

CARACTERES GENERALES

Los Equinodermos (de *echino*: púas; *dermo*: piel), constituyen un grupo zoológico del cual se conocen más de 6.000 especies. Aparecen ya en el período Cámbrico.

Son animales exclusivamente marinos. Viven en el fondo del mar (vida béntica).

Es el único phylum importante de invertebrados **Deuterostomados**, con larvas similares a las de Cordados. Por ello actualmente los zoólogos los consideran los invertebrados más evolucionados y los estudiamos en este momento del curso.

El **tamaño** que pueden adquirir es variable. Los más pequeños tienen más de 1 cm de diámetro. Pero existen especies de estrellas de mar que pueden llegar a medir 80 cm de diámetro; y el erizo más grande conocido tiene 30 cm de diámetro.

Presentan en su forma larvaria **simetría bilateral**, que secundariamente, en la mayoría de las formas adultas, pasa a ser radiada, generalmente **pentarradiada** (con cinco radios o múltiplos de 5).

Presentan **celoma auténtico**, lo cual nos indica que tienen una estructura superior a la de los otros Radiados (Cnidarios).

El celoma está dividido en tres partes: axoceloma, hidroceloma y somatoceloma.

Los **tegumentos** están constituidos por una **epidermis** ciliada superficial; una **dermis** de origen mesodérmico (son animales triblásticos); y un **esqueleto** de origen dérmico, formado por escleroblastos.

Dicho esqueleto se manifiesta primero por corpúsculos perforados y luego osículos calcáreos perforados, que pueden estar dispersos en la dermis (en Holoturias) pero generalmente forman placas más grandes. En los erizos se sueldan totalmente constituyendo un caparazón.

En algunos equinodermos existe un considerable **desarrollo muscular**, especialmente en estrellas de mar, donde las placas calcáreas permanecen móviles. Si las placas se fusionan los músculos se atrofian total o parcialmente.

Las **púas** que aparecen en la superficie externa, también forman parte del esqueleto. Están recubiertas también por la dermis. Pueden adquirir hasta 30 cm de longitud en especies tropicales. No aparecen en todas las zonas de la superficie externa. Se articulan en protuberancias de las placas calcáreas esqueléticas, y están provistas de músculos radiales. En algunas especies, en su extremo pueden presentar glándulas venenosas. La función de las púas es múltiple: defensa, y menos frecuentemente locomoción y captura de presas.

Los **pedicelarios** (ver fig. 394) son pequeñas pinzas de dos o tres dedos, que asientan sobre pedúnculos en forma de tubo, móviles, y están sostenidos en la base por varillas calcáreas (vainas). Se los encuentra entre las púas, en los erizos y en muchas estrellas de mar. Incluso, como aquéllos, pueden tener glándulas venenosas. Su función consiste en mantener libre la superficie corporal; accesoriamente pueden ser utilizados en defensa y captura de presas.

El **celoma** es de organización complicada en los equinodermos. Es una espaciosa cavidad del cuerpo, revestida por epitelio parietal y visceral. Pero además de esta cavidad, existen diversos sistemas de conductos celómicos (sistema oral y sistema aboral), todos derivados de cuatro sacos celómicos consecutivos.

El **sistema celómico oral** está formado por el conducto anular y cinco conductos radiales. El **sistema aboral** está constituido por el conducto anular genital y cinco evaginaciones en forma de saco denominadas cavidades gonadales.

El **aparato ambulacral** o **sistema vascular acuífero** (véase figs. 396 y 397) es característico de los Equinodermos. Se origina del saco izquierdo medio celómico. Lo estudiaremos al considerar la organización de una estrella de mar. Cumple funciones locomotoras (de allí lo de ambulacral), vasculares, respiratorias, excretoras, etc.

La **respiración** es variada en los equinodermos. Se cumple por branquias, por los piecillos, por la superficie del cuerpo en algunas zonas, etc.

El **sistema vascular hemal** o **aparato circulatorio** carece de corazón y está formado por vasos que carecen de epitelio parietal propio (son los celomoaductos o conductos del celoma). El órgano central, es la **glándula axial**, cordón mesenquimatoso, atravesado por lagunas y tubos sanguíneos anastomosados. En la parte aboral, la glándula axial emite una vesícula madreporica (divertículo contráctil del celoma, que por sus contracciones contribuye a la circulación). Esta glándula axial, a su vez, se conecta con el **seno anular genital** (del cual parten conductos pares para las cinco gónadas) y con el **seno anular hiponeural** (del cual salen cinco senos radiales y en cada uno de ellos se aloja un conducto sanguíneo radial).

La sangre es incolora, con amebocitos, y no se diferencia del líquido celómico.

La **excreción** (véase fig. 399) se cumple mediante los amebocitos del celoma, que pueden fagocitar los desechos y conducirlos al exterior a través de las branquias epidérmicas. También participan en la excreción: la **glándula axial** (órgano también circulatorio) y bolsas rectales y los piececillos ambulacrales.

El **aparato digestivo** generalmente es completo, aunque en algunas especies falta el ano. Se inicia en una boca, que presenta distinta ubicación según las diferentes Clases (véase fig. 392). A la boca sigue un **esófago** corto, y habitualmente un **estómago** amplio, que puede ser evaginado (es decir, exteriorizarse). Luego sigue un **intestino** (corto en Asteroideos y largo en Equinoideos), al cual llegan partículas pequeñas y líquidos. Del intestino se originan cinco pares de glándulas digestivas (los ciegos pilóricos), que ocupan (en Asteroideos), gran parte del brazo correspondiente. El intestino luego se une a dos bolsas rectales (con función excretora) y habitualmente termina en el ano.

El **sistema nervioso** está integrado por tres subsistemas, en forma de plexos nerviosos, engrosados, que constituyen cordones nerviosos.

Existe un subsistema **ectoneural**, ubicado próximo a la cara oral, con un anillo nervioso y cinco nervios radiales, cada uno de los cuales termina en un ocelo (ojo primitivo).

Este subsistema es el principal en Asteroideos y otros eleuterozoos.

Hay un segundo subsistema, el **endoneural**, próximo a la cara aboral; y otro **hiponeural** (situado por encima del ectoneural). Ambos presentan anillos centrales, nervios radiales y plexos.

Locomoción en equinodermos. — A pesar de su precario sistema nervioso, los equinodermos tienen movimientos coordinados. Extienden sus piececillos mediante la presión de un líquido y usan los músculos de los piececillos, solamente para retraerlos o desplazarlos de un lado a otro. Las ciliias situadas por debajo del madreporito (o placa madreporica) bombean agua de mar por el sistema vascular acuifero (verdadero sistema hidráulico), en cuyos conductos el agua está a baja presión. Al contraerse las ampollas de los pies ambulacrales éstos se extienden y quedan turgentes y pueden usarse como palancas, para realizar impulsos.

La **reproducción** puede ser sexuada o asexuada (por fragmentación y regeneración) (ver fig. 401).

En Asteroideos existen cinco pares de gónadas, un par en cada brazo. Dichas gónadas se comunican con un gonoducto corto y un gonópore (poro genital), situado en la base del brazo correspondiente.

Los equinodermos habitualmente son gonocóricos (con sexos separados), si bien puede hallarse Asteroideos hermafroditas.

En general la **fecundación** es **externa**, originando cigotos isolecitos y existe desarrollo indirecto, con fase larvaria.

En algunos casos existe fecundación interna, con una verdadera cópula, originando cigotos con abundante vitelo, que derivan en embriones que se desarrollan (por ejemplo, en algunos Asteroideos) en cámaras incubatrices situadas próximas a la cara oral del disco.

El **desarrollo** de los equinodermos se cumple con **formas larvarias** que reciben diferentes nombres (bipinnaria, pluteus, auricularia, etc.), principalmente la **dipléurula**, que origina a los Equinodermos y a los Hemicordados y es común a todos los Deuterostomados.

SUBDIVISION DE LOS EQUINODERMOS

CLASE CRINOIDEOS (de *krinon*: lirio) o lirios de mar. Constituyen los únicos Pelmatozoos vivientes. Al parecer están en vías de extinción (con excepción de las comátulas). Se conocen 500 especies fósiles y 700 especies vivientes (de las cuales sólo 100 presentan pedúnculo). Son equinodermos sésiles, unidos al fondo de mar por discos o prolongaciones en forma de raíz. Habitualmente presentan un pedúnculo, de hasta 60 cm de largo (en formas fósiles los pedúnculos alcanzaban hasta a 20 metros de largo), que es una prolongación hueca de la pared aboral, cubierta de anillos calcáreos y revestida de epidermis.

A los lados del pedúnculo se advierten verticilos de cirros (véase fig. 391), también huecos y protegidos por placas calcáreas, que funcionan como órganos prensiles.

Tienen endoesqueleto del cuerpo en forma de copa (sólo en la mitad aboral del cuerpo este esqueleto tiene placas calcáreas).

Los lirios de mar pueden tener brazos ramificados y provistos de pínulas, nacen en el borde de la copa.

Los surcos ambulacrales recorren la cara oral de los brazos, hasta la boca. La estructura interna es similar a la que estudiaremos en Asteroideos. Pero el sistema ambulacral no tiene comunicación con el exterior y está integrado por varios conductos petrosos terminados en el celoma.

El sistema nervioso tiene más desarrollado el subsistema endoneural. Las gónadas están en las pínulas, que estallan cuando los gametos están maduros.

Los crinoideos generalmente tienen fase larvaria llamada **doliolaria** (que significa con forma de barril, que presenta simetría bilateral y está provista

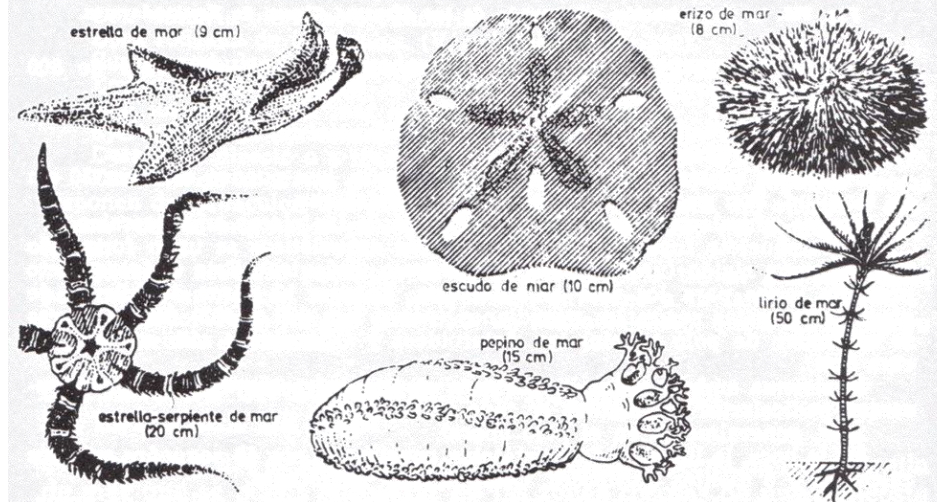


Fig. 391. — Ejemplares representativos de las principales Clases de phylum Equinodermos: Asteroideos (estrella de mar), Ofiuroideos (estrellas-serpientes); Equinoideos (erizos y escudos de mar), Holoturoideos (pepinos de mar), Crinoideos (lirios de mar).

de penacho apical y varias bandas de cilias, transversales. En algunas especies, a partir de cigotos con mucho vitelo, se desarrollan las formas adultas, sin fase larvaria (desarrollo directo).

CLASE ASTEROIDEOS (estrellas de mar). Comprende más de 2.000 especies vivientes.

Formas estrelladas, con brazos (5 ó múltiplo de 5, aunque también puede haber 6, 7, 8, 12 y hasta 20 ó más).

Los surcos ambulacrales están abiertos en la región oral.

Presentan glándulas digestivas de gran tamaño.

Los pies ambulacrales se ubican entre las placas del endoesqueleto.

Desarrollo directo o a través de larvas bipinnarias (similares a las de Holoturoideos).

Intensa capacidad de regeneración: reproducción espontánea por fragmentación.

Pueden tener aparato digestivo incompleto (sin ano). Son capaces de evaginar el estómago. (Véase figs. 393 a 400).

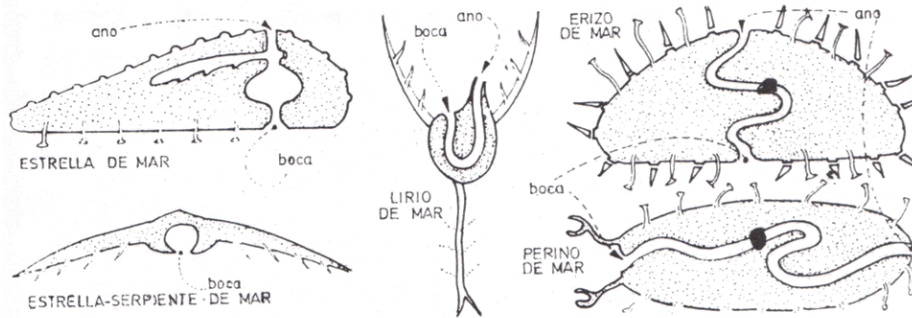


Fig. 392. — Organización comparada de las diversas Clases de Equinodermos.

CLASE EQUINOIDEOS (erizos de mar). Se conocen alrededor de 800 especies vivientes.

De forma globular, o elipsoidal o discoidal.

Carecen de brazos.

Presentan espinas móviles sobre el caparazón, que pueden alcanzar 30 cm de longitud. Son excrecencias de las placas calcáreas.

Surcos ambulacrales cerrados, por debajo de las placas ambulacrales.

Endoesqueleto fusionado, pues las placas esqueléticas se unen formando un caparazón rígido (único en los eleuterozoos vivientes). Este endoesqueleto presenta poros para los pies ambulacrales. Existen 10 pares de hileras de placas, dispuestas según los meridianos (véase figs 402 y 403). Estas hileras se extienden de polo a polo (en Asteroideos y Ofiuroideos sólo están en la cara oral).

El sistema ambulacral es importante en la respiración de los erizos. Presentan pedicelarios abundantes en toda su superficie.

Ano, generalmente en el polo aboral.

En la boca, la linterna de Aristóteles, constituida por 40 pequeños osículos calcáreos y 5 dientes quitinosos. Omnívoros y necrófagos.

Dentro de los equinoideos, están los escudos de mar o dólares de arena, de cuerpo fuertemente deprimido (ver fig. 391). Tienen espinas locomotoras muy cortas y surcos en ambas caras (en la aboral se disponen como pétalos de flor). Los pies ambulacrales en ellos tienen función respiratoria (no loco-

motora). Ano, en el extremo del disco, en el borde. Las formas excavadoras, generalmente sin linterna de Aristóteles.

En Equinoideos la fecundación generalmente es externa y se originan cigotos y luego larvas pluteus (semejantes a las de Ofiuroideos).

CLASE OFIUROIDEOS (o estrellas- serpientes) (de *ofi*: serpiente; *uro*: cola; *oideo*: semejante a). Se conocen alrededor de 2.000 especies vivientes.

Pueden considerarse estrellas de mar especializadas. Tienen forma estrellada, pero los brazos son largos, delgados y flexibles, dotados de movimientos sinuosos, tipo serpiente (ver fig. 391). Algunas especies mueven los brazos de un lado a otro; otras pueden extenderlos en todas direcciones y utilizarlos como órganos prensiles; incluso pueden estar ramificados.

Surcos ambulacrales reducidos; son simples prominencias y faltan las vesículas o ampollas de cada piececillo.

Placa madreporica en la región oral.

Carecen de intestino y de ano; el estómago termina como un saco ciego.

Ausencia de pedicelarios y de branquias epidérmicas.

Respiración por cinco pares de bolsas, ubicadas por debajo de la cara oral del disco, cerca de la base de cada brazo.

Boca con cinco dientes calcáreos que son movidos por músculos especiales.

Carnívoros.

Sistema nervioso y aparato circulatorio similar al de Asteroideos.

Gónadas adheridas a las bolsas respiratorias. En las especies que expulsan los gametos al exterior, éstos salen por la hendidura genital.

En las formas vivíparas y ovo-vivíparas, los cigotos, dotados de abundante vitelo, se desarrollan en las bolsas respiratorias (desarrollo directo). Se forman larvas pluteus con gástrula de forma cónica.

Gran capacidad de regeneración. Incluso se autotomizan (se cortan ellas mismas), por ello se las llama estrellas quebradizas.

CLASE HOLOTUROIDEOS (pepinos o cohombros de mar). Más de 900 especies vivientes.

Con simetría bilateral secundaria en adultos.

Boca rodeada de tentáculos. (Véanse figs. 391 y 392).

Surcos ambulacrales cerrados.

Endoesqueleto reducido a pequeños osículos, microscópicos, dispersos; por ello los pepinos de mar son blandos.

Eje oral-aboral horizontal.

Desarrollo directo o a través de larvas auricularias.

Excavan en la arena, y se alimentan de plancton. Para capturar presas disponen de tentáculos, que son evaginaciones de la pared del cuerpo y contienen canales originados en los cinco conductos radiales del aparato ambulacral.

Sistema nervioso principal es el ectoneural. No tienen glándula axial pero sí un anillo con lagunas sanguíneas, en torno a la faringe.

Alrededor de la faringe presentan un anillo calcáreo, que sirve de apoyo a los músculos retractores.

ESTUDIO DE UN EQUINODERMO ASTEROIDEO: LA ESTRELLA DE MAR

En la fig. 394 se esquematiza la morfología externa de una estrella de mar que se puede encontrar en las zonas rocosas de nuestra costa atlántica. Se trata de *Patiria stellifer*, especie cuyo diámetro alcanza unos 8 ó 9 cm.

Existen especies exóticas que pueden alcanzar hasta un metro de diámetro.

Morfología externa.

Esta especie presenta un color amarillento, con pequeñas manchas rojizas o grises. Tiene la típica simetría pentarradiada (con cinco radios), que corresponden a otros tantos brazos. En el centro, el disco, alrededor del cual se disponen los brazos. Las zonas situadas entre los brazos se denominan inter-radios.

Existen ejemplares que pueden tener 4, 6 y hasta 7 brazos.

Como se puede apreciar en la fig. 394, los tegumentos de la estrella presentan dos capas:

- Epidermis**, superficial, formada por tejido epitelial ciliado.
- Dermis**, de tejido conjuntivo, que da origen a pequeños huesos (osículos), que se unen entre sí constituyendo un **esqueleto de origen dérmico** en forma de red.

Si observamos con lupa los tegumentos advertimos que los osículos envían **púas** cortas y frágiles (justifican el nombre de equinodermos).

Entre las púas y las salientes romas distinguimos las **branquias** y los **pedicelarios**.

Las branquias aparecen como pequeñas salientes comparables a dedos de guante y están en comunicación con la cavidad general del cuerpo (celoma).

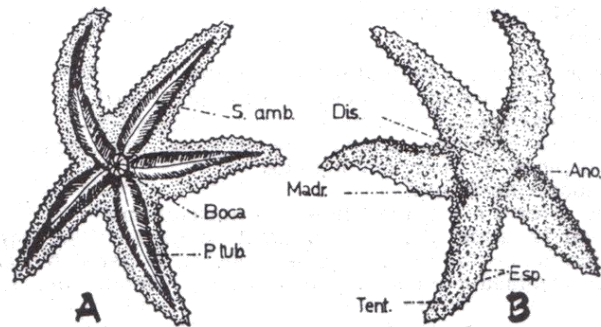


Fig. 393. — Morfología externa de una estrella de mar (*Asterias forbesi*).

Los pedicelarios (véanse figs. 394 y 395-C), son pequeñas pinzas microscópicas que pueden limpiar la superficie del cuerpo de la estrella, despojándola de partículas extrañas.

Por debajo de la dermis se encuentra una **capa muscular**, que al contraerse determina los movimientos del animal (véase fig. 398-C).

Si observamos con detención la **cara dorsal** (véase fig. 394 izquierda) de la estrella advertiremos una zona calcárea: el madreporito o placa madreporica, perforada por pequeños orificios, donde se inicia

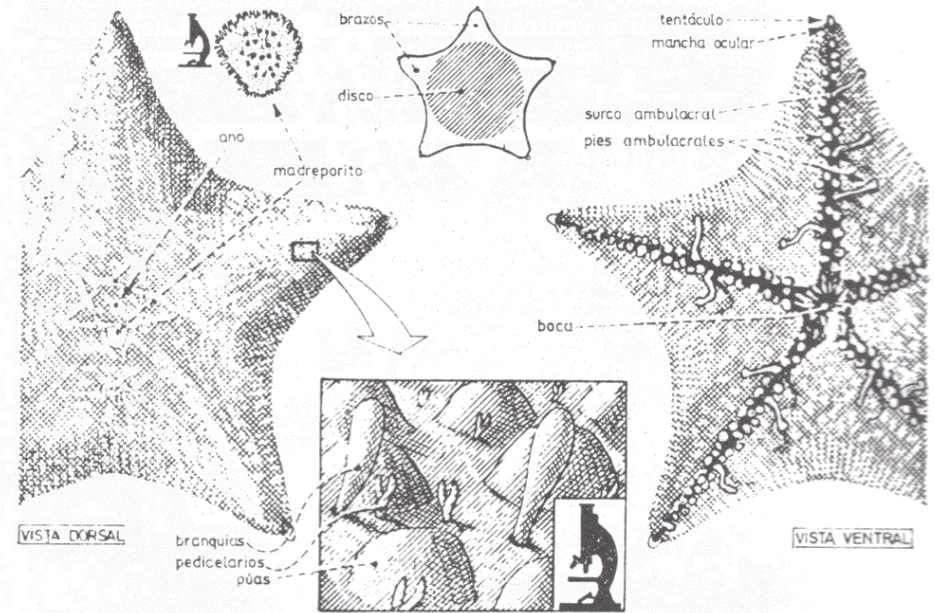


Fig. 394. — Morfología externa de un asteroideo uruguayo (*Patiria stellifer*).

el aparato ambulacral. Está situada cerca del centro del disco, en la zona entre dos radios. El ano, en algunas estrellas, aparece como un orificio pequeño situado en la parte central del disco.

En la **cara ventral** (véase fig. 394 derecha) encontramos la **boca**, en el centro. Y hacia el eje de cada brazo o radio, un **surco ambulacral**. En dicho surco hallamos 2 a 4 hileras de pequeños tubos: los **piececillos ambulacrales**.

En el extremo de cada brazo encontramos un tentáculo diminuto y una mancha ocular, sensible a la luz.

ORGANIZACION INTERNA DE ESTRELLA DE MAR

Limitada por los tegumentos estudiados se encuentra el celoma, con el correspondiente líquido celómico. En dicha cavidad se disponen los distintos aparatos de la estrella.

Respiración. — Los intercambios gaseosos con el agua se efectúan a través de las pequeñas branquias, que sobresalen en la superficie externa (véanse figs. 394 y 398-C). El líquido celómico situado dentro de las branquias (por su comunicación con el celoma), funciona como sangre, realizando los intercambios de oxígeno y anhídrido carbónico con el agua. También los **pies ambulacrales** cumplen similar función respiratoria.

Aparato digestivo. — Comienza en la **boca** ubicada en las estrellas en la parte inferior o ventral (véanse figs. 393 y 394). Luego sigue un **esófago** corto y un **estómago** amplio, de pared muscular bien desarrollada.

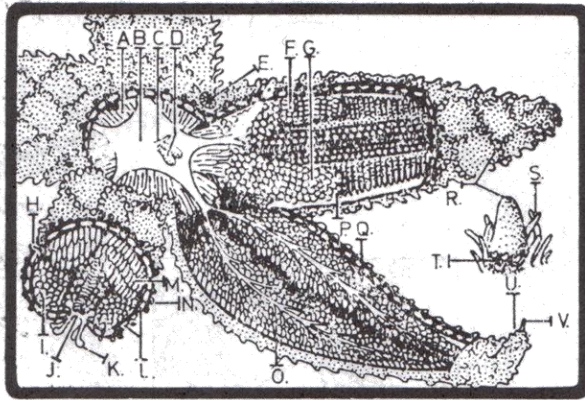


Fig. 395. — Organización interna de Asteroideo.

Si las presas de la estrella son pequeñas, las introduce a través de la boca y las digiere en el estómago. Si el animal capturado es más voluminoso (véase fig. 400), la estrella exterioriza su estómago y realiza la digestión fuera de su cuerpo. Los pies ambulacrales los utiliza para separar las valvas de caparzones de bivalvos (mejillones y ostras) y poder ingerirlos.

Del estómago se originan **cinco pares de ciegos hepáticos**, un par por cada brazo (véanse figs. 397 y 398). Producen enzimas digestivas y realizan la absorción de los nutrimentos resultado de la digestión.

El estómago, a su vez se comunica con un corto **intestino**, que termina en el ano.

En algunas especies de Asteroidecs no hay ano y los residuos digestivos son eliminados por la boca.

Aparato ambulacral o aparato vascular acuífero

Originado en el celoma, este aparato es característico de los Equinodermos. Se inicia en la **placa madreporica** (fig. 396-A), que ya vimos en la cara dorsal y se continúa con:

a) **Conducto petroso**, vertical (fig. 396-A). Presenta células cilindradas en su parte superior, que hacen posible la circulación de agua.

b) **Conducto anular** (fig. 396-D), que rodea al esófago y recibe el conducto petroso.

c) **Cinco conductos radiales** (fig. 396-E), que se originan del conducto anular y ocupan uno cada brazo.

d) Los **pies ambulacrales** (figs. 396 y 397-B), que desde los conductos radiales llegan a la superficie, en los surcos ambulacrales.

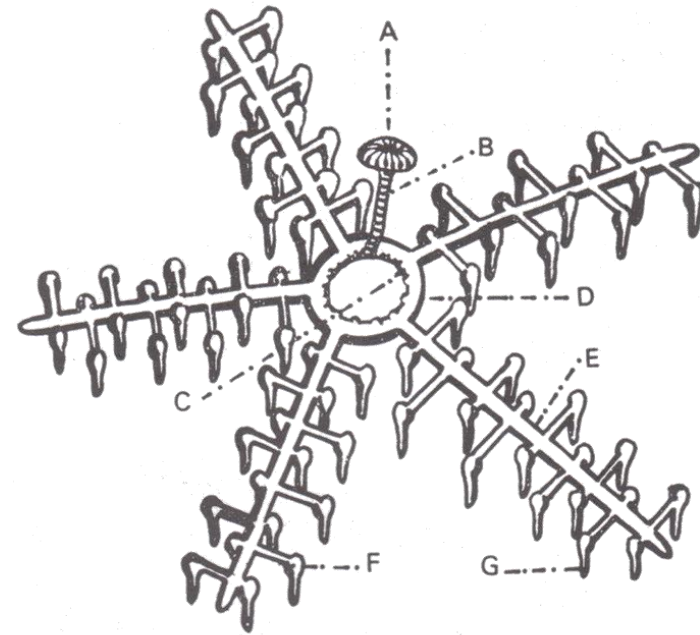


Fig. 396. — Sistema ambulacral de Asteroideo.

Si observamos las figs. 396 y 397-B advertimos que cada pie ambulacral presenta una ampolla en su parte superior o interna y una pequeña ventosa en su extremo externo. Cuando se contrae la ampolla envía agua a la ventosa y ésta puede fijarse así a una presa o a una roca. Al retraerse, hacen avanzar a todo el animal.

Los pies ambulacrales (véase fig. 400-B) pueden cambiar de dirección por contracción de los músculos situados en su pared. En la mencionada figura, se puede apreciar el modo de desplazamiento de la estrella, en diversas circunstancias.

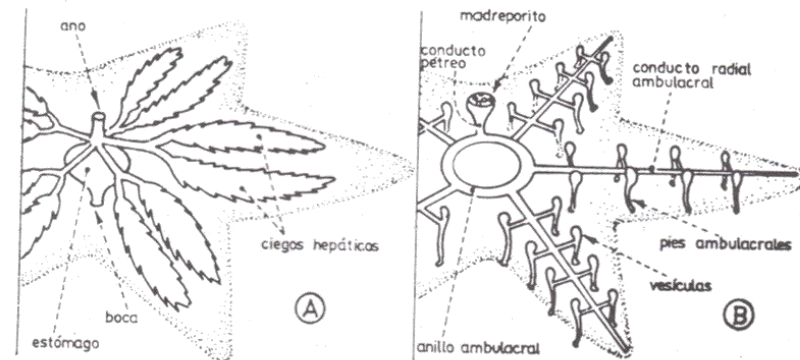


Fig. 397. — Disposición radiada de los órganos en Asteroideos. A: Aparato digestivo y sus glándulas; B: aparato ambulacral.

El aparato ambulacral pues, cumple diversas funciones: **fijación** del equinodermo, **locomoción** (a ello hace referencia su nombre de ambulacral), **inmovilización de presas**, y también participa en la **respiración y excreción**.

Aparato circulatorio. — Está reducido, como en todos los equinodermos, como consecuencia del desarrollo del aparato ambulacral. Está formado por conductos derivados del celoma, sin paredes propias, que contienen una sangre similar al líquido celómico. No hay corazón. Existe una **glándula axial** (ubicada junto al conducto petroso). Esta glándula axial comunica arriba con la **vesícula madreporica** y el **seno anular genital** (vaso sanguíneo circular del cual parten conductos pares que van a las gónadas de cada brazo); hacia abajo comunica con el **seno hiponeural** (vaso también circular que origina cinco senos radiales, uno para brazo).

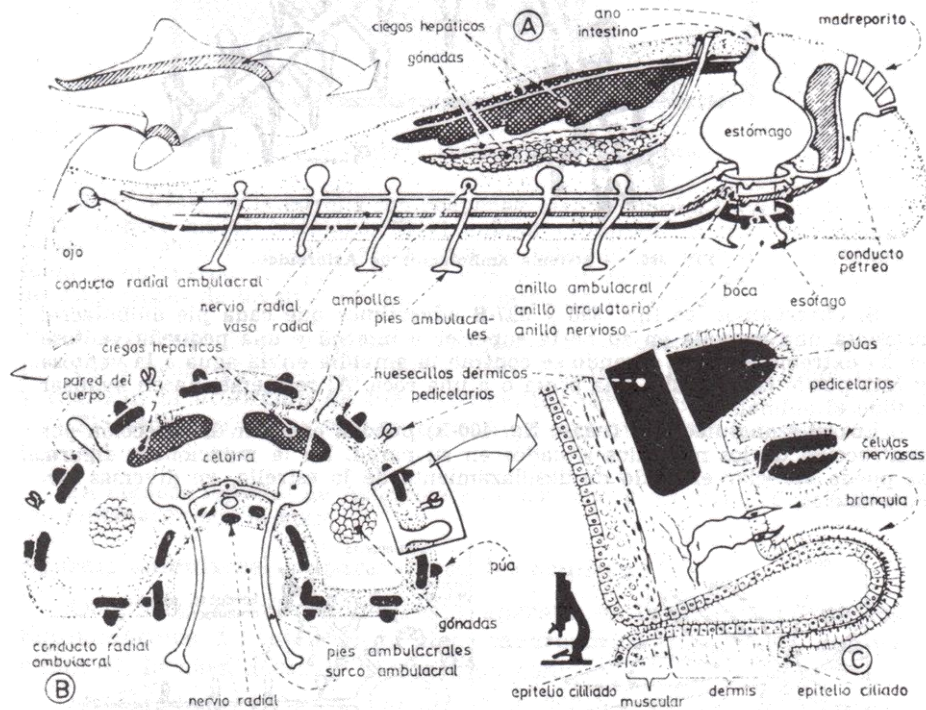


Fig. 398. — Organización interna de Asteroideo. V: tentáculo; S: branquias; T: pedicelario; R: espinas; E: madreporito; M: ciegos hepáticos; N: espinas o púas; K: pie ambulacral; I: gónada; H: branquia; C: ciegos rectales; C: ano; B: estómago pilórico; A: estómago cardíaco; F: gónadas.

Excreción. — La excreción en los Asteroideos se cumple mediante los **pies ambulacrales** (véase fig. 399). Además, por las branquias y también por bolsas rectales, son expulsados los amebocitos del celoma, cargados de residuos.

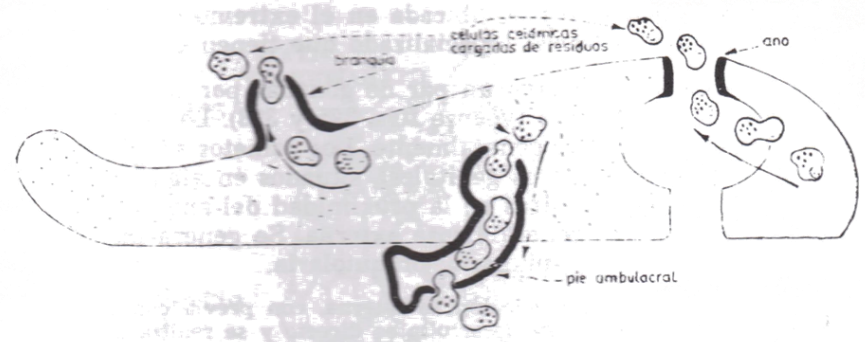


Fig. 399. — Excreción mediante amebocitos: por pie ambulacral, branquia y por bolsa rectal.

A la glándula axial (del aparato circulatorio o hemal), se le atribuyen también funciones excretoras.

Sistema nervioso. — Consta de un **anillo nervioso periesofágico** (véase fig. 395-A) y cinco nervios radiales, uno en cada brazo. No existen verdaderos ganglios (acúmulos de células nerviosas), como ocurre en otros equinodermos (Crinoideos y Holoturoideos).

Los nervios radiales dan sensibilidad táctil, química y luminosa a los pies ambulacrales y a la epidermis (especialmente en zona correspondiente al surco ambulacral).

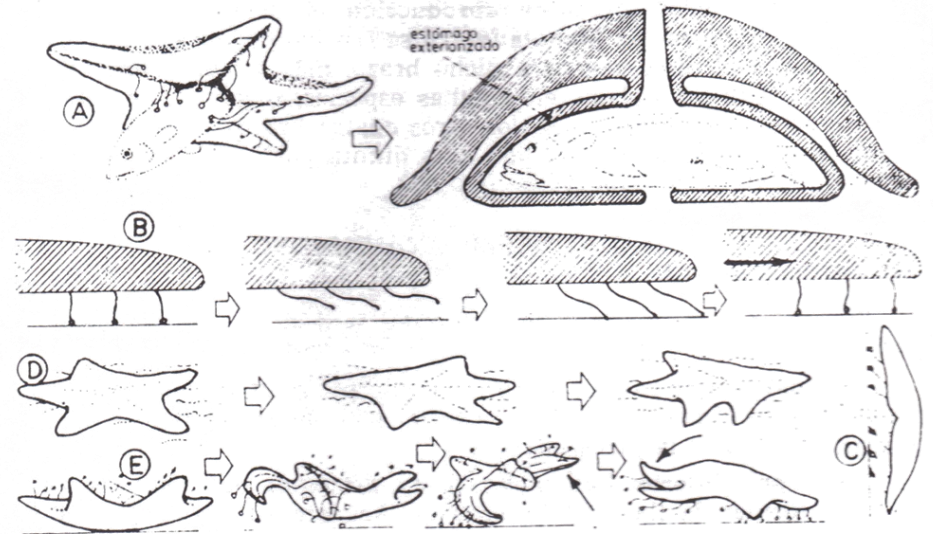


Fig. 400. — Comportamiento de una estrella de mar. A: ingiriendo o evaginando el estómago; B: avanzando sobre una superficie firme; C: desplazándose sobre superficies verticales; D: desplazándose sobre fondo arenoso; E: retomando su posición normal después de quedar invertida.

La **mancha ocular**, rojiza, ubicada en el extremo de cada brazo, es el único órgano sensorial especializado que tienen estos animales.

Reproducción. — Existen un par de gónadas por cada brazo, semejantes a racimos de uva (véanse figs. 395 y 398). Las estrellas son gonocóricas (unisexualadas) generalmente. Los gametos son expulsados a través de gonóporos (poros genitales), situados en algunas especies alrededor de la boca, en otras en la proximidad del ano.

La fecundación es generalmente **externa**. Se genera un cigoto y luego formas larvianas: bipinnaria, braquiolaria.

En algunos casos la fecundación es interna, con previa cópula. Los cigotos son ricos en vitelo, y su desarrollo es directo y se realiza en cámaras incubatrices, situadas en la proximidad del disco central.

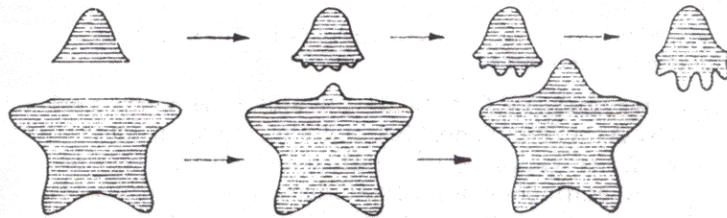


Fig. 401. — Regeneración, después de fragmentación espontánea (reproducción asexual), en *Astroideo*.

También pueden presentar **reproducción asexual**, fundamentalmente por **regeneración espontánea**. Si se secciona un brazo, la parte que conserva el disco regenera dicho brazo, más o menos en forma completa. El brazo aislado, en algunas especies, regenera, en meses, un rudimento de cuerpo y de los otros cuatro brazos (en esta etapa parece un cometa). Por otro lado, una quinta parte del disco puede regenerar toda la estrella (véase fig. 401).

ESTUDIO DE UN EQUINODERMO EQUINOIDEO: EL ERIZO DE MAR

En nuestras costas no se encuentran erizos de mar. Pero existen algunas especies que viven en el fondo marino, lejos de la costa.

Morfología externa. — Presentan cuerpo generalmente ovoideo aplastado. En el **polo superior** (véase fig. 402) hallamos un sistema de placas, entre ellas la placa anal.

En el **polo inferior** hallamos la boca, protegida por distintas piezas que forman la llamada linterna de Aristóteles (véanse figs. 403 y 404).

Debajo de la piel existe un caparazón rígido, formado por la soldadura de múltiples piezas óseas u osículos (calcáreos). Por fuera del caparazón se encuentran numerosas **púas** móviles, de considerable

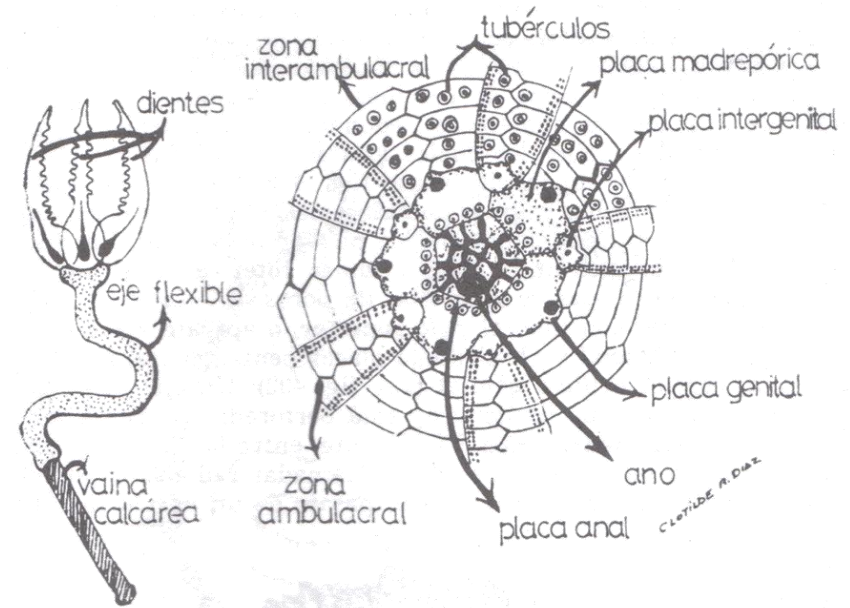


Fig. 402. — Morfología externa de erizo (cara dorsal). Aparato apical.

longitud, que justifican el nombre de erizos o castañas de mar que se les da a estos animales. Las púas (de carbonato de calcio o calcita), articulan en su base y presentan músculos que envainan dicha base, de allí su movilidad.

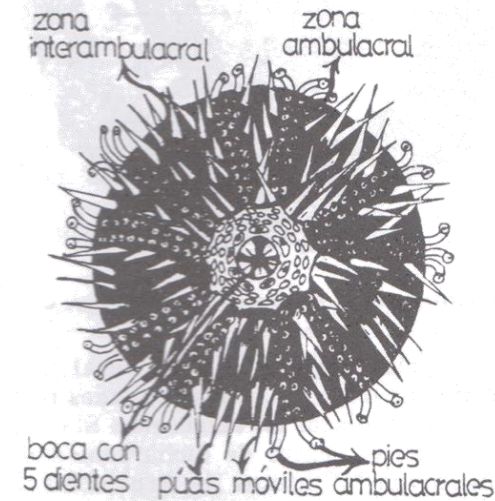


Fig. 403. — Morfología externa de erizo (cara ventral). Con boca y región peribucal.

También en erizos, especialmente en la proximidad de la boca hallamos los **pedicelarios**, con tres dientes, y vaina calcárea en su base (véase fig. 402).

Si despojamos al erizo de las púas, encontramos que está recubierto de formaciones numerosas, redondeadas, que reciben el nombre de **tubérculos**, sobre los cuales estaban articuladas las púas. Si observamos toda la superficie (véase figs. 402 y 403) encontramos 5 zonas radiales estrechas o **zonas ambulacrales**, cuyas placas están perforadas para permitir la salida de los pies ambulacrales. Entre estas zonas radiales encontramos otras 5 zonas inter-radiales, anchas, o **zonas interambulacrales**, desprovistas de poros.

Si estudiamos con lupa el **polo superior**, o **aparato apical**, encontramos el **orificio anal** y alrededor 5 placas pentagonales, perforadas, cada una, por un **orificio genital** (ver fig. 402). Una de estas placas genitales es mayor que las demás y está perforada por pequeños orificios: es la **placa madreporica**. Finalmente, entre las placas genitales, hay otras cinco placas, más pequeñas, llamadas **radiales** o **intergenitales**, con un pequeño orificio para el pasaje de un nervio radial.

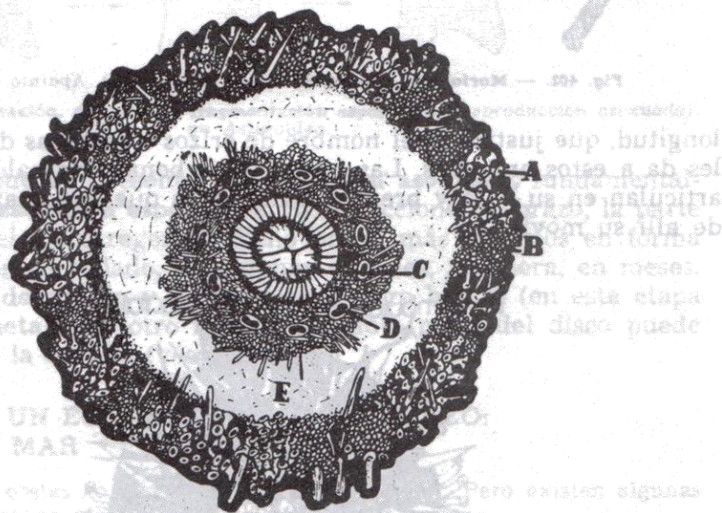


Fig. 404. — Linterna de Aristóteles. A: ambulacros; B: Branquias; C: dientes; D: área oral.

Si estudiamos el **polo inferior** o **aparato bucal** encontramos placas atrofiadas y 10 pequeñas placas más desarrolladas (véanse (figs. 403 y 404), que son las primeras placas ambulacrales. El conjunto constituye la zona peribucal. Y en el centro de dicha zona hallamos 5 dientes calcáreos que constituyen la linterna de Aristóteles. En el erizo vivo se encuentran, alrededor de la membrana peribucal, las **branquias**, que aparecen como 10 pequeños penachos.

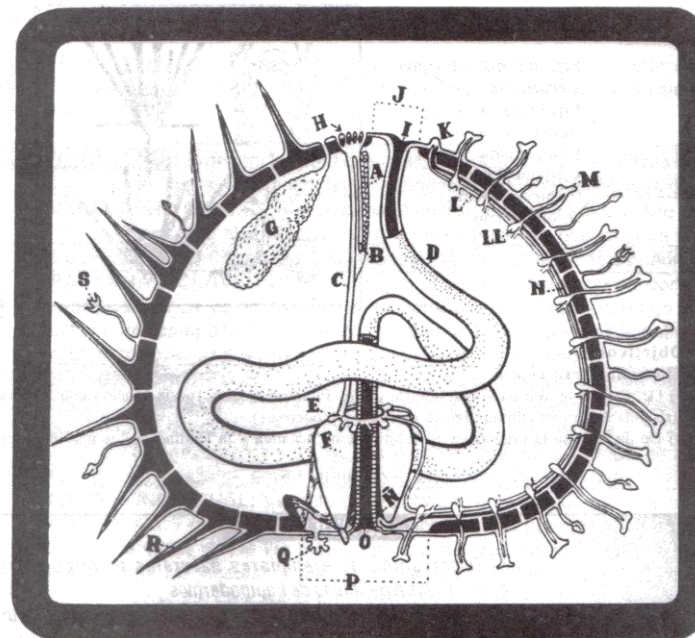


Fig. 405. — Organización interna de erizo de mar. A: glánd. axial; B: conducto celómico de la glánd. axial; C: conducto petroso; D: intestino terminal; E: conducto anular; F: linterna de Aristóteles; G: gónadas; H: placa madreporica; I: ano; J: periprocto; K: tentáculo terminal; L: vaso radial; LL: ampolla; M: pie ambulacral; N: nervio radial; O: boca; P: peristoma; Q: branquia; R: púa; S: pedicelario.

Organización interna de erizo. — El aparato digestivo comienza en la boca, ventral, dotada de cinco mandíbulas, cada una provista de un crecimiento continuo. Dichas mandíbulas, accionadas por músculos, permiten desgarrar presas y constituyen un poderoso aparato masticador. Luego hallamos el esófago y un intestino largo y sinuoso (ver fig. 405), que describe dos bucles antes de terminar en el ano, dorsal.

El aparato ambulacral (véase fig. 405) se inicia en la **placa madreporica** (H) y se continúa con el **conducto hidróforo** (C), (equivalente al petroso), el **anillo ambulacral** (E), del cual se originan **cinco conductos radiales** o **ambulacrales** (L) de donde se originan los **piececillos ambulacrales** (M), con su correspondiente ampolla o vesícula (LL). Obsérvese la presencia del **nervio radial** (N), que regula la actividad de los piececillos. La **respiración** se cumple por las **branquias** (Q) (5 pares) y por los piececillos. El aparato **reproductor** se manifiesta por gónadas (G), (son unisexuados) en número de cinco (los ovarios, más granulados y anaranjados; los testículos, más pequeños y amarillentos).

El **sistema nervioso** consta de un anillo periesofágico y nervios radiales

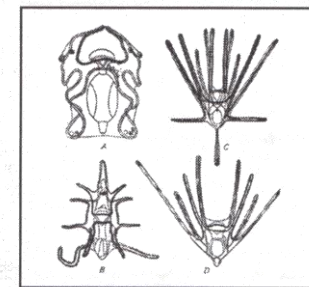


Fig. 405 bis. — Formas larvarias de Equinodermos. A, auricularia; B, bipinnaria; C, equinopluteus (Echinocardium); D, ofiopluteus.