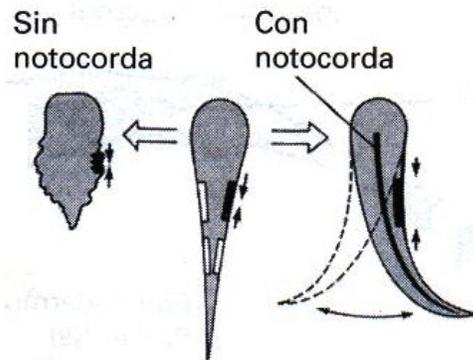


CARACTERES DE LOS CHORDATA

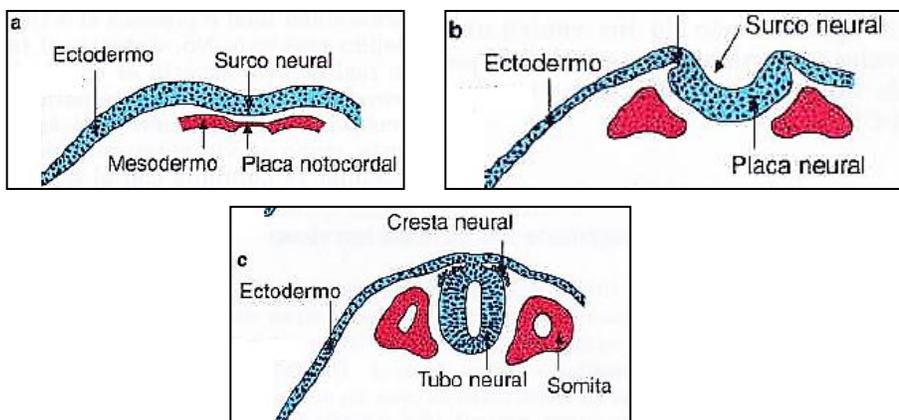
Los Chordata son un grupo monofilético que incluye más de 67.000 especies. Este phylum está dividido en tres subphyla: Urochordata o Tunicata (tunicados o ascidias), Cephalochordata (anfioxos) y Vertebrata (= Craniata). Los dos primeros son pequeños animales marinos invertebrados, a veces denominados informalmente “protocordados”.

Los cordados son animales metazoos, bilaterios y metaméricos pero que además comparten las siguientes características exclusivas o sinapomorfías:

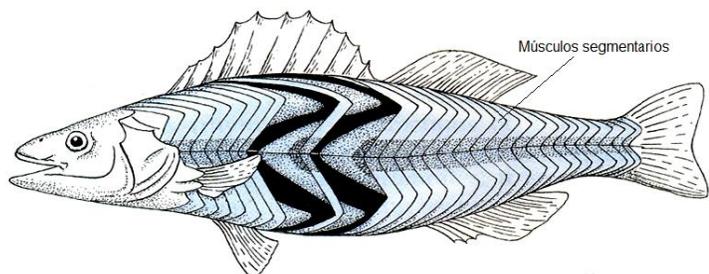
- Presencia de un órgano hidrostático o **cuerda dorsal** ubicada entre los tubos digestivo y nervioso. La cuerda dorsal es una varilla elástica que permite flexiones laterales del cuerpo durante la locomoción pero previene la compresión axial.



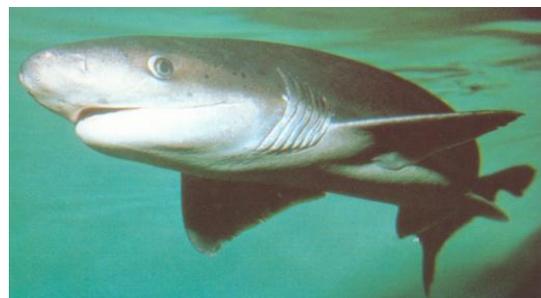
- **Tubo neural dorsal** (epineuria) desarrollado por invaginación de pliegues mediodorsales del ectodermo.



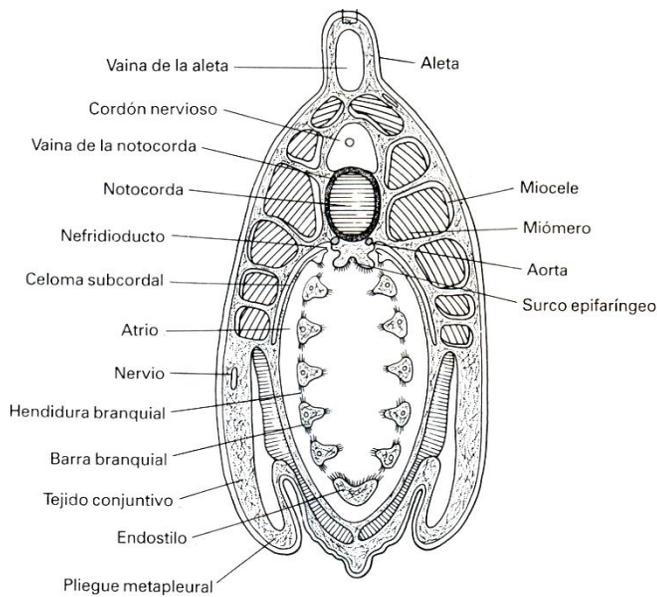
- **Musculatura longitudinal segmentaria** a lo largo de la cuerda dorsal usada para la locomoción.



- **Faringotremia** o aberturas faríngeas. La faringe es la parte del sistema digestivo localizada inmediatamente detrás de la boca. En algún momento de la vida de los cordados, las paredes se perforan por una serie de aberturas longitudinales.



- **Endostilo** o surco ciliado glandular en el piso de la faringe que secreta un mucus filtrador de partículas alimenticias arrastradas por el agua. Presente en adultos de tunicados, anfioxos y larvas de lampreas; es homólogo de la glándula tiroidea de los vertebrados involucrada en la regulación del metabolismo.



Corte transversal de anfibio.

- Cola postanal involucrada en la propulsión en el agua.

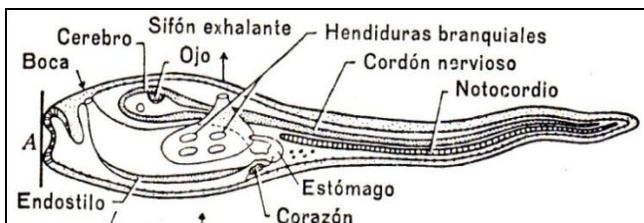
Estos caracteres morfológicos pueden estar transitoriamente durante un estadio particular del desarrollo o a través de toda la vida del animal. Los tres primeros se considera que evolucionaron juntos: el cordo-mesodermo induce químicamente la formación del tubo neural durante la ontogenia y el tubo neural es un nuevo sistema nervioso que inerva la musculatura de la cola.

Subphylum Tunicata o Urochordata

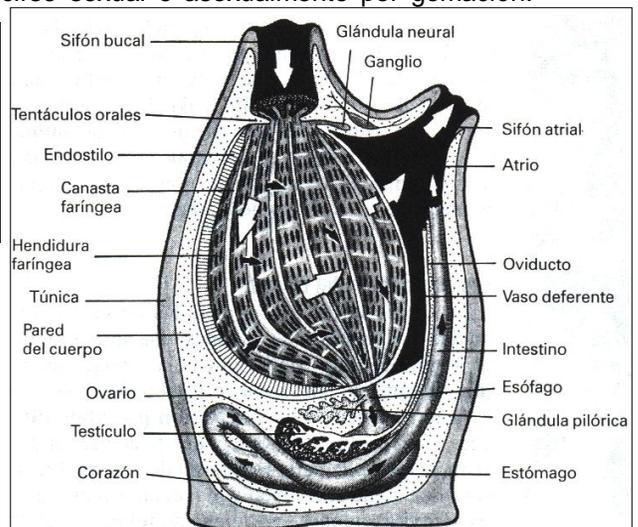
Este grupo comprende unas 3150 especies que poseen una cutícula gruesa o túnica formada por un compuesto similar a la celulosa llamado tunicina, es señalada como la característica del grupo. El nombre alternativo de Urochordata (*oura* = cola; *chorda*, m= cuerda) hace referencia a que la cuerda dorsal, junto con el cordón nervioso, está confinada a la cola muscular del estadio larval. Este complejo axial se reabsorbe cuando la larva se metamorfosea en adulto.

Los adultos de los tunicados más comúnmente conocidos son las ascidias. Son animales marinos, sésiles que filtran partículas alimenticias de la corriente de agua que pasa a través de la faringe perforada que usualmente ocupa la mayor parte del volumen del cuerpo. El agua ingresa a través de un sifón incurrente, va hacia la faringe y luego se filtra a través de sus aberturas hacia un atrio y un sifón atrial.

El sistema nervioso del adulto consiste de un ganglio cerebral, dorsal a la faringe. Abundan las células sensoriales entre los sifones y hay células fotorreceptoras dispersas. En general, son hermafroditas. Las formas coloniales pueden reproducirse sexual o asexualmente por gemación.



Esquema de una larva de ascidia

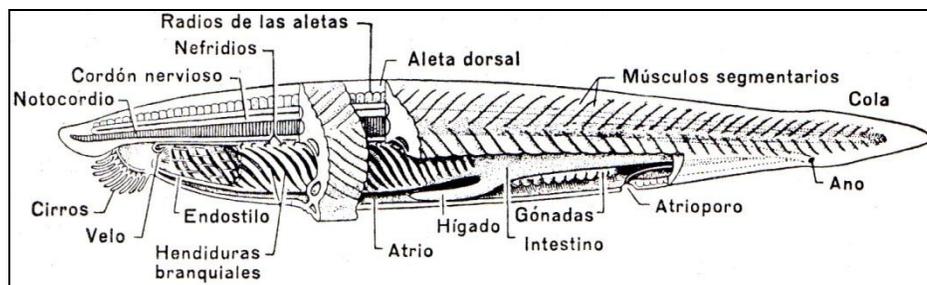


Esquema de una ascidia adulta

Subphylum Cephalochordata

Este subphylum comprende un pequeño grupo de 33 especies conocidas vulgarmente como anfioxos (*amphi*: ambos extremos; *oxys*: agudo). Son animales bentónicos de los mares cálidos y templados. De modo característico, los anfioxos presentan:

- la notocorda de naturaleza muscular extendida a lo largo del cuerpo, anteriormente más allá de la boca y el tubo neural, posteriormente hasta el extremo de la cola,
- extremo anterior con un órgano rotatorio ciliado o de Müller que recolecta partículas alimenticias, ubicado por delante de la abertura de la boca,
- una faringe espaciosa con numerosas aberturas paralelas (180- 200 pares),
- un atrio ventral que se abre al exterior por medio de un atrioporo y encierra a la faringe y el intestino,
- los miótomos bilaterales ubicados de manera alternada, con forma de V,
- un sistema nervioso central que consiste de un tubo neural y una pequeña vesícula cerebral con fotorreceptores,
- las gónadas metaméricas y numerosas; cuando maduran se rompen sus paredes y las gametas son liberadas a la cavidad atrial. Son dioicos (de sexos separados) con fertilización externa.



Esquema del anfioxo

Subphylum Vertebrata (= Craniata)

Es el subphylum más diversificado que habita todos los ambientes del mundo. El tamaño de los adultos varía desde el diminuto anuro *Paedophryne amauensis* de 7 mm a la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) de 30 m y 123.000 kg.

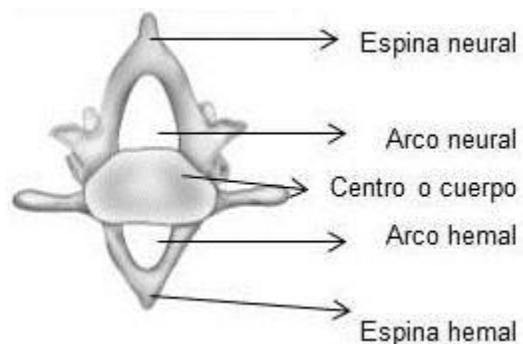
El término Vertebrata deriva de vértebra, piezas articuladas ordenadas serialmente que forman la columna vertebral. Las vértebras, que pueden ser óseas o cartilaginosas, sustituyen a la cuerda dorsal durante el desarrollo y rodean también al cordón nervioso.

No todos los animales incluidos dentro del tradicional subphylum Vertebrata tienen vértebras.

Es el caso de los actuales agnatos (vertebrados sin mandíbulas), los mixines no tienen ningún elemento cartilaginoso vertebral y las lampreas sólo cartílagos rudimentarios flanqueando la cuerda dorsal; algunos peces retienen una notocorda funcional cuando son adultos, esta condición se denomina aspondilia. Una vértebra con un centro o cuerpo sólo está presente en los gnatostomados.

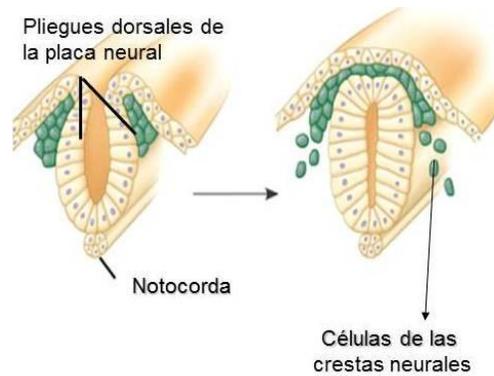
Muchas de las características de los vertebrados están relacionadas con los hábitos macrófagos y la evolución de un modo de vida más activo. Así, se diferencian de los demás cordados por el desarrollo de un encéfalo complejo (cefalización) y un cráneo que lo protege como consecuencia de su adaptación a un modo de vida depredador. El cráneo es un carácter único de los vertebrados y puede ser óseo, cartilaginoso o membranoso.

Los vertebrados tienen una prominente cabeza que contiene complejos órganos de los sentidos multicelulares (ojos, narinas, oído) derivados de placodas ectodérmicas.

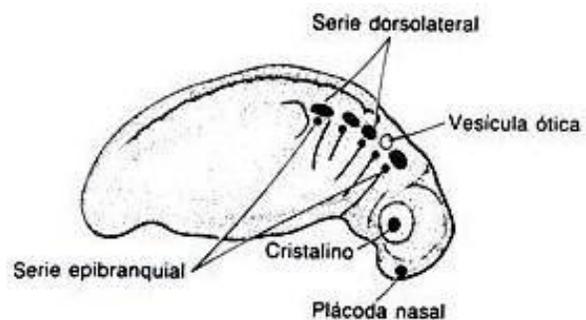


Los vertebrados poseen caracteres embriológicos que los distinguen de los otros cordados tales como:

- las **crestas neurales**: son una población de células que se diferencian en el límite entre el tubo neural (neuroectodermo) y la superficie del ectodermo. Dichas células se distinguen porque son migratorias y pluripotenciales y originan numerosas estructuras en los vertebrados, como células productoras de hormonas, meninges (membranas) que protegen el encéfalo, esqueleto de los arcos branquiales, dentina de los dientes, parte anterior del cerebro, nervios del sistema nervioso periférico. Virtualmente no hay ningún órgano de los vertebrados que no contenga derivados de estas crestas.



- las **placodas ectodérmicas**. Son engrosamientos ectodérmicos que contribuyen a la formación de estructuras especializadas de la cabeza de los vertebrados como los complejos órganos sensoriales (ojos, oídos, narinas) y nervios craneales.



Plan corporal básico de los vertebrados

Tegumento: es la cobertura externa que representa entre el 15 al 20 % del peso corporal. Incluye la piel y sus derivados como las glándulas, escamas, armaduras dérmicas, pelos, plumas. La piel está formada por la epidermis (la capa más superficial) y la dermis (la capa más profunda).

Tejidos mineralizados: los vertebrados tienen un único tipo de mineral llamado hidroxiapatita, un compuesto complejo de calcio y fósforo, y diversos tejidos mineralizados tales como el esmalte, la dentina y cemento de los dientes, el hueso y el cartílago. En los vertebrados hay dos tipos de huesos: el hueso dérmico (formado en la piel como lo sugiere su nombre) y el hueso endocondral (formado dentro de un precursor cartilaginoso).

Sistema esquelético: las estructuras de soporte comprenden un exoesqueleto (constituido por formaciones de origen dérmico) y un endoesqueleto (formado por elementos cartilagosos y óseos subcutáneos o profundos). El endoesqueleto comprende una porción axial y una apendicular. La primera está formada por el cráneo y el esplanocráneo (esqueleto branquial), la notocorda, las vértebras, costillas y esternón. Las cinturas escapular y pélvica, las aletas pares o las patas constituyen el esqueleto apendicular.

Sistema digestivo: los primeros vertebrados probablemente filtraban pequeñas partículas de alimento del agua como lo hacen el anfibio o las larvas de las lampreas pero esta alimentación filtradora cambia a una alimentación depredadora en los vertebrados. El alimento se mueve por contracciones rítmicas o movimientos peristálticos. La digestión es extracelular; las enzimas, producidas por el hígado y el páncreas, se vuelcan al lumen del intestino y transforman los alimentos en productos absorbidos por células que recubren el intestino. En la condición primitiva no hay estómago ni división del intestino en delgado y grueso. El intestino se abre en una cloaca, una abertura común para los sistemas digestivo, reproductivo y urinario.

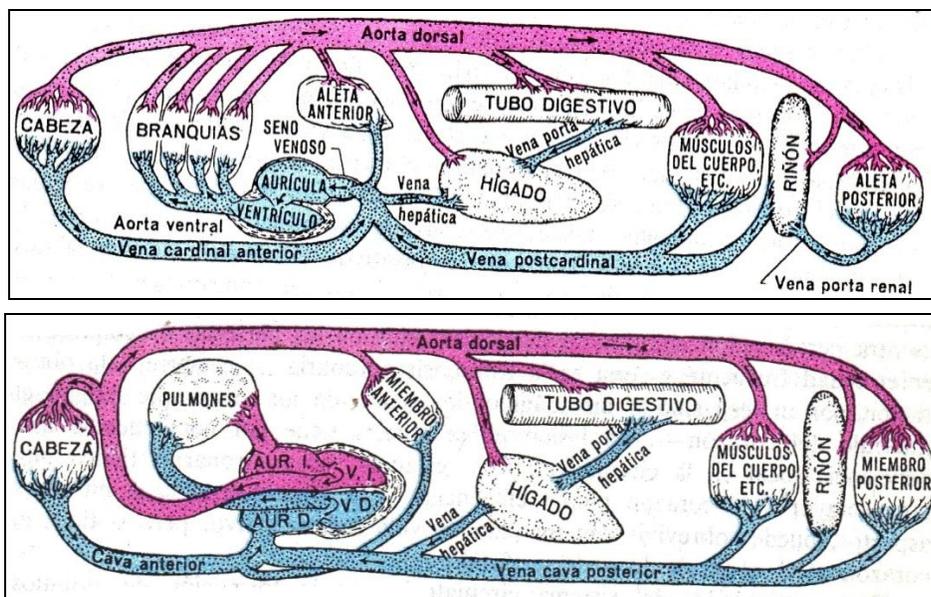
Respiración: Debido a la combinación de grandes tamaños corporales y altos niveles de actividad, para los vertebrados son esenciales estructuras especializadas para el intercambio de

gases. Las branquias son efectivas en el agua mientras que los pulmones lo son en el aire; ambos poseen grandes áreas superficiales que permiten que el oxígeno difunda desde el ambiente hacia la sangre. La respiración cutánea es importante para vertebrados como los anfibios.

Sistema circulatorio: consta de un corazón muscular, en general con cuatro cámaras (aurícula, ventrículo, seno venoso, cono o bulbo arterial) que propulsa la sangre por un sistema cerrado de arterias, capilares y venas. El plan circulatorio básico consiste de un corazón que bombea la sangre a una arteria aorta ventral media. Típico de los vertebrados son los arcos aórticos, vasos sanguíneos que se extienden entre las hendiduras faríngeas; en peces y anfibios que respiran por branquias; la porción central de cada arco se escinde para originar un sistema capilar branquial en el que se oxigena la sangre conduciéndola desde la aorta ventral a la aorta dorsal. Este vaso sanguíneo conduce la sangre oxigenada posteriormente. La sangre retorna al corazón por medio de las venas cardinales.

En los tetrápodos, la circulación es doble con un circuito pulmonar y otro sistémico. El corazón bombea hacia ambos circuitos. El corazón se divide en derecho e izquierdo. El derecho recibe sangre desoxigenada del cuerpo y la bombea a los pulmones (circuito pulmonar) y el corazón izquierdo recibe sangre oxigenada de los pulmones y la bombea al resto del cuerpo (circuito sistémico de alta presión ya que la sangre debe ser bombeada a grandes distancias).

La sangre de los vertebrados está formada por un plasma líquido, eritrocitos (glóbulos rojos) que contienen hemoglobina, leucocitos o glóbulos blancos que son parte del sistema inmunitario y los trombocitos que promueven la coagulación de la sangre.

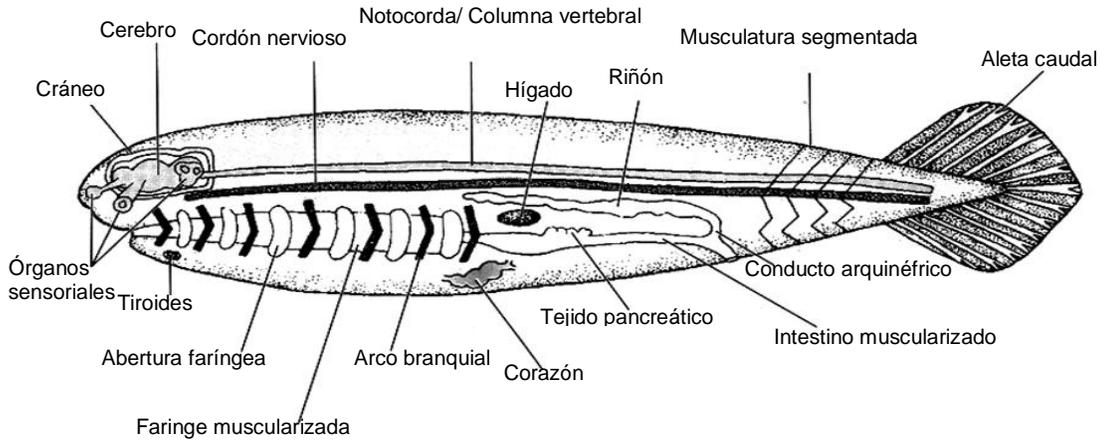


La circulación de los vertebrados, simple en peces (arriba) y doble en tetrápodos (abajo).

Sistema excretor: consta de riñones pares que eliminan principalmente productos nitrogenados del metabolismo de las proteínas y regulan el agua y los minerales del cuerpo. En los peces y anfibios (anamniotas), la orina se drena a través de un conducto arquinéfrico, conducto que también es usado por los testículos para la liberación de espermatozoides. En los amniotas (reptiles, aves y mamíferos), la orina es drenada por un nuevo conducto: el uréter.

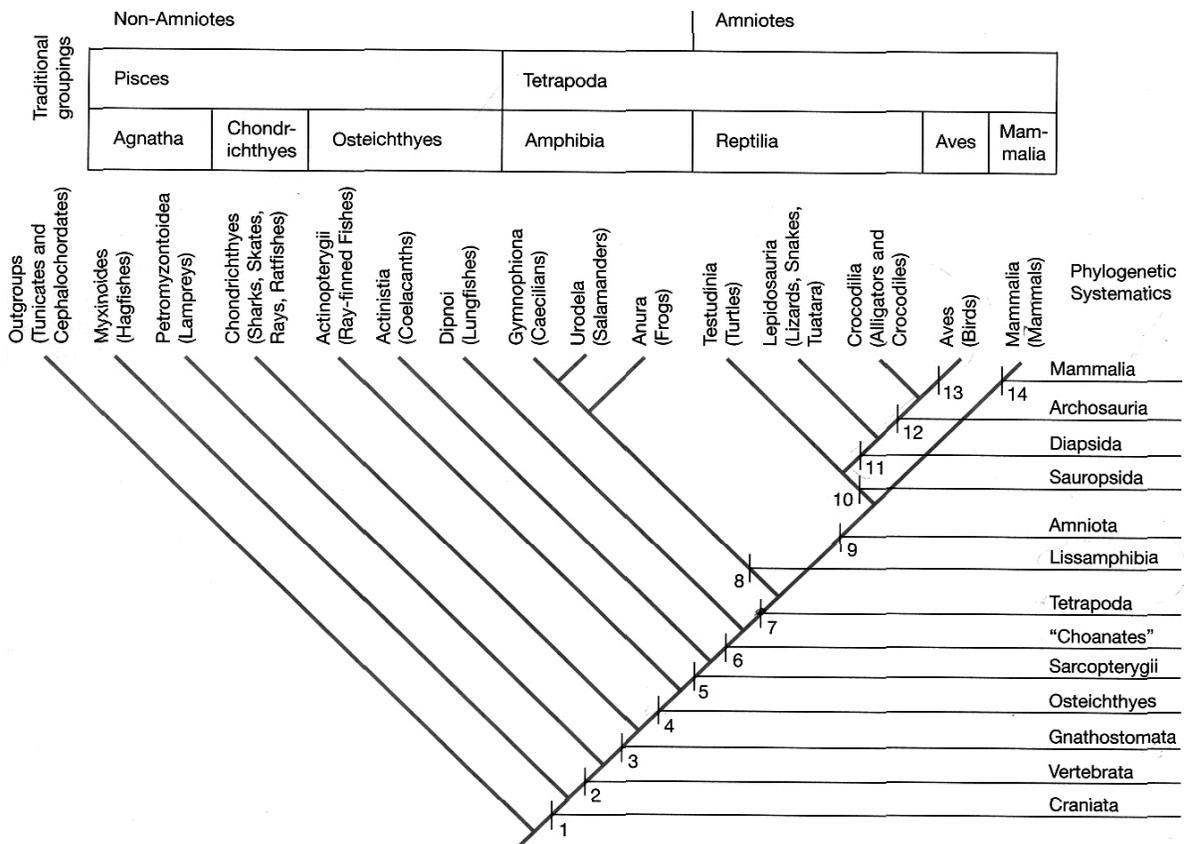
Sistema reproductor: consta de gónadas pares (ovarios y testículos) ubicadas en la pared posterior del cuerpo. En los vertebrados con mandíbulas, las gónadas tienen conductos especializados para el transporte de las gametas. En los machos, el espermatozoides es liberado directamente a un conducto llamado arquinéfrico que originariamente también drena el riñón. En las hembras, los ovarios liberan los huevos al celoma y desde allí éstos son transportados vía los oviductos. Los oviductos pueden fusionarse de diferentes maneras para formar un útero donde puede desarrollarse una cría. Los vertebrados son dioicos o de sexos separados y la reproducción sexual es la norma, aunque existen peces, anfibios y reptiles unisexuales.

Sistema nervioso. Las células llamadas neuronas son las unidades básicas de este sistema. En ellas se distinguen extensiones llamadas axones cuyas reuniones forman los nervios, un cuerpo celular y cortos proceso o dendritas. El cerebro una estructura compleja tripartita; la porción anterior está asociada con el sentido del olfato, la parte media con la visión y la posterior con el equilibrio y la detección de vibraciones. Es el centro más importante de coordinación nerviosa y varios órganos de los sentidos multicelulares se desarrollaron para asistir en la coordinación de las actividades de los vertebrados con el ambiente externo.



Esquema de un vertebrado primitivo

Los principales linajes de vertebrados y las relaciones filogenéticas.



Glosario

Amniota: clado formado por reptiles, aves y mamíferos, cuyo origen se remonta a la aparición del amnios (entre otros caracteres) en la historia de los vertebrados.

Axial: relativo al eje o parte central del cuerpo.

Atrio: (=atrium) cámara o cavidad. Cavidad atrial o peribranchial en cefalocordados.

Atrioporo: orificio que comunica al exterior la cavidad atrial de los cefalocordados.

Arco aórtico: un arco aórtico (par) en los vertebrados es un vaso sanguíneo que comprende una rama aferente (que se dirige a la branquia) proveniente de la aorta ventral (impar) y una rama eferente que lleva la sangre de la branquia hacia la aorta dorsal (par).

Bentónico: organismo que viven en el fondo o piso de un cuerpo de agua.

Conducto arquinéfrico: conducto primitivo de drenaje del riñón

Cordo-mesodermo: banda dorsal de mesodermo a partir de la cual se forma la cuerda dorsal.

Dermis: capa de la piel ubicada por debajo de la epidermis, caracterizada por contener pequeños vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y glándulas.

Ectodermo: capa de células más externa de la gástrula que origina principalmente a la epidermis, sistema nervioso y a gran parte de los órganos de los sentidos.

Encéfalo: conjunto de órganos del Sistema Nervioso Central (SNC) contenidos en el interior del cráneo. Comprende el cerebro, cerebelo, pedúnculos cerebrales, protuberancia anular y bulbo raquídeo.

Endoesqueleto: esqueleto interno de un vertebrado, formado por cráneo, columna vertebral, esternón y costillas (esqueleto axial) y cinturas y extremidades (esqueleto apendicular).

Epidermis: capa externa de la piel multiestratificada originada del ectodermo.

Esplacnocráneo: esqueleto de los arcos branquiales que brindan soporte a las branquias.

Exoesqueleto: esqueleto óseo externo, localizado superficialmente en el animal y que sirve como protección.

Fotorreceptores: células nerviosas especializadas que reaccionan ante el estímulo lumínico.

Gameta: célula sexual (femenina: óvulo, masculina: espermatozoide).

Gemación: tipo de reproducción asexual.

Gónadas metaméricas: gónadas de anfibio de naturaleza segmentaria a diferencia de todos los demás cordados.

Grupo monofilético: grupo de animales constituido por un antecesor común y todos sus descendientes.

Hemoglobina: proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos y dióxido de carbono desde los tejidos hasta los pulmones.

Hermafrodita: animal que cuenta con la capacidad de producir gametos de ambos sexos, ya sea a partir de órganos separados o un mismo órgano.

Homólogo: semejanza de estructuras o procesos presentes en distintos animales que provienen de un ancestro común.

Lumen: luz o espacio interior de una estructura tubular como una arteria o el intestino.

Miótomos: segmento muscular que forma parte de la musculatura del tronco ordenada en segmentos sucesivos.

Macrófagos: animal que se nutre de presas o porciones de alimento grandes.

Movimientos peristálticos: movimientos mediante los cuales el tubo digestivo hace avanzar los alimentos a través del mismo.

Neuroectodermo: conjunto de células embrionarias derivadas del ectodermo que forman la placa neural y posteriormente el tubo neural.

Ontogenia: proceso vital completo de un individuo, desde el momento de la fecundación, pasando por todas las etapas embrionarias, las etapas juveniles, de madurez sexual, vejez y hasta el final de su vida.

Órgano rotatorio ciliado: corona de lóbulos ciliados que rodea la boca de los anfibios.

Plasma: porción fluida de la sangre que sirve de medio y de sostén a las células sanguíneas

Pluripotencial (célula): con capacidad de diferenciarse en cualquier célula del organismo aunque no puede dar lugar a un organismo completo.

Respiración cutánea: respiración a través de la piel que realizan, por ejemplo los anfibios adicionalmente a la respiración branquial y pulmonar.

Sésiles: en zoología, organismos acuáticos que viven adheridos o arraigados a un sustrato.

Sinapomorfia: en el método cladista de clasificación, son caracteres homólogos, únicos y compartidos por un grupo de especies.

Trabajo práctico N° 1

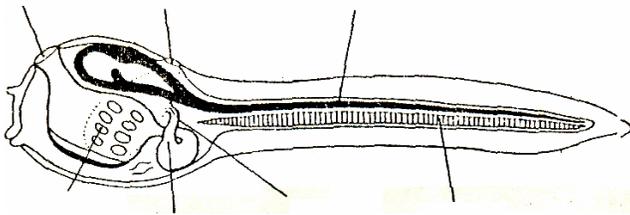
Los Chordata. Caracteres de los Vertebrata

Objetivos del trabajo práctico

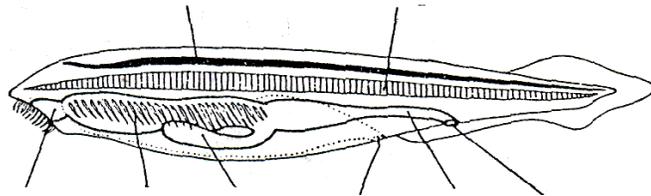
- Identificar las sinapomorfías de los cordados y de los vertebrados.
- Observar la morfología externa de un anfioxo y una ascidia.

Actividades

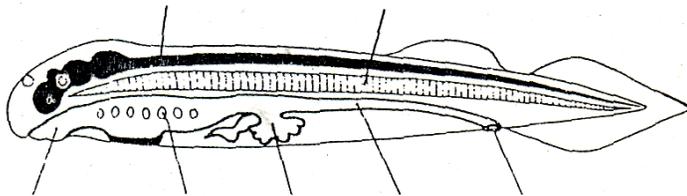
- 1) Reconocer en los siguientes esquemas los caracteres fundamentales de los cordados.



Larva de ascidias



Anfioxo



Vertebrados

- 2) Observar preparados histológicos de anfioxo. Reconocer y señalar en la figura los caracteres de los cordados: cordón nervioso, cuerda dorsal, miótomos, faringe con barras faríngeas y endostilo. Además identificar gónadas y epidermis.



Corte transversal de anfioxo

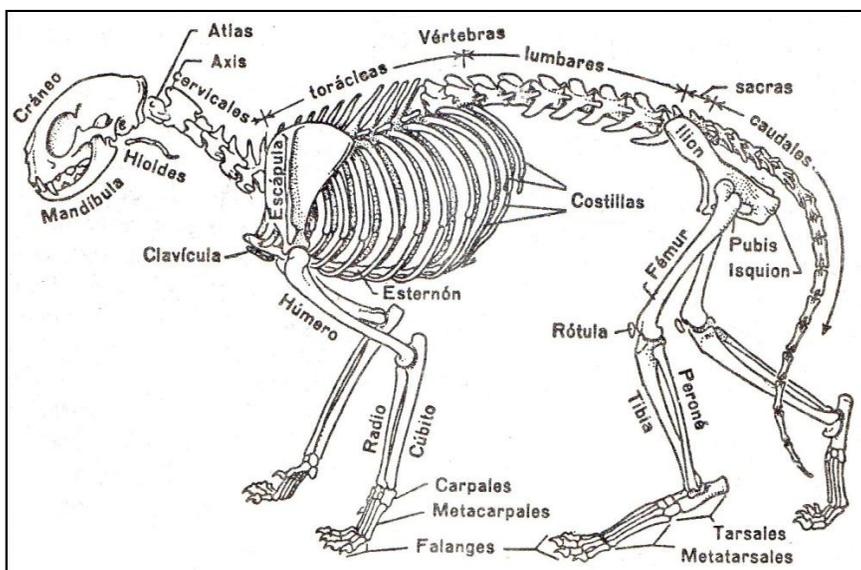
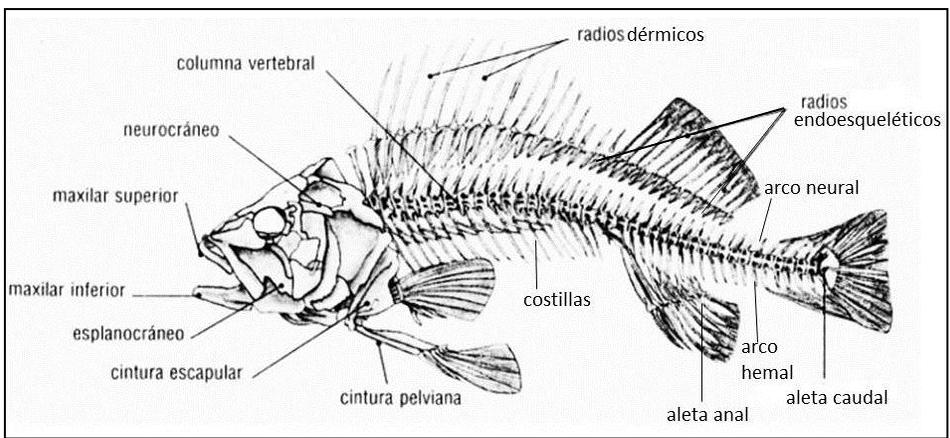
- 3) Observar el corte histológico de un embrión de ave. Identificar y señalar en la figura el cordón nervioso, vértebra en formación (arco neural y cuerpo vertebral), notocorda, aorta, miótomos.



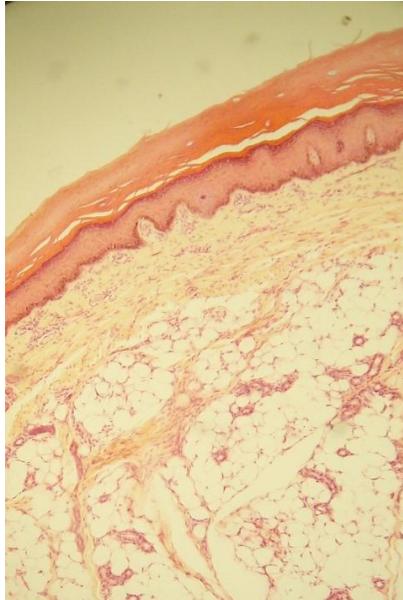
- 4) Observar la morfología externa de un anfioco. Reconocer el capuchón oral, la musculatura y las gónadas.



- 5) Observar material de ascidias y reconozca los sifones bucal y atrial.
- 6) Reconocer la anatomía de una vértebra típica y diferentes tipos de vértebras según los grupos de vertebrados.
- 7) Observar la condición de aspondilia en peces óseos.
- 8) Establecer diferencias entre el esqueleto de un pez y un tetrápodo. Observar el exoesqueleto en reptiles (tortuga) y mamíferos (tatú).



9) En un corte de piel de mamífero reconocer: epidermis, dermis y estrato córneo.



10) Observar la piel de un condricio y describirla.

.....

.....

.....

.....

.....

11) Observar en las disecciones de peces y anuros los distintos sistemas de órganos de los vertebrados.

BIBLIOGRAFÍA

BARNES, R.D. 1989. Biología de los Invertebrados. Interamericana Mc Graw Hill, Mexico (5ta ed.).

BRACEGIRDLE, B. & P. MILES. 1980. Atlas de estructura de los Cordados. Ed. Paraninfo S.A.

MONTERO, R. & A. AUTINO. 2009. Sistemática y Filogenia de los Vertebrados. Con énfasis en la fauna de Argentina. Segunda Edición. Tucumán, Argentina. 414 pp.

NADAL, J. 2001. Vertebrados. Origen, organización, diversidad y biología. Edicions de la Universitat de Barcelona & Ediciones Omega SA: Barcelona. 860 pp.

POUGH, H.F.; Ch.M. JANIS & J.B. HEISER. 2005. Vertebrate life. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 937 pp.

YOUNG, J. Z. 1971. La vida de los vertebrados. Ed. Omega. Barcelona. 660pp.