

## LAS RELACIONES DE PARENTESCO FILOGENETICO DE LOS CELENERADOS, VERMES Y ANIMALES SUPERIORES

---

El problema del parentesco natural de los animales ha sido siempre el tema fundamental del cual se han ocupado los zoólogos. En la solución de la cuestión, cómo se han desarrollado las formas superiores de las inferiores, se basa todo el sistema natural de los animales, y para encontrarla, la paleontología se ha reunido con los estudios de la anatomía comparada y con los de la evolución ontogenética de los organismos animales.

En lo que toca a las formas inferiores de los Metazoos, los tipos de los Celenterados y de los Vermes, por razones fácilmente comprensibles nos desampara la ciencia de los fósiles, y tenemos que atenernos por eso exclusivamente a los resultados del estudio de la anatomía y de la génesis de estos organismos.

Es sabido que todos los animales de cuerpo pluricelular se desarrollan de un huevo, como lo fué formulado por el célebre fisiólogo inglés William Harvey (1578-1658) en su conocida tesis: "Omme animal ex ovo", y que la evolución embrionaria en todos los animales en sus rasgos generales es la misma: de un huevo fecundado (excepcionalmente de un huevo no fecundado: partenogénesis y pedogénesis) se desarrolla por segmentación una mórula, de ésta una blástula, de ésta la gástrula. El modo, cómo la gastrulación se efectúa, puede variar, como varía el desarrollo ulterior de las diferentes formas, pero la gástrula misma presenta una organización casi idéntica en todos los tipos.

En los Celenterados, la gástrula se forma por una invaginación de la pared de la blástula, que se efectúa desde el polo morfológicamente inferior de ésta (Fig. 1), presentando el orificio que resulta por la invaginación y que lleva al interior del arquéteron, el arquistoma o "boca primitiva". En los Espongiarios, la gástrula también nace por invaginación, pero ésta se realiza desde el polo superior de la blástula, distinguiéndose estos animales por lo tanto ya por este carácter claramente de los Celenterados. Pero lo que los separa más todavía de éstos, es la cir-

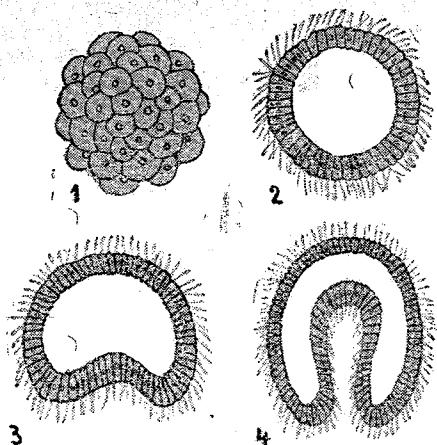


Fig. 1.—Las diferentes fases del desarrollo del embrión: Mórula (1), Blástula (2) y Gástrula (3 y 4). —Tamaño microscópico. —Dibujo esquemático, original.

cunstancia de que en ellos el arquéteron en la mayoría de los casos no representa el órgano intestinal definitivo, sino que éste está representado por un sistema de canales y cámaras vibrátiles, mientras que el arquéteron llega a constituir una cavidad cloacal.

Podremos suponer que los Espongiarios y los Celenterados se han formado de los Protozoarios, como dos tipos de evolución paralelos, de los cuales los Espongiarios han permanecido en un

estado inferior, mientras que de los Celenterados se han desarrollado los demás tipos animales, sin duda alguna por intermedio del tipo de los Vermes.

Los Celenterados poseen entonces, como queda dicho, todos el estado de la gástrula el cual se presenta en la forma larval de la *Plánula* (Fig. 2) común a todos, con excepción de los Ctenóforos. Correspondiendo el intestino siempre al arquéteron de la gástrula, a pesar de las alteraciones que puede experimentar desarrollándose a menudo un sistema gastro-vascular, parecido al de los Espongiarios, podría suponerse que su formación siempre se efectuara por invaginación. Pero no sucede esto; más bien en muchos casos, en la evolución ontogenética de los Celenterados a la fase de blástula no le sigue una gástrula típica, sino una *Plánula*:

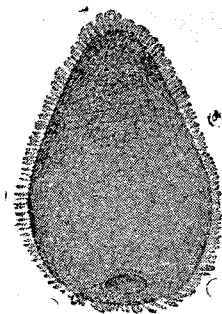


Fig. 2.—La gástrula, como estado larval de un Antozooario.— Tamaño microscópico.— Según Haeckel,

ciliada en forma de un cuerpo compacto, cuyo intestino nace de otro modo, pero no por invaginación, y que vamos a describir en pocas palabras.

Habiendo nacido la blástula de la mórula, empiezan a prolongarse y dividirse poco a poco las células situadas en el polo inferior (Fig. 3), y por la hipertrofia del tejido que se forma, paulatinamente se llena todo el blastocele, siendo el resultado una *Plánula* compuesta de una capa externa, bien diferenciada,

el ectoderma, y una masa de células encerradas por éste, el entoderma. Ahora se diferencian las células: se presentan las primeras células urticantes (características de todos los Celenterados-Cnidarios), y en medio del entoderma se forma una hendidura

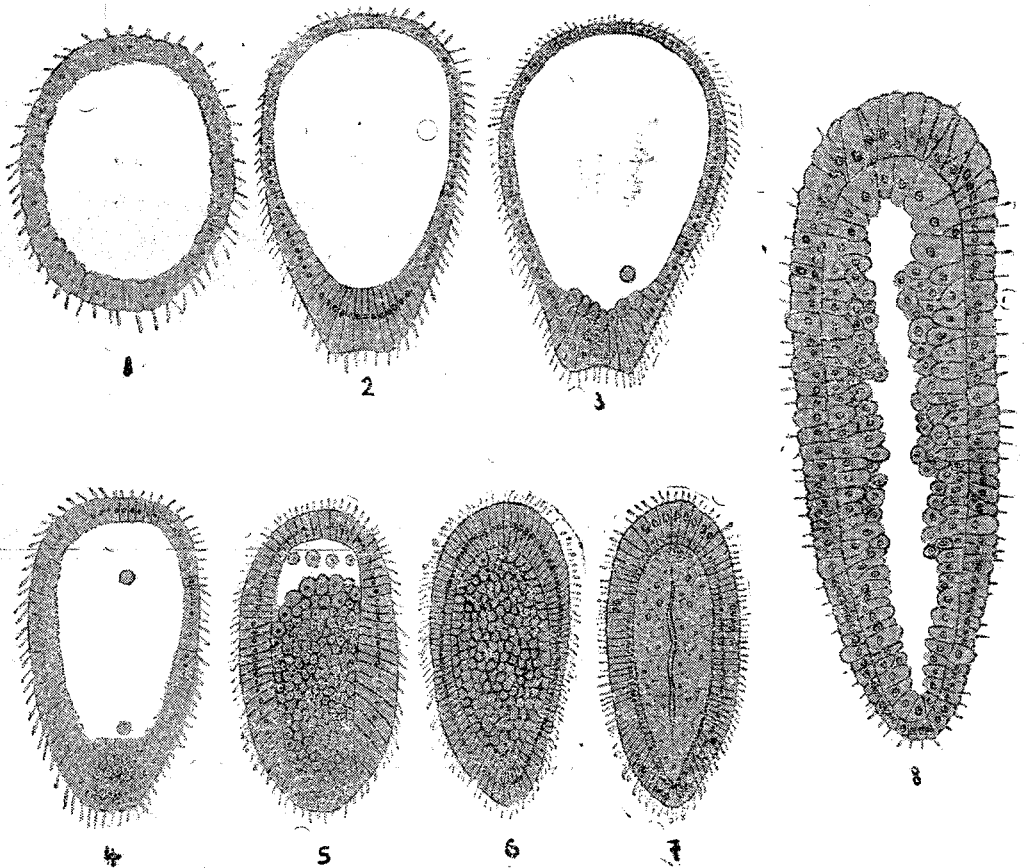


Fig. 3.—Desarrollo larval de un Hidrozoario (las diferentes fases vistas en el corte longitudinal óptico.—Tamaño microscópico.—Según Claus.

que divide el entoderma a lo largo, ensanchándose poco a poco y llegando a ser el arquénteron; las células entodérmicas en este proceso en parte se aplican al ectoderma en una capa regular, en parte se disuelven.

La larva entre tanto se ha prolongado bastante. Ahora se fija con su polo anterior sobre algún substrato, y la cavidad interna, el arquéteron, se abre hacia afuera por medio de una abertura que se forma en el polo opuesto, primitivamente el extremo posterior o inferior de la larva, naciendo de esta manera el arquistoma, cerca del cual empiezan a diferenciarse los tentáculos.

Del modo descrito se forman el intestino y la boca en la mayoría de los Hidrozoos. Una diferencia existe a veces, por ejemplo en *Hydra*, por no formarse el entoderma solamente desde el polo inferior de la blástula, sino de todos los lados de la pared de ésta. También en los Antozoos la gastrulación se efectúa de la misma manera, pero no así en los Escifomedusas, ni en los Ctenóforos, en los cuales se observa la invaginación típica.

Cuál de las dos formas de la gastrulación debe considerarse como la más primitiva, la por inmigración de células ectodérmicas al interior del blastocele y por formación secundaria de la cavidad del arquéteron en el entoderma; o la por la invaginación, es discutido todavía; pero parece más probable que sea la invaginación la primitiva. Habla en pro de esta opinión ante todo el hecho de que es este modo el más usual en la mayoría de los animales de todos los tipos.

Tenemos que suponer que la raíz común para todos los Celenterados ha sido un animal de la forma de la gástrula. Haeckel dió el nombre de *Gastrea* a esta forma primitiva hipotética, la cual representaría al mismo tiempo la forma primitiva de todos los Metazoos. De ella se habría desarrollado el Hidropólipo sésil, haciéndose tal transformación quizás en la zona litoral del mar, en donde a causa del rompimiento de las olas, para los animales tiernos y delicados era de ventaja fijarse. La costumbre de la vida sentada entonces hacía necesaria la formación de tentáculos que en forma de un verticilo se disponían alrededor de la abertura bucal, y tenía por consecuencia una estructura radiada de todo el animal.

La forma de la Hidromedusa, la podemos interpretar como

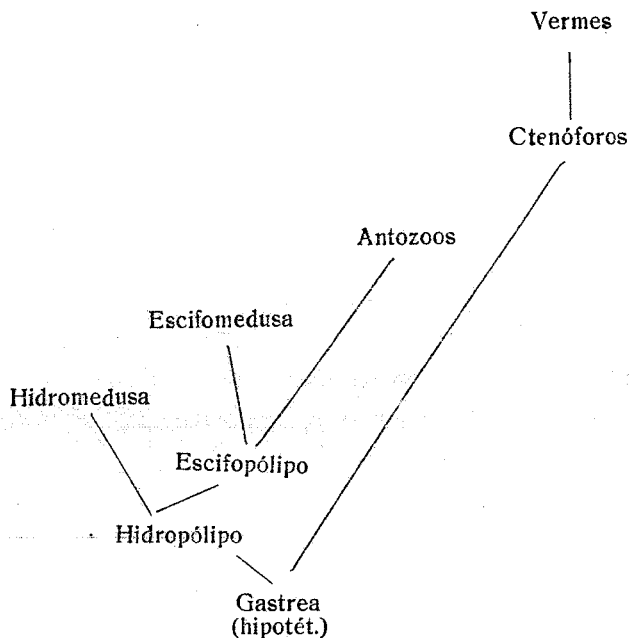
un pólipo modificado, adaptado a la libre natación. Se ha formado tal vez en consecuencia de la multiplicación vegetativa del pólipo, en la cual algunos brotes se separaban del animal madre, arrancándose por el agua y adaptándose paulatinamente y cada vez más a la vida en el agua libre. De tal modo, podemos imaginarnos, resultaba poco a poco una división de la labor entre los brotes destinados a separarse de la colonia, las llamadas Medusas, y otros que quedaban en contacto con ésta, los Pólipos.

De los Hidropólipos derivan también los Escifopólipos. En éstos se han diferenciado unos tabiques internos, los disepimentos o septos, para aumentar la superficie interna del intestino, formación que indudablemente es de ventaja para la digestión. Nacían las Escifomedusas de los Escifopólipos de una manera análoga al modo como se forman las Hidromedusas de sus pólipos correspondientes, quiere decir por brotación, pero no por una germinación lateral, sino en la forma característica de la "estrobilación", es decir por brotación terminal, proceso que ya se observa también en algunos Hidropólipos.

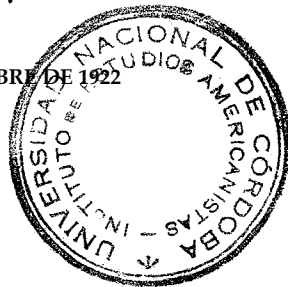
De los Escifopólipos se han desarrollado además los Antozoos, organismos que siempre han quedado pólipos sesiles, pero que se complicaban en la evolución de sus septos por el desarrollo de un mesoderma compacto, y en que se desarrollaba además la facultad de producir un esqueleto calcáreo.

En cuanto por fin a los Ctenóforos, la probabilidad de que derivaran ellos de una forma de pólipo como forma primitiva, es exigua; pues en su desarrollo ontogenético no encontramos ni una fase de Plánula, ni un estado de pólipo. Además estos animales se mueven por medio de plaquitas remeras compuestas de cilias vibrátiles, mientras que en todos los demás Celenterados la locomoción se hace por músculos y sin cilias, habiendo nacido éstos por lo tanto de formas que ya habían perdido las cilias primitivas que posee su larva. Los Ctenóforos, en cambio, probablemente han conservado las cilias de la Gastrea primitiva, quedando siempre animales pelágicos que nunca se fijaban. Podremos su-

poner por eso que los Ctenóforos se han desarrollado como una serie paralela de evolución, al lado de los demás Celenterados, e independientemente de éstos. Probablemente son ellos las formas de las cuales deben derivarse filogenéticamente los Vermes.



De los tiempos cuándo las formas sencillas de los Metazoos, los Celenterados, han empezado a transformarse en organismos más perfectos, nos faltan todos los documentos. La paleontología no nos puede dar explicación alguna de este problema tan importante. Pues si bien es cierto que entre los restos petrificados más antiguos de animales que se conocen, se encuentran también los esqueletos calcáreos de corales, y que vemos pasar sobre capas que representaban el fondo de los mares en tiempos muy remotos, largas líneas que tal vez fueron dibujadas en la arena por los brazos bucales de medusas, moviéndose estos animales tan cerca del fondo que con sus tentáculos lo tocaban (nos referimos a la



así llamada arenisca de Eofiton del Cambrio, la estratificación geológica más antigua fosilífera, cuyos surcos antes se han interpretado como impresiones de Algas), no consta de ninguna manera, que estas capas en realidad sean de tiempos, cuando empezara a existir la vida en la tierra. Más bien tenemos toda razón para suponer que esto no era así; pues en las mismas estratificaciones se encuentran también los restos fósiles de animales de organización mucho más perfecta, como de Lamelibranquios y Crustáceos, de modo que debemos suponer que ya había vida mucho antes de aquellos tiempos. Además podemos tomarlo por seguro que los animales más primitivos no poseían todavía elementos esqueléticos en sus cuerpos que hubieran podido conservarse. Y por fin no debemos olvidar que en los animales el carácter como de formas intermedias no puede conocerse sino exclusivamente por su estructura interna; y justamente sobre la anatomía interna, la paleontología no nos puede enseñar nada.

Nos queda por lo tanto solamente el recurso del estudio comparativo de la historia de la evolución y la morfología comparada, para formarnos una idea sobre la cuestión, cómo podrán haberse desarrollado tal vez las formas animales superiores de las inferiores.

Estudiando la historia de la evolución, se nos oponen desde un principio dificultades muy grandes y en muchos casos hasta insuperables, en tanto que el estudio precisamente de los primeros estados embrionarios de los animales, generalmente por la existencia de grandes cantidades de vitelo en los huevos se hace sumamente difícil y complicado, y que además en los animales superiores vienen en consideración tantas nuevas adaptaciones que han influenciado en el desarrollo de los animales de un modo tan esencial modificándolo más o menos fundamentalmente, que de las primeras fases evolutivas en muchos casos no podemos sacar ninguna conclusión segura con respecto a las presuntivas formas predecesoras.



Nos vemos entonces puestos en la necesidad de basarnos principalmente en el estudio de la morfología comparada. Y ésta indica a *un* tipo animal, en cuyos representantes con toda probabilidad tenemos que ver los precursores de todos los tipos superiores: el de los *Vermes*. Pero precisamente los *Vermes* forman de cierto modo el tipo más problemático de todo el reino animal que conocemos, y todavía hoy en día se reúnen en este tipo las formas más variadas, formas que en su organización se alejan más una de la otra, que por ejemplo los *Vermes* superiores, los Anélidos, de los representantes del tipo de los Artrópodos, o los Enteropneustos de los Tunicados, los cuales de su parte indudablemente revelan relaciones de parentesco con los Cordados (los Leptocardios). Tanto empero podemos tomar por seguro: son los *Vermes* en los cuales todos los tipos superiores encuentran su raíz, de la cual se han desarrollado separadamente: los Equinodermos, los Moluscos, los Artrópodos y los Vertebrados.

Comparando todos los tipos de Metazoos, desde el de los *Vermes* hasta los Vertebrados, con los Celenterados, en primer lugar salta a la vista que el plano de construcción de su cuerpo y la disposición de sus órganos en aquéllos son otros que en éstos: los Celenterados son animales radiados, los demás Metazoos en cambio poseen una simetría bilateral del cuerpo; la disposición de los órganos en aquéllos es por eso ciclómera, en éstos antímera. Pero la antimería en muchos Metazoos no es la única disposición de los órganos que caracteriza a los animales; más bien observamos muy a menudo que se repiten órganos idénticos uno tras otro, de modo que el cuerpo está segmentado, dividido en metámeros. Que la metamería en los animales superiores generalmente no se percibe de afuera, se explica ante todo por la división de la labor fisiológica entre los diferentes segmentos, la cual ha motivado una diferente evolución de éstos. En los Metazoos inferiores falta todavía la metamería. Si por eso es cierto que los *Vermes* superiores — y con éstos los demás Metazoos — se han desarrollado de los inferiores, los animales metámeros deben haberse desarrollado

de formas bilaterales, pero no metámeras, así como las formas bilaterales no metámeras de tipos ciclómeros.

Como formas de transición entre los Celenterados y los Metazoos superiores vienen en consideración únicamente los Plathelminths más primitivos: los Turbelarios (Fig. 4). A éstos les falta un celoma; el interior de su cuerpo está ocupado por una masa celular, un mesoderma, en que están embutidos los órganos.

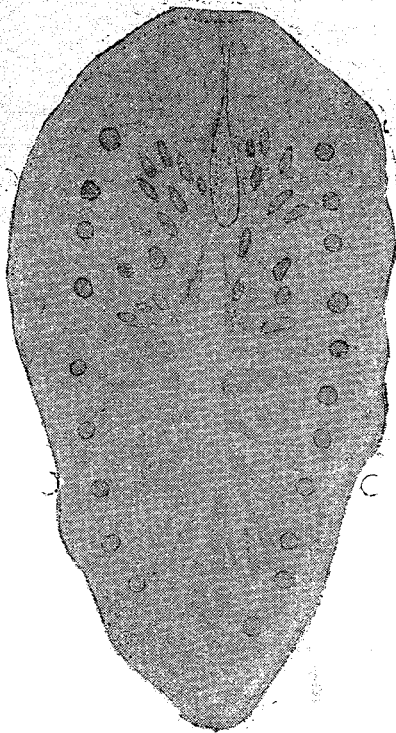


Fig. 4.—*Anonymus virilis* (Turbelario), con intestino reticular.—Tamaño natural: 15 mm.—Según Lang.

Fibras musculares se extienden a través del mesoderma. Esta estructura se parece mucho a la del cuerpo de los Ctenóforos. Además poseen los Turbelarios ciertos órganos de sentidos, como ojos primitivos y un órgano estático, de estructura muy semejante a la

de los órganos análogos de los Ctenóforos. También puede mencionarse que los citados Vermes son hermafroditas, como los Ctenóforos. Si por fin comparamos todavía los primeros estados de la evolución embrionaria de un Turbelario con los de un Ctenóforo, el parecido sorprendente entre ambos tipos en seguida salta a la vista.

Todos estos hechos hablan muy en pro de un parentesco cercano entre las dos clases de animales, suposición que además encuentra un fuerte apoyo en el hecho de existir ciertas formas de Ctenóforos con cuerpo disciforme que no nadan y que tal vez pueden interpretarse como formas intermedias entre los Celenterados y los Vermes: animales como *Ctenoplana* y *Coeloplana*. La *Ctenoplana* posee en su dorso las plaquitas vibrátiles tan características de los Ctenóforos, mientras que su cara ventral está cubierta de un vello tupido de cilias. En la *Coeloplana* faltan las placas vibrátiles, y su cuerpo está cubierto en toda su superficie de cilias, del mismo modo que el de los Turbelarios. Muy parecida es además la estructura del intestino muy ramificado de la *Coeloplana* a la del intestino de muchos Turbelarios (Fig. 5). De

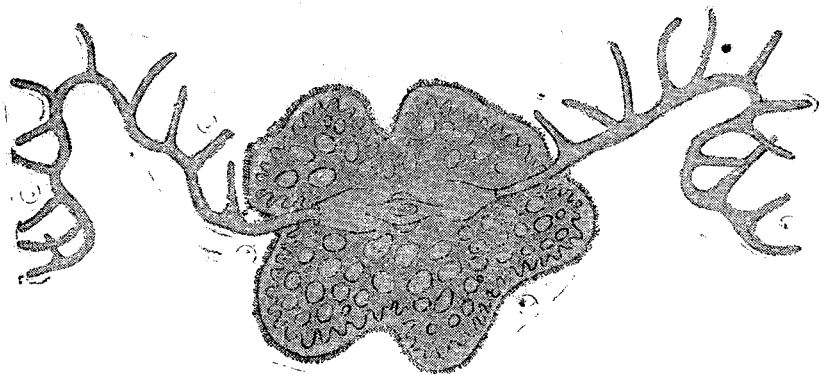


Fig. 5.—*Coeloplana Metschnikowii* (Ctenóforo), con intestino reticular, dos tentáculos y un órgano estático en el centro.—Muy aumentado.—Según Kowalewski.

los largos tentáculos ramificados de los Ctenóforos se han desarrollado los órganos táctiles, menos perfectamente organizados, que poseen muchos Turbelarios.

Podrían citarse más razones todavía que hablan en pro del origen de los Turbelarios en los Ctenóforos; pero baste con las mencionadas.

En cuanto ahora a la cuestión, cómo puede haber nacido la estructura bilateral de los Vermes de la simetría radial del cuerpo de los Celenterados, tenemos que constatar en primer lugar que ya en los Celenterados superiores, los Ctenóforos, existe indudablemente la tendencia de llegar a la simetría bilateral: su cuerpo o en el plano transversal y sagital puede dividirse en dos mitades simétricas (*Hormiphora*), o ha llegado a ser completamente bilateral (*Cestus*). Además es de observar que en los Turbelarios inferiores la forma del cuerpo es todavía bastante circular, mientras que en las formas superiores de la misma clase animal es alargada y por eso casi bilateral. En estas formas superiores, el intestino ha perdido sus numerosas ramificaciones y se encuentra reducido a la forma de un tubo simple, terminando ciego, como en todos los Turbelarios.

En lo que se refiere por fin al desarrollo de la metamería, también en este sentido los Turbelarios nos indican el camino que han tomado los Metazoos en la evolución de la estructura metamérica de su cuerpo. Conócese un Turbelario marino, la *Gunda*, a la cual se ha dado el nombre de *Gunda segmentata*, a causa de la estructura metamérica interna de su cuerpo. Las ramificaciones laterales del intestino presentan una disposición muy regular (fenómeno que se observa también en otros Turbelarios, por ejemplo en los representantes del género *Dendrocoelum*, (Fig. 6), y más claramente aún salta a la vista tal disposición metamérica en la estructura del sistema de los órganos de la excreción, del sistema nervioso, y ante todo de los órganos de la reproducción. Preséntanse desarrolladas por lo tanto las diferentes regiones del cuerpo de la *Gunda* de un modo bastante igual, faltando solamente tabiques transversales, septos, entre ellas, para hacer aparecer el cuerpo completamente segmentado. Sólo la parte anterior del cuerpo se distingue de las demás partes. En ella está situado el

centro del sistema nervioso, el “cerebro”, y los órganos de los sentidos, y aunque la boca no esté situada todavía en el extremo anterior del cuerpo, no obstante esto se puede distinguir ya la región anterior con el cerebro, como la “cabeza” del animal, del resto del cuerpo.

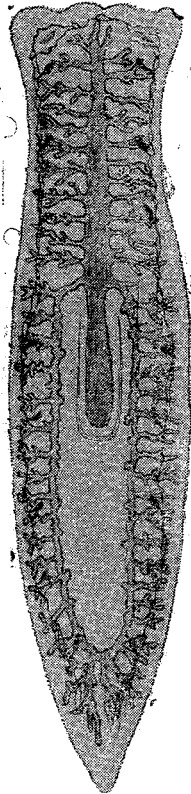


Fig. 6.—*Dendrocoelum lacteum* (Turbelario), con metameria de los divertículos del intestino y de los protonefridios.— Tamaño natural: 2.5 cm.—Según Wilhelmi.

Podremos suponer por consiguiente, que los animales efectivamente segmentados se han desarrollado de formas con una metamería tan regular, como la presentan *Dendrocoelum*, y más todavía *Gunda*. Como primeros animales con cuerpo segmentado co-

nocemos los Anélidos. Podemos imaginarnos que habrán nacido éstos de formas como *Gunda*, habiéndose desarrollado septos entre los diferentes ciegos del intestino, que han atravesado transversalmente el cuerpo.

Pero por tal suposición queda todavía sin ser explicado un hecho importante que constituye una diferencia esencial entre los Turbelarios y los Vermes superiores: la presencia de un celoma en éstos. Ya dijimos que en los Vermes inferiores todo el interior del cuerpo está llenado por un mesoderma parenquimático voluminoso. No queremos entrar en la cuestión, de qué manera se ha desarrollado el celoma, si ha nacido, como lo suponen algunos zoólogos, de los ciegos laterales del intestino, o por separación de las células del mesoderma, como lo creen otros autores. Tal vez, y esto nos parece lo más probable, la naturaleza ha seguido los dos caminos, al formar una cavidad fuera de la del intestino; a lo menos podremos suponer esto, sabiendo que en *Sagitta* y en otros animales (así por ejemplo también en el *Anfióxico*), el celoma nace efectivamente de las evaginaciones o divertículos del intestino, en los Anélidos en cambio, los Artrópodos, Moluscos y otros animales, debe su origen al mesoderma.

La formación de un celoma es una necesidad para todos aquellos animales, cuyo intestino no es, como el de los Turbelarios, muy ramificado, no pudiéndose transportar por eso las sustancias nutritivas directamente a todas partes del cuerpo por estas mismas ramificaciones. El celoma contiene siempre un líquido. En éste entran las materias líquidas del intestino, el quilo, mezclándose con el líquido celomático. Moviéndose éste por las contracciones musculares del cuerpo, por su intermedio las materias nutritivas pueden llegar a todos los órganos del cuerpo. Cavidades que se encuentran entre las células del mesoderma, facilitarían el movimiento del líquido alimenticio, el cual llegaría a constituir la sangre. Separándose a menudo células del mesoderma que entran en el líquido celomático, en que se mueven con movimientos ameboidales, se desarrollan los leucocitos (elementos que a la sangre de

muchos animales inferiores le faltan todavía) de los cuales más tarde se diferencian los glóbulos rojos que se ponen de preferencia al servicio de la respiración.

El órgano en que se verifica la función respiratoria, en la mayoría de los Vermes es la piel del cuerpo. En muchos Anélidos por diferenciación de partes especiales del cutis tiene lugar una localización: desarróllanse branquias cutáneas. En los Entero-pneustos en cambio se ha evolucionado otro modo de respiración, encargándose el intestino anterior de la función en cuestión: se perfora la pared del intestino por hendiduras por las cuales el agua absorbida por la boca puede pasar fácilmente hacia afuera, correspondiendo hendiduras cutáneas a las intestinales. De esta manera nacieron branquias internas. Para el intercambio gaseoso naturalmente es necesario que llegue el sistema de los vasos sanguíneos directamente a las branquias, y este intercambio de los gases podrá efectuarse tanto más fácil e intensamente, cuanto más fino son los tubos sanguíneos. La consecuencia es el desarrollo de una red de capilares cerca y dentro de los aparatos respiratorios, como es de ventaja que otra red capilar se diferenciara entre los diferentes órganos del cuerpo.

Todos estos canales de la vía circulatoria se han desarrollado de las cavidades antes mencionadas intercelulares del mesoderma, en las cuales por eso tenemos que ver los primeros vestigios del sistema de la circulación, el que ha ido perfeccionándose paso a paso, transformándose las células que forman las paredes de los tubos sanguíneos, en parte en órganos musculares que originan la contractilidad de los vasos; por división de la labor fisiológica, la musculatura se localiza cada vez más, y resulta por fin en el sistema de los tubos un solo lugar donde la contractilidad es especialmente enérgica: el corazón.

La eliminación de las materias inservibles y para el organismo dañinas del líquido celomático se efectúa por la formación de nefridios que por su orificio interior, el nefróstoma, y el exterior, el poro excretor, llegan a constituir una comunicación directa entre

el celoma y la superficie del cuerpo. Que de estos canales de comunicación más tarde se han desarrollado los órganos renales de los animales superiores, es cosa generalmente sabida.

Habiendo tratado así en grandes rasgos el desarrollo de los sistemas más importantes de órganos de los animales celomáticos, de los órganos de los Turbelarios, nos queda aún la cuestión, cuáles habrán sido probable o posiblemente las formas intermedias que pueden haber existido o existen todavía entre aquéllos y los Vermes superiores, los Anélidos, y con eso los animales superiores. Claro está que no tendremos que buscar tales tipos de transición entre los Trematodes o Cestodes; pues animales que por su parasitismo se han desarrollado de un modo muy especial, y en parte por estas sus costumbres anormales han experimentado una degeneración más o menos profunda, no podrán representar formas de las cuales los animales superiores podían tomar su origen. Quedarían entonces solamente formas como los Nemertinos, los Rotatorios o los Nematelminos que se podrían tomar en consideración para resolver la cuestión citada.

En lo que se refiere a los Nematelminos, éstos tienen común con los Anélidos la forma alargada y cilíndrica del cuerpo. Además poseen un celoma; pero éste se distingue de un modo muy esencial del celoma de los Vermes superiores, en tanto que no se forma en el interior del mesoderma, sino entre éste y el entoderma del intestino, no limitándose por eso por una capa parietal y otra visceral del mesoderma, sino por una pared parietal de mesoderma y hacia adentro por la pared del intestino. Tiene por lo tanto el celoma de los Nematelminos un carácter anatómico completamente distinto del de los Celhelminos propiamente dichos, denominándose por esta razón como un "pseudoceloma". Por tal motivo no será de suponer que representarán los Nematelminos las formas intermedias entre los Turbelarios y los Anélidos que buscamos.

Los Nemertinos derivan genéticamente sin duda de los Turbelarios. Poseen, como éstos, un epitelio vibrátil que cubre todo su



cuerpo; carecen de celoma, de modo que todos los órganos están implantados en un mesoderma compacto; el sistema nervioso y los protonefridios presentan una estructura idéntica a la de los órganos respectivos de los Turbelarios. Por la estructura del intestino empero, que ya posee una abertura anal, como por el principio de un sistema de circulación y también por la formación de sus órganos reproductores, los Nemertinos indudablemente se acercan a los Anélidos. Y lo que además habla en favor de un parentesco entre ambas clases, es la evolución ontogenética, por medio de la forma larval de la *Trocófora* (Fig. 7).

La *Trocófora* es una forma de larva tan frecuente que podremos suponer que ha conservado ella el tipo de una forma muy primitiva, precursora de los Vermes y de otros tipos de animales. Tal teoría de hecho se ha establecido y ha encontrado una acepta-

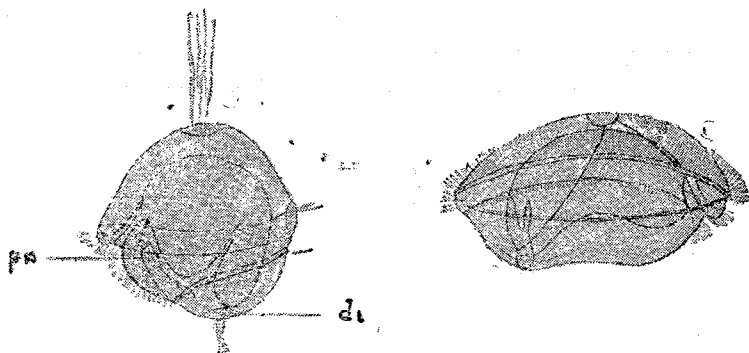


Fig. 7.—Dos formas de la larva «*Trocófora*» de un Nemertino y un Anélido.—  
Tamaño microscópico.—Según Woltereck.  
pn: protonefridio; di: disco imaginal.

ción casi general. Según ella la forma filogenética de la *Trocófora*, el así llamado *Trocozoon* o la *Troquea*, proviene de los Celenterados, principalmente de los Ctenóforos. Y efectivamente presenta con éstos un parecido en varios caracteres, como por ejemplo la placa sensoria en el polo superior y los ocho nervios que de ésta salen irradiando y que designan la dirección de las filas de cilios o plaquitas vibrátiles que caracterizan los Ctenóforos. También

el cordón de ciliadas de la Trocófora al principio se forma de ocho células. Las formaciones nuevas más esenciales de la Trocófora son solamente los nefridios y el orificio anal del intestino, órganos que faltan todavía a la Trocófora más primitiva: a la larva “*Protrocófora*” o “*Protrócula*” de los Turbelarios.

Sobre la cuestión del modo, cómo se pueden haber desarrollado los Anélidos de la hipotética Troquea primitiva, las opiniones divergen todavía. Según una teoría, esto se habrá hecho de un modo análogo a la manera como se realiza la evolución ontogenética de los Anélidos: por un proceso de brotación produce la larva en su extremo posterior los segmentos del Verme, en una forma semejante, como el pólipo produce las medusas.

En contra de tal suposición hablan varias razones bastante graves. Así por ejemplo observamos una brotación casi exclusivamente en animales de vida sesil; la Trocófora empero no puede derivarse de formas sentadas. Además no debe desconocerse que los segmentos del Verme poseen una estructura completamente distinta de la de la Trocófora; y hasta si quisiéramos suponer que la Trocófora entera hubiera formado la cabeza del gusano y hubiera producido los segmentos sólo del polo posterior, hablaría en contra de tal modo de formación muy especialmente la organización o posición de los elementos nerviosos; pues en la cabeza la masa nerviosa se encuentra situada por arriba del intestino, en los segmentos en cambio por debajo de éste.

Según otra teoría que se basa principalmente en la evolución ontogenética del Poliqueto *Polygordius*, el desarrollo del gusano no se hace por brotación de la larva, sino que nace el animal definitivo de dos focos de formación, los así llamados “discos imaginales”, separados uno del otro y situados uno en cada polo del cuerpo de la larva, es decir de un modo análogo al proceso de la formación de la imagen en la metamorfosis de los Insectos. Y así como en la larva de la mosca se encuentran reuniones de células que durante la vida larval permanecen en estado latente y se presentan activas recién cuando deja la larva de vivir como tal, ob-

servamos también en la larva del *Polygordius* tales “células de reserva” que se ponen en acción sólo cuando pasa la larva al estado del Verme.

La larva de la mosca, la oruga de la mariposa, etc., son animales rastreros que deben vivir sobre el suelo; los Insectos desarrollados en cambio vuelan, son por eso adaptados a un ambiente completamente distinto. Ambos elementos vitales requieren una organización especial, tan diferente que, cuando llegue el momento en que el animal debe vivir en el nuevo ambiente, una transformación de la organización antigua en la nueva no sería posible sino en un tiempo muy largo, durante el cual el animal no estaría bien adaptado ni a uno ni a otro ambiente, y estaría por consiguiente en condiciones muy desventajosas en la lucha por la existencia. Por esta razón se han diferenciado los mencionados “discos imaginales”, de los cuales directamente y “de golpe” pueden desarrollarse los nuevos órganos, sin que fuera necesaria primero una transformación completa de todo el material que existe en el cuerpo de la larva. También la Trocófora vive bajo otras condiciones que el gusano: ella nada libremente en el agua, mientras que el gusano se arrastra sobre el suelo; por eso se han desarrollado también en ella los discos imaginales de los cuales, al pasar la larva a su estado definitivo, pueden formarse directamente y sin pérdida de tiempo todos los órganos nuevos, necesarios para la vida en las nuevas condiciones.

En los Insectos las larvas de las diferentes clases entre sí son más parecidas que las imágenes; las larvas de las moscas, abejas, escarabajos, mariposas, etc., se asemejan mucho más una a la otra, que las formas definitivas. Así también las larvas de las diferentes clases de los Vermes se parecen más que los gusanos adultos. Es este un fenómeno que a menudo observamos en el reino animal: las larvas o embriones han conservado en un grado mucho más alto su forma y organización primitivas que los animales adultos, los cuales por nuevas adaptaciones y formaciones muchas veces se han modificado muy esencialmente. No puede extrañar-

nos por eso, si de larvas de Nemertinos o formas parecidas a éstos, han nacido animales que por razones cualesquiera que ignoramos, poseían un cuerpo de estructura y organización distintas a las de las formas aludidas, por ejemplo animales con cuerpo segmentado.

¿Pero cómo tenemos que interpretar los Rotatorios? Tal vez, y esta interpretación nos parece la más plausible y satisfactoria, ellos representan Vermes que, por decirlo así, nunca han abandonado el estado de larva. En toda su organización parecen a una Trocófora. Tal vez representan Vermes que en estado larval han llegado a ser maduros, fenómeno que se observa también en otros animales y que se conoce por ejemplo del Anfibio *Amblystoma mexicanum*, el así llamado Axolotl, o de ciertos Insectos, como de algunos Dípteros, y de los Termites (Arquípteros o Pseudoneurópteros), de Tunicados y de otros animales de varias clases, fenómeno que se denomina "neotenia" (palabra derivada del vocablo griego neótes = juventud). Todas estas formas conservan la fase larval durante toda su existencia desarrollando los órganos sexuales en esta fase y llegando a reproducirse en estas condiciones. Podremos imaginarnos por eso que en un tiempo cuando ya existían Anélidos, ciertas larvas de tales, debido a condiciones especiales de su vida, no se transformaban en animales adultos, sino que guardaban los caracteres de larvas y se reproducían. En favor de tal interpretación habla ante todo el hecho de que los Rotatorios poseen el órgano larval más típico que conocemos, y que siempre se encuentra desarrollado, donde hay larvas pelágicas: la corona de cilias vibrátiles.

Si hemos llegado así a la opinión de que los Anélidos han derivado de formas nemertinoideas, éstas de su parte de los Turbellarios, nos queda todavía para contestar la cuestión, si tenemos que ver en los Anélidos las formas predecesoras de los Vertebrados.

Varios hechos parecen hablar en pro de tal suposición: así por ejemplo la segmentación del cuerpo, la existencia de un celoma, la organización del aparato excretor, y otras circunstancias

más. Pero por otro lado se encuentran diferencias muy grandes y notables entre los Anélidos y los Vertebrados, como serían: aquéllos poseen una médula ventral, éstos la médula dorsal; en aquéllos la respiración se efectúa por la piel o por órganos respiratorios que de ésta se forman, mientras que en éstos los órganos de la respiración nacen del intestino en su región anterior; en los Vermes la musculatura del cuerpo se fija en la piel o en un esqueleto producido del cutis, en los Vertebrados en cambio existe un esqueleto interior que sostiene el cuerpo y en que se fijan los músculos de éste, etc.

Ahora hay una clase de Vermes, los cuales a lo menos con respecto al desarrollo de los órganos de la respiración pueden servir como formas de transición entre los Vermes y el tipo de los Vertebrados: nos referimos a los *Enteropneustos*. En éstos la pared del intestino anterior está perforada por dos filas laterales de hendiduras, por las cuales puede salir hacia afuera el agua que ha entrado por la boca. Estas hendiduras desembocan en cavidades situadas a ambos lados del intestino, las bolsas branquiales, que se abren hacia afuera por medio de orificios cutáneos. (Fig. 8).

Los *Enteropneustos*, por su forma y por los tres segmentos en que está dividido su cuerpo, recuerdan los Anélidos; además el sistema sanguíneo presenta la misma organización que en éstos, y poseen ciertos órganos que se han interpretado como nefridios. El sistema nervioso en cambio se distingue muy esencialmente del sistema correspondiente de los Anélidos, en tanto que se compone de dos cordones nerviosos longitudinales, de los cuales uno está situado dorsal, el otro ventralmente. La larva de los *Enteropneustos*, la así llamada *Tornaria*, es muy parecida a la *Trocófora*, máxime en cuanto al desarrollo de su intestino y a la formación de los cordones de cilias vibrátiles, como también por el modo, cómo en ella se desarrolla el celoma; pero se forma en la *Tornaria* un celoma superior (anterior), impar, a más de los dos pares posteriores, que falta en la *Trocófora* de los Anélidos, pero que se encuentra en las larvas muy parecidas de los Equinoder-

mos, de modo que podemos suponer que éste tipo guarda relaciones de un parentesco cercano con los Enteropneustos y con eso con los Vermes en general. El celoma impar de la Tornaria llega a constituir más tarde la cavidad de la trompa, la así llamada “bellota”, del Verme adulto, o sea de la parte anterior eréctil del cuerpo.

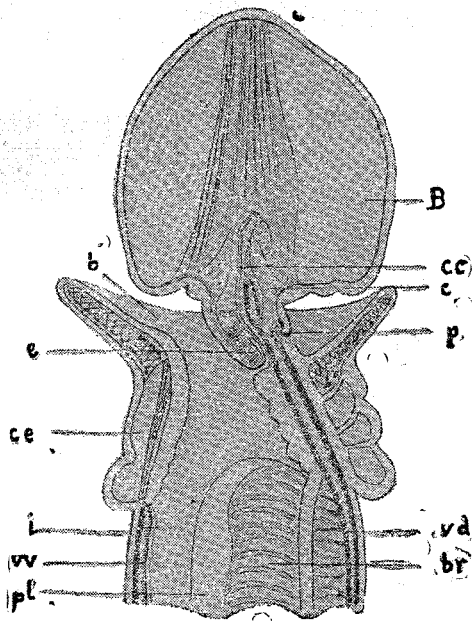


Fig. 8.—Corte longitudinal por la región anterior del cuerpo de un Enteropneusto (*Ptychodera minuta*). — Tamaño natural: 1 cm. — Según Spengel.

B: «bellota» con su músculo; cc: continuación ciega del intestino; c: corazón; p: poro por el cual la cavidad de la bellota se abre hacia afuera; vd: vaso dorsal; br: branquia; pl: pliegue de la mucosa intestinal que separa la parte del intestino por la cual pasan los alimentos (i), de la región branquial; vv: vaso ventral; ce: celoma del «cuello»; e: esqueleto para sostener la «bellota»; b: boca.

Podremos imaginarnos que los Enteropneustos primitivos han sido Vermes segmentados provistos de un celoma metámero, cuyas cavidades anteriores comunicaban con el intestino, originando así la formación de las hendiduras y bolsas branquiales.

La organización del aparato respiratorio de los Enteropneustos es muy parecida a la del órgano respectivo del Anfioxo (*Branchiostoma lanceolatum*). También en este animal el intestino lleva hendiduras branquiales en su región anterior, pero que no desembocan en bolsas branquiales, sino en un espacio rodeado por la piel del cuerpo: la cavidad peribranquial, la cual se abre hacia afuera por el poro abdominal. (Fig. 9). El Anfioxo se distingue además por poseer un vaso sanguíneo grande, situado debajo del intestino, por el cual la sangre pasa con dirección de atrás para adelante; la sangre llega a las branquias, para entrar luego en dos

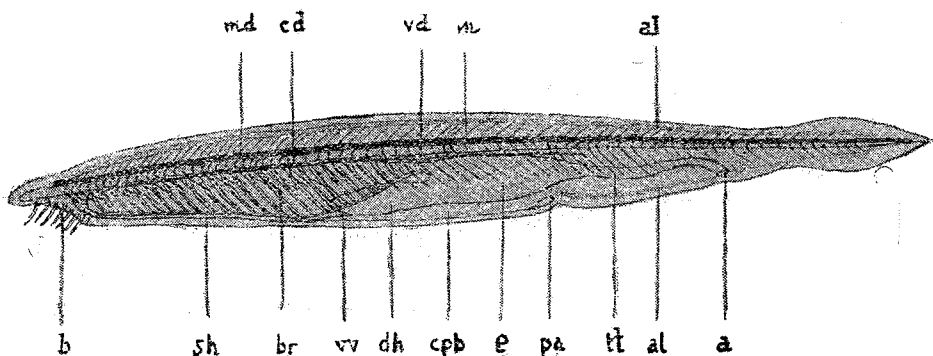


Fig. 9.—El Anfioxo (*Branchiostoma lanceolatum*).—Tamaño natural: 5 cm.—Según Kükenthal (algo modificado).

b: boca; sh: surco hipobranquial; br: región branquial del intestino; vv: vaso ventral; dh: divertículo hepático; cpb: cavidad peribranquial; e: estómago; pa: poro abdominal (de la cavidad peribranquial); it: intestino terminal; al: aleta. a: abertura anal; m: musculatura del cuerpo; vd: vaso dorsal; cd: cuerda dorsal; md: médula dorsal.

vasos situados por encima del intestino branquial, y por lo tanto dorsales, repartiéndose más tarde por todo el cuerpo, por medio de una red de vasos capilares. Más arriba de los vasos dorsales se extiende la cuerda dorsal y paralelo con ésta un fuerte cordón nervioso: la médula dorsal. Todos los órganos del cuerpo están envueltos por músculos que presentan una disposición metámera. Una comparación de los órganos renales del Anfioxo con los nefridios

de los Anélidos hace muy probable el parentesco de los Leptocardios y los Vermes.

Pero no debe desconocerse que existe una diferencia muy importante entre ambos tipos: la estructura del sistema nervioso. Este en el Anfioxo está representado por un tubo dorsal, hueco en su interior, como la médula dorsal de los Vertebrados; en los Vermes en cambio está constituido por un cordón macizo que corre ventralmente; sólo en los Enteropneustos existe, como ya fué mencionado, un cordón nervioso dorsal, a más del cordón ventral. Podríamos imaginarnos por eso, que habría desaparecido uno de los dos cordones, el ventral, al transformarse los Enteropneustos en animales, como el Anfioxo, guardando el otro su posición y llegando a ser la médula dorsal. Pero a la idea de tal transformación de los citados Vermes en Vertebrados, le contradice mucho la naturaleza del sistema de los vasos sanguíneos: en los Enteropneustos la sangre circula en el vaso dorsal de atrás hacia adelante, en el Anfioxo en cambio toma esta dirección en el vaso ventral. No podremos suponer por eso que se haya desarrollado el Anfioxo de los Enteropneustos, sino más bien que de los Anélidos derivaran animales que habían desarrollado un intestino branquial, pero que en lo demás habían tomado una evolución distinta, formándose dos tipos diferentes: los Enteropneustos y los Leptocardios. El modo de la evolución distinta lo podremos explicar, recurriendo al desarrollo embrionario de los animales: a la fase de la gástrula.

Esta se forma en el Anfioxo por invaginación de la blástula, desde el polo inferior (Fig. 10). Aplastándose la pared del cuerpo de un lado, el orificio primitivo, el arquistoma, llega al extremo posterior del cuerpo. El lado inferior, plano, llega a ser la cara dorsal del Anfioxo, el superior, convexo, la cara ventral. En el lado inferior se desarrolla el tubo nervioso, diferenciándose del arquéteron varias evaginaciones metámeras: los principios del celoma. En la línea mediana inferior nace además la cuerda, tomando su origen del entoderma de la larva.

A primera vista tal inversión de la larva de 180° parece muy



poco natural; pues según la descripción que acabamos de dar, es claro que lo que en la larva es el lado inferior, en el animal adulto llegará a representar el lado superior. Pero si tomamos en cuenta que la larva del Anfioxo, lo mismo que el animal adulto, viven en la arena, podemos comprender que tales animales no deben usar

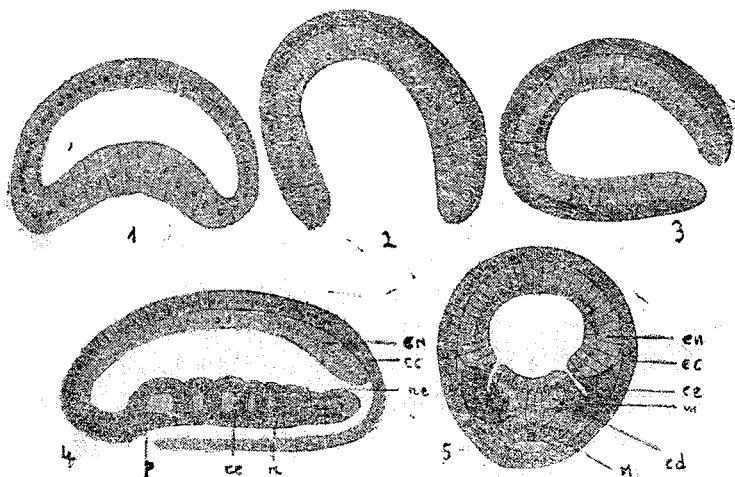


Fig. 10.—Las primeras fases embrionarias del Anfioxo. — Tamaño microscópico.—Según O. Hertwig.

1-3: formación de la gástrula (cortes longitudinales).—4: formación del tubo nervioso (n) por un surco que se produce en el ectoderma, tapado por una hipertrofia de este tejido, y formación de los celomas (ce) por evaginaciones mesodérmicas del arquenteron; en: entoderma; ne: arquistoma (boca primitiva) que llega a ser el poro neurentérico por el cual comunica el arquenteron con el tubo nervioso; p: poro por el cual el tubo nervioso se abre hacia afuera.—Corte longitudinal.—5: Corte transversal del mismo estado.—Las letras significan lo mismo que en la figura 4; cd: principio de la cuerda dorsal.

un plano determinado para su locomoción. Y otra circunstancia más nos deja comprender, que la citada “inversión” no es tan innatural, como al primer momento puede parecer: tenemos razón pues para suponer que los parientes más cercanos del Anfioxo, y con eso los precursores de los Vertebrados, habrán sido animales sesiles que con el extremo posterior de su cuerpo eran fijos en el fondo del mar, de modo que sus lados dorsal y ventral no presentaban mayor diferencia, ni en cuanto a su posición, ni con respecto

a su función, sino que formaban de igual modo los *costados* del cuerpo. Tales fomas parientes del Anfioxo, las encontramos entre los Tunicados.

Los Tunicados, como es sabido, en parte son animales sentados, en parte formas de locomoción libre. Aquéllos, las *Ascidias*, poseen un intestino inicial muy ancho (Fig. 11), en forma de una

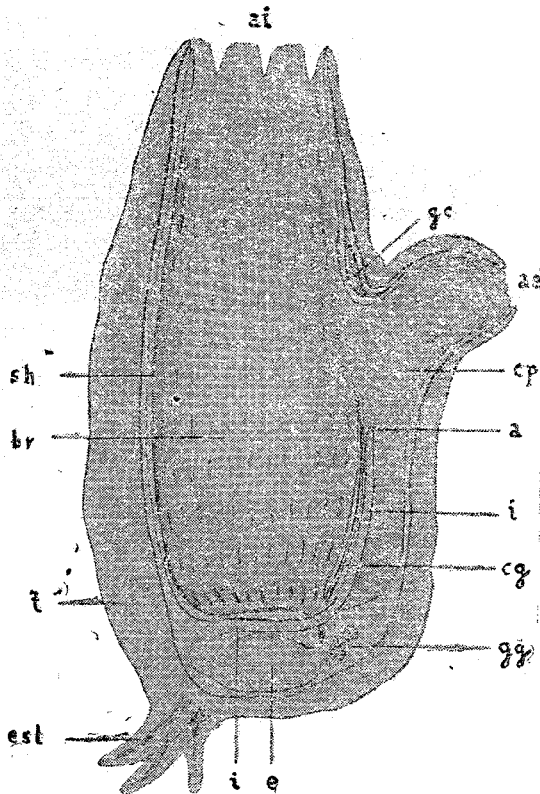


Fig. 11.—*Ciona intestinalis* (Tunicado).—Corte longitudinal, esquemático (Orig.)—Tamaño natural: 5 cm.  
 ai: abertura de ingestión; ae: abertura de egestión; cp: cavidad peribranchial, gc: ganglio cerebral, a: abertura anal, i: intestino, cg: canal deferente de las glándulas genitales (gg), e: estómago, est: estolones con que se fija el animal, t: túnica, br: región branchial del intestino, sh: surco hipobranchial.

bolsa cuya pared está perforada por numerosas hendiduras branquiales, las cuales llevan a una cavidad que rodea el intestino, la cavidad peribranchial, que por medio de un orificio desemboca

hacia afuera. Entrando en esta misma cavidad el intestino terminal y los órganos genitales, se le da también el nombre de cloaca.

El sistema nervioso consiste en un ganglion compacto, situado en el lado de la abertura de egestión, inmediato al órgano branquial. Existe además un sistema de vasos sanguíneos, compuesto de un corazón y vasos, ambos situados en el lado del cuerpo opuesto al lado de la abertura de egestión, y sea mencionado de paso que se mueve la sangre en estos vasos alternando de atrás hacia adelante y después de algunas pulsaciones en dirección inversa.

Presentando ya la estructura de la Ascidia adulta cierto parecido con el Anfioxo, éste salta a la vista en un grado mucho más alto en la organización de la larva de aquélla. Esta larva posee una cola bastante larga, lateralmente comprimida, asemejándose a un pequeño renacuajo (Fig. 12). La cola está sostenida por un esqueleto interior en forma de una cuerda dorsal, en cuya línea me-

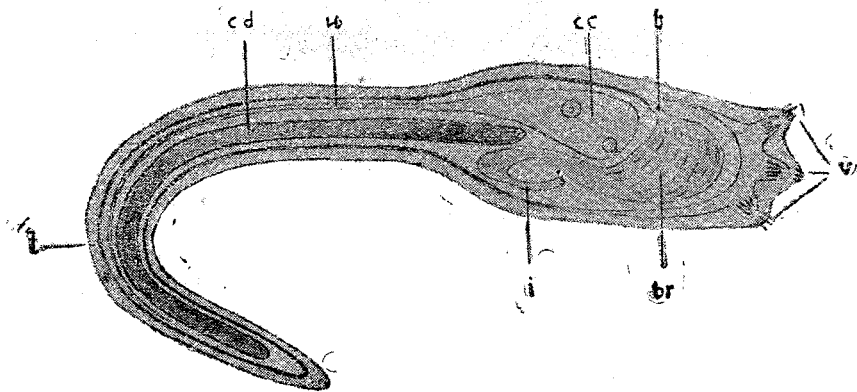


Fig. 12.—Larva de Tunicado.—Dibujo esquemático, muy aumentado, original.  
v: ventosas; b: boca; rb: región branquial del intestino, i: intestino con ensanche estomacal; cc: cavidad cerebral con dos órganos sensorios; n: tubo neural; cd: cuerda dorsal; t: túnica.

diana dorsal corre un tubo nervioso largo, hinchado en su extremo anterior, en forma de un ganglion cerebral. La larva se fija más tarde con su terminación anterior y pierde su cola. La evolución embrional de los Tunicados se efectúa del mismo modo que la

del Anfioxo. No puede haber duda por eso, que ambas clases de animales guardan un parentesco muy cercano entre sí. Podremos suponer por consiguiente que los Tunicados, lo mismo que los Enteropneustos y los Leptocardios, derivan de una forma primitiva común. Si nos imaginamos que también las formas precursoras del Anfioxo han sido animales sesiles, la diferencia entre los lados ventral y dorsal que observamos en la comparación de los Enteropneustos y los Leptocardios, pierde su importancia; pues así como en los Tunicados sesiles apenas se pueden distinguir las caras ventral y dorsal, podremos suponer que, cuando las formas precursoras sesiles del Anfioxo pasaron de la vida sesil a la costumbre de adquirir una locomoción libre, experimentó la organización de su cuerpo una transformación tal que la cara del cuerpo que primitivamente representaba la ventral, ahora llegó a ser su cara dorsal.

Que en la formación del Anfioxo (o de sus formas precursoras) habrá tenido lugar un proceso análogo, como en el nacimiento de los Rotíferos, quiere decir una "noetenia", adquiriendo un animal en estado de larva órganos de reproducción maduros, y con eso la facultad de producir descendientes sin haberse transformado en animal adulto, en favor de tal idea habla el hecho de que también del Anfioxo se han encontrado larvas maduras, que se habían descrito antes como animales especiales, llamándolos *Amphioxides*, y que recién más tarde se reconocían como lo que en realidad eran: a saber como larvas neoténicas del mismo Anfioxo.

De igual manera han nacido probablemente las *Apendicularias*, Tunicados de locomoción libre.

Como vemos pues, mucho habla en pro del origen del Anfioxo, y con él de los Vertebrados, del tipo de los Vermes. Si estas ideas teóricas llegarán una vez a ser probables y seguras, lo demostrará el tiempo.

HANS SECKT