



EL ERIZO DE MAR

El Erizo de mar es un animal marino que vive en grupos formados por numerosos individuos. Ciertos Erizos de mar perforan en la roca unas cavidades en las cuales se alojan. Pueden conseguirse fácilmente Erizos de mar, incluso lejos de la costa, en las pescaderías, puesto que las glándulas genitales de estos animales son comestibles.

SITUACIÓN DEL ERIZO DE MAR EN EL REINO ANIMAL

El Erizo de mar común pertenece al subreino de los **METAZOOS** (cuerpo constituido por un gran número de células). Es un Metazoo de **simetría radial**. Se le clasifica en el:

Filo de los equinodermos:

- Simetría radial.
- Cuerpo protegido por placas calcáreas.(dermatoesqueleto)
- Presencia de un aparato ambulacral.

La clase de los equinoideos:

- Placas calcáreas formando un dermatoesqueleto rígido.
- Púas largas y móviles.
- Poros ambulacrales situados en zonas ambulacrales radiales bien desarrolladas.

El orden de los erizos regulares:

- Dermatoesqueleto globuloso con simetría pentámera (5 radios) totalmente regular.
- Aparato ambulacral claramente diferenciado.
- Aparato masticador perfeccionado.

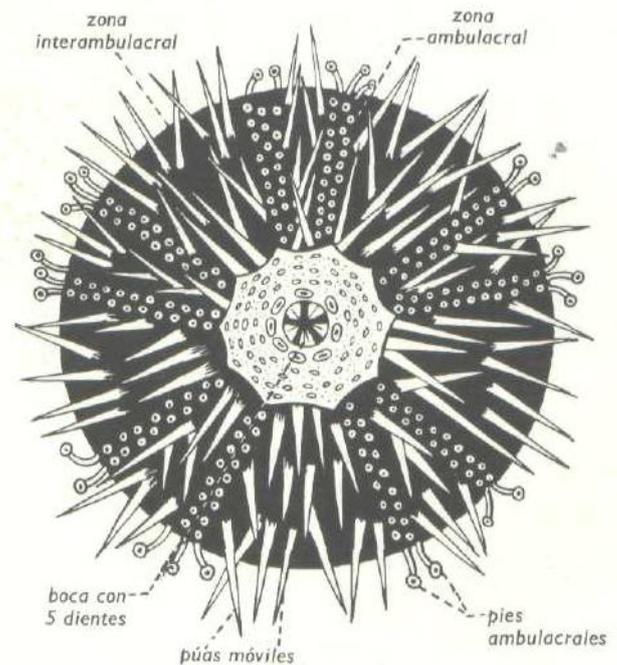
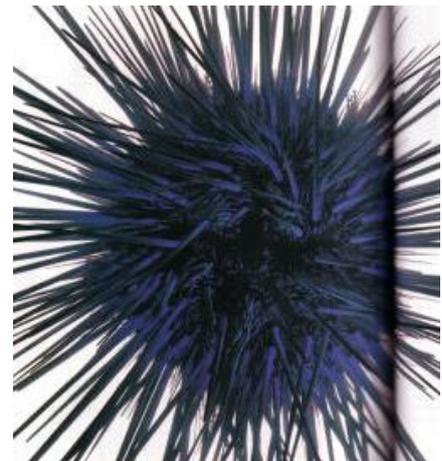


Fig 1- Erizo de mar vivo observado por el polo bucal.





CARACTERES GENERALES DE LOS EQUINODERMOS

En resumen, los animales que pertenecen al tipo de los **EQUINODERMOS** presentan los siguientes caracteres comunes:

- Metazoos marinos de simetría radial (5 radios lo más frecuente).
- Piel conteniendo siempre piezas calcáreas.
- Aparato ambulacral en comunicación con el agua del mar.

DESCRIPCIÓN Y ESTRUCTURA

Anatomía externa

a. Aspecto general. El cuerpo, cuyo color varía de verde oliva a violeta pálido, tiene la forma de un globo aplanado, lo cual permite distinguir dos polos. La boca ocupa el polo inferior, y en el polo superior se halla situado un sistema de placas.

Debajo de la piel, delgada, se halla un caparazón rígido, llamado **dermatoesqueleto**, formado por un gran número de placas calcáreas soldadas entre sí. Casi toda la superficie del cuerpo se halla recubierta por **púas móviles**, que se desprenden muy fácilmente del dermatoesqueleto.

El aspecto general del Erizo de mar le ha valido la denominación de "castaña de mar".

b. Estudio de una púa (fig. 2). Al igual que las placas calcáreas del dermatoesqueleto, las púas están recubiertas por una **epidermis** que se desgarrá frecuentemente por la punta. Las púas se articulan en su base con un tubérculo redondeado perteneciente a una placa calcárea, y pueden moverse por la acción de unos músculos que se encuentran a modo de vaina alrededor de su base. La rotura de una púa pone de manifiesto su estructura cristalina, la cual corresponde a la de la calcita.

c. Estudio de los pies ambulacrales (figs. 3 y 4). Sobre los Erizos vivos, los pies ambulacrales tienen el aspecto de pequeños tentáculos terminados por una ventosa. Se localizan según cinco zonas radiales, denominadas **zonas ambulacrales**. En los Erizos muertos, los pies se hallan retraídos y es preciso buscarlos, con la ayuda de una lupa, entre las púas. Observado al microscopio, un ambulacro tiene el aspecto de un pequeño tentáculo flexible lleno de líquido y terminado por una ventosa, la cual está provista de una armadura formada por 4 ó 5 placas calcáreas perforadas y

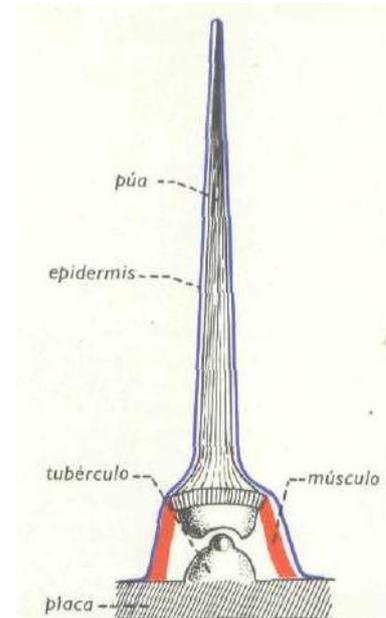


Fig. 2 – Púa de Erizo de mar

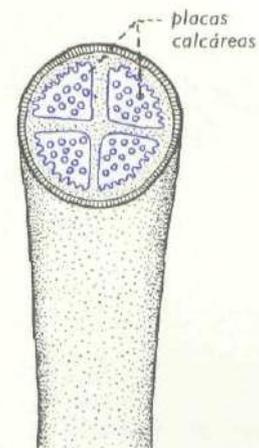


Fig. 3 – Extremo de un pie ambulacral con su ventosa

dotadas de dientes. Estos órganos constituyen la parte externa visible del **aparato ambulacral** o aparato acuífero, que veremos de nuevo al estudiar la anatomía interna.

- d. **Estudio de los pedicelarios** (fig. 5). Raspemos la membrana que rodea la boca con un escalpelo y montemos el material raspado entre portaobjetos y cubreobjetos. Podremos entonces observar unas pequeñas pinzas microscópicas, llamadas pedicelarios, formadas por tres dientes articulados. Algunos de estos pedicelarios son venenosos. En la mayor parte de los casos las pinzas están fijadas al cuerpo por su extremo mediante un eje flexible que posee una tira calcárea rígida en su base.
- e. **Estudio del dermatoesqueleto** (fig. 4). Para estudiar el dermatoesqueleto es preciso retirar parte del mismo, (las púas), lo cual se consigue con un cepillado enérgico. Después de un lavado, se observan en la superficie del dermatoesqueleto unos pequeños salientes, muy numerosos, redondeados y lisos, de tamaño variable: son los **tubérculos** sobre los cuales se articulan las púas.

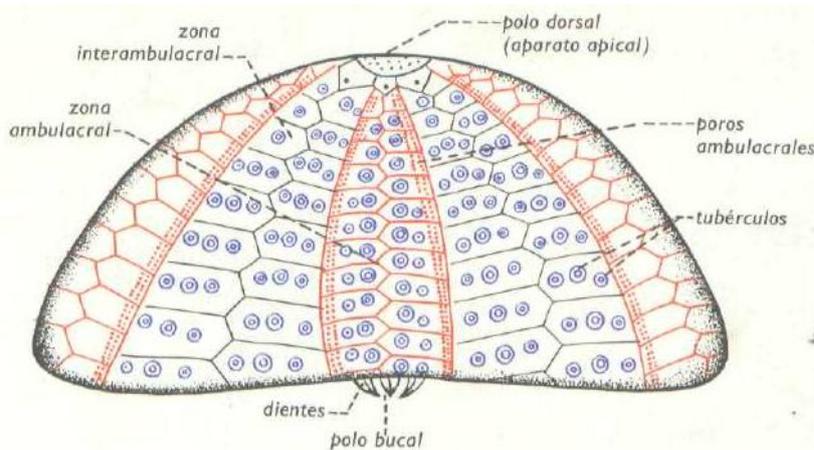


Fig. 4 – Dermatoesqueleto de Erizo de mar desprovisto de sus púas (vista lateral)

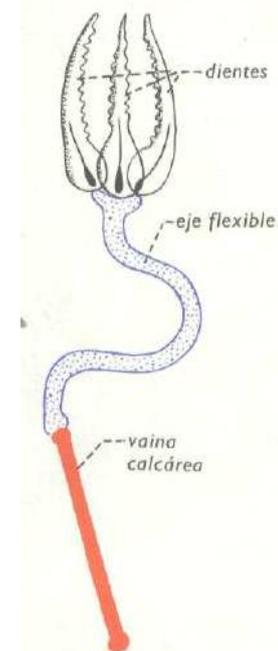


Fig. 5 – Pedicelario de Erizo de mar.

La estructura del dermatoesqueleto se aprecia más claramente en su cara interna. Se practica, pues, con la ayuda de una sierra metálica o unas tijeras fuertes, una incisión circular entre la boca y el ano, observándose la cara interna de las dos bóvedas así obtenidas.

Puede verse entonces que el dermatoesqueleto está formado por pequeñas placas calcáreas pentagonales soldadas entre sí y dispuestas en 10 zonas, comprendiendo cada una de ellas dos filas de placas. Estas diez zonas se dividen en:

- 5 zonas radiales estrechas;



- 5 zonas interradales anchas. Las zonas radiales alternan con las interradales. Las placas de las zonas radiales están perforadas V por estas perforaciones, o **poros ambulacrales**, salen los ambulacros antes estudiados, que se disponen en dos filas sobre cada una de las placas, dibujando una línea ligeramente arqueada. Las 5 zonas radiales constituyen las **zonas ambulacrales**.

Las 5 zonas interradales desprovistas de poros constituyen las **zonas interambulacrales**. En resumen, el dermoesqueleto del Erizo de mar está, pues, formado por diez filas dobles de placas calcáreas íntimamente soldadas, lo cual le da una rigidez característica.

- f. **Estudio de la cara superior** (fig. 6). Opuesto a la boca (cara aboral) se encuentra un conjunto de placas que reciben el nombre de aparato apical. Este estudio debe llevarse a cabo con la lupa. En el centro del aparato apical se observa una membrana que contiene unas pequeñas placas calcáreas y está perforada por un orificio, que constituye el ano. Esta membrana anal está rodeada por 5 grandes placas pentagonales, correspondiendo cada una de ellas a una zona interambulacral. Cada placa posee un orificio llamado **poro genital**, de donde procede el nombre de placas genitales que se les ha dado. Una de estas 5 placas es más voluminosa que las demás y está acribillada por minúsculos poros: es la **placa madreporica**, que permite la penetración del agua del mar en el interior del Erizo. Alternando con las 5 placas genitales se encuentran otras 5 placas más pequeñas correspondiendo cada una de ellas a una zona ambulacral y que reciben el nombre de **placas intergenitales** o **placas radiales**. Cada una de ellas posee un orificio muy pequeño por el cual pasa un nervio que se ramifica por la superficie del dermoesqueleto.
- g. **Estudio del aparato bucal** (fig. 7). El aparato bucal ocupa el polo inferior. Está formado por una membrana flexible, granulosa, que contiene unas placas calcáreas atrofiadas y 10 pequeñas placas más desarrolladas correspondientes a las primeras placas ambulacrales: tal es la **zona peribucal**. En el centro se abre la boca de la cual salen **5 dientes calcáreos**, duros, cortados en bisel. En un Erizo vivo colocado en agua de mar pueden observarse

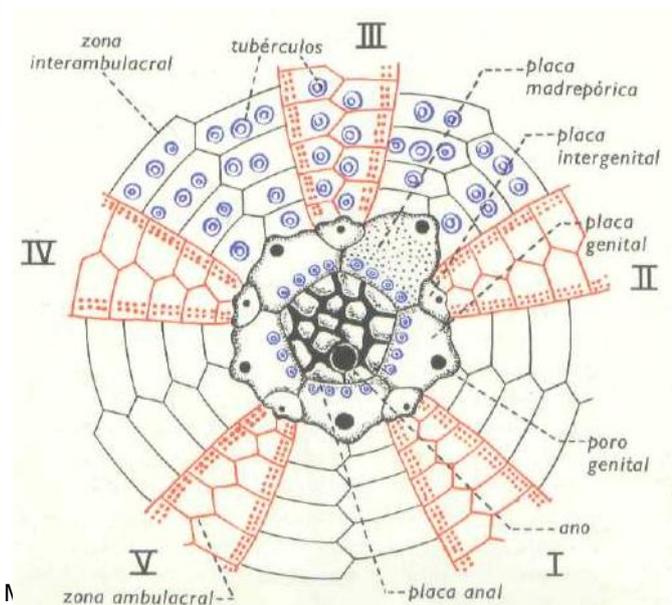


Fig. 6 – Aparato apical del Erizo de mar.

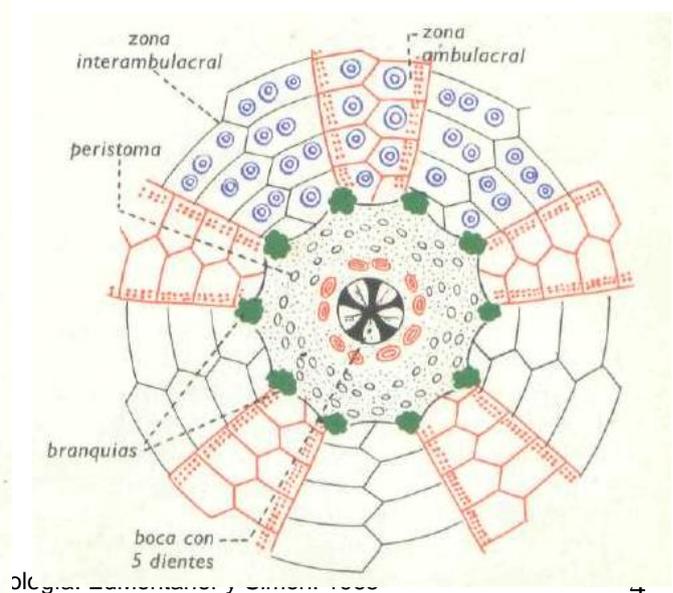


Fig. 7 – Cara oral de un Erizo de mar (sin las púas)

alrededor de la membrana peribucal 5 pares de pequeños penachos: **las branquias**.

Anatomía interna

Se abre el Erizo de mar de la misma forma que para el estudio del dermatoesqueleto; después se separan cuidadosamente los dos hemisferios los cuales se colocan uno junto a otro en una cubeta de disección con agua.

A. Estudio del hemisferio inferior.

- a) En el centro se encuentra el **aparato masticador** o **linterna de Aristóteles** (fig. 8) de forma piramidal, el cual comprende 5 **mandíbulas** calcáreas soldadas, unidas entre sí por músculos y ligamentos; cada mandíbula posee un **diente** de crecimiento continuo, cuya punta dura emerge por la boca (fig. 9). Hacia el interior, este diente se continúa por una vaina membranosa que asegura su crecimiento. El aparato masticador está accionado por un sistema de músculos y ligamentos que se insertan, por una parte en las mandíbulas, y por otra parte en un sistema circular de placas salientes llamadas aurículas, situadas en el borde interno de las placas peribucales. En el centro de este aparato se encuentra la boca. El **esófago** se continúa por un **tubo digestivo** sinuoso y frágil, lleno de barro y arena, que dibuja un doble círculo en el interior del dermatoesqueleto.
- b) El **aparato acuifero (ambulacral)**(fig. 10), puede observarse fácilmente sobre las 5 zonas ambulacrales. Cada una de ellas está recorrida en toda su longitud por un **conducto radial** o **tubo ambulacral**. Los 5 conductos ambulacrales parten de un **anillo ambulacral** que rodea el esófago por encima de la linterna de Aristóteles. Este anillo ambulacral comunica con el exterior por medio del **conducto hidróforo** que desemboca en la placa madreporica. Todos los pies ambulacrales comunican con el tubo ambulacral. Una vesícula ambulacral (fig. 11), al contraerse, inyecta el agua en el pie, lo cual provoca su hinchamiento y le obliga a salir al exterior.

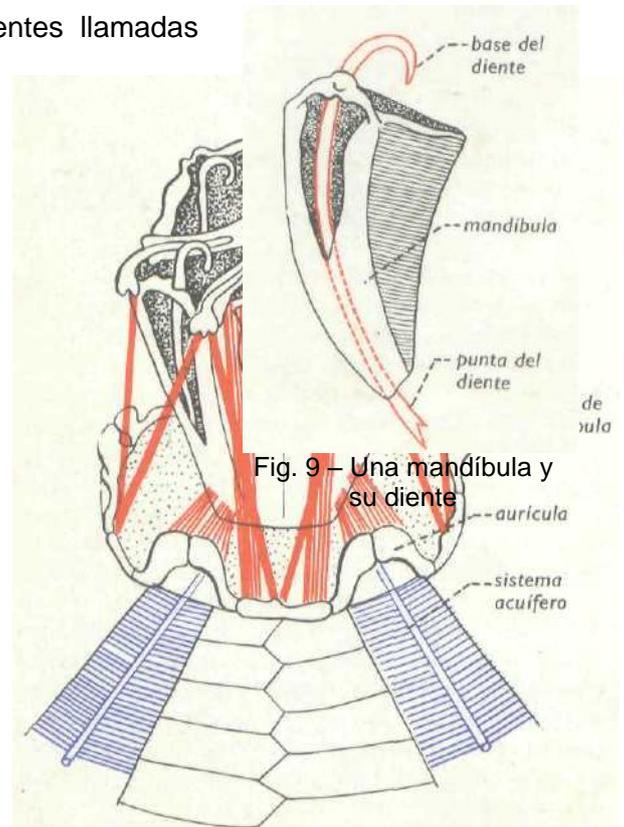


Fig. 8 – Linterna de Aristóteles

B. Estudio del hemisferio superior.

Se encuentra un asa de tubo digestivo que desemboca en el ano. Situadas a nivel de las zonas interambulacrales se encuentran cinco glándulas genitales, que en la hembra son granulosas y de



color amarillo naranja, y en el macho son más finas y de un color amarillo más pálido. Las células reproductoras, masculinas o femeninas, o **gametos**, al alcanzar la madurez salen por los poros genitales.

A lo largo de cada zona ambulacral se encuentra de nuevo el aparato acuífero.

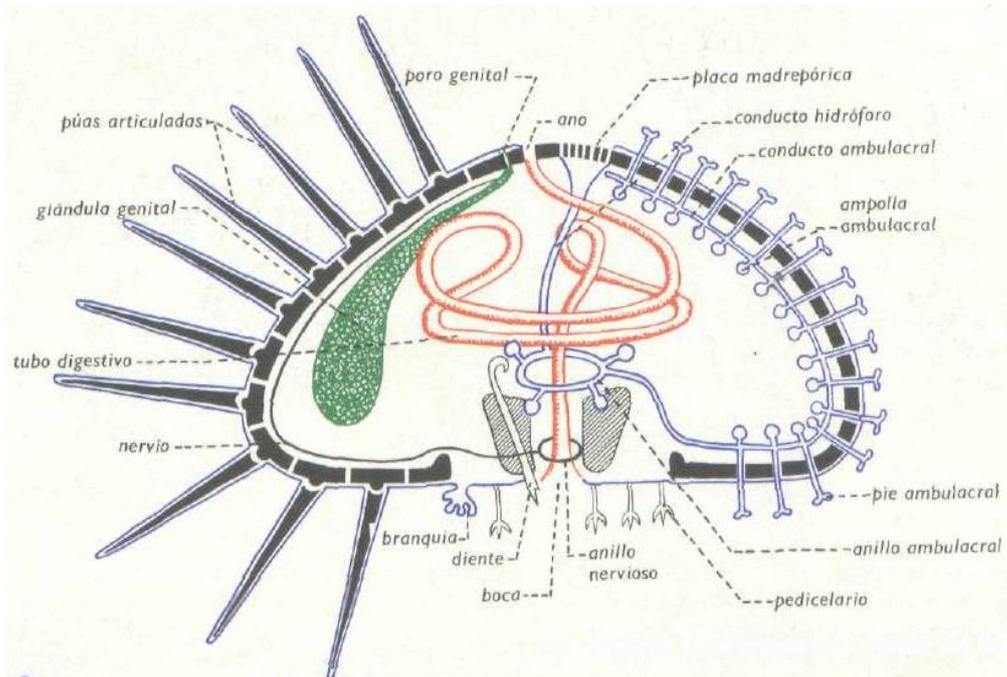


Fig. 10 - Esquema de la organización interna del Erizo de mar.

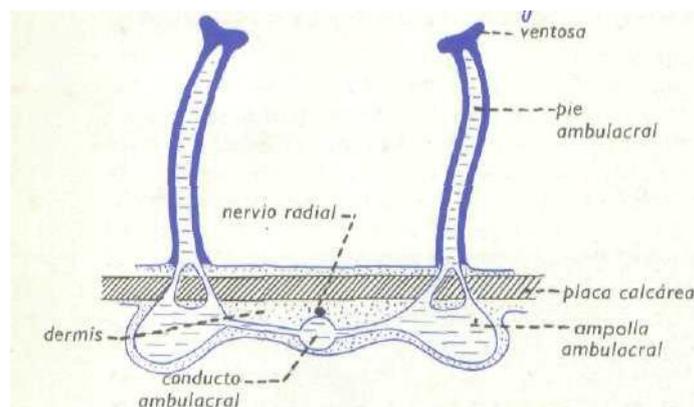


Fig. 11 - Relaciones de los pies ambulacrales con el aparato acuífero.

BIOLOGÍA -SENSIBILIDAD

Si se toca una púa de un Erizo de mar vivo, ésta reacciona con un movimiento debido a la contracción de los músculos que forman una vaina en su base. La excitación se transmite progresivamente a las espinas vecinas, lo cual puede provocar el desplazamiento del animal. El sistema nervioso está formado por un anillo que rodea el esófago (fig. 10) y por 5 nervios que parten de este anillo. Cada nervio recorre una zona ambulacral, pasa por uno de los orificios de una de las placas intergenitales del aparato apical y se ramifica exteriormente por la membrana que recubre el dermatoesqueleto del animal. Por otra parte, los pedicelarios, repartidos por toda la



superficie del dermatoesqueleto, pero particularmente numerosos alrededor de la boca, permiten al Erizo desembarazarse de las algas y los animales microscópicos que penetran entre las púas. Algunos pedicelarios contienen un veneno paralizante y pueden desempeñar un papel defensivo contra los adversarios peligrosos, tales como la Estrella de mar, por ejemplo.

Locomoción

Los Erizos de mar están fijados en las anfractuosidades de las rocas costeras por sus pies ambulacrales y es preciso tirar con fuerza para desalojarlos de allí. A pesar de todo, los Erizos de mar pueden desplazarse lentamente, ya sea con la ayuda de sus púas, que desempeñan el papel de muletas, o bien con la ayuda de sus pies ambulacrales, cuyas ventosas se adhieren a la roca y, al contraerse, arrastran al animal.

Nutrición

El Erizo de mar se alimenta de pequeños animales y de restos de algas. Las presas, de tamaño reducido (pequeños moluscos, pequeños crustáceos) son habitualmente paralizadas por el veneno de los pedicelarios, luego son apresadas por las ventosas de los pies ambulacrales y transportadas hasta la boca, donde son desgarradas por los cinco agudos dientes cortados en bisel. Estos dientes, accionados por músculos potentes, pueden llegar incluso a perforar los duros caparazones de los crustáceos o las conchas de los moluscos.

Los alimentos son atacados por los jugos digestivos durante su trayecto a través del intestino. Dichos jugos son producidos por las células de la pared intestinal (no por glándulas digestivas).

Circulación

La cavidad general del Erizo de mar está rellena por un líquido que tiene poco más o menos prácticamente la misma composición que el agua del mar. El análisis químico revela además, la presencia de sustancias proteicas que provienen de la absorción de los alimentos digeridos. En el seno de este líquido se desplazan algunas células ameboides.

El **aparato ambulacral** o **sistema acuífero** (fig. 10) está considerado como el esbozo de un aparato circulatorio. Comprende el **conducto** hidróforo o conducto de arena que comunica con el exterior a través de los poros de la placa madreporica; este tubo desemboca en un **anillo ambulacral** del cual parten **5 conductos radiales** (uno por cada zona ambulacral) que terminan en un ciego en las proximidades del aparato apical. En todo su recorrido dichos tubos se ramifican en tramos transversales, paralelos y estrechos, terminados en **ampollas ambulacrales**, las cuales comunican directamente con los **pies ambulacrales**. Estos últimos salen a través de los poros de las placas ambulacrales. Cuando la ampolla se contrae, inyecta el agua en el pie, el cual se estira gracias a la elasticidad de su pared. Este aparato contiene un líquido de composición semejante a la del agua del mar, con la cual comunica.



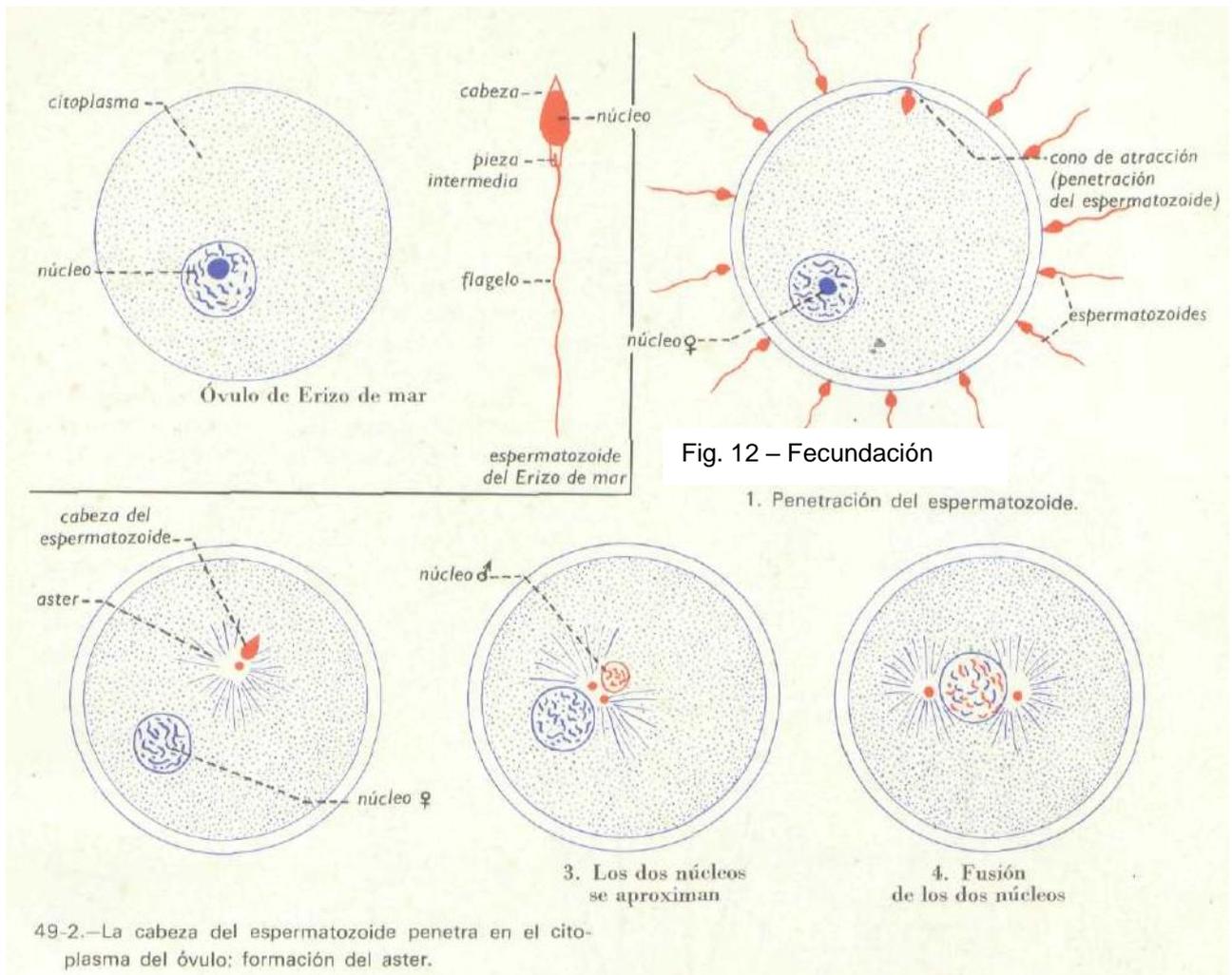
Respiración

El Erizo de mar posee 5 pares de branquias, pequeños manojos membranosos situados en el borde de la membrana peribucal. La respiración se lleva a cabo, sobre todo, a nivel de los pies ambulacrales en los cuales existe una circulación permanente asegurada gracias a la presencia de unos cilios vibrátiles en el interior de estos tubos que unen la parte externa del pie al conducto ambulacral.

Reproducción

Los sexos están separados, sin dimorfismo sexual externo.

- A. Estudio del gameto femenino** (fig. 12). Con la punta de un escalpelo se extrae un pequeño fragmento de ovario y se agita en un vidrio de reloj con agua de mar. Se monta una gota de la mezcla entre portaobjetos y cubreobjetos y se observa al microscopio. Los gametos femeninos u **óvulos** son unas células grandes esféricas (de 100 a 200 micrómetros de diámetro) que presentan un gran núcleo, bien visible. El citoplasma encierra el **vitelo**, sustancia nutritiva de reserva, destinada a alimentar al embrión durante su desarrollo.
- B. Estudio del gameto masculino o espermatozoide** (fig. 12). Se efectúa la misma operación que para el estudio de los óvulos. Al microscopio se distinguen los gametos masculinos o **espermatozoides**, que nadan activamente en el agua de mar gracias a un flagelo. Su estudio, una vez teñidos, demuestra que los espermatozoides se componen de una **cabeza**, constituida casi exclusivamente por un núcleo, una pieza intermedia y un flagelo locomotor. Su longitud es de unas 30 micrómetros.
- C. Fecundación experimental.** En el vidrio de reloj donde se hallan los óvulos maduros se añade, mediante una pipeta, una pequeña cantidad de líquido conteniendo los espermatozoides. Se coloca una gota de la mezcla entre portaobjetos y cubreobjetos. Cada óvulo es rodeado en seguida por una nube de espermatozoides. Varios experimentos han demostrado que los óvulos atraen a los espermatozoides gracias a la influencia de una sustancia química. Este desplazamiento orientado de células móviles bajo la influencia de una sustancia química, recibe el nombre de **quimiotactismo**.
- Un espermatozoide penetra en el óvulo a nivel de una ligera deformación llamada cono de fecundación. El núcleo del espermatozoide se hincha, se aproxima al núcleo del óvulo y se fusiona con él. El óvulo es, a partir de este momento, un huevo **fecundado**.
- D. Desarrollo embrionario.** Pueden guardarse en agua de mar los huevos fecundados y observar durante algunos días las principales fases del desarrollo embrionario hasta la obtención de la larva **plúteus**, a partir de la cual se formará el Erizo de mar (fig. 13).



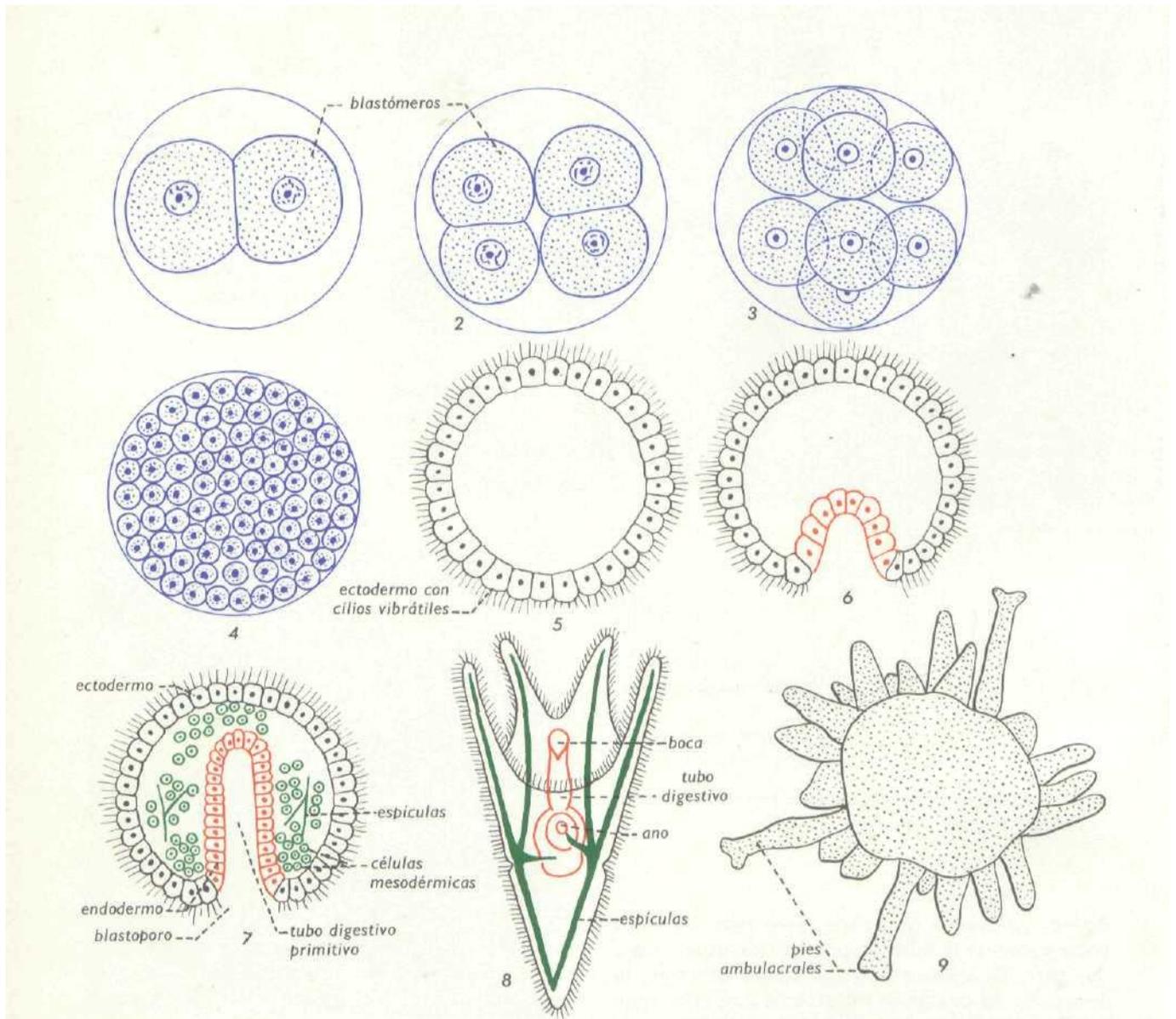


Fig. 13 - Las principales etapas del desarrollo del Erizo de mar.

ANIMALES PRÓXIMOS AL ERIZO DE MAR

El tipo de los **EQUINODERMOS** comprende, además de los **EQUINOIDEOS**, las clases siguientes: **ASTEROIDEOS**, **CRINOIDEOS**, **OFIUROIDEOS**, **HOLOTURIOIDEOS**.

1. La clase de los **ASTEROIDEOS**: ejemplo la *Asteria*. La *Asteria* o "Estrella de mar", muy común en las playas durante la marea baja. La simetría pentarradial es muy clara, puesto que el cuerpo tiene la forma de una estrella de 5 puntas. No tiene un caparazón propiamente dicho, el dermatoesqueleto lo constituye la piel, que contiene unas placas calcáreas numerosas, no soldadas entre sí, erizadas de púas cortas y frágiles. En el extremo de cada brazo puede observarse una mancha roja que funciona como un órgano visual muy simple (mancha ocular u ocelo). Se distingue claramente una cara ventral (fig. 14) en cuyo centro se halla la boca y una cara dorsal (fig. 15) con una placa madreporica bien visible. No existe ano funcional.

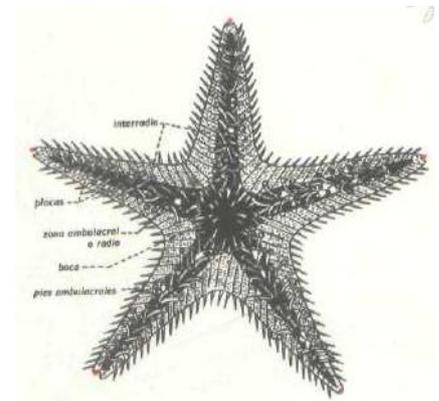


Fig. 14 – Estrella de mar (cara ventral)

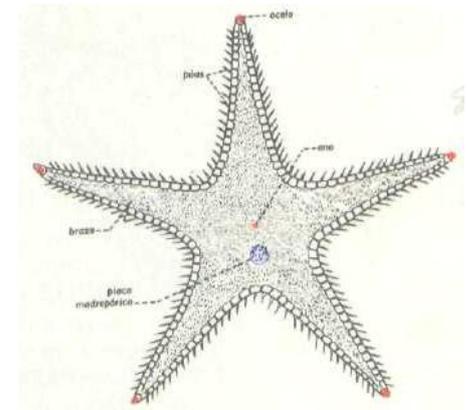


Fig. 15 – Estrella de mar (cara dorsal)

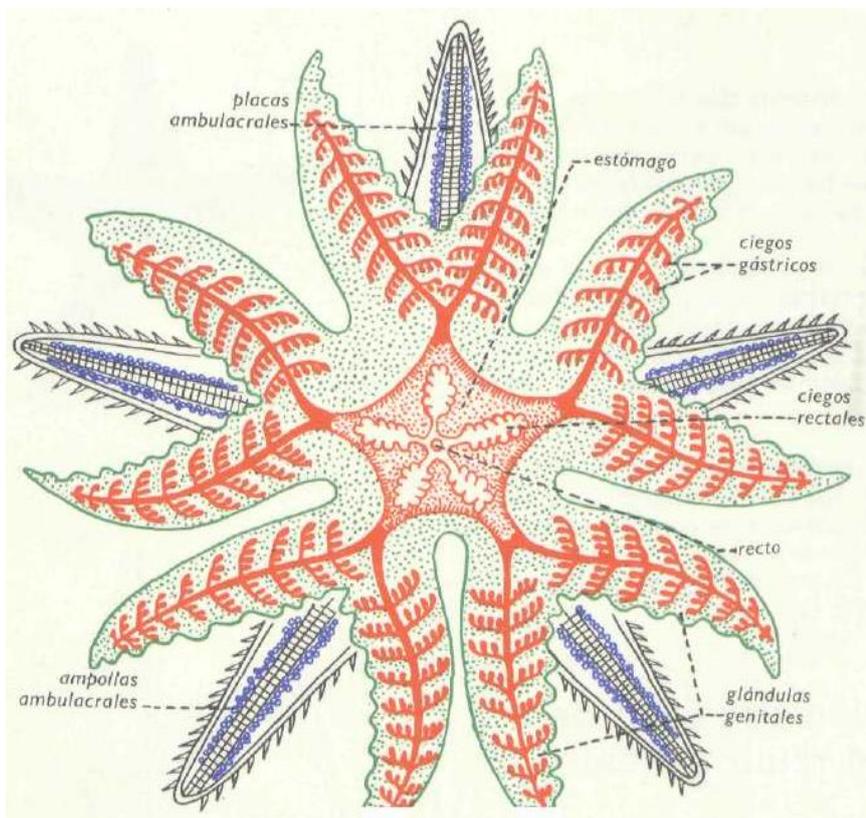


Fig. 16 - Disección de la Estrella de mar; el tegumento dorsal ha sido levantado y se observan los órganos in situ.

La Estrella de mar se alimenta de moluscos (Ostras, Mejillones) y de Erizos de mar. Se le puede considerar, pues, como un animal francamente dañino para los bancos de Ostras o de Mejillones. La *Asteria* aplica sus fuertes brazos, adhiriéndose sobre las valvas de un Mejillón, por ejemplo, y gracias a sus ambulacros, situados en unos surcos (fig. 16) en la cara ventral, consigue provocar la distensión de los músculos abductores (ver el estudio del Mejillón). La *Asteria* no tiene

dientes como el Erizo de mar, sino que hace salir su estómago por la boca, invertido, o sea



vuelto al revés, y aplica la superficie digestiva sobre la presa. La digestión se efectúa "in situ" en la misma concha del Mejillón. Las carnes son rápidamente licuadas por los poderosos jugos digestivos, y los productos de la digestión absorbidos por la pared gástrica.

La reproducción de la Estrella y el principio del desarrollo del huevo se asemejan mucho a los del Erizo de mar, pero la larva ciliada nadadora (fig. 19) es diferente (larva bipinnaria). Señalemos finalmente que la *Asteria* posee un elevado poder de regeneración. Un brazo amputado es remplazado, y es posible, incluso, obtener una nueva *Asteria* a partir de un brazo separado del cuerpo.

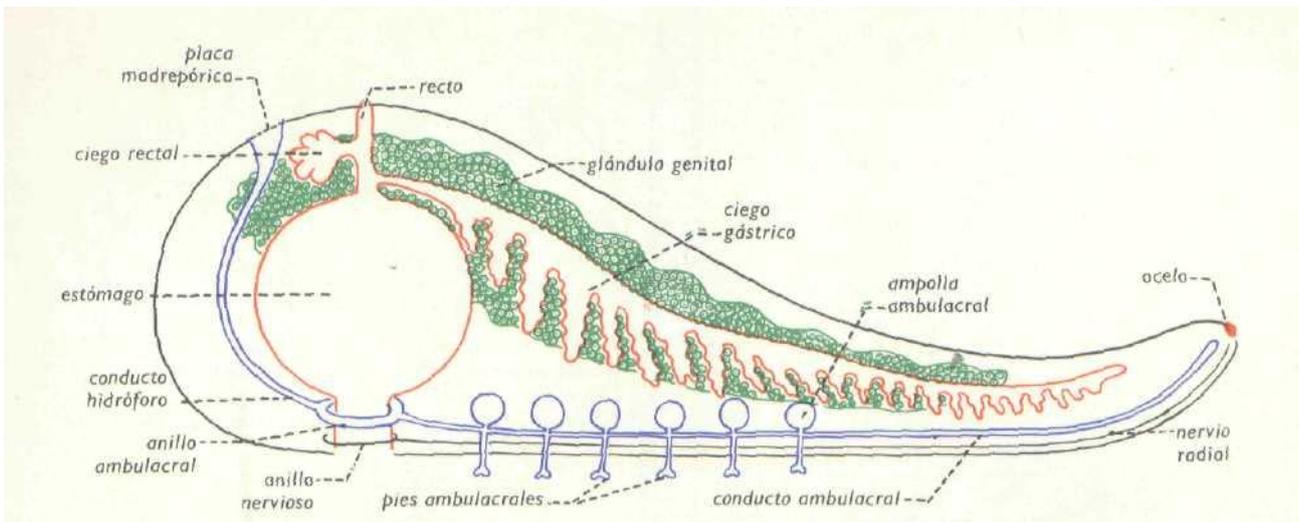


Fig. 17 - Corte vertical del disco y de un brazo de la Estrella de mar (esquemático).

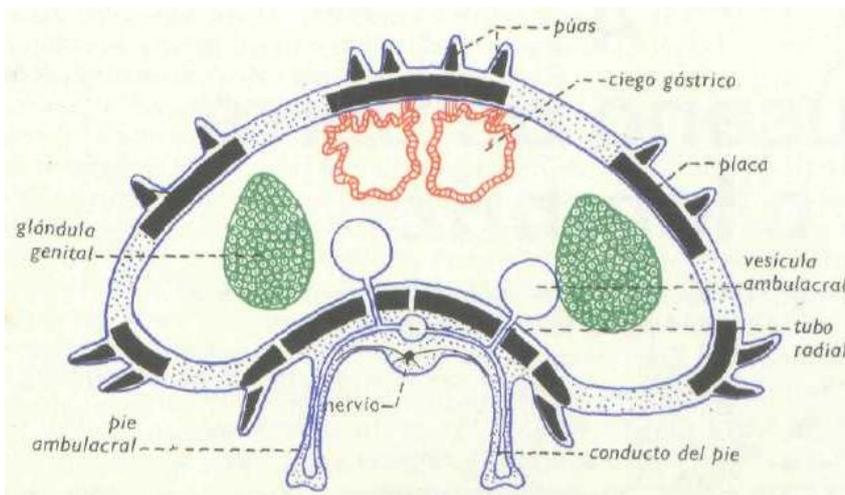


Fig. 18 - Corte transversal esquemático de un brazo de la estrella de mar.

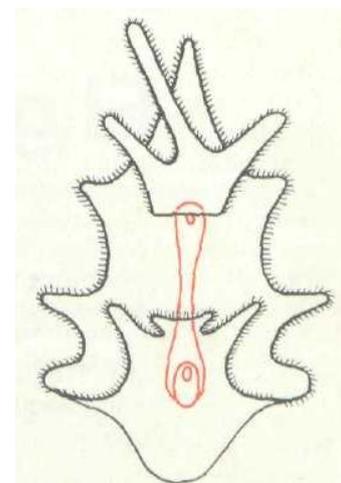


Fig. 19 - Larva bipinnaria de estrella de mar.

2. Las **Ofiuras** (clase de los **OFIUROIDEOS**) se asemejan a las Estrellas de mar, pero sus brazos, más delgados, están claramente diferenciados del disco central. Los brazos no contienen ramificaciones del aparato digestivo. Los surcos ambulacrales, muy cortos, no se prolongan a todo lo largo del brazo. La placa madreporica se halla en la cara ventral.



3. La clase de los **CRINOIDEOS** no comprende más que un género común: el género **Comátula**, frecuente en algunas costas. El cuerpo está constituido por un disco que se fija sobre las rocas con la ayuda de unos apéndices articulados llamados cirros. Del cuerpo parten 10 brazos articulados y pennados. Las Comátulas pueden desprenderse de las rocas y nadar merced a sus brazos.

4. La clase de los **HOLOTURIOIDEOS** comprende animales muy distintos de los de las otras clases de Equinodermos. Los pescadores de algunas costas llaman a las Holoturias "Pepinos de mar", lo cual da idea clara de su aspecto, más o menos cilíndrico. En uno de los extremos se encuentra la boca, frecuentemente rodeada por tentáculos ramificados; el ano se encuentra en el otro extremo. Un corte transversal pone de manifiesto que el cuerpo no es cilíndrico sino pentagonal. Los ángulos corresponden a 5 zonas ambulacrales provistas generalmente de pies ambulacrales cortos terminados en ventosas. Los tegumentos contienen placas calcáreas aisladas, muy pequeñas y de formas variadas.

LÁMINAS



A) Erizo de mar

Se distinguen claramente las cinco zonas ambulacrales



Dutra



C) Estrella de mar descansando sobre las algas

La placa madreporica es perfectamente visible.