Universitat de Barcelona

Departament de Biologia Animal

Assignatura: Zoologia 1er. curs

Curs: 1994-95

Professor/a: Marta Goula

Tema 18. Vertebrats

Marta Goula

sub T. Vertebrats

(Super) Cl. Agnatha < Cl. Petromyzonida, Cl. Myxinoidea } ciclostomes

Super Cl. Gnathostoma

Cl. Elasmobranquiomorfes
(la majoria pertanyen a la sub cl. Condrictis)

Cl. Osteictis

Scl. Sarcopterigis (aletes carnoses amb esquelet ossi)
notocordo persistent
sac aeri com a pulmó
2 aletes dorsals
(es creien fòssils: Latimeria)

cua trilobulada
interior valvula espiral
aletes unipes units
- Crossopterigis
- Dipnoos — peixos pulmonats

Scl. Actinopterigis (peixos d'aletes radiades)
1 aleta dorsal

- Notocordi persistent
- ~~cua heterocerca~~
- bufeta natatòria amb comunicació a l'exterior
- espiracles

- Condrostis: ~~notocordi persistent~~ ~~cua heterocerca~~ ~~bufeta natatòria comunicada a l'exterior~~
  aletes pareles amb una àmplia base
  cua heterocerca
- Holostis: ~~notocordi~~
  aletes pareles amb base estreta
  cua homocerca

- Teleostis: notocordi substituït per vértebres
  cua homocerca
  sense espiracles
  base aletes estreta
  bufeta natatòria que comunica o no amb l'exterior

Espiracle → fendura branquial modificada

Sub T. Vertebrata

Super Cl. Agnatha

Super Cl. Gnathostoma

"Peixos" piscifoms
- Cl. Hasmobranquiomorfes
- Cl. osteictis

} Anamniotes

Tetràpodes
- Cl. Amfibis
- Cl. Reptils
- Cl. Ave
- Cl. Mamifers

} Amniotes

Características generales de los vertebrados

Ademas de las características definitorias de los cordados los vertebrados poseen dos características más: el extremo anterior del tubo neural se ensancha dando lugar al encéfalo, y existe un endoesqueleto, que sirve de protección al sistema nervioso central y de sostén.

Con la aparición del encéfalo, se desarrolla una estructura esquelética que se denomina neurocráneo, o simplemente cráneo, que le sirve de protección. El cráneo forma parte del esqueleto de la cabeza; posee orificios o foramenes que dan paso a los nervios craneales, a los vasos sanguíneos y a la médula espinal. La médula espinal esta protegida por una serie de elementos esqueléticos dispuestos metamericamente, las vértebras, cuyo desarrollo esta relacionado con la notocorda. Entre dos vértebras consecutivas hay orificios que permiten el paso de los nervios espinales.

El subfilo vertebrados se considera subdividido en dos clases: Agnatos y Gnatóstomos.

classificació

Clase Agnatha

Los animales pertenecientes al subfilo agnatos se caracterizan por carecer de mandíbula y de extremidades pares, incluso en estado embrionario. Actualmente hay representantes de dos grupos: Subcl. Petromyzonida y Subcl. Myxinoidea. Estos agnatos vivientes presentan caracteres muy primitivos junto a otros considerados como altamente especializados. De hecho se considera que constituyen formas modificadas del tronco ancestral de los vertebrados con la presencia de caracteres que hacen difícil homologarlos a los miembros de las restantes clases de vertebrados.

Los representantes de ambos grupos tienen el cuerpo en forma de anguila, con la cola comprimida. Presentan una única abertura nasal, en posición medial, aletas mediales con radios cartilaginosos, y poseen una boca succionadora redonda. La piel es blanda y esta desprovista de escamas.

Esquelet cartilaginós i molt rudimentari
Persistència notocorda

Subcl. Petromyzonida (Lampreas)

Las lampreas presentan formas marinas y de aguas dulces. Algunas de las formas de agua dulce son de vida libre pero la mayoría de las lampreas son parásitas de peces. La lamprea marina, Petromyzon marinus, es una forma parásita que puede alcanzar 1m de longitud, vive en el mar, pero remonta los ríos para desovar. Las formas larvarias, llamadas ammocetes, viven enterradas en la arena durante tres años o más, antes de experimentar la metamorfosis. Las lampreas jóvenes emigran río abajo hasta llegar al mar, donde permanecen tres o cuatro años. hasta que alcanzan la madurez sexual y están en disposición de ascender otra vez por los ríos para realizar la puesta.

Poseen siete pares de orificios branquiales. El disco suctor, localizado en la parte anterior, es de posición ventral y esta provisto de dentículos córneos. Para alimentarse, la lamprea fija su disco sobre el costado de un pez; con los dientes linguales, córneos, produce una erosión en la piel y de este modo accede a la sangre que le sirve de alimento. La larva ammocetes no es parásita.

Subcl. Myxinoidea (Mixines)

La especie más conocida es Myxine glutinosa, animal marino de aspecto parecido al de la lamprea pero de dimensiones más reducidas (hasta 40 cm aprox.). La boca es más terminal que en ésta, y tiene cuatro pares de tentáculos en el borde. Posee un solo par de aberturas branquiales externas, localizado a cierta distancia de la cabeza. El animal se alimenta practicando un orificio en el flanco de un pez grande, por el que se desliza al interior de la cavidad del cuerpo, donde va devorando las vísceras hasta dejar la piel y el esqueleto.

Las especies del género Bdellostoma presentan de 6 a 14 pares de orificios branquiales externos.

Supercl. Gnathostomata

Las especies pertenecientes a la Subcl. gnatóstomos poseen extremidades torácicas y pelvianas pares, mandíbulas, orificios nasales pares y un endoesqueleto, óseo o cartilaginoso, bien

desarrollado (los agnatos lo presentan rudimentario).

La supercl. se subdivide en seis clases, dos de pisciformes, Elasmobranchiomorphy y Osteichties, y cuatro de tetrápodos, Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia.

Los pisciformes son de vida exclusivamente acuática y, salvo los pulmonados, respiran únicamente mediante branquias, localizadas en hendiduras de la faringe. Los apéndices pares son las aletas, que suelen ser un par de torácicas y un par de pelvianas. Además existen las aletas impares (dorsal/es, caudal y anal). Todos los pisciformes están provistos de escamas de origen dérmico, que pueden ser de diversos tipos.

Subcl Condrictios
Subcl Holocéfalos

Cl. Elasmobranchiomorphy
"para cartilaginosos

A esta clase pertenecen los placodermos (todos fósiles; poseían una armadura ósea externa) y los tiburones, mielgas, pristes, rayas y quimeras (Holocéfalos).

La mayoría son formas marinas, de esqueleto cartilaginoso, escamas placoides y abertura bucal en posición subterminal ventral. Todas las especies poseen aleta caudal heterocerca, en la que la rama dorsal es mayor que la ventral. Los pisciformes cartilaginosos actuales proceden de los que vivieron en el Devónico y evolucionaron a partir de los placodermos u otros precursores análogos a estos. La falta de esqueleto óseo, que antes se consideraba como un rasgo primitivo, actualmente se interpreta como como una condición retrógrada. se considera que las escamas placoides de los elasmobranquios es un derivado de las escamas óseas de los primitivos placodermos.

Dentro no funciona de la mandíbula

Bulbo aórtico válvula espiral

La Subcl. condríctios agrupa a los pisciformes cartilaginosos, cuyas hendiduras branquiales se abren independientemente al exterior. Presentan cinco o siete pares de hendiduras branquiales además de un par modificado, los espiraculos, que se abren en la cabeza, inmediatamente detrás de los ojos. Los tiburones y las mielgas se diferencian de las rayas y priste por su cuerpo cilíndrico, aletas pectorales bien desarrolladas y hendiduras branquiales de posición lateral.

Los pristes y las rayas pueden ser considerados como tiburones modificados cuyo cuerpo se ha aplanado dorsoventralmente (deprimido), la cabeza y el tronco se han

rayados

ensanchado considerablemente y las aletas pectorales no destacan claramente del cuerpo. Hay una neta delimitación entre el cuerpo y la cola, y las aberturas branquiales son de localización ventral.

La otra Subcl., la de los Holocéfalos, incluye un reducido grupo de pisciformes, denominados quimeras, que en su mayoría habitan en los mares profundos. Desde el punto de vista anatómico ocupan un espacio intermedio entre los condríctios y los osteíctios. Por un lado conservan características primitivas como son la persistencia de notocorda y el escaso desarrollo de las vértebras, y por otra parte, presentan caracteres avanzados como es la presencia de un opérculo a cada lado cubriendo la cámara branquial. En estado adulto están prácticamente desprovistos de escamas.

Sarcopterigios

Cl. Osteichties

en algunos casos ha habido reversión de la notocorda

Se incluye en esta clase todos los peces cuyo esqueleto presenta diversos grados de osificación. El cuerpo esta generalmente recubierto por escamas dérmicas. La boca es terminal en la mayoría de los casos, y la cámara branquial esta cubierta por el opérculo. (Aub pulmonar o bufeta natatoria)

Ossi Aleta caudal homocerca. Notocorda vestigial o ausent. Bufeta natatoria hidrostática

Superclase Tetrápodos

Este grupo incluye a todos los gnatóstomos que en vez de aletas presentan dos pares de extremidades que les permiten su desplazamiento fuera del agua. En algunos casos estas extremidades se han atrofiado o se han modificado en diversos sentidos, de forma adaptativa, pero la estructura básica a partir de la cual han evolucionado es la extremidad pentadáctila o quiridial. Otros caracteres que distinguen a los tetrápodos de los pisciformes son: capa externa de la piel (tegumento) cornificada; fosas nasales que comunican con la cavidad bucal y que sirven para el paso del aire; respiración pulmonar; reducción del número de huesos del cráneo. coanas

Cl. Amphibia

Entre los representantes actuales de los anfibios hay las

salamandras, tritones, ranas, sapos y cecilias (ápodos).

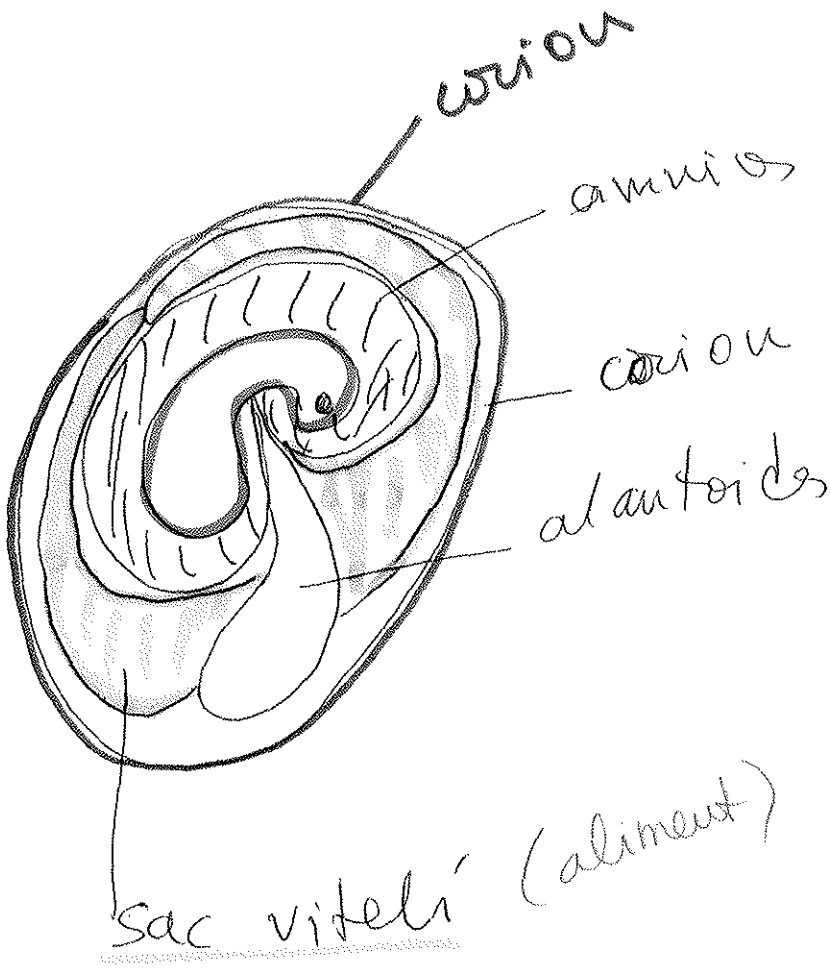
La clase anfibios esta formada por tetrápodos en los que se observa claramente la transición entre la vida acuática y la terrestre. Los anfibios fueron los primeros vertebrados que colonizaron la tierra pero todos deben realizar la puesta en el agua o en lugares húmedos. A partir de los huevos se desarrollan ~~a partir de~~ larvas de vida acuática que respiran mediante branquias tegumentarias externas. Tras cierto tiempo de vida larvaria acontece la metamorfosis después de la cual el animal, convertido en adulto, pasa gran parte de su vida en tierra, aunque generalmente en un ambiente húmedo. Durante la metamorfosis, junto a otros cambios, las branquias regresionan hasta desaparecer al tiempo que se desarrollan los pulmones que funcionan como órganos respiratorios del adulto, conjuntamente con la respiración cutánea. Algunas salamandras (Necturus) no llegan a desarrollar pulmones manteniendo durante toda su vida una vida acuática con respiración branquial.

Los principales caracteres que diferencian a los anfibios del resto de tetrápodos son: reproducción dependiente del medio acuático, falta de amnios y alantoides durante el desarrollo embrionario y un estrato córneo muy reducido en el tegumento (necesariamente reducido para permitir la respiración cutánea). Los dedos carecen de uñas. Aunque ciertas formas han desarrollado estructuras que les capacitan para vivir sobre la tierra, no han llegado a adaptarse perfectamente a la vida terrestre.

Los anfibios actuales se pueden agrupar en Estegocéfalos, Urodelos y Anuros.

Los estegocéfalos contienen, como formas vivientes, a los ápodos. Comprenden la cecilias que son formas cilíndricas, de cola corta, sin extremidades, que viven enterradas en terrenos fangosos (externamente se asemejan a lombrices de tierra). Algunas presentan el cuerpo cubierto por escamas dérmicas. Las de mayor tamaño pueden alcanzar los 70 cm.

Los urodelos agrupan a salamandras y tritones. Tienen el cuerpo alargado subdividido entres regiones: cabeza, tronco y cola; esta última se conserva durante toda la vida. Las larvas son parecidas a la forma adulta. Poseen dos pares de patas generalmente débiles. Habitan en parajes húmedos y en áreas boscosas entre la hojarasca y bajo troncos de árboles.



ou amniota

Los anuros reúnen a ranas y sapos. se caracterizan por carecer de cola en el estado adulto. La cabeza y el tronco se funden careciendo de cuello diferenciado. Poseen dos pares de patas bien desarrolladas, el par posterior especialmente adaptado para el salto. Las patas poseen membranas interdigitales adaptadas para la natación. Las ranas y los sapos son los primeros vertebrados que poseen cuerdas vocales para la producción de sonido.

Los anuros están mejor adaptados que los urodelos a la vida terrestre. Hay especies que viven en regiones desérticas, donde pasan la estación seca en estado de estivación

Amniotas

Las tres clases restantes de tetrápodos (Reptiles, Aves y Mamíferos) se reúnen bajo la denominación de amniotas en contraposición al grupo de los anamniotas formado por pisciformes y anfibios.

La diferencia entre ambos grupos estriba en la presencia, o no, de una serie de membranas relacionadas con el desarrollo embrionario fuera del medio acuático. Estas membranas son amnios, corion y alantoides. El amnios es una vesícula llena de líquido amniótico que rodea al embrión desde que se inicia el desarrollo. Aparece por primera vez en los reptiles a los que sirve de protección contra la desecación durante la fase embrionaria. Las otras membranas están relacionadas con la respiración y otros procesos esenciales para el desarrollo del embrión como es la eliminación de catabolitos (alantoides).

Cl. Reptiles

Los reptiles están representados en la actualidad por cuatro órdenes: Chelonia (tortugas y galápagos), Rincocephalia (Sphenodon punctatum, tuatara de Nueva Zelanda), Squamata (lagartijas, lagartos y serpientes) y Crocodrilia (caimanes y cocodrilos).

los quelonios presentan formas terrestres, acuáticas y semiacuáticas. El carácter más conspicuo es la presencia de un caparazón que rodea al cuerpo. Este caparazón se compone de una capa ósea (de origen dérmico) basal, sobre la que se disponen

los escudetes córneos a medida que van creciendo. Carecen de dientes pero las mandíbulas están bien adaptadas a la captación del alimento. En las especies acuáticas las extremidades tienden a modificarse en forma de aletas.

Los rincocéfalos actualmente están representados por un única especie, Sphenodon punctatum, denominada el tuatara de Nueva Zelanda y considerado como un fósil viviente debido a su estructura primitiva y generalizada (poco especializada); es uno de los reptiles más primitivos que se conocen incluso teniendo en cuenta las formas extinguidas. De ahí su especial interés en anatomía comparada. Una de las características más relevantes del tuatara es la presencia del tercer ojo bien desarrollado (con conexiones nerviosas bien definidas, aunque se ignora el nivel de percepción que presenta) que aparece en la línea media del cráneo, entre los parietales.

Los escamosos incluyen a lagartos (saurios) y serpientes (ofidios) reunidos en subórdenes diferentes. Tiene la piel cubierta por escamas epidérmicas, córneas.

En los saurios suele haber dos pares de extremidades pentadáctilas, aunque sometidas a variación hasta la práctica desaparición como en los eslizones. El tímpano no es superficial, pudiéndose apreciar los conductos auditivos externos. A diferencia de los ofidios, los saurios poseen párpados superior e inferior, móviles, así como una membrana nictitante. Las dos mitades de la mandíbula inferior están unidas lo cual no les permite abrir la boca tanto como en los ofidios.

Los ofidios han perdido las extremidades en el curso de la evolución pero algunos, como la pitón y las boas, conservan vestigios de la cintura pélvica y de las extremidades posteriores. La locomoción se realiza de dos modos: por ondulaciones horizontales del cuerpo o por movimientos de las escamas transversas que hay en la región ventral. Carecen de orificios auditivos y de tímpano. Los párpados son fijos y están fusionados entre sí. El ojo esta cubierto por una escama transparente que confiere al animal una mirada vidriosa. La pérdida de los ligamentos que mantienen unidas las hemimandíbulas entre sí y con el cráneo permiten el considerable ensanchamiento que presenta la boca de las serpientes.

Los cocodrilianos reúnen a cocodrilos, caimanes y gaviales

(de la India) que actualmente son los reptiles más corpulentos. La diferencia, externa, entre cocodrilos y caimanes estriba en que en los caimanes el cuarto diente de cada lado de la mandíbula inferior encaja en una oquedad de la mandíbula superior cuando se cierra la boca, mientras que en la mayoría de los cocodrilos el cuarto diente de la mandíbula inferior queda en una ranura que hay en el lado externo de la mandíbula superior y sobresale de la boca cuando esta cerrada.

Los cocodrilos tienen la cola comprimida y en los dedos presentan membranas interdigitales, ambas estructuras como adaptaciones a la natación. El tímpano es externo, pero queda protegido por un repliegue cutáneo. Los ojos, orificios nasales y oídos se encuentran alineados en la parte superior de la cabeza lo que permite al animal desplazarse prácticamente en inmersión con los principales órganos sensitivos situados fuera del agua.

Cl. Aves

Homeotermia

Las aves son los únicos animales que tienen plumas, que son modificaciones de escamas epidérmicas de los reptiles. Las patas de las aves están cubiertas por escamas de tipo reptiliano lo que indica el parentesco que existe entre ambos grupos.

Las aves son consideradas como los vertebrados más especializados. Están adaptadas para el vuelo, aunque secundariamente algunos grupos han perdido la capacidad de volar. Sus principales características adaptativas son: huesos huecos y ligeros; pérdida del ovario y oviducto derechos en la mayoría de las especies; pulmón y sistema de sacos aéreos altamente especializados; extremidades anteriores especializadas para el vuelo. Son homeotermos. La organización interna es muy constante, la más constante dentro de los vertebrados. Las modificaciones adaptativas son más de carácter externo.

Las aves se subdividen en dos subclases, una de las cuales comprende sólo a uno o dos géneros integrados exclusivamente por especies fósiles. En la otra subclase se incluye el resto de especies, fósiles o vivientes.

La subclase Arqueornites es la que contiene a Archaeopteryx lithographica (del jurásico) que constituye uno de los restos más primitivos de ave y presenta aún numerosos caracteres

reptilianos.

La subclase Neornites contiene algunas especies fósiles, algunas formas no voladoras extinguidas y a todas las aves vivientes. Se pueden subdividir en tres superórdenes: odontognatas, paleognatas (ratites) y neognatas.

Las odontognatas contienen a las especies fósiles que aún presentaban dientes en sus mandíbulas.

Las paleognatas agrupan a especies corredoras, incapaces de volar (avestruz, ñandú, casuario, kiwi). Presentan alas muy reducidas inservibles para el vuelo.

Las neognatas contiene al resto de aves actuales. Son voladoras salvo los "pingüinos" en los que la extremidad anterior esta adaptada a la natación. Presentan una gran diversidad morfológica en función de las adaptaciones que han ido instaurándose en los procesos de colonización de los diferentes medios.

Cl. Mammalia

Los mamíferos son gnatóstomos homeotermos con el cuerpo cubierto de pelo y con glándulas mamarias para alimentar a las crías. Las mamas son glándulas cutáneas especializadas en la secreción de leche.

Se considera que uno de los factores determinantes de la amplia expansión experimentada por los mamíferos se debe a su capacidad de controlar la energía interna independientemente de los factores externos. La presencia de la homeotermia les ha permitido ocupar todas las regiones del globo, desde las más cálidas a las más frías. Este fenómeno es compartido por las aves, también homeotermas. La tendencia evolutiva que les diferencia del resto de animales es su progresión en el desarrollo del sistema nervioso y, en especial, de los hemisferios cerebrales.

La diversificación adaptativa ha conducido a la formación de especies de características muy diversas como por ejemplo en las diferencias de tamaño que van desde los 6 cm de algunas musarañas a los 35 m de la ballena azul. Los mamíferos se han adaptado a gran variedad de condiciones ecológicas. Algunos, como los topos, viven adaptados a la vida subterránea, otros (cetáceos, pinnípedos y sirenios) están adaptados a la vida

acuática, los quirópteros al vuelo, muchos primates son arborícolas, pero la inmensa mayoría presentan vida terrestre con sus consecuentes adaptaciones al salto o a la carrera.

Otra de las grandes adquisiciones de los mamíferos es la placentación. La posibilidad de realizar las primeras fases del desarrollo en el interior del cuerpo materno ~~también les confiere dominancia sobre el resto de las especies.~~ Les permite engendrar pocas crías con una probabilidad de supervivencia muy elevada. Las modalidades del mecanismo de reproducción permite distribuir a los mamíferos en dos grupos: prototerios o monotremas y terios. A su vez los terios se dividen en dos grupos: metaterios o marsupiales y euterios que incluye a la mayoría de los mamíferos.

Los prototerios se reproducen mediante huevos telolecitos (constituye una reminiscencia de sus antepasados reptilianos) pero las crías se alimentan de una secreción glandular que procede de unas mamas sin pezón. Sorben la leche mediante un pincel de pelos que aparecen alrededor de la desembocadura de las glándulas. Existe un solo orden, monotremas, que reúne al ornitorrinco y los equidnas. Viven en Australia y Nueva Guinea.

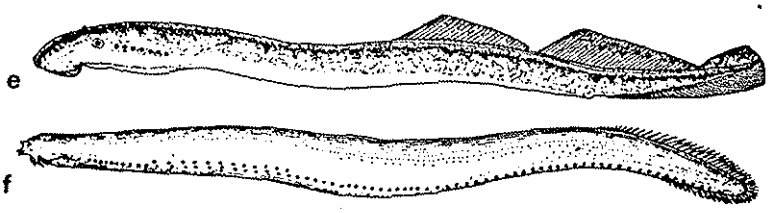
La subclase terios reúne a los mamíferos vivíparos y con glándulas mamarias provistas de pezón.

En los metaterios las crías nacen en un estado de desarrollo muy primario, que completan dentro de la bolsa marsupial o marsupio. En el caso de los canguros, p. ej., la cría mide al nacer 18 mm. La gran mayoría habitan en Australia e islas cercanas pero tambien hay algunas especies que habitan en América del Norte, del centro y del sur. Presentan morfologías variadas en función de la diversificación adaptativa que han sufrido. Los hay hervíboros, carnívoros, arborícolas, saltadores, subterráneos.

Los euterios son los mamíferos plenamente placentarios en los que el feto se alimenta a través de una placenta adosada al útero materno. Presentan un elevado grado de diversificación con adaptaciones a todos los medios. Los mamíferos actuales se distribuyen en 16 ordenes.

Mamíferos
- prototerios (= monotremas)
- terios
  - metaterios (= marsupiales)
  - euterios

SpCl. Agnats



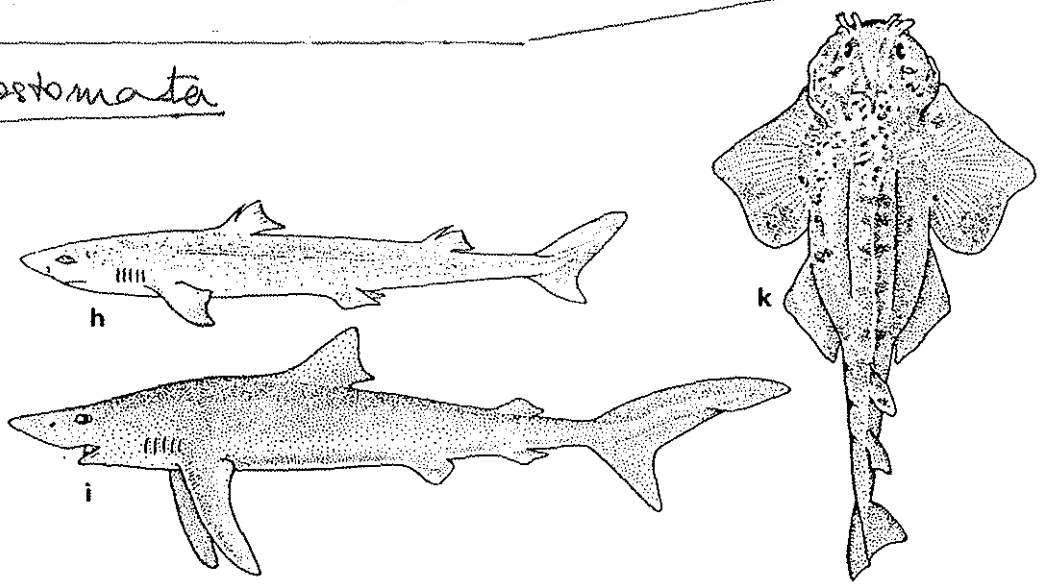
— scl Petromyzonida (lawprees)

— scl. Myxinoidea (Mixins)

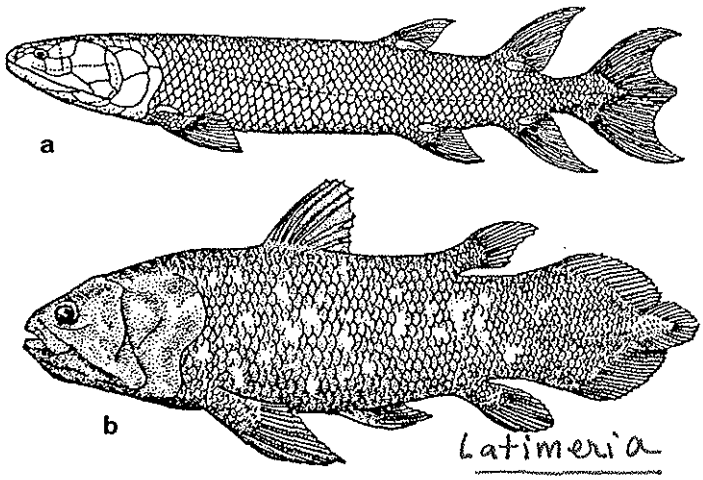
Super cl. Gnathostomata

Cl. Elasmobranqui formes

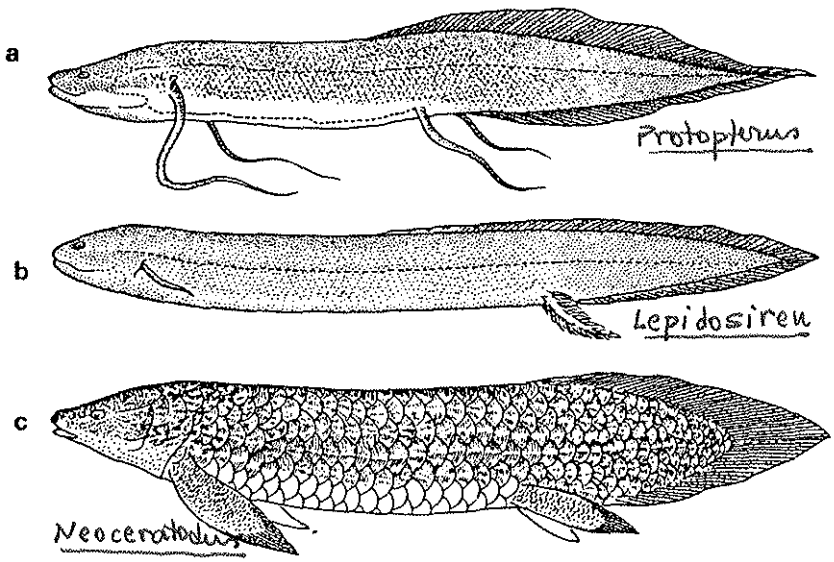
subl. Condrictis



Cl. osteicti's — scl. Sarcopterigis (aletes carnoses)



CROSOPTERIGIS



DIPNOOS = PULMONATS

cl. osteictis scl. Actinopterigis (aletes amb radis)

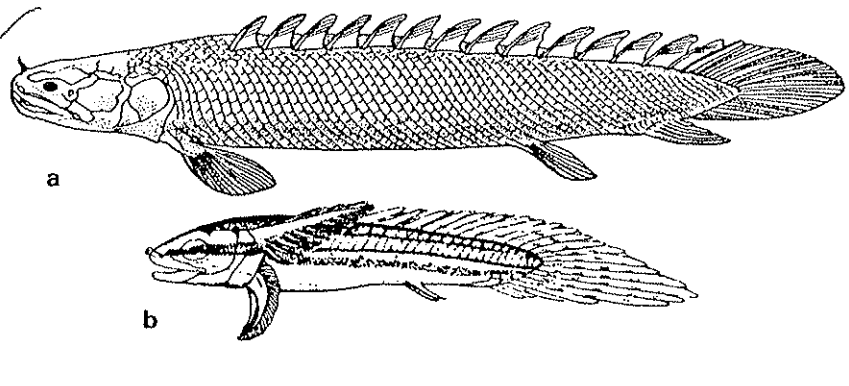


Fig. 349. *Polypterus*. a. Animal adulto; b. Larva, obsérvense las branquias externas. Según Budgett, Wurmbach.

*CONDROSTIS

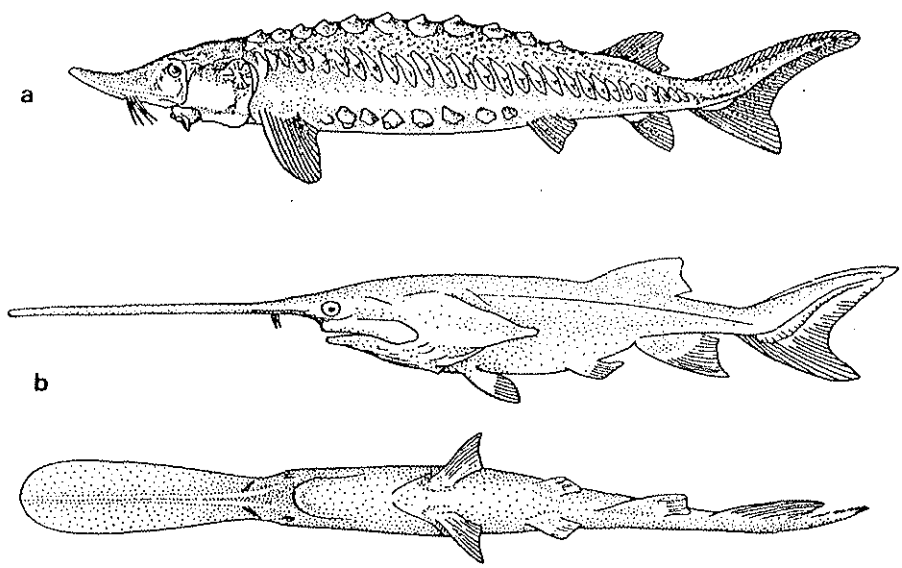


Fig. 350. Chondrostei. a. *Acipenser sturio* (esturión); b. *Polyodon spathula* (pez espátula), visto de lado y por la cara ventral. Según Riedl, Klausewitz.

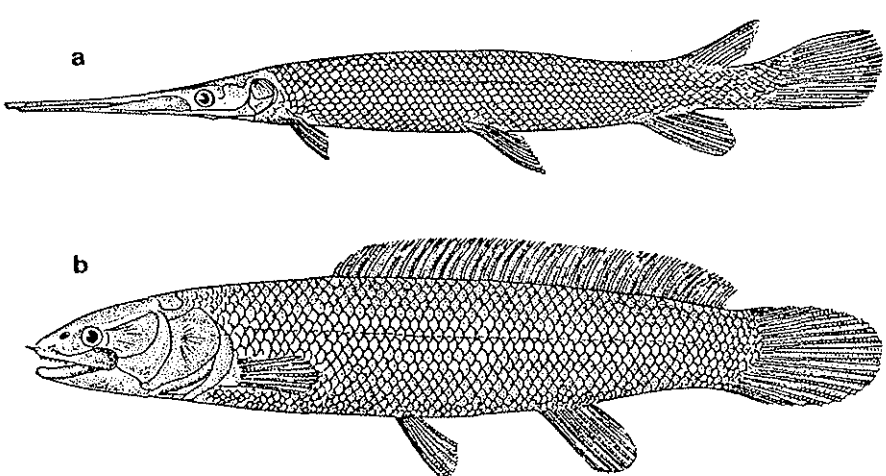


Fig. 351. * Holostei. a. *Lepisosteus osseus* (lucio óseo); b. *Amia calva* (pez del barro). Según Grassé.

* Teleostis: la majoria dels peixos