

Los equinodermos tienen un conducto intestinal notablemente desarrollado, que se divide en tres porciones, tubo esofágico, intestino gástrico é intestino terminal, y se abre al exterior casi siempre en el centro del ápice, y más rara vez en su enterradio en la

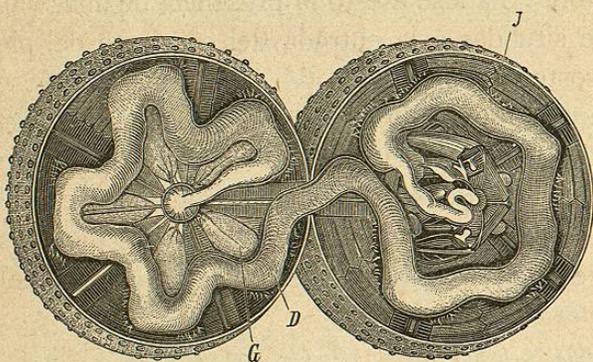


Fig. 275. — Erizo de mar, abierto por el plano ecuatorial, según Tiedemann. *D*, conducto intestinal, fijo á la concha por ligamentos suspensorios; *G*, órganos sexuales; *J*, placas interradiales.

cara ventral (figura 275). El intestino puede quedar, no obstante, cerrado ó ciego, como lo está por ejemplo en todos los *ofiuroides*, en el *Euryale*, y en los géneros *Astropecten*, *Ctenodiscus* y *Luidia*, que carecen de abertura anal. Con frecuencia se encuentran alrededor de la boca placas salientes del esqueleto coronadas de espinas, ó bien se forman como en los *cidaroides* y *clipeastroides* dientes puntiagudos revestidos de esmalte, que

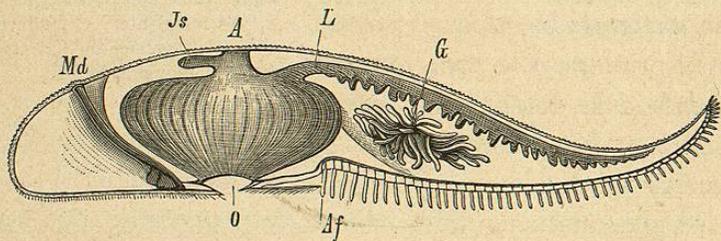


Fig. 276. — Corte transversal del brazo y disco de *Solaster endeca*, según G. O. Sars, algo modificado. *O*, boca que conduce á la extensa cavidad del estómago; *A*, ano; *L*, intestino ciego radial ó tubo hepático; *Js*, tubo interradial en el intestino terminal; *Af*, pies ambulacrales; *G*, órgano genital; *Md*, placa madreporica.

constituyen un aparato masticador vigoroso y movable, reforzado alrededor del esófago por un sistema de placas y bastoncillos (*linterna de Aristóteles*) (fig. 271). No tiene esta misma significación el anillo calcáreo de diez placas que en las *Holoturias* rodea al esófago y sirve para dar inserción á los hacecillos longitudinales de la envoltura músculo-cutánea.

En las estrellas de mar el conducto intestinal es siempre corto, sacciforme y provisto de apéndices ciegos, ramificados, de los cuales los del recto están situados en los enterradios del disco, y los

del intestino gástrico se prolongan á distancia en los brazos. En su más amplio desarrollo aparecen los últimos en forma de cinco pares de tubos multilobulados (figura 276). Los cinco sacos ciegos del recto que corresponden á los enterradios son más cortos, y probablemente desempeñan funciones de órganos urinarios, al paso que los primeros aumentan la extensión de las superficies digestivas. En los demás equinodermos el tubo intestinal es estrecho y se prolonga á una longitud considerable, arrollándose alrededor de un uso en el eje del disco, como en los crinoideos (*Comatula*), ó describiendo varios arcos fijos por filamentos y membranas á la superficie interna de la concha, como en los erizos de mar (fig. 275). En las *holoturias* es también el conducto intestinal mucho más largo que el cuerpo, y está replegado tres veces sobre sí mismo y suspendido por una especie de mesenterio (figura 277).

El sistema vascular sanguíneo, muy difícil de estudiar, está constituido en la mayoría de los equinodermos por un plexo anular de vasos que rodea al esófago. De este anillo vascular salen tantos

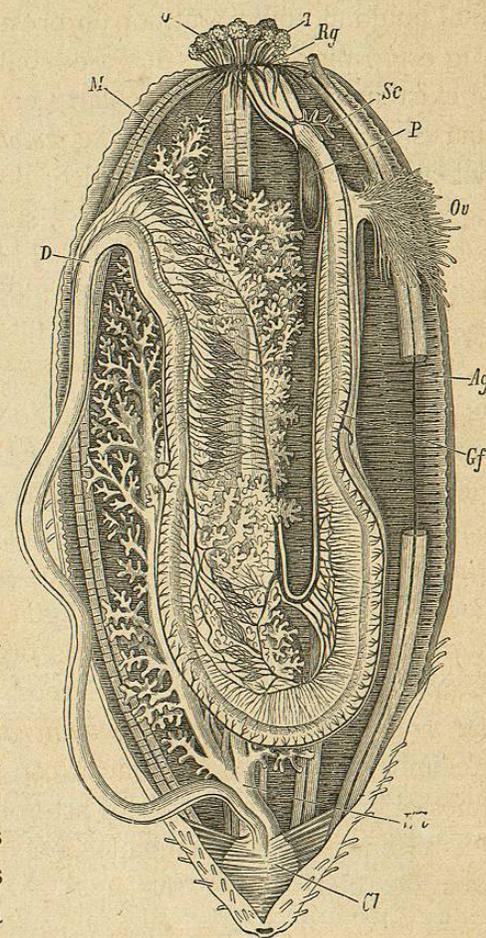


Fig. 277. — *Holothuria tubulosa*, cortada en el sentido longitudinal, según M. Edwards. *O*, boca en el centro de los tentáculos (*T*); *D*, conducto digestivo; *Sc*, conducto petroso; *P*, vesícula de Poli; *Ag*, vaso anular del sistema de vasos ambulacrales; *Ag*, vaso ambulacral; *M*, músculo longitudinal; *Gf*, vaso sanguíneo del intestino; *Ov*, ovario; *Cl*, cloaca; *Wl*, pulmón acuífero.

vasos como radios, que se ramifican. Hay además un segundo anillo vascular debajo del polo apical, que envía vasos al intestino gástrico y á los órganos sexuales, y que en las estrellas y erizos está unido al anillo oral por un presunto corazón, que según Ludwig es un plexo espeso de vasos contráctiles. Haman pone en duda la existencia de fibras musculares en la pared y atribuye al órgano una estructura glandular. En las *holoturias* sólo se conocen, además del anillo vascular periesofágico, dos troncos vasculares con sus ramificaciones en el intestino. La sangre es un líquido claro, algo coloreado, con numerosos glóbulos blancos en suspensión.

No se encuentran en estos animales *órganos respiratorios* especiales. Concurren al parecer al cambio de gases de la sangre toda la superficie de los apéndices externos, así como la superficie de los órganos que están suspendidos en la cavidad del cuerpo y especialmente del tubo intestinal. El agua entra en la cavidad del cuerpo tal vez por algunas aberturas de la placa madreporica, y es mantenida en activo movimiento por el revestimiento epitelico de la misma cavidad y de sus espacios periféricos accesorios; de este modo está siempre bañada en agua la superficie de los órganos internos. Son considerados como *órganos respiratorios* especiales los apéndices ambulacrales foliáceos y pennados de los erizos de mar irregulares (*branquias ambulacrales*), y los tubos en forma de intestinos ciegos que comunican con la cavidad del cuerpo, de algunos erizos regulares y de los *asteroides* (*branquias cutáneas*); en estos últimos están diseminados por toda la superficie del dorso en forma de tubos simples (fig. 274), y en los primeros son cinco pares de tubos ramificados que rodean la abertura bucal; se da igual significación por último á los pulmones acuíferos de las *holoturias*, consistentes en dos tubos arborizados de gran extensión, que desembocan por un tronco común en el intestino terminal (fig. 277). El agua que penetra en ellos por el ano es expulsada con gran fuerza.

El *sistema nervioso* (fig. 278) está constituido por cinco (ó más según el número de radios) troncos principales compuestos de fibras nerviosas y células gangliónicas dirigidas en el sentido de los radios, y que en los *Asteroides* están situados en el revestimiento membranoso del surco ambulacral, hacia fuera de los troncos de

vasos acuíferos, inmediatamente al lado de los vasos sanguíneos (fig. 274), y envían numerosos filetes á los pies ambulacrales, á los músculos de las puas y á los pedicelarios, etc. (fig. 278). Alrededor de la boca se dividen en dos mitades iguales que se reunen para formar un *anillo nervioso* que contiene también células gangliónicas. En los erizos de mar (fig. 271), en las *holoturias* y en los *ofiuroides* el sistema nervioso abandona su situación ectodérmica y retrocede al dermis, ó bajo el esqueleto dérmico. En los *crinoideos* sólo una pequeña parte del sistema nervioso ocupa la situación ectodérmica en el surco ambulacral del cáliz y de los brazos, la mayor parte de los nervios están en el mesodermo de la pared oral y está formado por un anillo esofágico pentagonal de donde salen ramas nerviosas. Hay además un tercer sistema de nervios en el mesodermo de la pared aboral del cuerpo, en el que los manojos nerviosos recorren el epitelio (*asteroides*).

Las células sensitivas se hallan contenidas en gran copia en la capa ectodérmica, gruesa, bajo la cual corren los troncos nerviosos de los *asteroides*, y en muchos puntos del cuerpo en los demás equinodermos; hallándose epitelios sensitivos hasta en el extremo de los pies ambulacrales. Se consideran como órganos del tacto los tentáculos, que en los *Asteroides* y *Ofiuroides* aparecen en la punta de cada brazo, así como los tentáculos de las *Holoturias* y los pies táctiles en forma de pincel de los *Espatangoides*. Existen órganos sensitivos análogos en los erizos de mar regulares en el ápice, sobre las cinco placas radiales, por cuyos poros atraviesan; antiguamente se los tomó equivocadamente por manchas oculares, y de aquí el nombre de placas oclares. En los *Asteroides* existen ojos. Según el descubrimiento de Ehrenberg, están situados en forma de man-

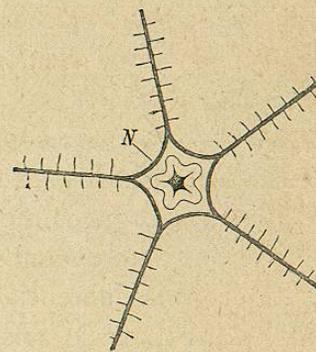


Fig. 278. - Esquema del sistema nervioso de una estrella de mar. N, anillo nervioso que une los cinco centros ambulacrales.

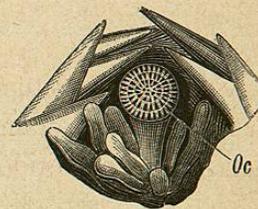


Fig. 279. - Extremo braquial con el ojo rodeado de agujones del *Asteropecten aurantiacus*, según E. Haeckel.

chas pigmentarias rojas en la cara inferior de los radios á la terminación de la ranura ambulacral, y son elevaciones esféricas pediculadas, que bajo su superficie convexa, revestida por una simple córnea, alojan un gran número de ojos simples esféricos (fig. 279). Estos últimos tienen sus ejes, al parecer, dirigidos hacia un punto céntrico común, y están formados de aglomeraciones de pigmento rojo que rodean un cuerpo refringente y de un aparato nervioso. Baur y más tarde Semon han encontrado vesículas auditivas en los Synapta.

La reproducción es principalmente sexual, y la regla general la separación de los sexos. Los *Synapta* y *Amphiura* son hermafroditas. Los órganos reproductores son de estructura extremadamente semejante en ambos sexos, de modo que cuando no basta á distinguirlos la diferencia de color, blanco lechoso del líquido seminal, y rojizo ó pardo amarillento de los huevos, sólo puede resolver la duda el examen microscópico. Las diferencias sexuales son muy limitadas en cuanto á la forma exterior del cuerpo ó de determinadas partes de él, porque no habiendo cópula las funciones sexuales están reducidas á la preparación y expulsión de las materias sexuales. Los huevos y los espermatozoides se encuentran, salvo algunas excepciones, en el agua del mar, fuera del cuerpo materno, y en casos raros se efectúa la fecundación en el cuerpo de la madre, como por ejemplo en las especies vivíparas de *Amphiura* y *Phyllophorus*.

El número y situación de los órganos sexuales corresponden casi siempre estrictamente á la estructura radiada, pero hay diferencias en este sentido. En los erizos de mar regulares se encuentran en los interradios, adosados á la cara interna de la concha, cinco ovarios ó testículos compuestos de tubos ciegos ramificados, cuyos conductos excretores desembocan al exterior por cinco aberturas de las placas del esqueleto (*placas genitales*), alrededor del polo apical (figs. 264 y 280). Los espatangoides irregulares pierden el órgano genital posterior y tienen siempre un corto número (cuatro, tres, dos) de órganos genitales (fig. 266). En los *Asteroides*, están situados los cinco pares de tubos genitales en análoga disposición entre los radios, pero á veces se extienden hasta dentro de los brazos; las aberturas para el paso de las materias sexuales

están en la cara dorsal en cada enterradio, en dos puntos agujereados á manera de criba (fig. 281). En los *Ofiuroides* se desarrollan también alrededor del estómago diez glándulas genitales lobuladas compuestas de sacos ciegos, cuyos productos pasan por conductos excretores á unas bolsas que se abren al exterior por hendiduras situadas en la cara ventral entre los brazos. Los *Crinoideos* tienen sus glándulas sexuales alojadas en los brazos y en sus pinnulas. En las *Holoturias* se reducen los órganos sexuales á una glándula ramificada cuyo conducto excretor desemboca en la cara dorsal, no lejos del polo anterior del cuerpo (fig. 277).

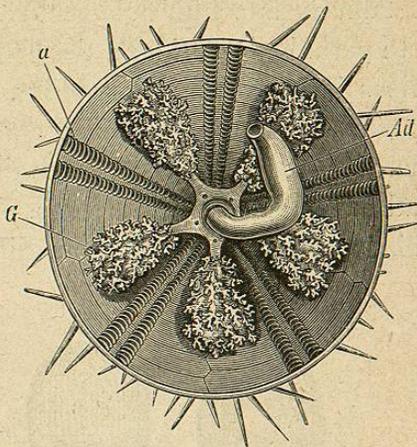


Fig. 280. — Organos sexuales de un *Echinus*. Ad, intestino anal; G, glándulas sexuales, a, ampollas.

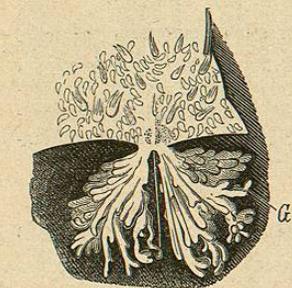


Fig. 281. — Fragmento de interrradio de una estrella de mar (*Solaster*) con las glándulas sexuales (G) y los grupos de poros (lámina cribosa) de la piel del dorso, según J. Müller y Troschel.

A pesar de la gran diversidad que ofrece la situación de los órganos sexuales, completamente desarrollados en cada una de las clases de equinodermos, se ha demostrado en todas un esbozo común en la presencia de tubos genitales llenos de células germinativas amiboideas (Hamann) (1). Están estos tubos situados en un tabique conjuntival lleno de lagunas de sangre, y forman expansiones que se convierten en las glándulas genitales. En los *Crinoideos* llegan éstas á las pinnulas; en los *Ofiuroides* á las paredes de las bolsas formadas como invaginaciones de la pared ventral del cuerpo, donde sus células germinativas llegan á formar huevos y zoospermos. En los *Equinoides* y *Asteroides* las expansiones de los tubos llenos de células germinativas forman las glándulas genitales arracimadas, al paso que en los

(1) O. Hamann: *Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen*. Zeitschr. für wiss. Zoologie, tomo 46, 1887.

*Equinoides* desaparecen más tarde los tubos. Análoga condición parece existir en los *Holoturioides*.

El *desarrollo* de los equinodermos consiste, en general, en una metamorfosis complicada, caracterizada por larvas bilaterales. Sin este período larvario se desarrollan muchas *Holoturias*, algunos erizos de mar, como *Anochanus*, *Hemiaster* y algunos *Asteroideos*, que nacen vivos (*Amphiura squamata*) ó ponen sólo un corto número de huevos, y los abrigan durante su desarrollo en una cavidad incubadora. En este caso, el primer período es un embrión ciliado que ora se transforma directamente en el equinodermo, ó

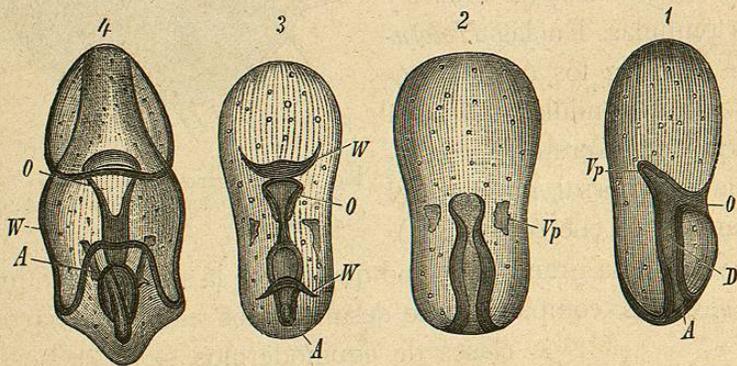


Fig. 282. — Evolución larvaria del *Asteracanthion berylinus*, según Agassiz (complemento á la figura 129). 1 período en que se perfora la boca (*O*), visto de perfil; *A*, boca de la gástrula (ano); *D*, intestino; *Vp*, saco vaso-peritoneal. 2 período más avanzado, visto de frente, con dos sacos vasoperitoneales separados. 3 período más avanzado visto por la cara ventral con dos rodetes transversales vibrátiles (*W*), el saco vasoperitoneal del lado izquierdo con poro excretorio. 4 bipinnaria joven con doble banda ciliada.

bien llega á este estado mediante procesos de una metamorfosis muy simplificada.

En los casos de metamorfosis complicada, el vitelo, después de terminar la segmentación, que es casi regular, se transforma en un embrión esférico, cuya pared celular es ciliada y envuelve un núcleo gelatinoso (fig. 129). Una foseta de la vesícula germinativa se convierte en esbozo del intestino, y el orificio, boca de la gástrula, en ano. El embrión ciliado se alarga y se transforma en una larva oval, más ó menos piriforme, en la que se distinguen un dorso algo abombado, dos partes laterales simétricas y una cara ventral encorvada en forma de silla (fig. 282). Concentrándose las pestañas en el borde de la impresión ventral, abultado á manera de co-

jinete, se forma en este punto una cintura ciliada dirigida hacia atrás que sirve de aparato de locomoción. El intestino se ha abierto ya paso hacia el exterior por una abertura ventral anterior, la boca, y está constituido por tres porciones, esófago, estómago é intestino. La boca, ancha, que conduce al esófago, se encuentra dentro del cinturón ciliado en la cara ventral, y el ano fuera de aquél, también ventral, cerca del polo posterior. Antes de perforarse la boca se ha separado del intestino. Otro órgano, tubo saciforme ciliado interiormente, que se abre al exterior en un poro de la cara dorsal, constituye el primer esbozo del sistema de vasos ambulacrales. Son una segunda formación, procedente también del esbozo intestinal, los sacos laterales discoideos (fig. 282), cuya pared produce el revestimiento peritoneal de la cavidad del cuerpo.

A medida que el crecimiento avanza difieren más y más entre sí las larvas de los erizos de mar, de las estrellas de mar y de las *Holoturias*. El borde abultado con el cinturón ciliado dirigido hacia atrás toma inflexiones y prolongaciones de diversa forma, repartidas siempre simétricamente en ambos lados, cuyo número, situación y magnitud determinan esencialmente la forma especial del cuerpo. Se diferencian las porciones anterior y posterior del cinturón ciliado de las laterales, que formando el borde dorsal se continúan con las primeras por inflexiones dorso-ventrales. Puede suceder, no obstante, que los bordes dorsales, en lugar de formar una inflexión anterior dorso-ventral se continúen sin intermedio una en otra y entonces la porción ventral anterior tiene por encima de la boca (escudo bucal) su cinturón ciliado independiente, circunstancia que es característica de las larvas de *Asterias* (*Bipinnarias*, *Brachiolarias*). En todos los demás casos sólo existe un único cinturón ciliado retrógrado. En las larvas de las *Holoturias*, *Auricularias* (figura 283), se elevan, junto al cinturón ciliado, apéndices cortos en los bordes dorsales laterales, y apéndices auriculares en la inflexión posterior dorso-ventral, así como en la porción ventral posterior (umbrela) y en la ventral anterior (escudo bucal). De análoga manera se conducen los apéndices en las *Bipinnarias*, si bien llegan á ser mucho más largos. Las *Braquiolarias* se distinguen de aquéllas por tres brazos anteriores que situados entre los arcos