

Sesión Teórico-Práctica 11 La Deuterostomía. Los Equinodermos o la vuelta a la simetría radial¹

PARTE PRÁCTICA²

11.A. Estudio de la estructura morfológica de las diferentes clases de Equinodermos.

Objetivos

1. Conocer la complejidad morfológica de los animales que constituyen el arquetipo Equinodermo
2. Adquirir destrezas en el manejo de microscopio y estereoscopio binocular
3. Adquirir destrezas en la manipulación de organismos

Material

A.- Asteroideos

1. *Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758) (Ejemplar en seco y sección de brazo)
2. *Asterias rubens* Linnaeus, 1758 (Ejemplar en seco y en fresco)
3. *Astropecten sp.* Gray, 1840 (Ejemplar en seco y sección de brazo)
4. *Asterina gibbosa* (Pennat, 1777) (Ejemplar en seco)
5. *Echinaster sepositus* Retzius, 1783 (Ejemplar en seco)
6. *Ophidiaster ophidianus* (Lamarck, 1816) (Ejemplar en seco)

B.- Ofiuroideos

7. *Ophioderma sp.* Müller y Troschel, 1840 (Ejemplar en seco)
8. *Ophiothrix sp.* Müller y Troschel, 1840 (Ejemplar en seco)

C.- Equinoideos

C.1.- Regulares

9. *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Ejemplar en seco y en fresco)
10. *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) (Ejemplar en seco)
11. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) (Ejemplar en seco)
12. *Echinus melo* Lamarck, 1816 (Ejemplar en seco)

C.2.- Irregulares


13. *Clypeaster sp.* (Ejemplar en seco)
14. *Laganus sp.* (Ejemplar en seco)
15. *Brisus sp.* Laske, 1778 (Ejemplar en seco)

D.- Holoturoideos

16. *Holothuria sp.* Linnaeus, 1767 (Ejemplar y preparación)
17. *Cucumaria sp.* Blainville, 1830 (Ejemplar en fresco)

E.- Crinoideos

18. *Antedon mediterranea* (Lamarck, 1816) (Ejemplar en fresco)

1 Este documento está sujeto a una licencia Creative Commons 

2 La procedencia y autoría de las imágenes y esquemas utilizados se encuentra al final del texto

Desarrollo¹

En esta práctica vamos a estudiar representantes de todas las clases de Equinodermos excepto de Concentricloideos, ya que no se encuentran representantes en nuestras latitudes. Las características indicadas en cada grupo deberán ser observadas en todos las especies de las que se dispone material.

A. Asteroideos

El cuerpo de la estrella de mar está formado por un **disco central** y cinco **brazos**, que delimitan las **zonas radiales**, entre las que se encuentran las **zonas interradales** (Figura 1A y B). En la **región aboral** del disco se puede observar, en posición interradales, el **madreporito**, pequeño y poroso, que es una placa de carbonato cálcico con surcos marcados (Figura 1A). Actúa como filtro de agua de mar que penetra en el complicado sistema ambulacral. En el centro del disco se sitúa el ano, pero no se observará.

Todo el cuerpo está salicado de **espinas calcáreas** que no poseen capacidad de movimiento. En *Marthasterias* y *Asterias*, alrededor de la base de cada espina se observará una pequeña **almohadilla** carnosa en donde se sitúan los **pedicelarios**, que se aprecian como pequeños bultitos (Figura 1C). Entre las espinas aparecen unas pequeñas estructuras con forma de dedo de guante, denominadas **pápulas** (Figura 1C). En el caso de *Astropecten* toda la superficie aboral se encuentra tapizada por un tipo especial de espina que se denominan **paxilas**, no observándose pápulas (Figura 1E).

En el centro de la **superficie oral** del disco se sitúa la **boca**, rodeada por cinco pares de **espinas** (Figura 1B). En los brazos de *Marthasterias* y *Asterias* se observará el **surco ambulacral**, donde se encuentran los **pies ambulacrales**, retraídos y muy alterados en los ejemplares en seco a causa del proceso de fijación y secado. Sin embargo podrán observarse perfectamente en los ejemplares conservados en etanol.

Para estudiar las diferentes **placas esqueléticas** que forma el brazo se han seccionado de un ejemplar seco los brazos y se han troceado. En cada uno de ellos, el surco ambulacral está limitado por dos **placas ambulacrales** que forman una "V" invertida. Cada una de las placas se adosa, por su parte inferior, a una pequeña **placa adambulacral**, que lleva espinas móviles que pueden proteger el surco. Los costados del

¹ Algunas partes del desarrollo del guión práctico se han adaptado de Romera *et al.* (2003), García *et al.* (1998) y Brusca y Brusca (2005)

brazo presentan 3 ó 4 pares de **placas marginales** o **laterales**. En la cara aboral de cada brazo existe una **placa carinal** (Figura 1D).

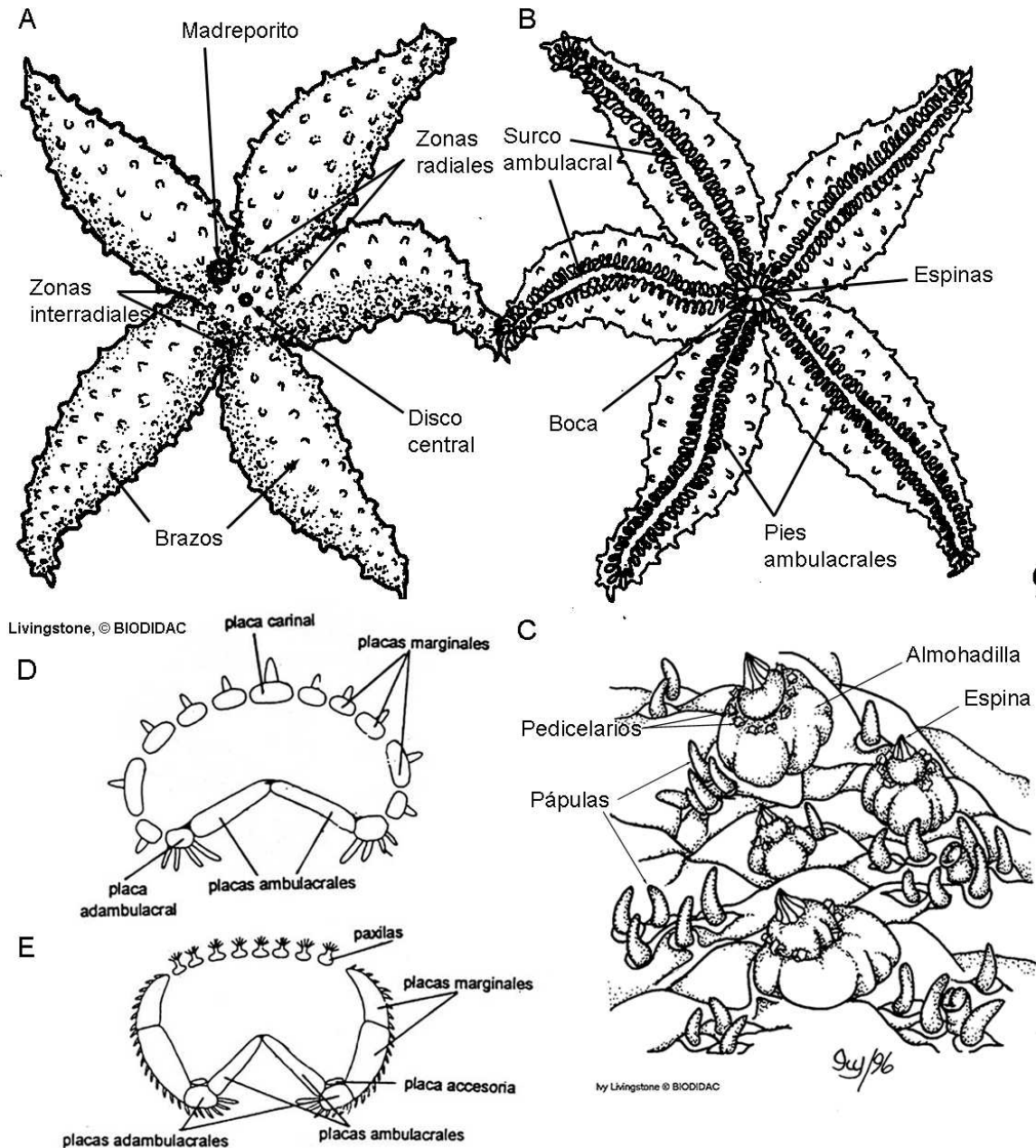


Figura 1. Asteroideos: A) aspecto general de la cara aboral; B) aspecto general de la cara oral; C) detalle de la superficie del brazo de una estrella; D) sección de un brazo de *Marthasterias* sp.; E) sección de un brazo de *Astropecten* sp.

En *Astropecten* la sección del brazo es distinta. En primer lugar, el aspecto general de la sección del brazo es mucho más aplanada que en el caso anterior. Estudiando el esqueleto del brazo se observará que existen **placas ambulacrales** y **adambulacrales**

en la misma disposición que en *Marthasterias* y *Asterias*, pero en los costados del brazo sólo aparecen dos hileras de **placas marginales**, muy visibles, y la parte aboral del brazo está ocupada por un tegumento con las **paxilas**, que como dijimos son un tipo especial de espina u osículo. Las **paxilas** están formadas por un pedúnculo que posee pequeñas espinitas en sus bordes. Además, existe una pequeña **placa accesoria** (u **osículo suprambulacral**) en el interior del brazo, que se aprecia con dificultad (Figura 1E).

B. Ofiuroides

La organización y morfología del cuerpo de estos animales se estudiará fundamentalmente sobre la especie *Ophioderma* sp. El cuerpo de las ofiuras está compuesto por un **disco** central netamente delimitados y cinco **brazos** largos de sección cilíndrica (Figura 2A).

La superficie aboral del **disco** está compuesta por grandes placas dispuestas alrededor de una central, las cuales no se observan pues el tegumento está provisto de numerosos **gránulos** que enmascaran las placas. Destaca la presencia de diez **escudos radiales** colocados por pares a los lados del punto de inserción de los brazos con el disco. Estos discos son visibles sólo en algunas formas (Figura 2A).

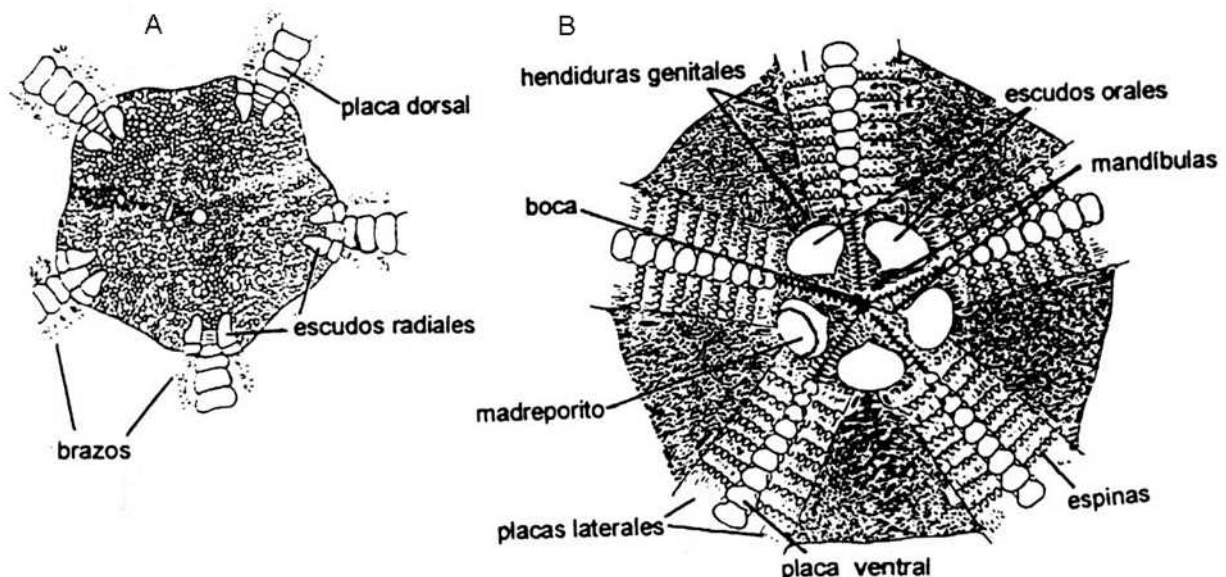


Figura 2. Ofiuroides: A) morfología de la cara aboral y B) morfología de la cara oral

En la superficie oral se observará la **boca** rodeada por cinco **mandíbulas** triangulares, en cuya base se disponen cinco **escudos orales** o **escudos bucales**

(Figura 2B). Uno de ellos, que está algo modificado, actúa como **madreporito** (Comparar su posición con la clase estudiada anteriormente).

De la boca irradian los cinco **brazos**, con su parte proximal introducida en el disco y su parte distal libre y mucho más flexible que en las estrellas de mar. En la región donde los brazos y el disco están unidos se observa, a cada lado del brazo, una o dos hendiduras por las que abre cada uno de los diez *sacos branquiales* internos, empleados en la respiración y la reproducción; reciben el nombre de **hendiduras genitales o branquiales** (Figura 2B). Cada brazo se compone de numerosos segmentos articulados, compuestos por una vértebra central (interna) rodeada de cuatro **placas**, una **dorsal**, una **ventral** y dos **laterales**, que no se verán más que externamente. Las placas laterales portan pequeñas **espinas**. No se debe seccionar ningún brazo del ejemplar facilitado.

La especie *Ophiotrix fragilis* es de pequeño tamaño y los escudos orales están desnudos en medio de placas provistas de espinas. Las espinas de los brazos aparecen en grupos de siete. Esta especie es muy delicada por lo que no será manipulada.

C. Equinoideos

C.1. Erizos regulares

Las características que se indican a continuación se han de observar alternando los ejemplares en seco con los ejemplares en fresco, ya que algunas de las estructuras se observan mejor en uno o en otro. El cuerpo de los Equinoideos regulares es subsférico y algo aplanado, aunque alguno pueden ser globuloso, como *Echinus*. La **boca** se abre a la cara oral, dispuesta hacia el substrato, y el **ano** en la aboral, disuesto hacia el agua (Figura 3).

El cuerpo se presenta cubierto de **espinas**, articuladas gracias a un **mamelón** de inserción. Éstos se observan muy bien, como tubérculos hemisféricos, en el ejemplar desprovisto de espinas (Figura 4B). En este mismo ejemplar se puede observar, a modo de usos horarios terráqueos, cinco regiones con placas perforadas, las **placas ambulacrales** (Figura 3B), por las que salen los **pies ambulacrales** y, alternando con éstas, cinco regiones compuestas por placas en donde sólo hay espinas, las **placas interambulacrales** (Figura 3B). Las primeras dan lugar a las **regiones ambulacrales, ambulacros o radios** mientras que las interambulacrales configuran las **regiones interambulacrales o interradios** del erizo.

En el ejemplar conservado seco, en su región aboral, se debe observar el **periprocto**, en donde se encuentra el **ano** rodeado de numerosas **placas periproctales** (Figura 4A). Éstas, a su vez, se rodean por diez placas dispuestas en dos filas. A las cinco más grandes, dispuestas en posición interradianal se las denomina **placas genitales** y poseen un **poro** que representa la salida de las gónadas. Una de ellas es el **madreporito** y está perforada, además, por numerosos orificios que permiten la entrada de agua al aparato ambulacral. Las otras cinco, en posición radial, pequeñas y más difíciles de observar son las **placas ocelares** y suelen llevar un ocelo (Figura 4A). Cada placa da lugar a una **doble hilera de placas** de caparazón, las cuales recorren el cuerpo del animal desde el periprocto al peristoma. Se diferencian las placas **ambulacrales** de las **interambulacrales** porque las primeras están perforadas, pues cada pie ambulacral envía dos prolongaciones que atraviesan el caparazón.

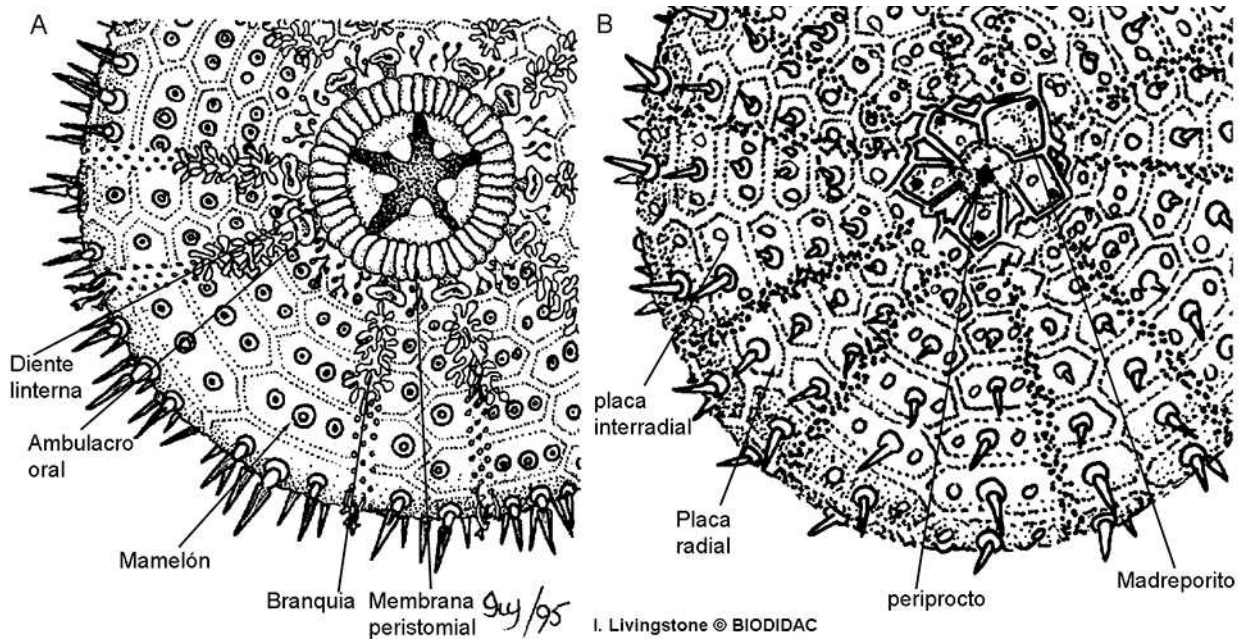


Figura 3. Equinoideos: A) morfología de la cara oral de un erizo de mar y B) morfología de la cara aboral

En el ejemplar conservado en alcohol, además de las estructuras anteriores, se pueden observar muy bien las estructuras de la región oral, donde se apreciará el **peristoma** (Figura 3A). En su periferia se deben identificar las **branquias** en un número de diez. La **boca** se sitúa en el centro de la **membrana peristomial** y por ella asoman los **dientes** de la linterna de **Aristóteles** (Figura 3A). En la membrana peristomial se pueden observar también diez gruesos pies ambulacrales llamados **ambulacros bucales**,

además de numerosos **pedicelarios**, que son pequeños apéndices especializados en forma de mandíbula.

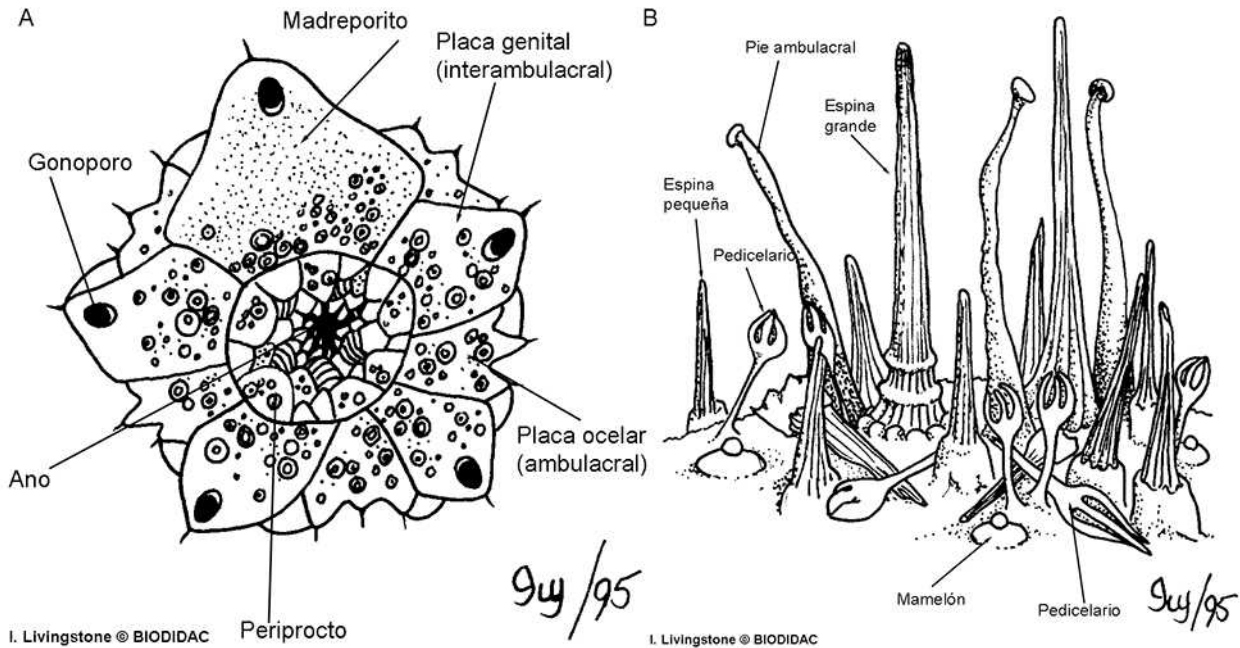


Figura 4. Equinoideos: A) detalle del periprocto y B) detalle de la superficie del cuerpo

C.2. Erizos irregulares

Estos animales se caracterizan porque bien la boca, bien el ano, o ambos, emigran de sus posiciones originales (oral y aboral) como consecuencia de una tendencia a la “bilateralidad” por los hábitos excavadores en arena que presentan.

Los erizos irregulares pueden ser abombados, aplanados o con forma acorazonada. La **boca** se encuentra en la cara oral, en distinta posición según las especies. En el caso de *Clypeaster*, la boca se mantiene en el centro de la cara oral y el **ano** ha migrado abandonando su posición inicial en el centro de la cara aboral, disponiéndose en la cara oral, próximo al borde del caparazón, en lo que constituye un nuevo “extremo posterior”. En el caso de *Brissus* tanto la boca como el ano se han movido hacia los extremo del erizo, colocándose en una posición opuesta entre si, constituyendo tanto un nuevo “extremo posterior” como un nuevo “extremo anterior”. Los **pies ambulacrales** de la cara aboral tienen carácter respiratorio y se limitan a los llamados **ambulacros petaloideos**, por recordar el aspecto de los pétalos de una flor. En la cara oral se marcan unos **surcos ambulacrales**, bastante destacados, que alcanzan

radialmente la boca.

D. Holoturoideos

El aspecto externo de este grupo difiere considerablemente del resto de las clases de este filo. Carecen de brazos y poseen simetría bilateral secundaria que se superpone a la simetría pentámera típica de los Equinodermos. Su esqueleto está muy reducido, por lo que presentan cuerpos blandos.

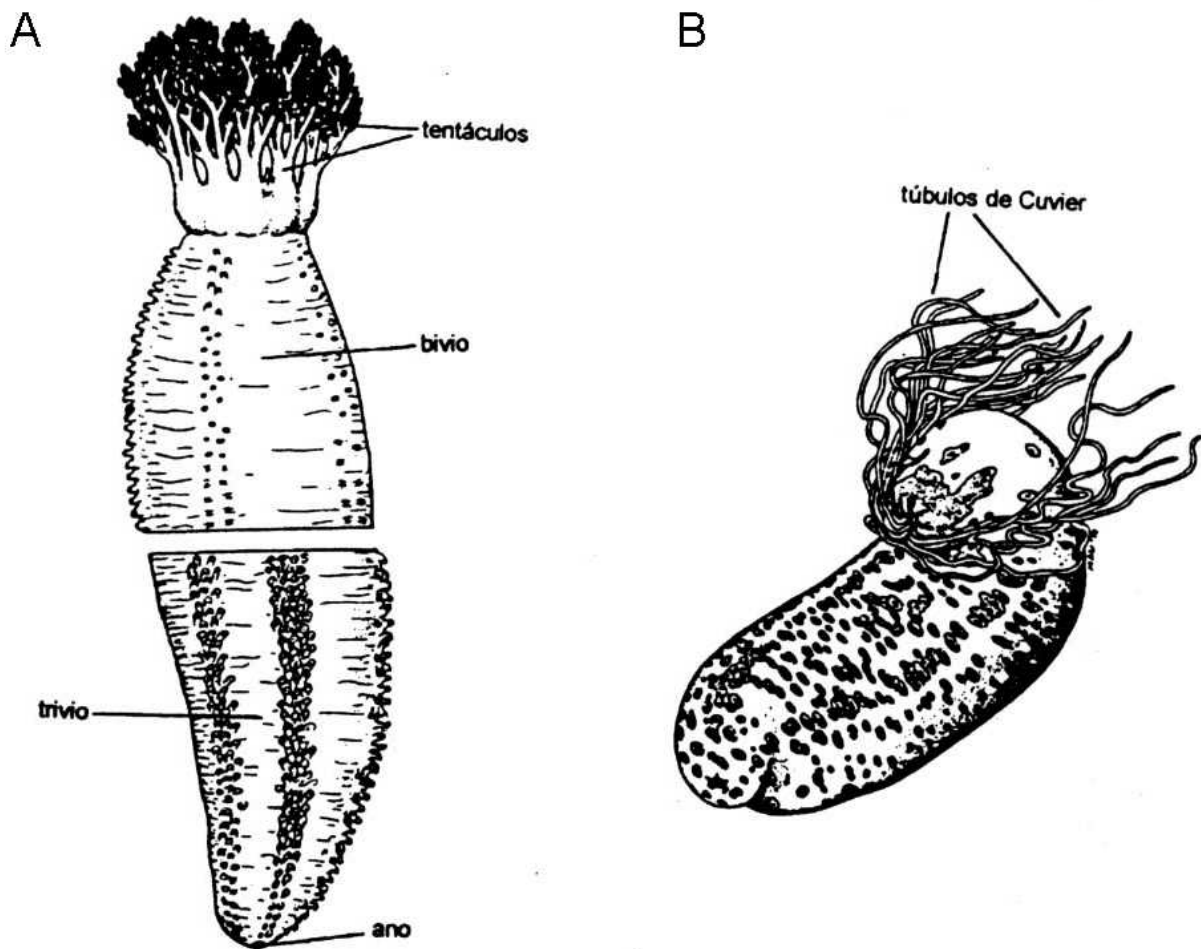


Figura 5. Holoturoideos: A) aspecto general de un espécimen de *Cucumaria* sp. mostrando las áreas ambulacrales y B) aspecto de *Holothuria* sp.

Se debe observar el **cuerpo** alargado. En uno de los extremos se abre la **boca** rodeada por numerosos tentáculos que generalmente no se observarán al estar retraídos, excepto en el caso de *Cucumaria* (Figura 5). En el extremo opuesto se localiza el **ano**. Entre la boca y el ano se extienden cinco **regiones ambulacrales** difíciles de distinguir en los ejemplares de *Holothuria* sp. Para distinguir la boca del ano se deben palpar con

los dedos ambos extremos. El polo más duro resulta ser la boca debido al anillo calcáreo presente en esta región. En el cuerpo de *Holothuria* sp. se diferencian una superficie “ventral” clara, el **trivio**, en contacto directo con el sustrato y con pies ambulacrales, y una cara “dorsal” oscura, el **bivio**, que no interviene en la locomoción, con pies ambulacrales reducidos o modificados.

En los ejemplares de *Cucumaria* sp., por el contrario, la zona oral queda claramente identificada por la presencia de los **tentáculos orales** que, en realidad, no son otra cosa que pies ambulacrales orales, como los estudiados en Equinoideos, pero muy desarrollados, modificados y retráctiles. En estos animales, además, se identificarán con claridad las cinco **regiones ambulacrales**, pues conservan las hileras de **pies ambulacrales**.

Se ha suministrado una preparación para el microscopio, en la que se podrán estudiar una muestra de los **escleritos** que constituyen el esqueleto de los Holoturoideos. Éstos se trata de placas calcáreas microscópicas que se encuentran embebidas en el espesor de la pared del cuerpo. Estos escleritos son de formas muy diversas según las distintas especies.

E. Crinoideos

Los Crinoideos comprenden las formas más primitivas de las clase Equinodermos actuales. Viven fijos al sustrato marino al menos en alguna fase de su vida. Los Crinoideos actuales pueden presentar, o no, un **pedúnculo** de fijación completo; el **cuerpo** se une entonces al pedúnculo en posición aboral, por lo que la cara oral queda hacia la superficie. El ejemplar que vamos a estudiar no presentan pedúnculo, por lo que al conjunto del cuerpo se le denomina **corona** y, fundamentalmente, está formado por un **cáliz** aboral de placas esqueléticas y una membrana oral denominada **tegmen** que puede, o no, llevar placas. Próximos a la base del tegmen nacen los **brazos**, como una continuación del cáliz (Figura 6A).

El **cáliz** tiene forma de copa y en su centro se encuentra la denominada **placa centrodorsal**, de la que surgen unas prolongaciones articuladas, los **cirros**, para asegurar la fijación al sustrato. El **tegmen** (Figura 6B) es aplanado y en él aparecen dos aberturas, la **boca** y el **ano**. La boca es central y el ano está situado en posición interradianal en el extremo de una prominencia denominada **chimenea anal**. De la boca

salen cinco **surcos ambulacrales** en posición radial que se extienden hacia los brazos.

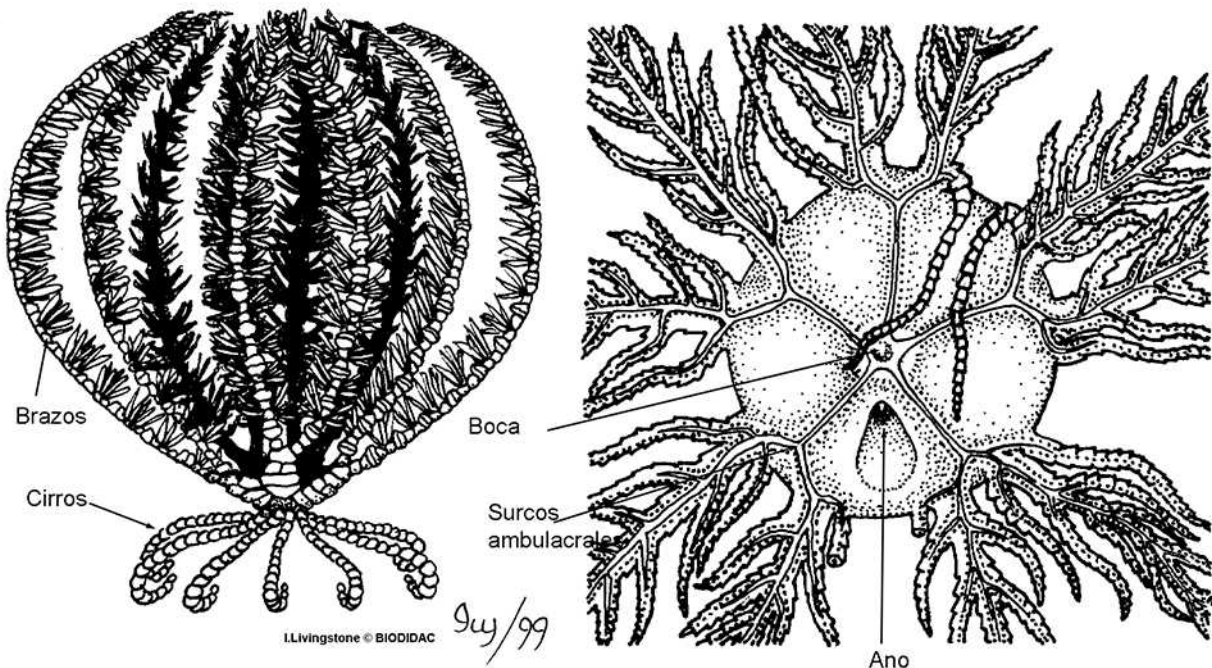


Figura 6. Crinoideos: A) aspecto del animal y B) detalle de la cara oral

Los **brazos** (Figura 6B) están formados por placas denominadas **braquiales**. De estas surgen una placas articuladas y más o menos erguidas que se denominan **pínnulas**.

Referencias Bibliográficas

1. García M.D.; Arnaldos M.I. y Presa J.J. 2007. Guía Visual de las Prácticas de Zoología (CD). Editum, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia
2. García M.D., Romera,E. y Ubero-Pascal N. 1998. Guión de Prácticas de Zoología de Invertebrados no Artrópodos. Área de Zoología. Departamento de Biología Animal. Universidad de Murcia. Inédito.
3. Romera E., Arnaldos I., García M.D. y Soler A. 2003. Elementos Prácticos de Zoología. DM-Librero Editor. Murcia.

Créditos fotográficos

- El logo del encabezamiento proceden de la página web <http://ocw.um.es/>
- Los esquemas de las figuras 1 (A,B,C), 3, 4 y 6 se han adaptado de los esquemas de Livingstone, disponibles en Biodidac.
- Los esquemas de las figuras 1 (D,E), 2 y 5 han sido obtenidas de Romera et al. (2003).