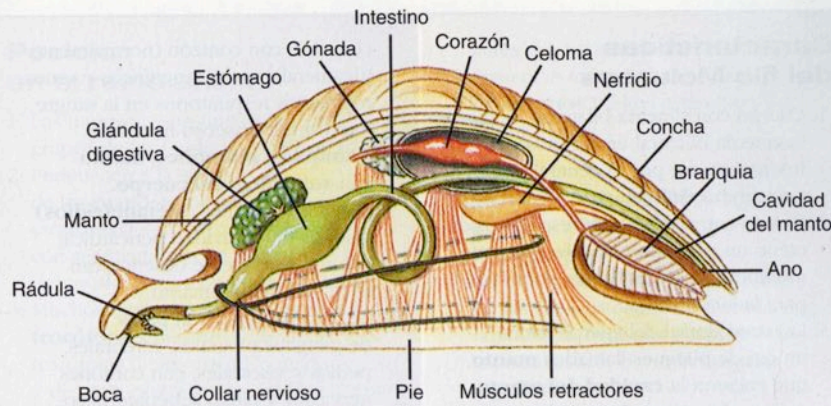


C

### Figura 16-1

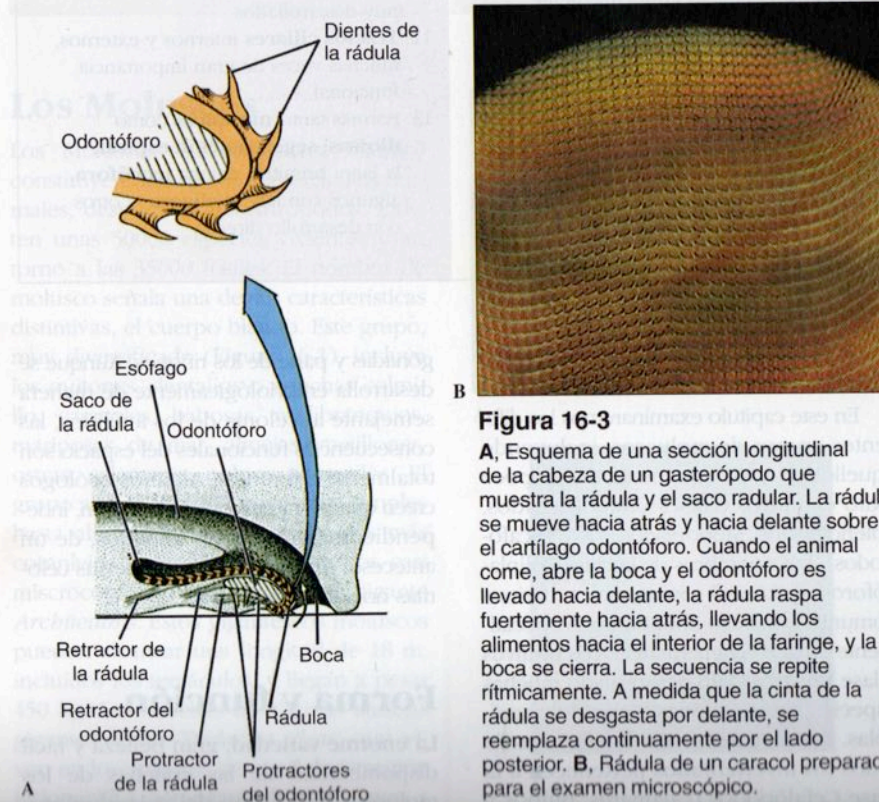
Moluscos: diversidad de formas. El modelo básico de este antiguo grupo se ha adaptado de muy diversa manera a diferentes hábitat.

**A**, Un quitón (*Tonicella lineata*), clase Poliplacóforos. **B**, Un caracol marino (*Calliostoma annulata*), clase Gasterópodos. **C**, Un nudibranquio (*Chromodoris* sp.), clase Gasterópodos. **D**, Almeja gigante del Pacífico (*Panope abrupta*), con los sifones a la izquierda, clase Bivalvos. **E**, Un pulpo (*Octopus briareus*) clase Cefalópodos, pastando por la noche en un arrecife coralino del Caribe.



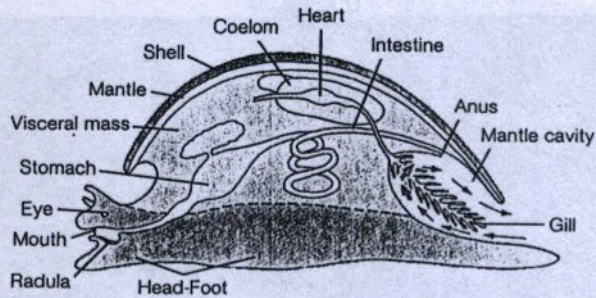
**Figura 16-2**

Modelo generalizado de molusco. Aunque esta figura se presenta frecuentemente como «molusco ancestral hipotético» la mayoría de los expertos rechazan hoy día esta interpretación. Por ejemplo, el molusco ancestral probablemente estuvo cubierto de espículas calcáreas, en lugar de una concha univalva. Sin embargo, un esquema así es útil para facilitar la descripción general del modelo del cuerpo de un molusco.



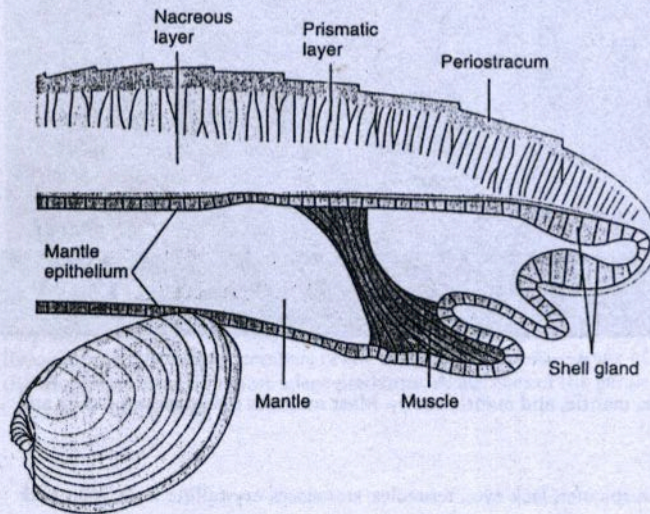
**Figura 16-3**

**A**, Esquema de una sección longitudinal de la cabeza de un gasterópodo que muestra la rádula y el saco radular. La rádula se mueve hacia atrás y hacia delante sobre el cartilago odontóforo. Cuando el animal come, abre la boca y el odontóforo es llevado hacia delante, la rádula raspa fuertemente hacia atrás, llevando los alimentos hacia el interior de la faringe, y la boca se cierra. La secuencia se repite rítmicamente. A medida que la cinta de la rádula se desgasta por delante, se reemplaza continuamente por el lado posterior. **B**, Rádula de un caracol preparada para el examen microscópico.



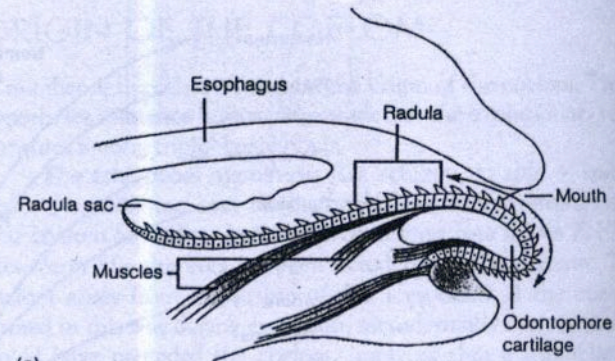
**FIGURE 12.3**

**Molluscan Body Organization.** This illustration of a hypothetical mollusc shows three features unique to the phylum. The head-foot is a muscular structure usually used for locomotion and sensory perception. The visceral mass contains organs of digestion, circulation, reproduction, and excretion. The mantle is a sheet of tissue that enfolds the rest of the body and secretes the shell. Blue arrows indicate the flow of water through the mantle cavity.

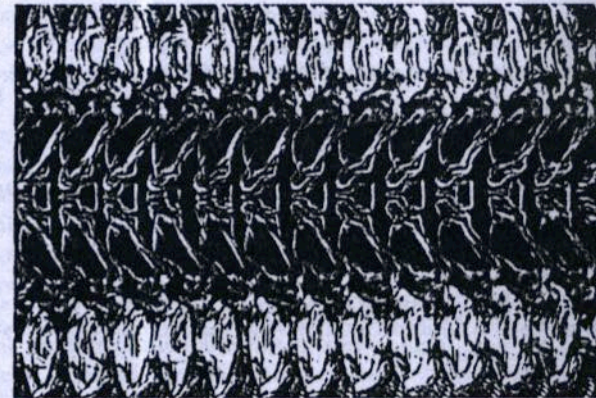


**FIGURE 12.4**

**Molluscan Shell and Mantle.** A transverse section of a bivalve shell and mantle shows the three layers of the shell and the portions of the mantle responsible for shell secretion.



(a)



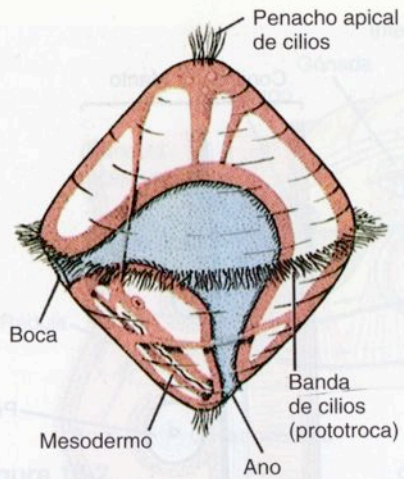
(b)

**FIGURE 12.5**

**Radular Structure.** (a) The radular apparatus lies over the cartilaginous odontophore. Muscles attached to the radula move the radula back and forth over the odontophore (see arrows). (b) Micrograph of radular teeth arrangement of the marine snail, *Nerita*. Tooth structure is an important taxonomic characteristic for zoologists who study molluscs.

(a) From: "A LIFE OF INVERTEBRATES" © 1979 W. D. Russel-Hunter.

The mantle of a mollusc usually attaches to the visceral mass, enfolds most of the body, and may secrete a shell that overlies the mantle. The shell of a mollusc is secreted in three layers (figure 12.4). The outer layer of the shell is called the periostracum. Mantle cells at the mantle's outer margin secrete this protein layer. The middle layer of the shell, called the prismatic layer, is the



**Figura 16-6**

Esquema general de la larva trocófora. Los moluscos y los anélidos con desarrollo embrionario primitivo tienen larva trocófora, al igual que algunos otros filos.

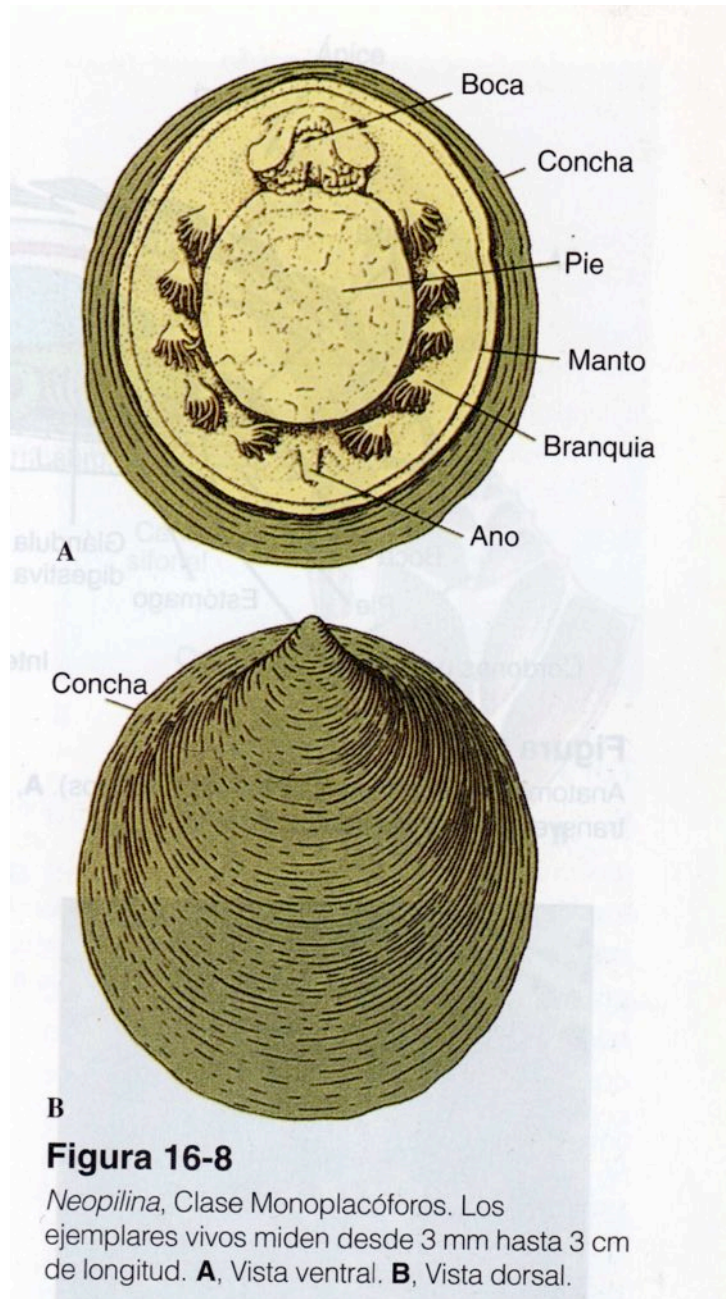


**Figura 16-7**

Velígera de un caracol, *Pedicularia*, nadando. Los adultos parasitan corales. Los salientes ciliados (velo) se desarrollan a partir de la prototroca de la trocófora (Figura 16-6).

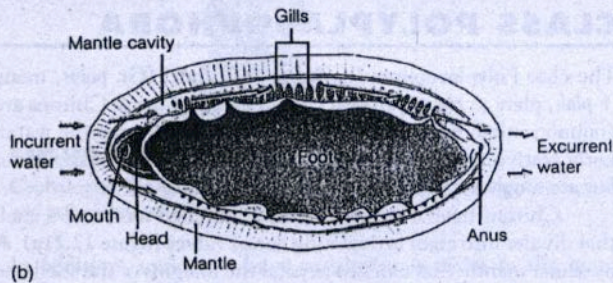
dreperla, los abulones (*Haliotis*), el nautilo (*Nautilus*) y muchos bivalvos. Tales

un **nefrostoma**; en muchas formas los conductos de los riñones sirven también

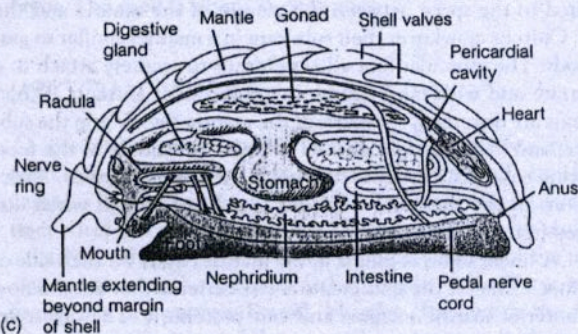




(a)



(b)



(c)

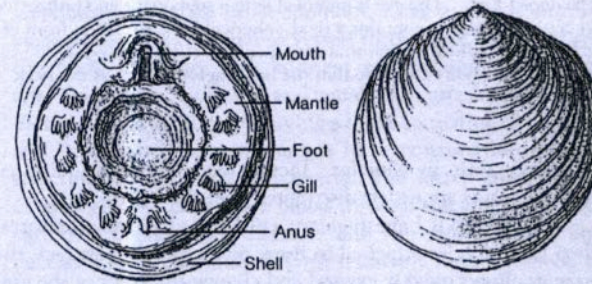
### FIGURE 12.21

**Class Polyplacophora.** (a) Dorsal view of a chiton (*Tonicella lineata*). Note the shell consisting of eight valves and the mantle extending beyond the margins of the shell. (b) Ventral view of a chiton. The mantle cavity is the region between the mantle and the foot. Arrows show the path of water moving across gills in the mantle cavity. (c) Internal structure of a chiton.



### FIGURE 12.22

**Class Scaphopoda.** This conical shell is open at both ends. In its living state, the animal is mostly buried, with the apex of the shell projecting into the water.



(a)

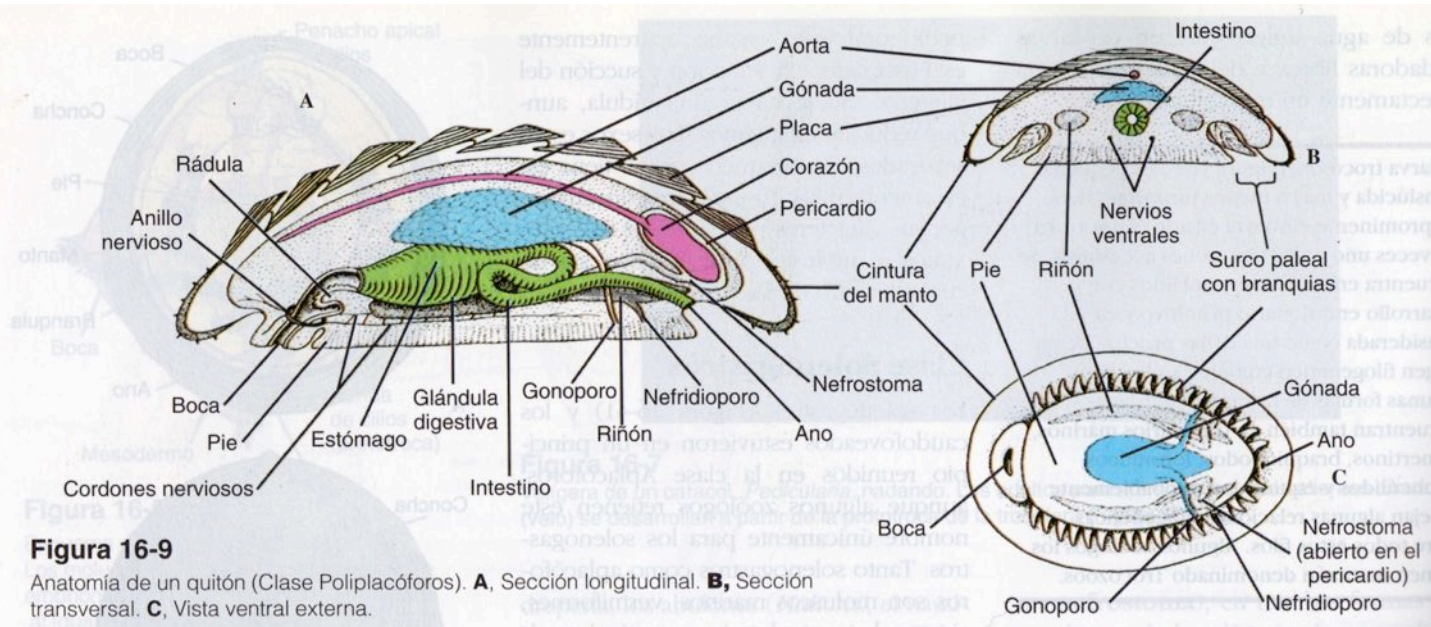
(b)

### FIGURE 12.23

**Class Monoplacophora.** (a) Ventral and (b) dorsal views of *Neopilina*.

the mantle, is greatly elongate and extends the length of the shell (figure 12.22). Scaphopods live mostly buried in the substrate with head and foot oriented down and with the apex of the shell projecting into the water above. Incurrent and excurrent water enters and leaves the mantle cavity through the opening at the apex of the shell. Functional gills are absent, and gas exchange occurs across mantle folds. Scaphopods have a radula and tentacles, which they use in feeding on foraminiferans. Sexes are separate, and trochophore and veliger larvae are produced.

## CLASS MONOPLACOPHORA



**Figura 16-9**

Anatomía de un quitón (Clase Poliplacóforos). **A**, Sección longitudinal. **B**, Sección transversal. **C**, Vista ventral externa.



**Figura 16-10**

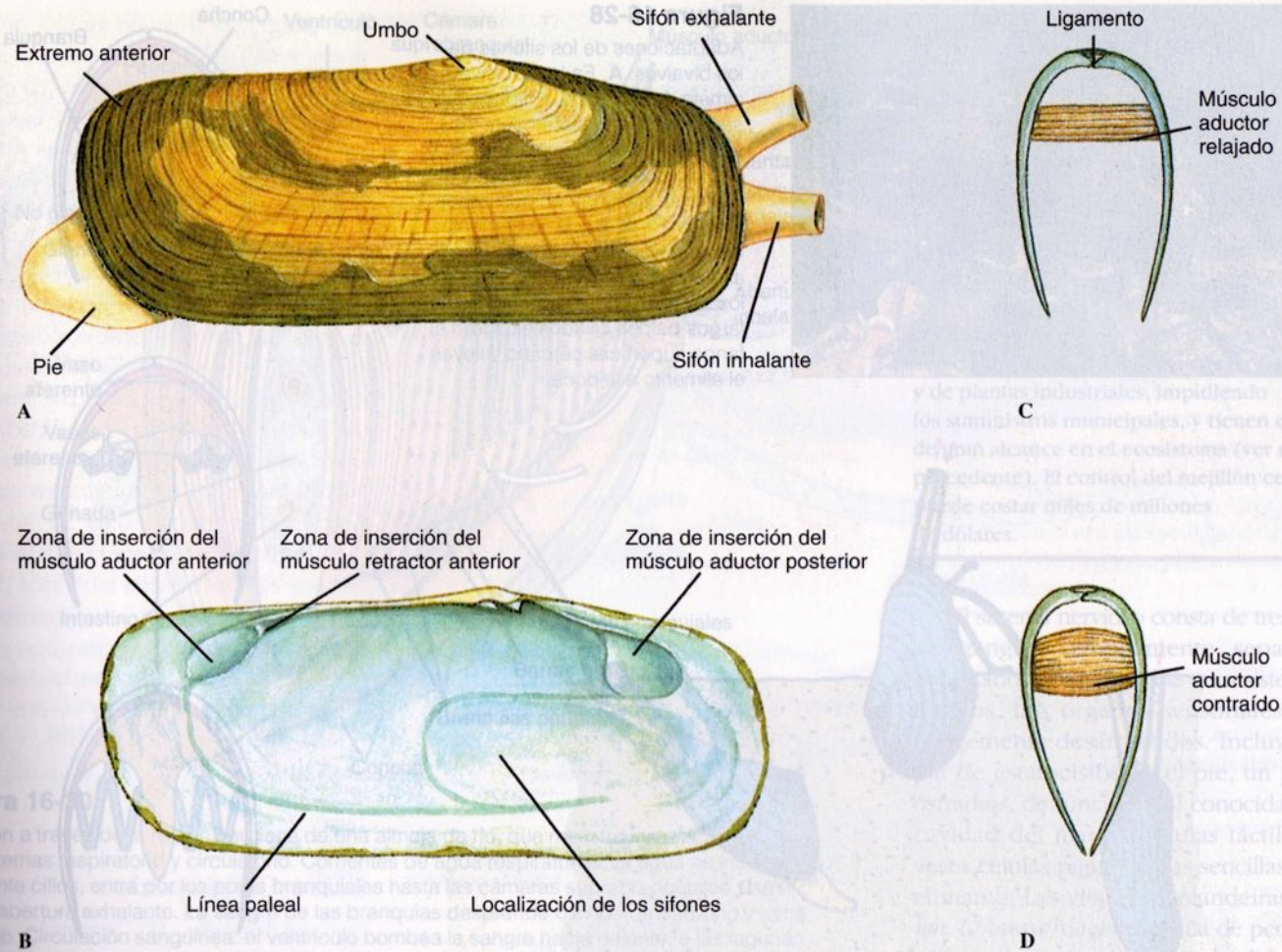
Quitón musgoso, *Mopalia muscosa*. La superficie superior del manto o «cinturón» está cubierta con sedas y filamentos, una adaptación defensiva.

todas las placas. Si se compara con la condición primitiva, la cavidad del manto se ha extendido lateralmente a todo lo largo del pie y las branquias han aumentado en número; de esta manera, las branquias quedan suspendidas del techo de la cavidad paleal a ambos lados y a lo largo del ancho pie ventral. Con el pie y el borde del manto adheridos fuertemente al sustrato, los surcos paleales se convierten en cámaras cerradas, y únicamente permanecen abiertas en sus extremos. El agua penetra en cada surco por la parte anterior, fluye a través de las branquias y sale por la parte posterior, proporcionando un aporte continuo de oxígeno a aquéllas. Durante la marea baja, los bordes del manto pueden estar fuertemente presionados contra el sustrato para disminuir así la pérdida de agua; pero bajo ciertas circunstancias, estos bordes pueden quedar abiertos para, de manera limitada, respirar aire atmosférico. En los surcos del manto cerca del ano de muchos quitones, se

**Clase Escafópodos**

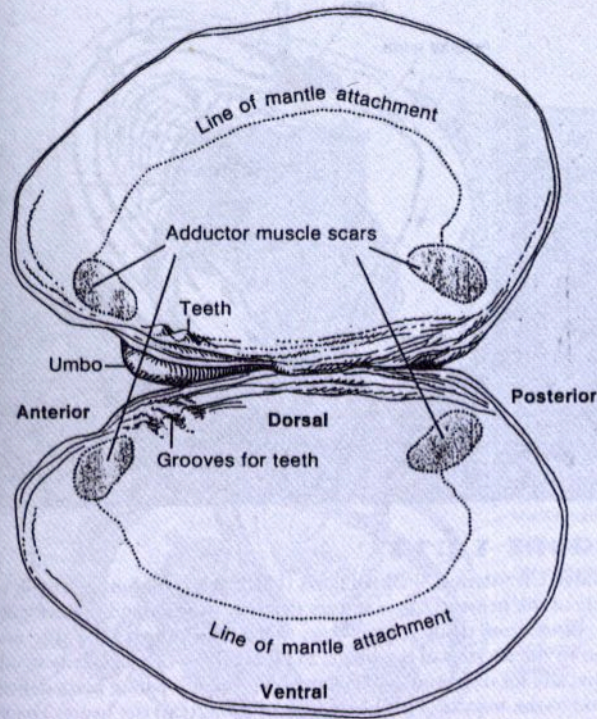
Comúnmente conocidos como concha colmillo o conchas diente, son moluscos bentónicos que se encuentran desde la zona submareal hasta cerca de 6 000 m de profundidad. Tienen un cuerpo fino cubierto por el manto, y una concha tubular abierta en ambos extremos. En los escafópodos el modelo corporal de los moluscos ha tomado una nueva dirección, con el manto enrollado y fusionado alrededor de las vísceras hasta formar un tubo. La mayor parte de los escafópodos tienen de 2,5 a 5 cm de longitud aunque pueden variar entre 4 mm y 2 cm. *Dentalium* (*L. dentis*, diente) es un género común del Atlántico. El pie, que sale a través del extremo más ancho de la concha, le sirve para cavar en el fango o en la arena dejando el extremo pequeño de la concha siempre expuesto al agua (Figura 16-11). El agua para la respiración circula a través de la cavidad del manto mediante movimientos del





**Figura 16-26**

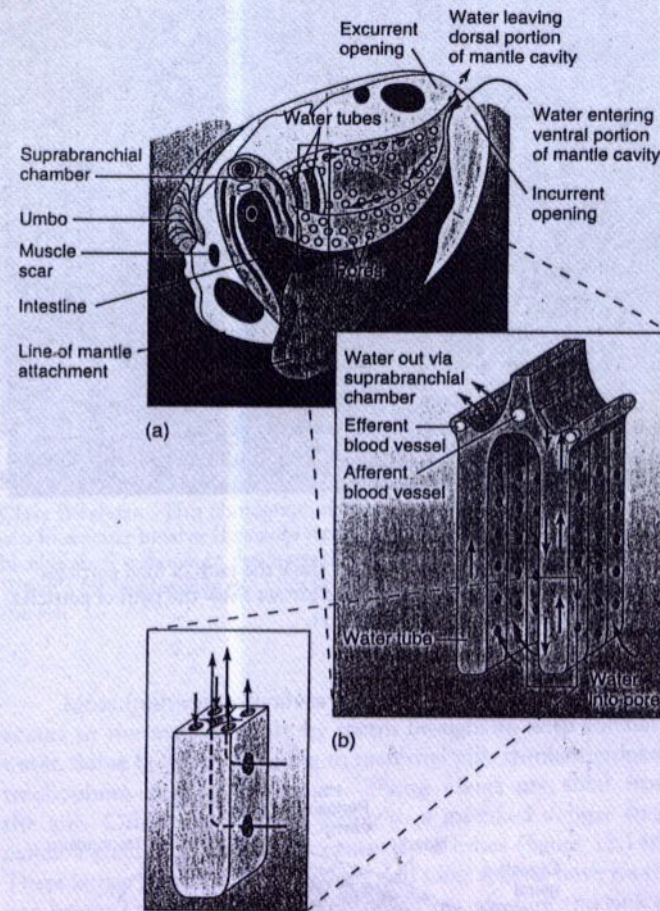
*Tagelus plebius*, la navaja rechoncha (clase Bivalvos). **A**, Vista externa de la valva derecha. **B**, Interior de la valva izquierda en la que se ven las huellas donde se insertan los músculos. El manto estaba unido en la línea paleal. **C** y **D** Secciones que muestran la función de los músculos aductores y el ligamento de la charnela. En **C** el músculo aductor está relajado, lo que permite al ligamento separar las valvas. En **D** el músculo aductor está contraído y aproxima las valvas.



**FIGURE 12.9**

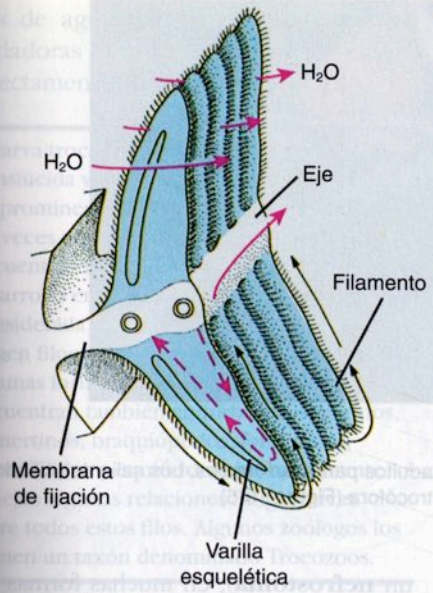
**Inside View of a Bivalve Shell.** The umbo is the oldest part of the bivalve shell. As the bivalve grows, the mantle lays down more shell in concentric lines of growth.

opening is at the end of a siphon, which is an extension of the mantle. A bivalve buried in the substrate can extend its siphon to the surface and still feed and exchange gases. Water moves from the mantle cavity into small pores in the surface of the gills, and from there, into vertical channels in the gills, called water tubes. In moving through water tubes, blood and water are in close proximity, and gases exchange by diffusion (figure 12.10b). Water exits the bivalve through a part of the mantle cavity at the dorsal aspect of the gills, called the suprabranchial chamber, and through an ex-

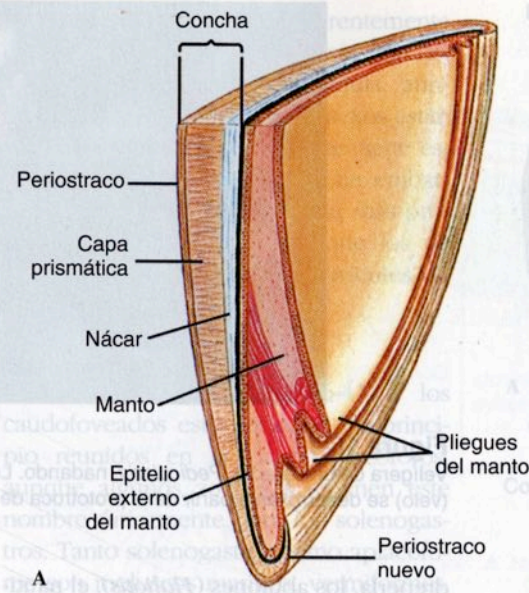


**FIGURE 12.10**

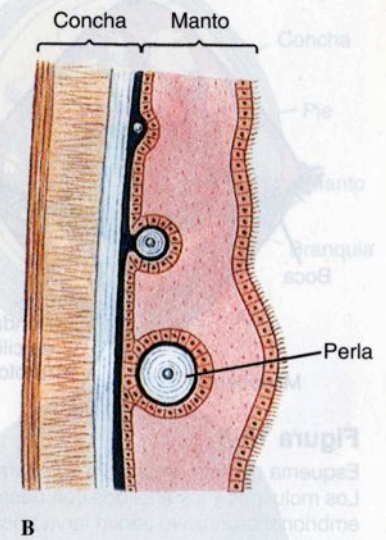
**Lamellibranch Gill of a Bivalve.** (a) Blue arrows indicate incurent and excurrent water currents. Food is filtered as water enters water tubes through pores in the gills. (b) Cross section through a portion of a gill. Water passing through a water tube is in close proximity to blood. Water and blood exchange gases in the water tubes. Blue arrows show the path of water. Black arrows show the path of blood.



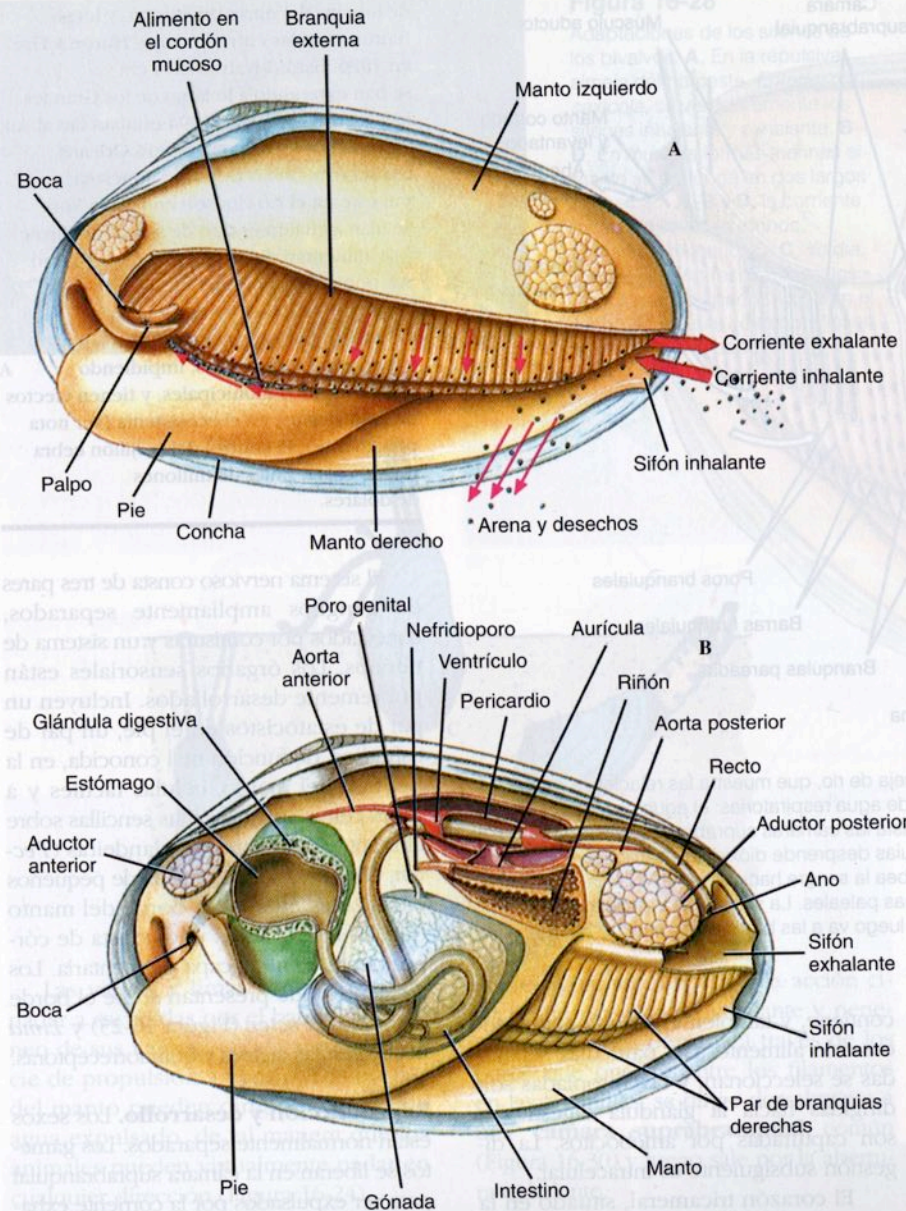
**Figura 16-4**  
 Condición primitiva del ctenidio de un molusco. La circulación del agua entre los filamentos de la branquia se produce por el batido de los cilios, y la sangre se difunde a través del filamento desde el vaso aferente al eferente. Las flechas negras indican corrientes ciliares para la limpieza.



**Figura 16-5**  
**A**, Esquema de una sección vertical de la concha y el manto de un bivalvo. El epitelio del manto externo secreta la concha; el epitelio interno por lo general es ciliado. **B**, Formación de una perla entre el manto y la concha; cuando un parásito o un trozo de arena queda bajo el manto acaba cubierto de nácar.

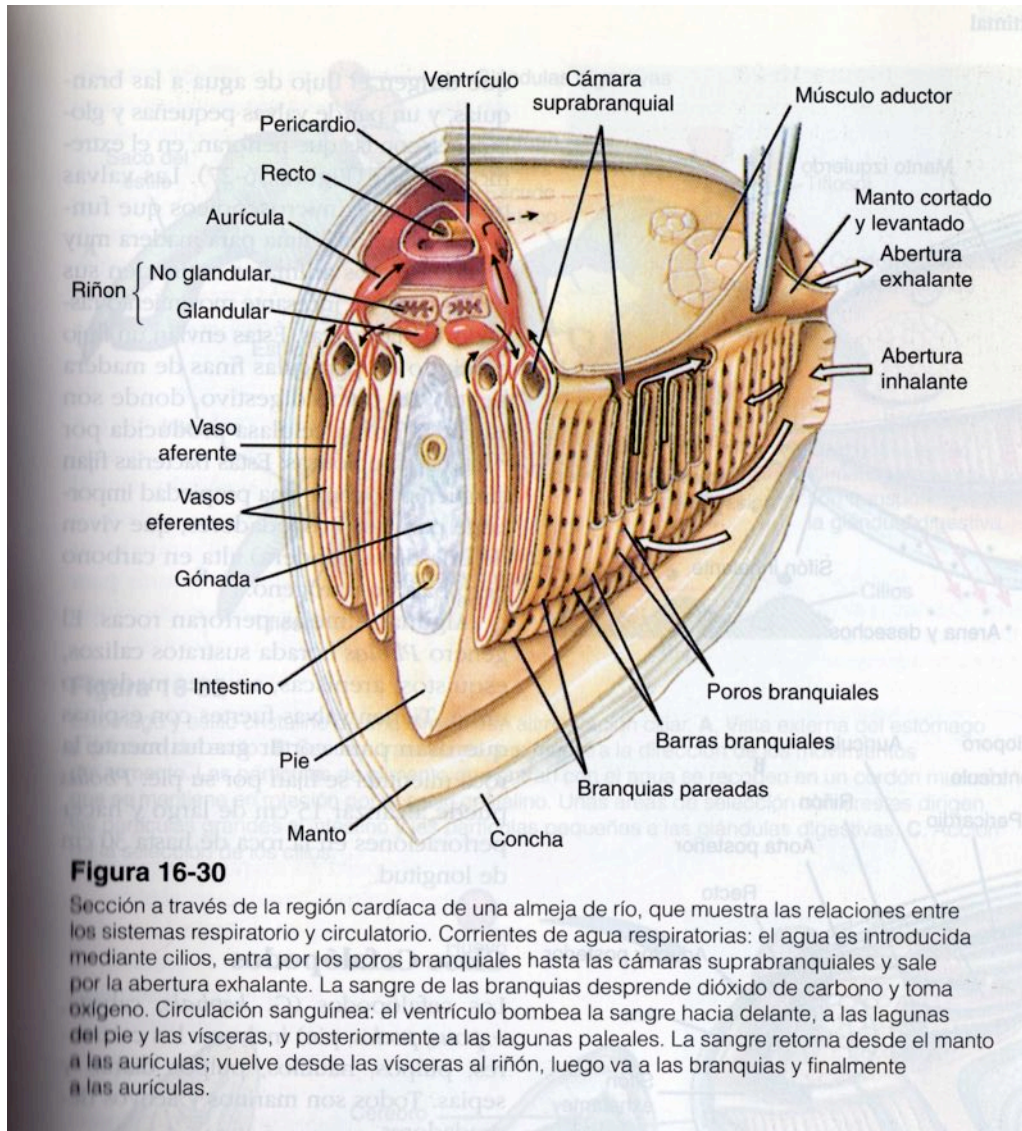


**B**, Formación de una perla entre el manto y la concha; cuando un parásito o un trozo de arena queda bajo el manto acaba cubierto de nácar.



**Figura 16-31**

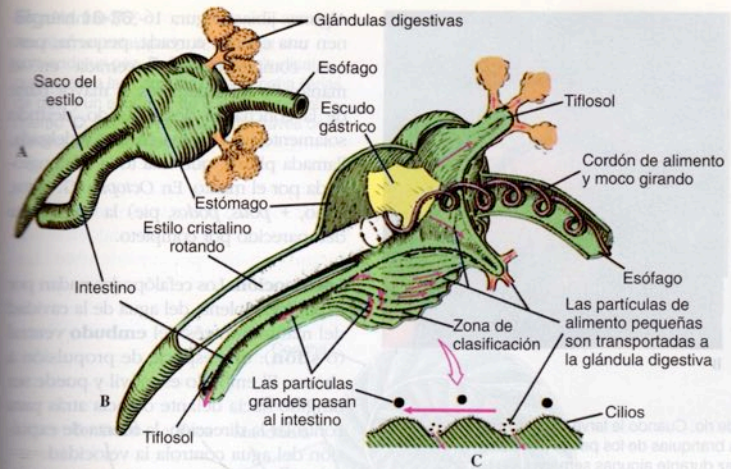
**A**, Mecanismo alimentario de la almeja de río. Se ha quitado la valva izquierda y el manto. El agua entra en la cavidad del manto por detrás y es arrastrada hacia las branquias y palpos por acción ciliar. Cuando el agua atraviesa las pequeñas aberturas de las branquias, las partículas de alimento son tamizadas y quedan atrapadas en cordones de moco que son llevados por los cilios a los palpos y dirigidos a la boca. La arena y las partículas residuales caen en la cavidad paleal y son expulsadas por acción ciliar. **B**, Anatomía de la almeja.



**Figura 16-30**

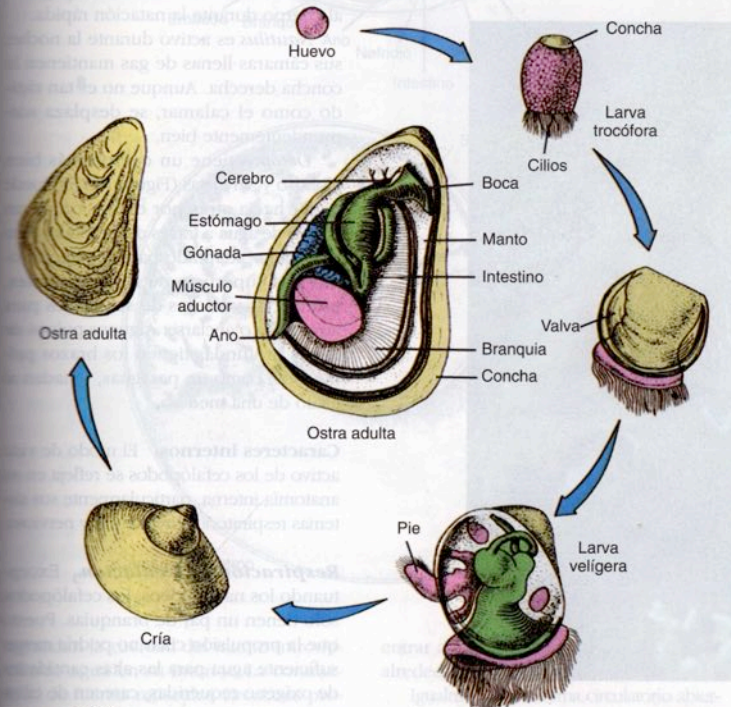
Sección a través de la región cardíaca de una almeja de río, que muestra las relaciones entre los sistemas respiratorio y circulatorio. Corrientes de agua respiratorias: el agua es introducida mediante cilios, entra por los poros branquiales hasta las cámaras suprabranquiales y sale por la abertura exhalante. La sangre de las branquias desprende dióxido de carbono y toma oxígeno. Circulación sanguínea: el ventrículo bombea la sangre hacia delante, a las lagunas del pie y las vísceras, y posteriormente a las lagunas paleales. La sangre retorna desde el manto a las aurículas; vuelve desde las vísceras al riñón, luego va a las branquias y finalmente a las aurículas.





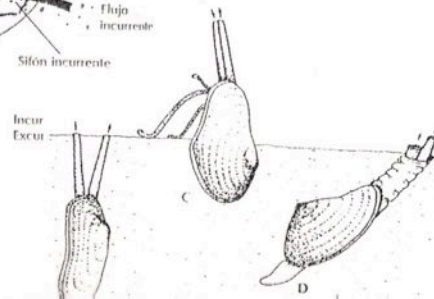
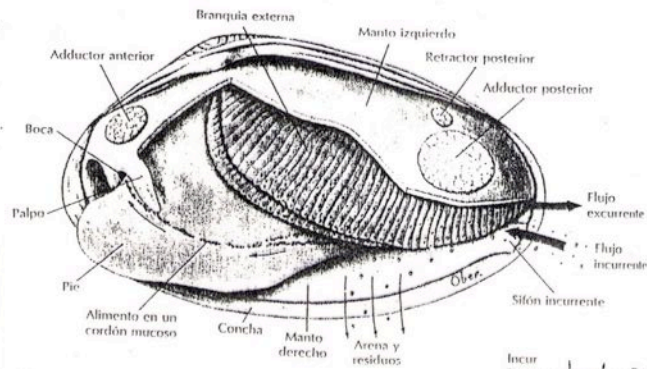
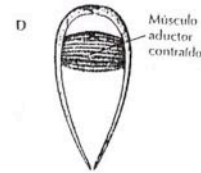
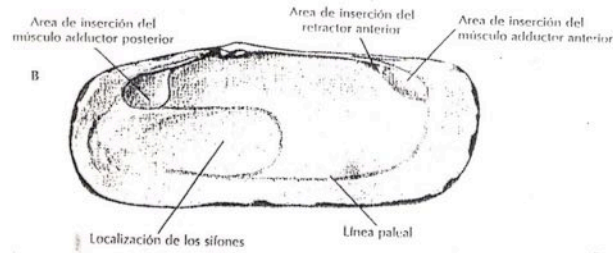
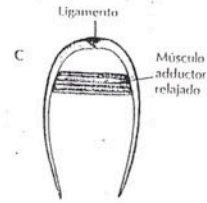
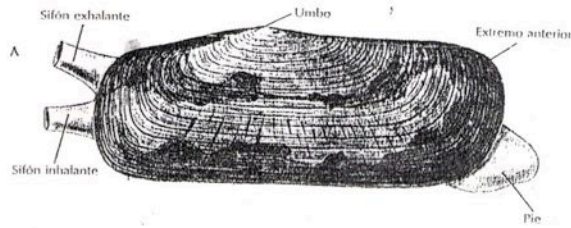
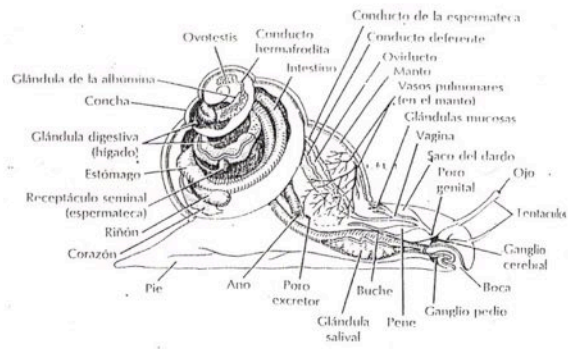
**Figura 16-32**

Estómago y estilo cristalino de una almeja con alimentación ciliar. **A.** Vista externa del estómago y del saco del estilo. **B.** Sección transversal que muestra la dirección de los movimientos del alimento. Las partículas de alimento que entran con el agua se recogen en un cordón mucoso que se mantiene en rotación por el estilo cristalino. Unas áreas de selección con crestas dirigen las partículas grandes al intestino y las partículas pequeñas a las glándulas digestivas. **C.** Acción de la selección de los cilios.



**Figura 16-33**

Ciclo vital de la ostra. La larva de la ostra nada durante cerca de dos semanas antes de fijarse y transformarse en cría. Las ostras tardan alrededor de 4 años en alcanzar el tamaño comercial.





A

Rinóforo

Tentáculo oral



A

### Figura 16-21

**A**, La liebre marina, *Aplysia dactylometra*, se desliza y nada a través del fondo de algas tropicales, ayudada por sus grandes parapodios aliformes, aquí curvados por encima del cuerpo. **B**, Cuando es atacada, la liebre de mar lanza una abundante secreción protectora desde la «glándula de la púrpura» que tiene en la cavidad del manto.



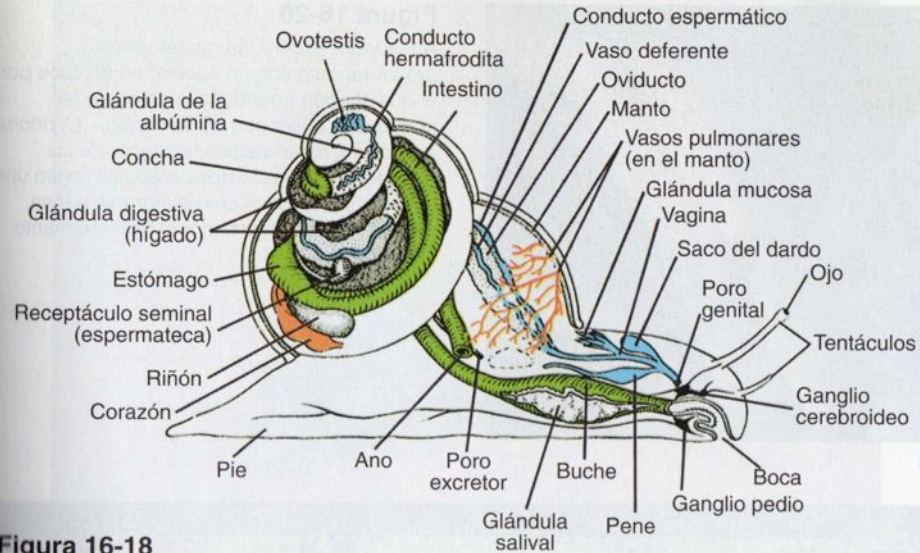
B

### Figura 16-20

**A**, *Diodora aspera*, un gasterópodo prosobranquio con un agujero en el ápice por el que el agua abandona la cavidad del manto. **B**, La «lengua de flamenco», *Cyphoma gibbosum*, es un vistoso habitante de los arrecifes coralinos. Estos caracoles tienen una concha lisa de color crema, naranja o rosa generalmente cubierta por el brillante manto moteado.



B



**Figura 16-18**

Anatomía de un caracol pulmonado.



A

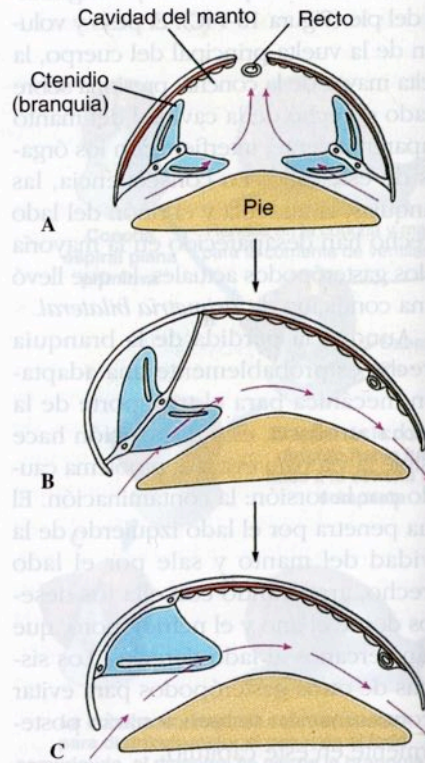


B

**Figura 16-19**

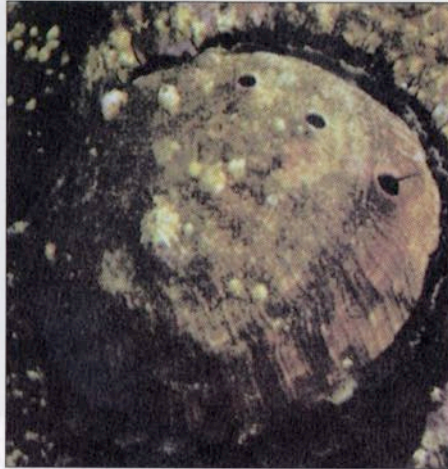
Huevos de gasterópodos marinos. **A**, El buccino arrugado, *Thais lamellosa*, deja los huevos en cápsulas que recuerdan los granos de trigo; cada una contiene cientos de huevos. **B**, Cinta con huevos de un nudibranchio dórido.

que los vor tra ed 7). más a a un ón ve vor i la ón de u- áti- ul- del de ma un cir- ro- lu- por jos os, El ró- del da as. pa



**Figura 16-17**

Evolución de los ctenidios en los gasterópodos. **A.** Condición primitiva con dos ctenidios; el agua exhalante deja la cavidad del manto por una rendija o un orificio dorsal. **B.** Estado posterior a la pérdida de un ctenidio. **C.** Estado derivado que se encuentra en la mayoría de los gasterópodos, en los que se han perdido los filamentos de un lado de la branquia restante, y el eje está unido a la pared del manto.



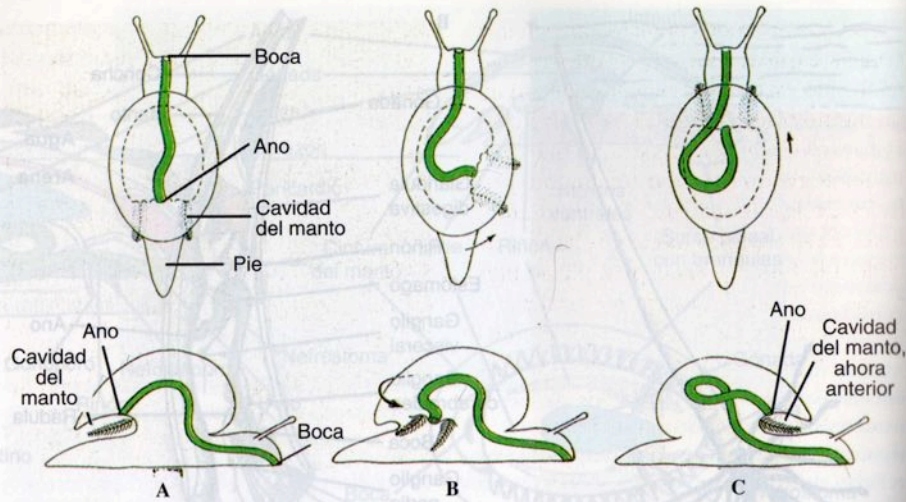
A



B

### Figura 16-15

**A**, La oreja de mar roja, *Haliotis rufescens*. Este caracol con aspecto de lapa grande es apreciado como alimento y muy comercializado. Las orejas de mar son vegetarianas estrictas, se alimentan especialmente de lechuga de mar y otras algas. **B**, Caracol luna, *Polinices lewisii*; habitante común de los bajíos arenosos de la costa oeste Americana, el caracol luna es un depredador de almejas y mejillones. Usa su rádula para hacer agujeros perfectos en las conchas de sus víctimas, a través de los cuales extiende la probóscide para comer el cuerpo carnoso de los bivalvos.

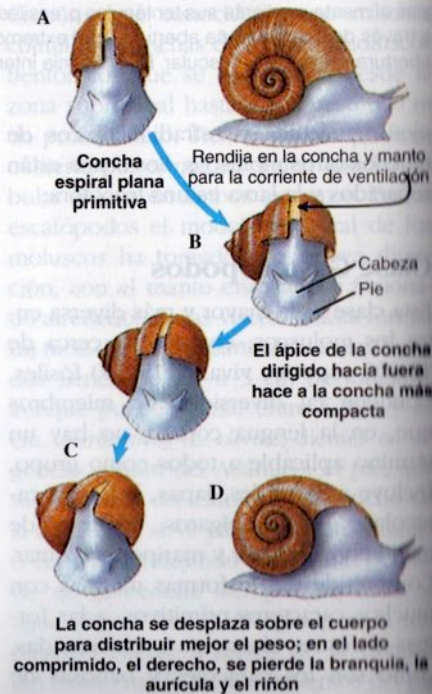


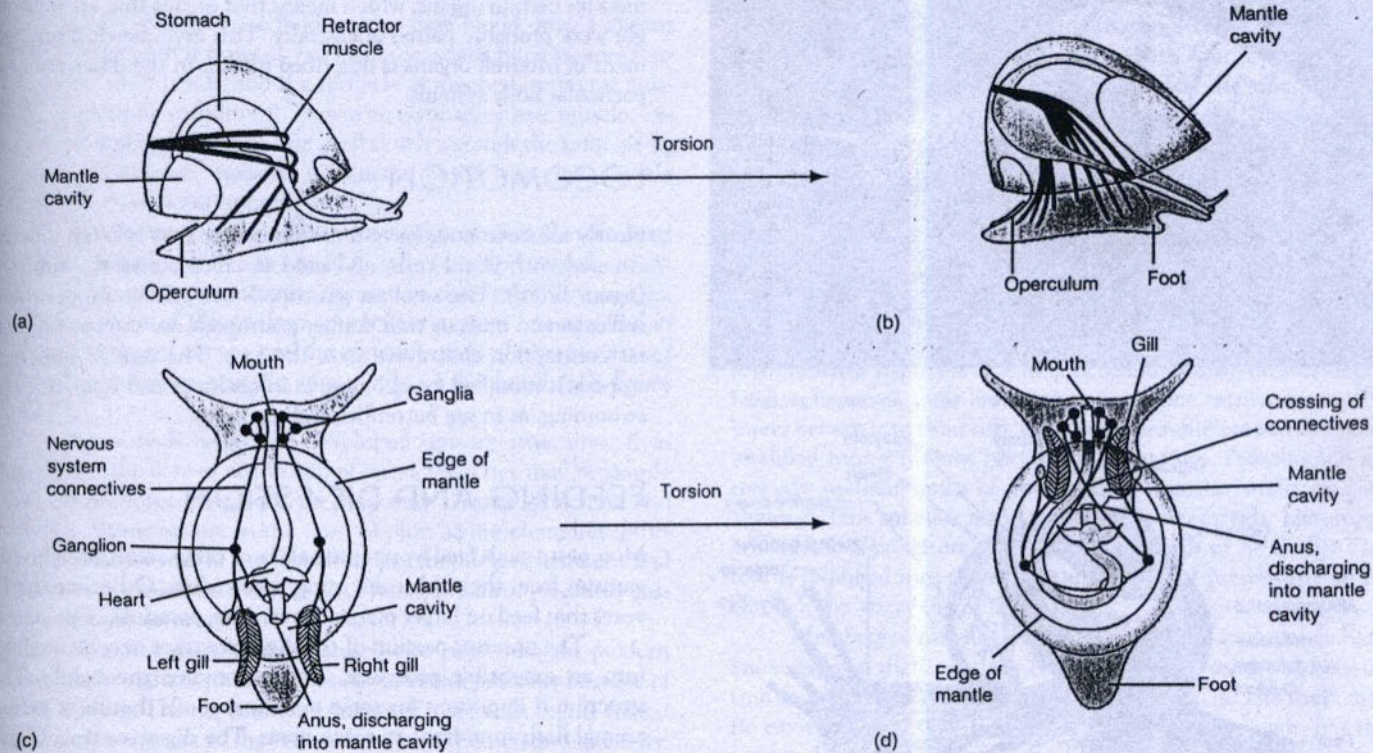
**Figura 16-13**

Torsión en los gasterópodos. **A**, Condición ancestral antes de la torsión. **B**, Estado hipotético intermedio. **C**, Gasterópodo primitivo, torsión completa; la dirección del movimiento del caracol hace ahora que los productos de desecho queden en el interior de la cavidad del manto, lo que provoca la contaminación.

La curiosa disposición resultante de la torsión crea un problema higiénico importante al permitir que se viertan los desechos hacia atrás, sobre las branquias, lo que nos lleva a preguntar qué fuertes presiones evolutivas se han seleccionado para tan extraña reordenación de la estructura del cuerpo. Se han dado algunas explicaciones al respecto, pero ninguna satisfactoria por completo. Por ejemplo, los órganos sensoriales de la cavidad del manto (osfradios) podrían catar mejor el agua cuando giran en la dirección del movimiento. Ciertamente las consecuencias de la torsión y la necesidad resultante de evitar la contaminación branquial han sido muy importantes en la evolución de los gasterópodos. En cualquier caso, estas consecuencias no pueden estudiarse hasta que no se haya descrito otro aspecto peculiar de los gasterópodos: el arrollamiento.

**Arrollamiento**



**FIGURE 12.6**

**Torsion in Gastropods.** (a) A pretorsion gastropod larva. Note the posterior opening of the mantle cavity and the untwisted digestive tract. (b) After torsion, the digestive tract is looped, and the mantle cavity opens near the head. The foot is drawn into the shell last, and the operculum closes the shell opening. (c) A hypothetical adult ancestor, showing the arrangement of internal organs prior to torsion. (d) Modern adult gastropods have an anterior opening of the mantle cavity and the looped digestive tract. *Redrawn from L. Hyman, The Invertebrates, Volume VI. Copyright © 1967 McGraw-Hill, Inc. Used by permission.*



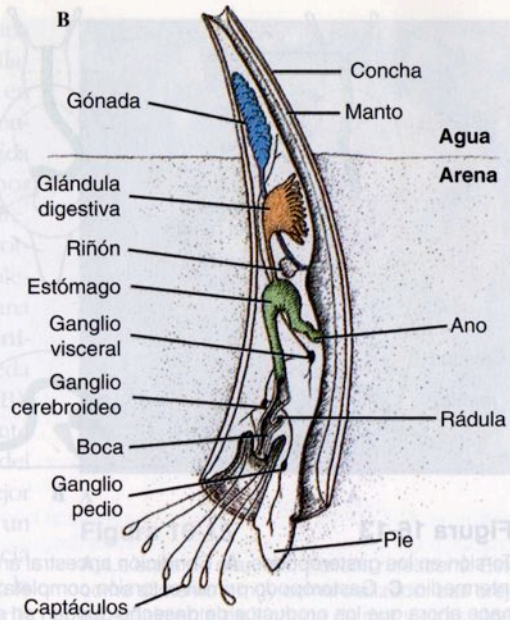
**Figura 16-11**

El colmillo de mar *Dentalium* (Clase Escafópodos). **A**, Excava en el fango o arena blandos y se alimenta mediante sus tentáculos prensiles. La corriente respiratoria entra, por acción ciliar, a través de una pequeña abertura en el extremo de la concha, luego es expelida por la misma abertura por acción muscular. **B**, Anatomía interna de *Dentalium*.

ojos, tentáculos y osfradios típicos de muchos otros moluscos. Los sexos están separados y la larva es una trocófora.

### Clase Gasterópodos

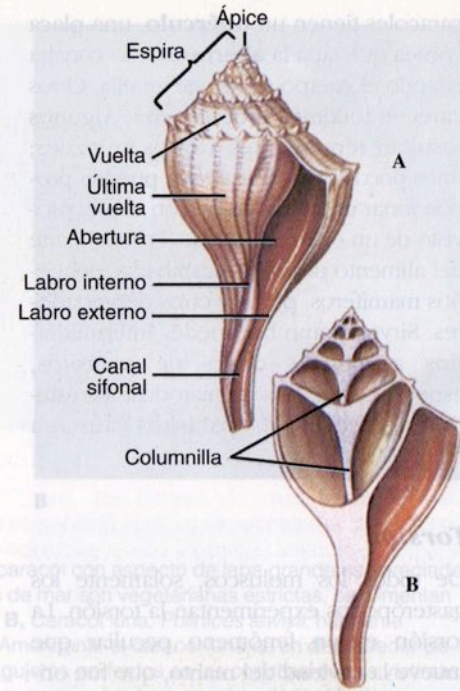
Esta clase es la mayor y más diversa entre los moluscos; comprende cerca de 40 000 especies vivas y 15 000 fósiles. Contiene tal diversidad de miembros que, en la lengua común, no hay un término aplicable a todos como grupo. Incluye a caracoles, lapas, babosas, caracolas, bucíos, bigáros, babosas de mar, liebres de mar y mariposas de mar. Comprende desde formas marinas con muchos caracteres primitivos, a las formas terrestres altamente evolucionadas, como son los caracoles y babosas de



derecho (**dextrorsa**) o hacia el lado izquierdo (**sinestrorsa**), dependiendo de la dirección de arrollamiento. Las conchas dextrorsas son mucho más comunes. La dirección del arrollamiento está determinada genéticamente.

El tamaño de los gasterópodos varía desde formas microscópicas a formas gigantes, como es el caso de *Pleuroploca gigantea*, un caracol marino con la concha de hasta 60 cm de larga, y de la liebre de mar *Aphysia* (Figura 16-21), alguna de cuyas especies alcanza 1 m de longitud. No obstante, la mayor parte de ellos tienen entre 1 y 8 cm. Algunos gasterópodos fósiles tuvieron más de 2 m de largo.

La variación de hábitat de los gasterópodos es amplia. Son comunes en el mar, tanto en las zonas litorales como a



*Busycon carica*

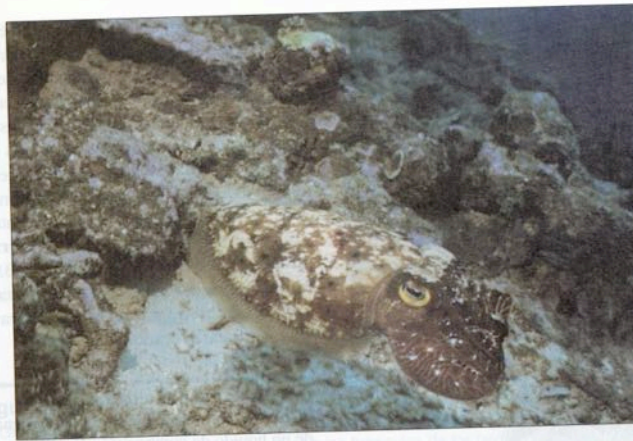


*Busycon contrarium*

**Figura 16-12**

Concha del buccino *Busycon*. **A y B**, *Busycon carica*, una concha dextrorsa, o de arrollamiento hacia la derecha. Una concha se sabe que es dextrorsa cuando al cogerla con el ápice hacia arriba y la abertura mirando al observador queda ésta en el lado derecho. **C**, *B. contrarium*, una concha sinestrorsa, o de arrollamiento hacia la izquierda.



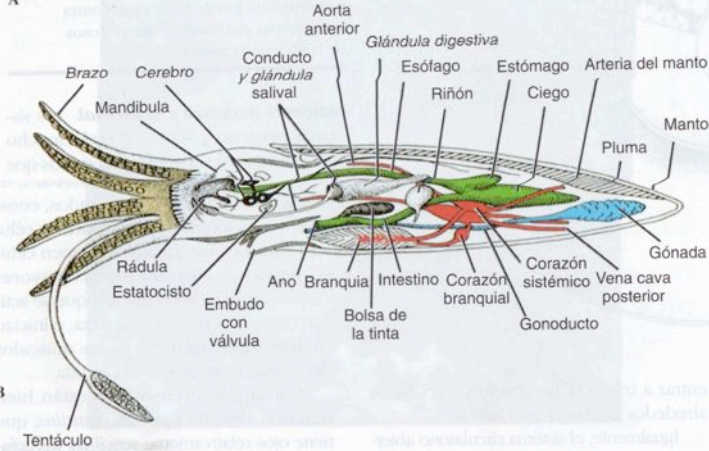


**Figura 16-37**

La jibia, *Sepia latimanus*, tiene una concha interna conocida como jibión, utilizada con los pájaros de jaula.

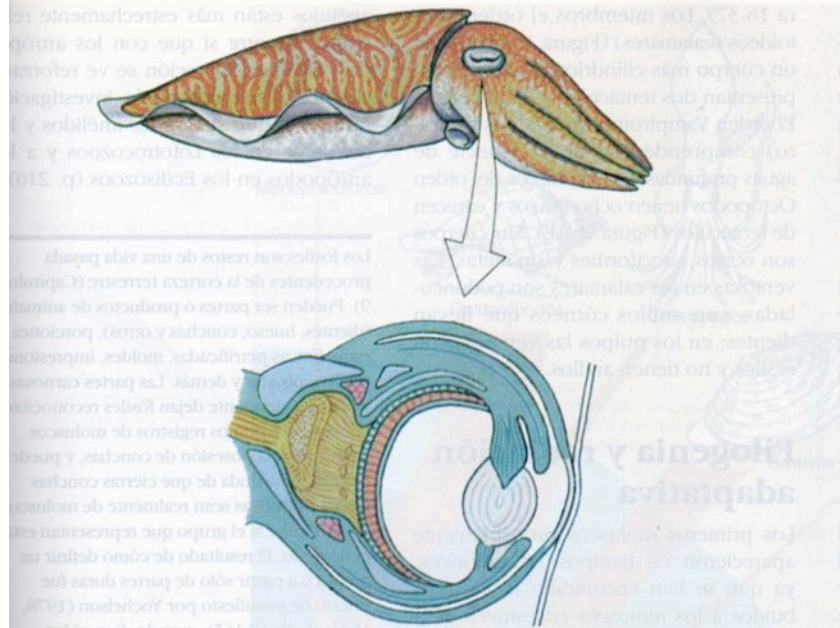


A

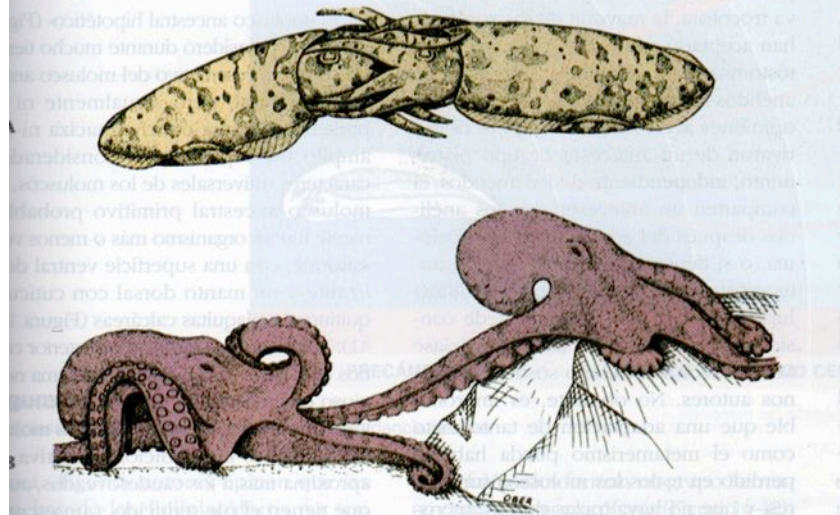


**Figura 16-38**

A, Un calamar, *Sepioteuthis lessoniana*. B, Vista lateral de la anatomía del calamar, en la que se ha separado la mitad izquierda del manto.



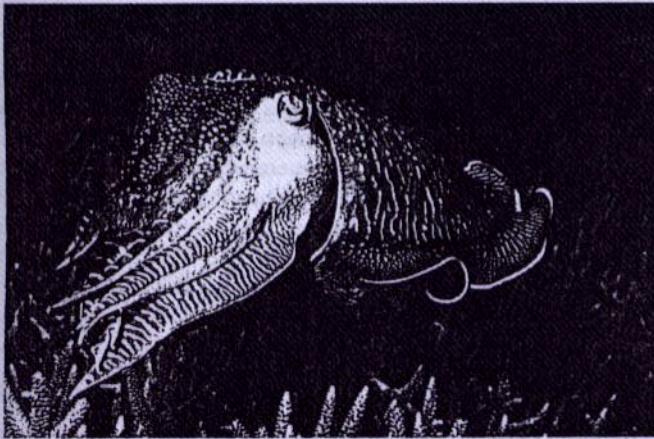
**Figura 16-39** Ojo de una jibia (*Sepia*). La estructura de los ojos de los cefalópodos presenta un alto grado de convergencia evolutiva con los ojos de los vertebrados.



**Figura 16-40** Pareamiento de los cefalópodos. **A**, Jibias en cópula. **B**, El pulpo macho utiliza el brazo modificado para depositar los espermatóforos en la cavidad del manto de la hembra para fecundar sus huevos. Los pulpos frecuentemente cuidan sus huevos durante el desarrollo.



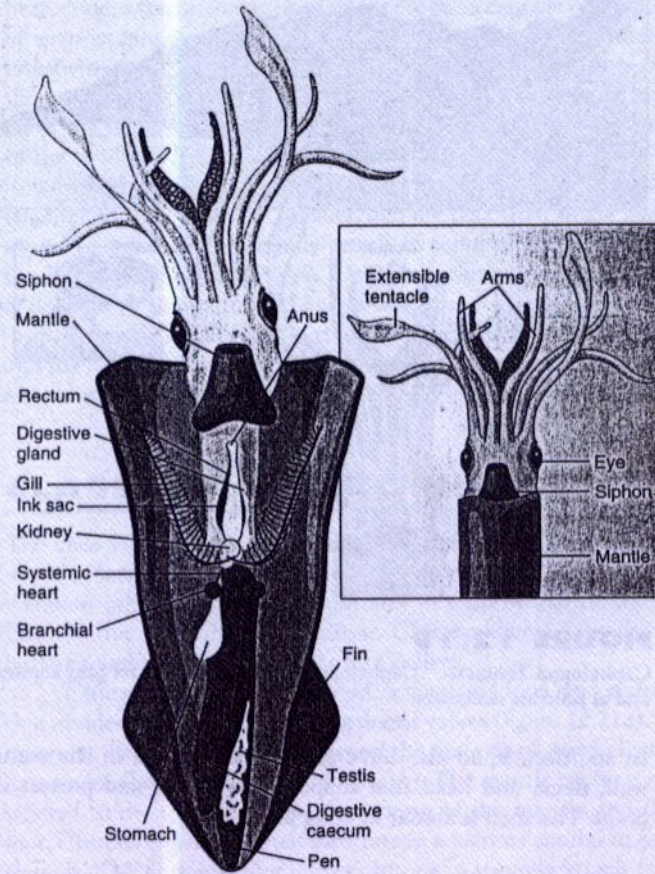
(a)



(b)

**FIGURE 12.17**

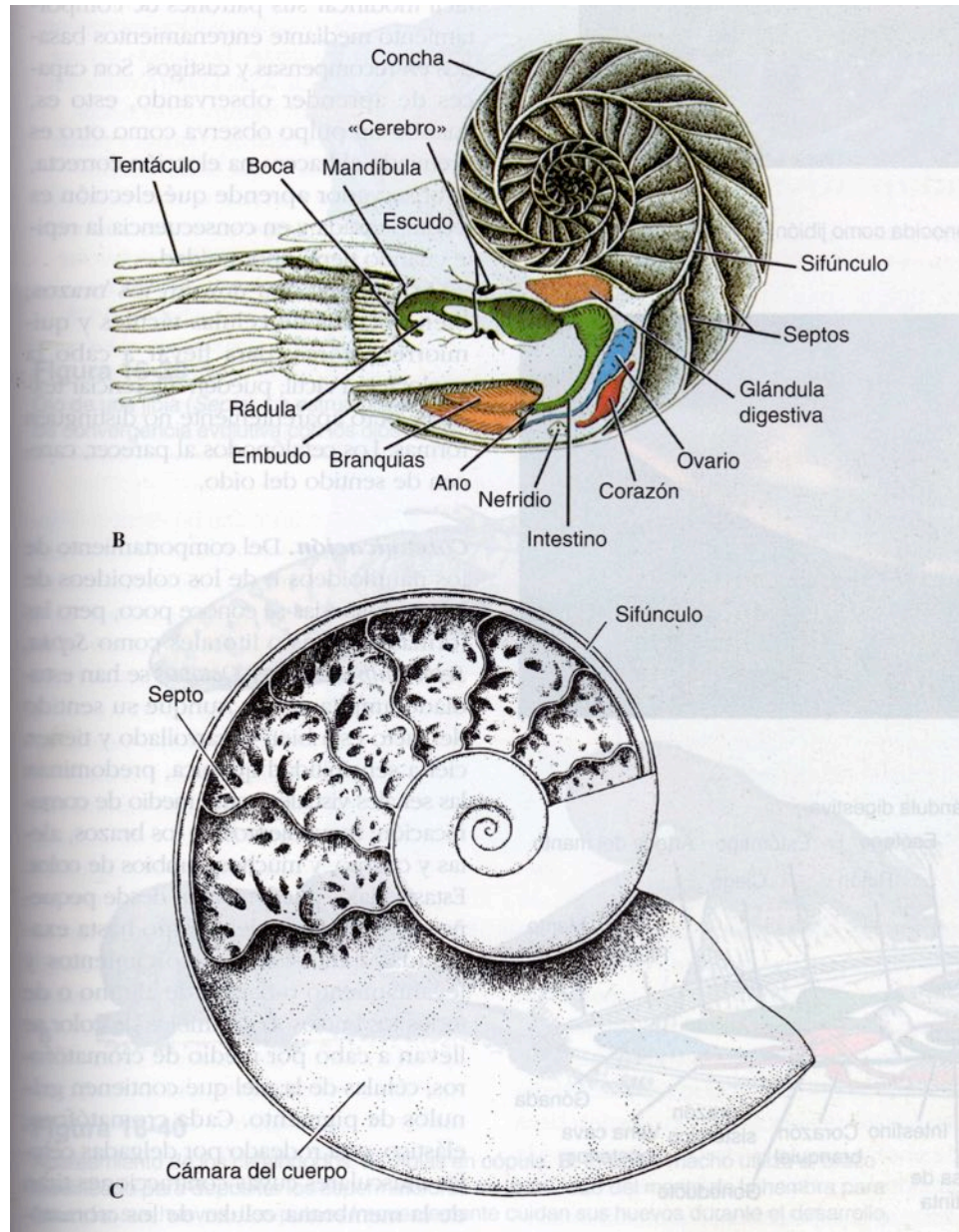
Class Cephalopoda. (a) Chambered nautilus (*Nautilus*). (b) A cuttlefish (*Sepia*).



**FIGURE 12.18**

Internal Structure of the Squid, *Loligo*. The shell of most cephalopods is reduced or absent, and the foot is modified into a funnel and a circle of tentacles and/or arms that encircle the head. The inset shows the undissected anatomy of the squid.

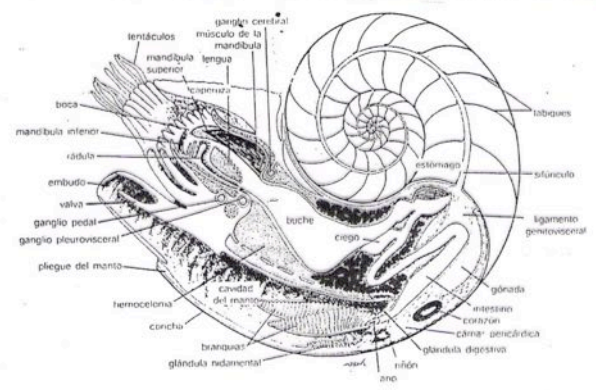
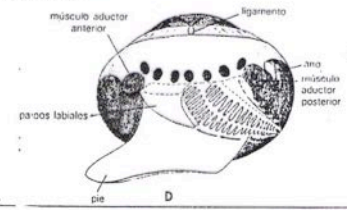
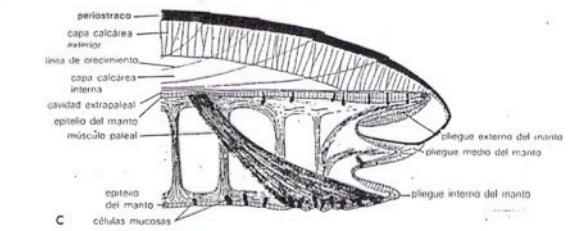
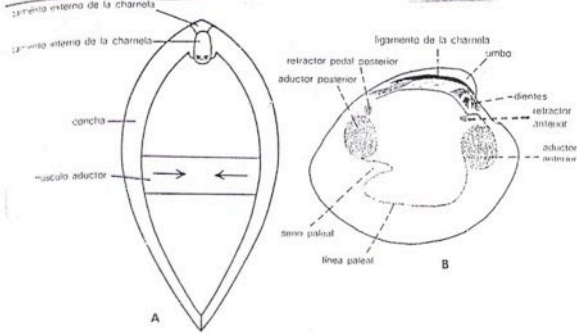
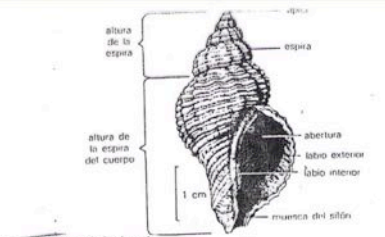
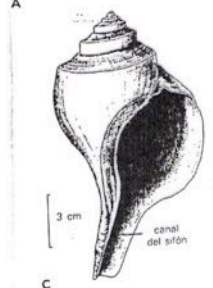
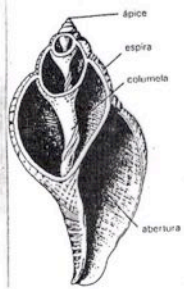
mantle acts as a pump to bring large quantities of water into the mantle cavity

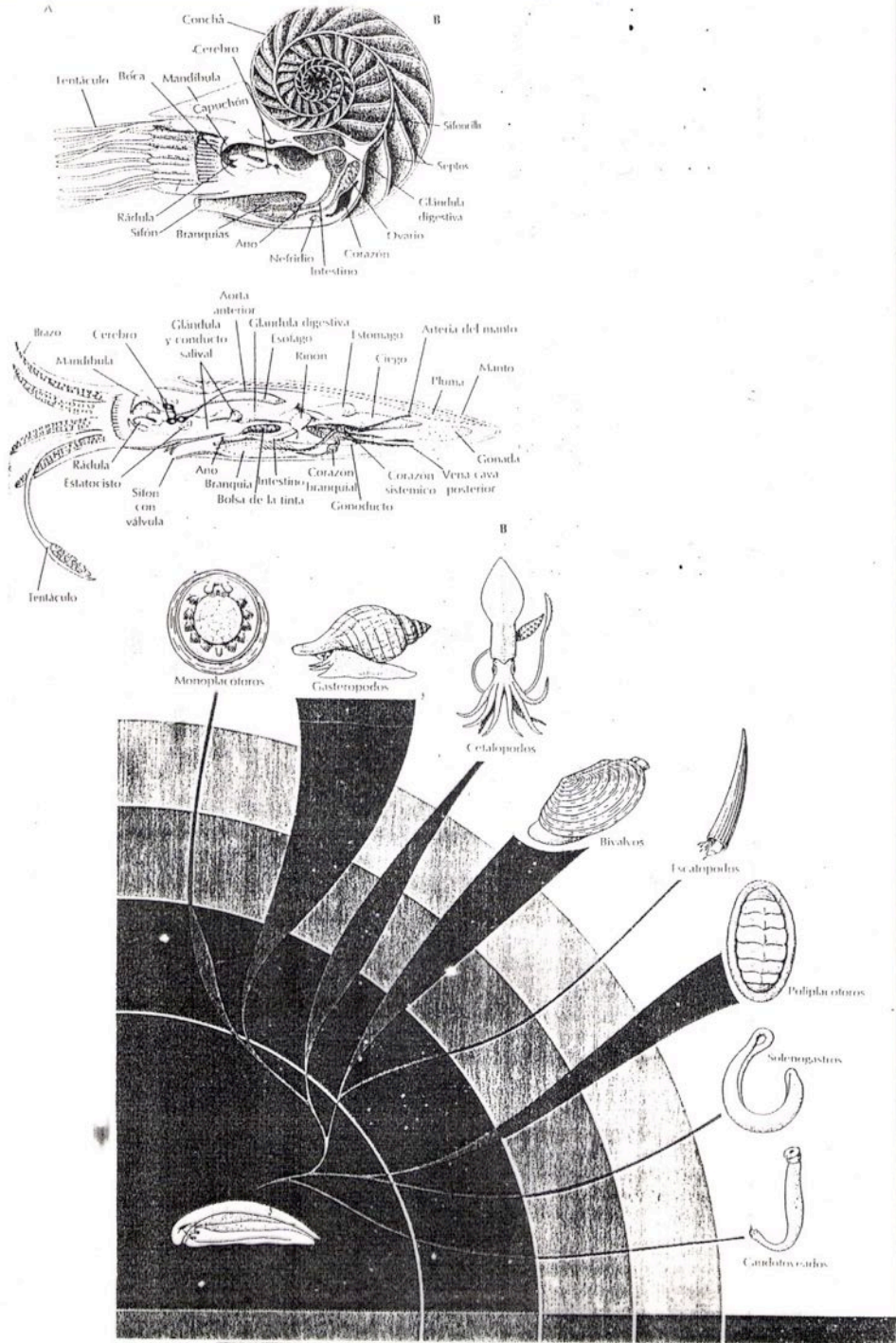


## Figura 16-36

*Nautilus*, un cefalópodo. **A**, *Nautilus* vivo comiendo un pez. **B**, Sección longitudinal, que muestra las cámaras de la concha llenas de gas, y un esquema de la estructura del cuerpo. **C**, Sección longitudinal a través de la concha de un ammonoideo.







Clasificación

Moluscos

Bivalvos

Escafópodos

Cephalopodos

Gasterópodos

Poliplacóforos

Solenogastros

Caudofoveados

Resumen

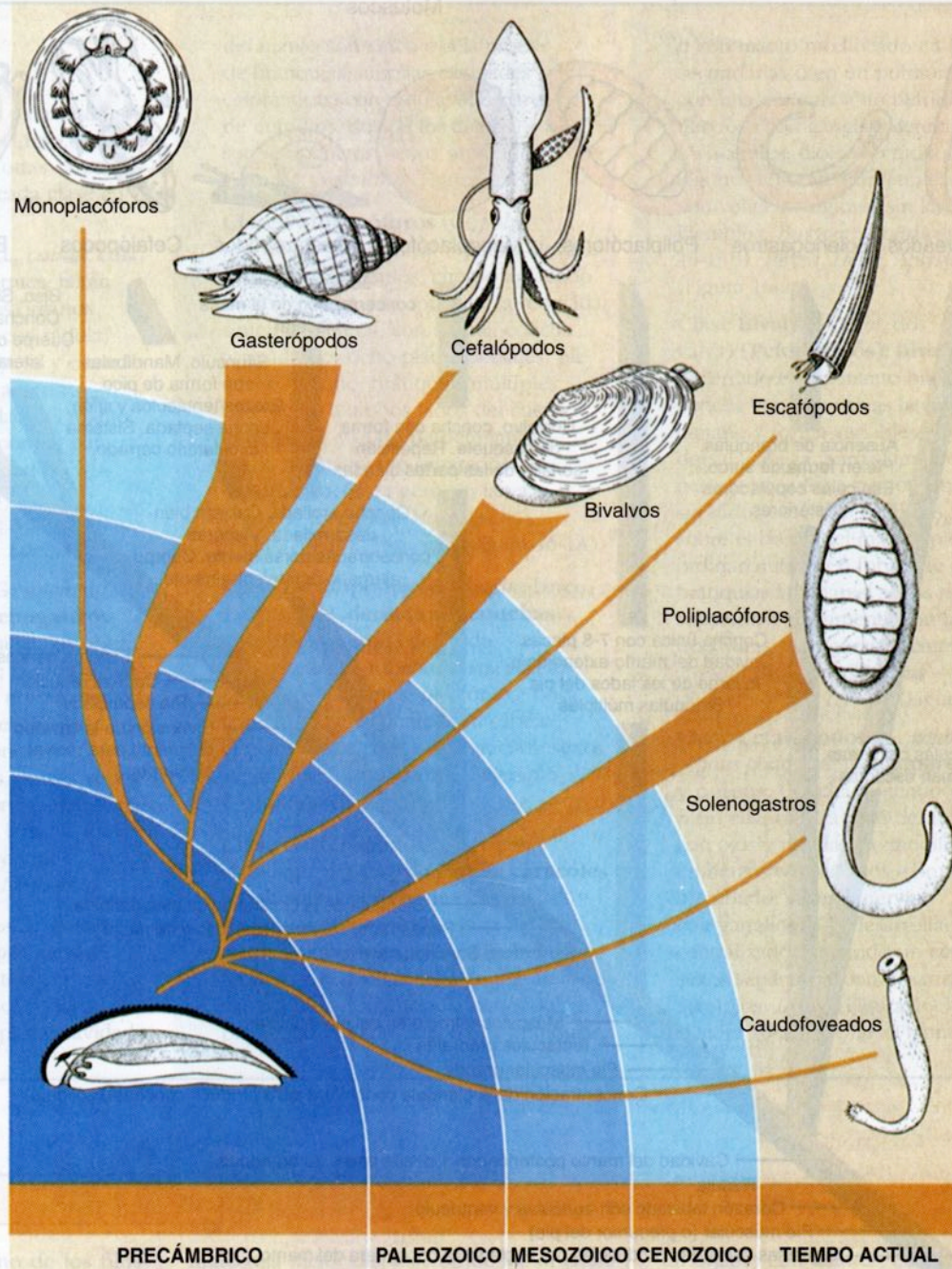
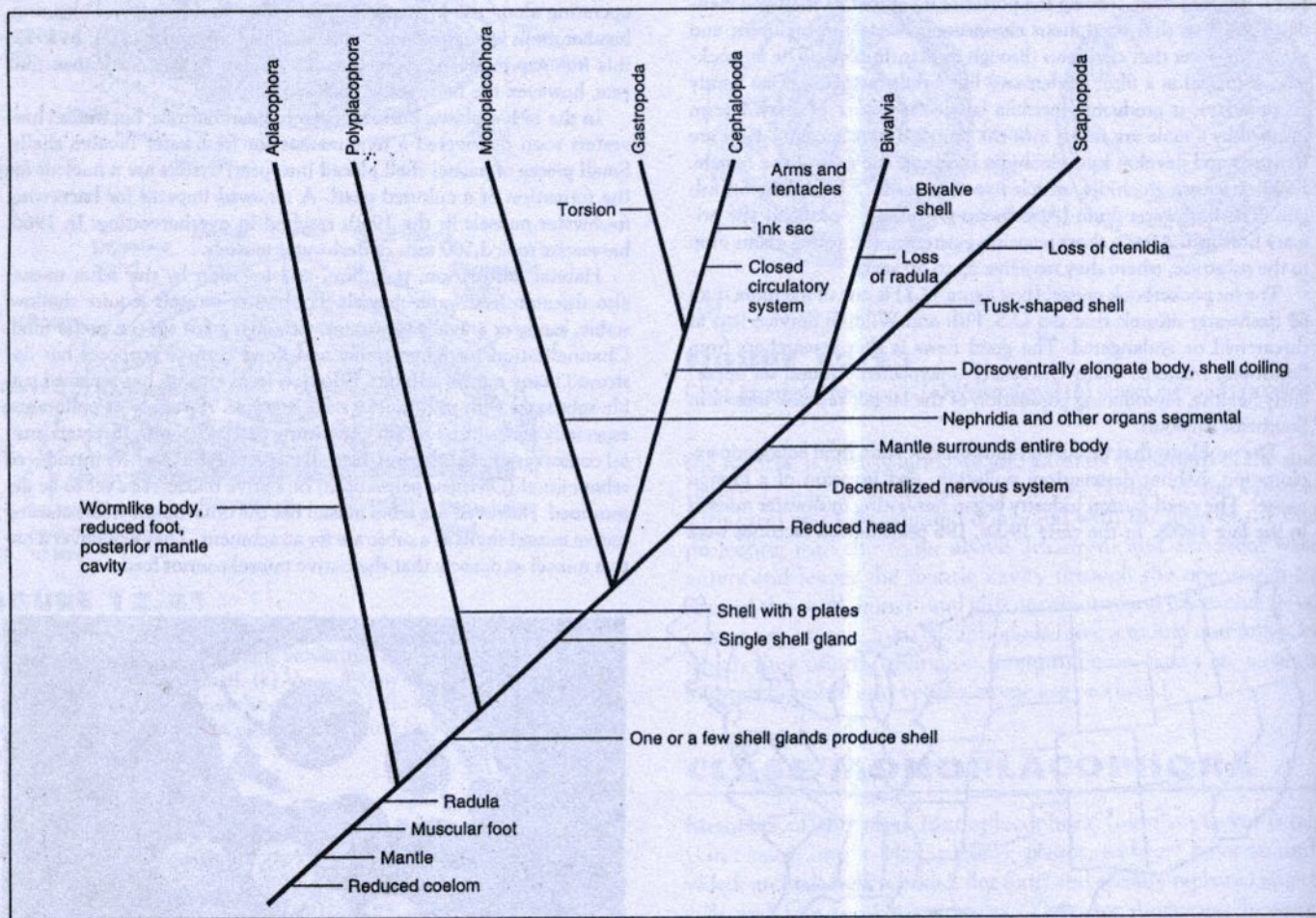


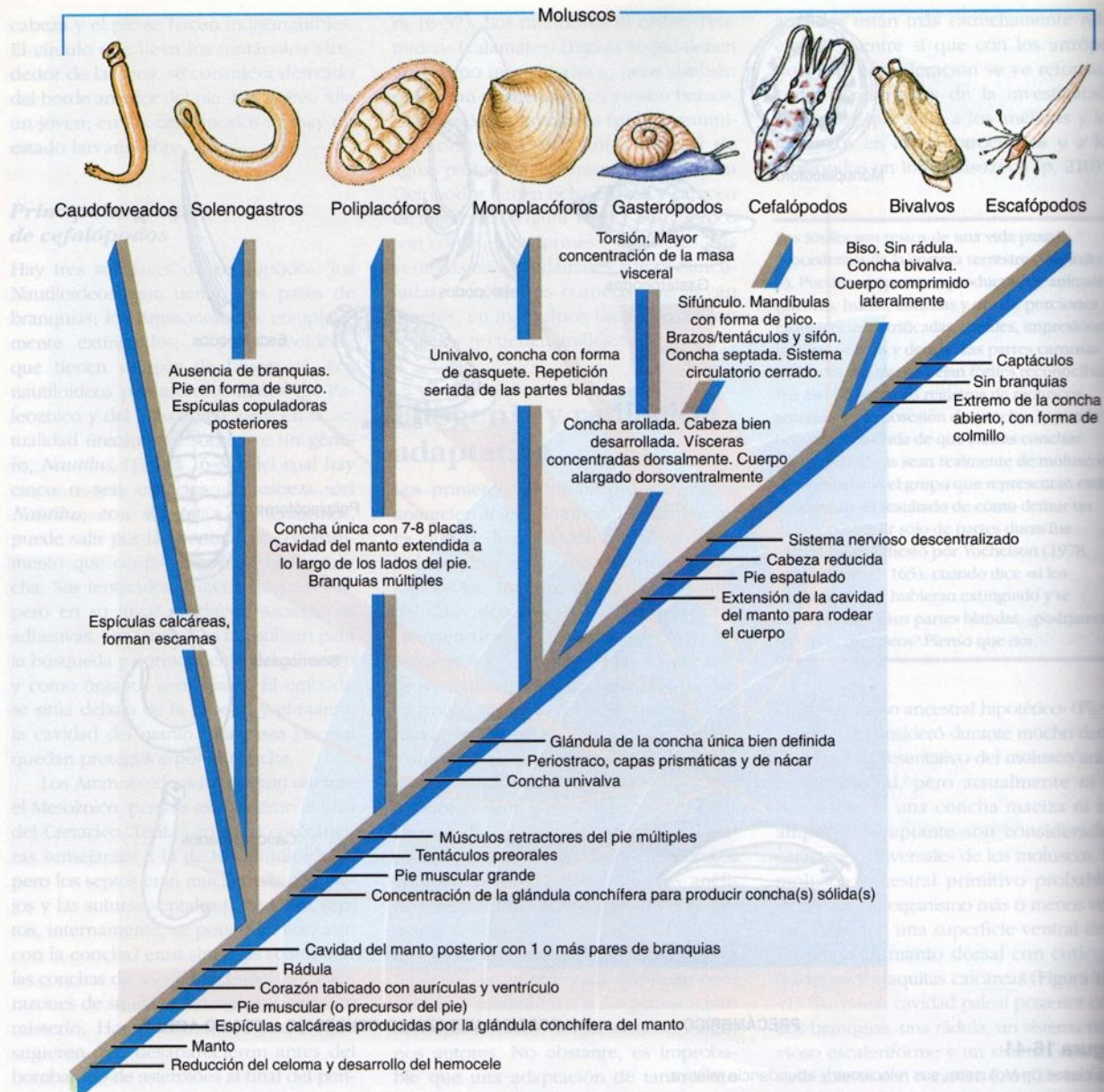
Figura 16-41

Las clases de Moluscos, sus relaciones y abundancia relativa.



**FIGURE 12.25**

Molluscan Phylogeny. Cladogram showing possible evolutionary relationships among the molluscs.



**Figura 16-42**

Cladograma que muestra las relaciones hipotéticas entre las clases de Moluscos. Se exponen las sinapomorfías que identifican los diferentes clados, aunque algunas de ellas se modifican o pierden en algunos descendientes. Por ejemplo, la concha univalva (así como la concha arollada) se ha reducido o perdido en muchos gasterópodos y cefalópodos, y muchos gasterópodos han sufrido detorsión. La concha bivalva de los Bivalvos deriva de una concha única ancestral. El biso no está presente en la mayoría de los bivalvos adultos, aunque interviene en la fijación de las larvas de muchos; no obstante el biso se considera una sinapomorfía de los Bivalvos.