

El reino Animalia

(Apunte de la cátedra de Introducción a la Biología – LIGA – FHyCS)

Se ha debatido durante mucho tiempo sobre si los animales surgieron una única vez ó varias veces a partir de ancestros protistas, pero se ha reunido suficiente evidencia molecular y morfológica que indica que, con la posible excepción de las esponjas (Porifera), el reino Animalia es un grupo monofilético, es decir, todos los animales son descendientes de un único linaje ancestral.

Esta conclusión es apoyada por el hecho de que todos los animales comparten un conjunto de caracteres derivados:

- . **Similitudes en sus RNA ribosómicos 5S y 18S.**
- . **Tipos especiales de conexiones célula-célula: uniones estrechas, desmosomas y uniones de hendidura**
- . **Un conjunto común de moléculas de la matriz extracelular, incluido el colágeno.**

Los animales evolucionaron a partir de un protista flagelado colonial ancestral como resultado de la división del trabajo entre sus células agregadas. Dentro de estas colonias de células ancestrales, quizá análogas a las que aún existen en la clorofita *Volvox* o en algunos coanoflagelados coloniales, algunas células se especializaron en el movimiento, otras en la nutrición y otras se diferenciaron en gametas. Una vez comenzada la división del trabajo, estas unidades continuaron diferenciándose mientras mejoraban su coordinación con otros grupos de células que funcionaban. Estos grupos coordinados de células evolucionaron a los organismos más grandes y complejos que denominamos animales.

¿Qué rasgos caracterizan a los animales? Los animales son organismos multicelulares que deben consumir moléculas orgánicas preformadas ya que no pueden sintetizarlas a partir de sustancias químicas inorgánicas. Adquieren estas moléculas orgánicas ingiriendo otros organismos, ya sean vivos o muertos, y digiriéndolos dentro de su cuerpo. Para adquirir estas moléculas orgánicas, los animales deben invertir energía para moverse a través del ambiente para encontrar el alimento, para posicionarse en lugares por donde circulará el alimento o para mover el ambiente y el alimento contenido en éste hacia ellos.

Los alimentos de los animales incluyen la mayoría de los otros miembros del reino animal, así como miembros de todos los otros linajes evolutivos. La mayor parte de la diversidad de tamaños animales y formas evolucionó a medida que los animales adquirieron la capacidad para capturar y comer muchos tipos diferentes de alimentos, y evitar ser comidos por otros animales.

La necesidad de moverse en búsqueda de alimento ha favorecido el desarrollo de estructuras sensoriales que proporcionan a los animales información detallada acerca de su ambiente y de sistemas nerviosos capaces de recibir y coordinar esta información. En consecuencia, la mayoría de los animales presentan comportamientos mucho más complejos que las plantas. Debido a que los animales ingieren alimentos químicamente complejos, gastan considerable energía para mantener condiciones internas relativamente constantes mientras incorporan alimentos que varían en su composición química.

Una apreciación real de la estructura y el funcionamiento de los animales se logra mejor a través de la experiencia directa y personal en el laboratorio y en el campo. Pero esto es tarea de estudiantes de

biología..... Aquí solo daremos una orientación acerca de los principales grupos de animales, sus similitudes y diferencias, y las vías evolutivas que determinaron la riqueza actual de linajes animales y de especies Pero ¿cómo infieren los biólogos las relaciones evolutivas entre los animales?

RELACIONES EVOLUTIVAS ENTRE LOS ANIMALES

Los biólogos utilizan diversos rasgos para inferir las filogenias animales. Como vimos en teóricas pasadas, las claves para estas relaciones se encuentran en el registro fósil, en los patrones de desarrollo embrionario, en la morfología y la fisiología comparadas de los animales vivientes y fósiles, y en la estructura de sus moléculas.

Los patrones de desarrollo temprano evolucionaron con gran lentitud en algunos linajes animales. Por estas razones, los biólogos basaron tradicionalmente sus clasificaciones de los linajes principales de animales sobre los patrones de desarrollo. En los últimos años, también utilizaron los datos del análisis molecular a partir de los genes de la subunidad pequeña de ARNr y mitocondriales. Estos dos tipos de evidencia sugieren filogenias animales similares.

Utilizando esta amplia variedad de datos comparados, los zoólogos llegaron a la conclusión de que las esponjas, los cnidarios (celenterados) y los ctenóforos se separaron temprano del resto de los linajes animales en la historia evolutiva. Dividieron los animales restantes en dos linajes principales: los protostomos y los deuterostomos.

En el ancestro común de los protostomos y de los deuterostomos, el patrón de la división celular temprana en el huevo fertilizado, llamado *clivaje*, fue radial. Durante el *clivaje radial*, las células se dividen a lo largo de un plano, ya sea paralelo o en ángulo recto respecto del eje longitudinal del huevo fertilizado. Este patrón persiste durante la evolución de los deuterostomos y en muchos linajes protostomos, pero el *clivaje espiral* evolucionó en un linaje protostomo principal. En el clivaje espiral, el plano de la división celular es oblicuo al eje longitudinal del huevo, lo que determina que las células se dispongan en un patrón espiralado.

Otros patrones de desarrollo difieren típicamente entre los protostomos y los deuterostomos. El clivaje del huevo fertilizado en los protostomos es *determinado*; es decir, si se permite que el huevo se divida algunas veces y luego se separan las células, cada célula se desarrolla en un embrión parcial. En cambio, el clivaje de los deuterostomos típicamente es *indeterminado*; las células separadas después de varias divisiones celulares pueden desarrollar aún un embrión completo. Vemos este fenómeno en los gemelos idénticos humanos. Entre los deuterostomos, la boca del embrión se origina a cierta distancia de la estructura embrionaria llamada blastoporo, que se convierte en el ano. En los protostomos, la boca nace del blastoporo.

Durante el desarrollo a partir de un cigoto unicelular hasta un adulto multicelular, los animales forman capas de células. Los embriones de los animales diploblásticos tienen sólo dos capas de células: un *ectodermo* externo y un *endodermo* interno. Los embriones de los animales triploblásticos tienen una tercera capa, el *mesodermo*, que se ubica entre el ectodermo y el endodermo.

Entre las capas de tejidos del cuerpo de muchos tipos de animales se ubican espacios llenos de líquido, denominados cavidades corporales. El tipo de cavidad corporal de un animal tiene gran influencia sobre cómo el animal se mueve.

Los animales que carecen de una cavidad corporal cerrada se llaman **acelomados**. En estos animales, el espacio entre el intestino y la pared corporal esta lleno de masas celulares

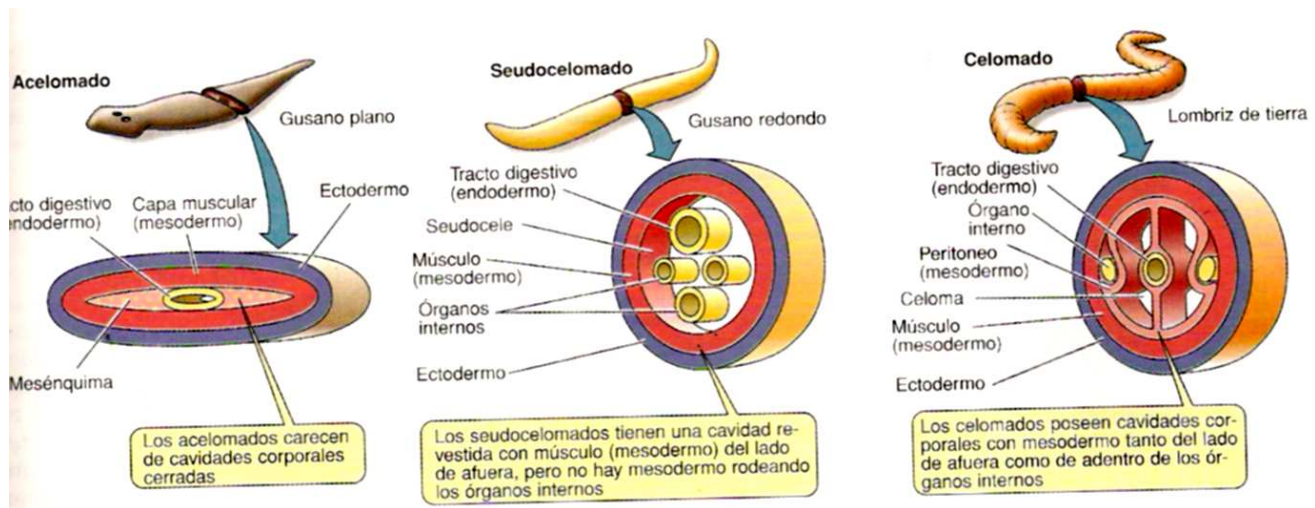
indiferenciadas llamada mesénquima (Figura1).

Otro grupo de animales, los **seudocelomados**, tienen una cavidad corporal denominada *seudoceloma*. El seudoceloma es un espacio lleno de líquido en el cual están suspendidos muchos de los órganos corporales, pero el control de la forma corporal es rudimentario porque el seudoceloma tiene músculos sólo en el lado externo.

Los animales **celomados** tienen un *celoma*, una cavidad corporal que se desarrolla dentro del mesodermo embrionario recubierta por una estructura especial, el *peritoneo* y posee músculos en ambos lados. Los órganos internos cuelgan en bolsillos del peritoneo en lugar de estar suspendidos dentro de la cavidad (ver figura 1).

Un animal con celoma posee mejor control sobre el movimiento de los líquidos que contiene, pero este control está limitado si el animal tiene una única gran cavidad corporal. El control se incrementa si el celoma está separado en compartimientos o segmentos de manera tal que músculos longitudinales y circulares en cada segmento individual cambian su forma independientemente de los otros segmentos. La segmentación del celoma evolucionó varias veces entre los protostomos y los deuterostomos.

FIGURA 1



La filogenia de los animales que adoptaremos se basa en el análisis de muchos rasgos de desarrollo, estructurales y moleculares, (a partir de animales vivos y de fósiles). La figura 2 muestra el orden propuesto de separación de los linajes principales en la evolución animal. A medida que se obtiene nueva información se continúa modificando y refinando nuestro conocimiento acerca de los detalles de las relaciones evolutivas entre los animales. Sin embargo, la división de los animales en linajes que se propone aquí se apoya en numerosos tipos de datos.

La estructura completa de un animal, sus sistemas de órganos, y el funcionamiento integrado de sus partes se conoce como **plan corporal**. Los animales de muchos linajes (pero no de todos....) han evolucionado hacia una mayor complejidad en el curso del tiempo.

Un aspecto fundamental del plan corporal de un animal es su forma global, descrita como **simetría**. Un animal simétrico puede ser dividido por lo menos a lo largo de un plano en mitades similares. Se dice que los animales que no presentan un plano de simetría son asimétricos. Muchas esponjas son

asimétricas, pero la mayoría de los animales tienen algún tipo de simetría.

La forma más simple es la simetría esférica, en la cual las partes del cuerpo radian desde un punto central. Un número infinito de planos que atraviesan el punto central pueden dividir un organismo esféricamente simétrico en mitades similares. La simetría esférica está muy divulgada entre los protistas, pero la mayoría de los animales presentan otras formas de simetría.

Un organismo con simetría radial tiene un eje principal alrededor del cual se disponen sus partes corporales. Un animal con simetría perfectamente radial puede ser dividido en mitades similares por cualquier plano que contenga al eje principal. Algunas esponjas simples y otros animales, como las anémonas de mar, poseen verdadera simetría radial.

La mayor parte de los animales radialmente simétricos están modificados de manera que sólo dos planos, en ángulos rectos entre sí, pueden dividirlos en mitades similares. Se dice que estos animales tienen simetría birradial. Tres filos animales, Cnidaria, Ctenophora y Echinodermata, están compuestos principalmente por animales con simetría radial o birradial. Estos animales se mueven muy lentamente o nada en absoluto.

La simetría bilateral es una característica común de los animales que se mueven libremente en sus ambientes. Un animal con simetría bilateral puede ser dividido en imágenes especulares (lado derecho e izquierdo) sólo por un único plano que atraviesa la línea media de su cuerpo desde el frente (anterior) hasta la parte de atrás (posterior). Un plano en ángulo recto al primero divide el cuerpo en mitades no similares; el lado de un animal con simetría bilateral que no presenta una boca es su superficie dorsal; el lado que sí la presenta es su superficie ventral.

La simetría bilateral se correlaciona firmemente con la cefalización: la presencia de una cabeza, que porta órganos sensoriales y tejido nervioso central, en el extremo anterior del animal. Desde el punto de vista evolutivo, la cefalización puede haber sido ventajosa porque el extremo anterior de un animal que se mueve con libertad encuentra típicamente primero nuevos ambientes.

La velocidad suele ser una ventaja, tanto para las presas como para los predadores que las persiguen. Las presas que se mueven rápidamente y los predadores ya habían evolucionado en el Cámbrico temprano. Para moverse con rapidez, un animal necesita algún tipo de esqueleto que sostenga su cuerpo y le permita a sus partes moverse relativamente unas respecto de otras. Un esqueleto puede ser interno o externo, rígido o flexible y puede estar compuesto por uno o más elementos.

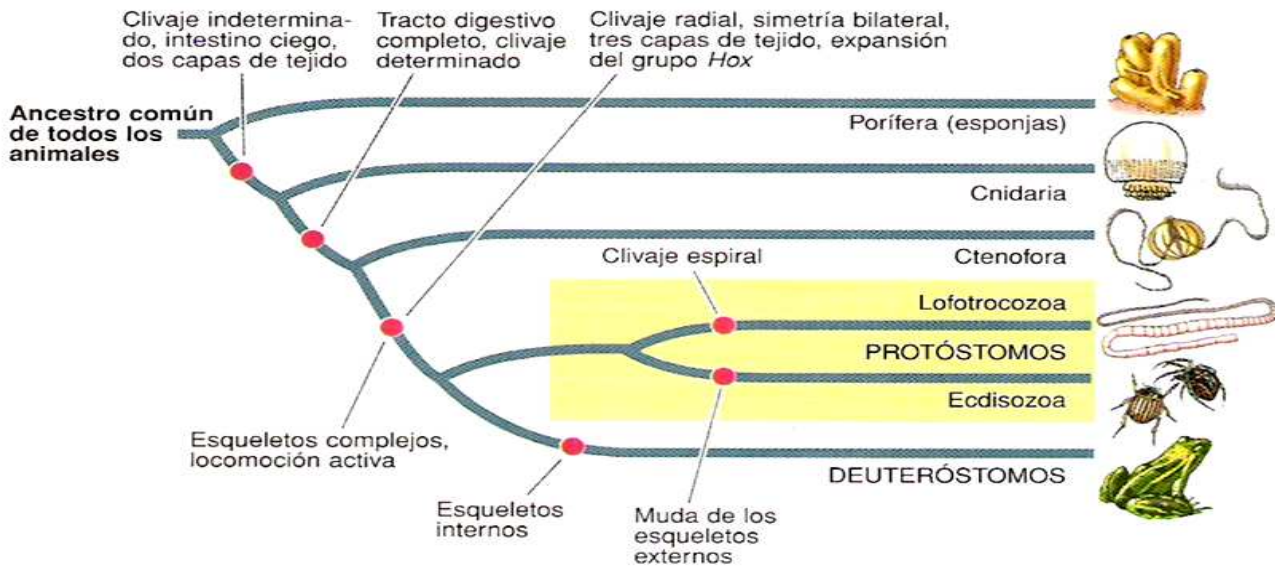
Las cavidades corporales llenas de líquido de los primeros animales funcionaron como **esqueletos hidrostáticos**. Como los líquidos son relativamente incompresibles, se mueven hacia otra parte de la cavidad cuando se contraen los músculos que los rodean. Si los tejidos corporales alrededor de la cavidad son flexibles, los líquidos que se mueven desde una región determinan que otra se expanda. Los líquidos en movimiento pueden mover entonces partes específicas del cuerpo o aún todo el animal, siempre que se puedan realizar las fijaciones temporarias necesarias al sustrato.

Otras formas de esqueletos se desarrollaron en muchos linajes animales, tanto como sustitutos de los esqueletos hidrostáticos o en combinación con ellos. Algunos de estos esqueletos consisten en elementos individuales (caparazón de un caracol); otros tienen dos elementos (valvas de un molusco bivalvo); otros poseen muchos elementos (ciempiés). Algunos son internos (los huesos de los vertebrados); otros son externos (los caparazones de los crustáceos).

La forma de la cavidad corporal también cambió en numerosos linajes animales. Muchos se

dividieron en compartimientos. La forma del esqueleto y de la cavidad corporal influye de gran manera sobre el grado en que un animal puede controlar y cambiar su forma, y por lo tanto la complejidad de los movimientos que puede realizar. ¿Qué tipo de plan y de simetría corporal tuvieron los ancestros comunes de todos los animales? No estamos seguros, pero existe una amplia evidencia que sugiere que los animales evolucionaron a partir de colonias de células flageladas, por lo que pueden haber sido similares en estructura a los coanoflagelados vivos.

FIGURA 2



Pero..... ¿Esto siempre fue así...?¿nunca hubo otro tipo de animales de filos diferentes.... ó sencillamente muy distintos a los que conocemos?. En efecto, se conoce una fauna fósil del Cámbrico que tenía entre sus componentes animales salidos de una película de ciencia ficción..... La fauna de Burgess Shale, que veremos más adelante.