

CARTILLA DE PRÁCTICO - CURSO BIOLOGÍA ANIMAL

LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL/CICLOS INICIALES OPTATIVOS.

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA REGIÓN ESTE – UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, URUGUAY

PRÁCTICO N° 7 – PECES I

DOCENTE: Franco Teixeira de Mello

frantei@fcien.edu.uy

ORIGEN Y EVOLUCIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES

GRANDES GRUPOS

DIVERSIDAD



Una impresión del artista de *Titanichthys* (Mark Whitton)

Con una longitud probable de más de 5 metros, el *Titanichthys* era un pez gigante acorazado que nadó en los océanos hace 380 millones de años. Puede sonar intimidante, pero nuevas investigaciones sugieren que se alimentaba de una manera muy parecida a la del inofensivo tiburón peregrino de hoy en día.

ORIGEN Y EVOLUCIÓN

Comenzaremos con una breve descripción del grupo cordados (Phylum Chordata) dentro de los cuales se encuentran los Urocordados, Cefalocordados y Vertebrados.

PHYLUM CHORDATA

Los cordados se pueden clasificar de forma general en dos grupos (Fig. 1 y 2).

1. Cordados invertebrados: Urochordata (tunicados) y Cephalochordata (Acroniata; amphioxos)
2. Cordados vertebrados: Vertebrata (Craniata)

Definición de Chordata: el principal carácter sinapomórfico (carácter compartido por todo el grupo incluyendo al ancestro común) que define a los cordados es la presencia del notocordio, que se presenta al menos en parte del ciclo de vida.

Urocordados presentan notocordio solo en estado larval, en **Cefalocordados** se encuentra presente en toda su vida y en **Vertebrados** solo en el embrión, luego es remplazado por la columna vertebral y en lampreas persiste en adultos.

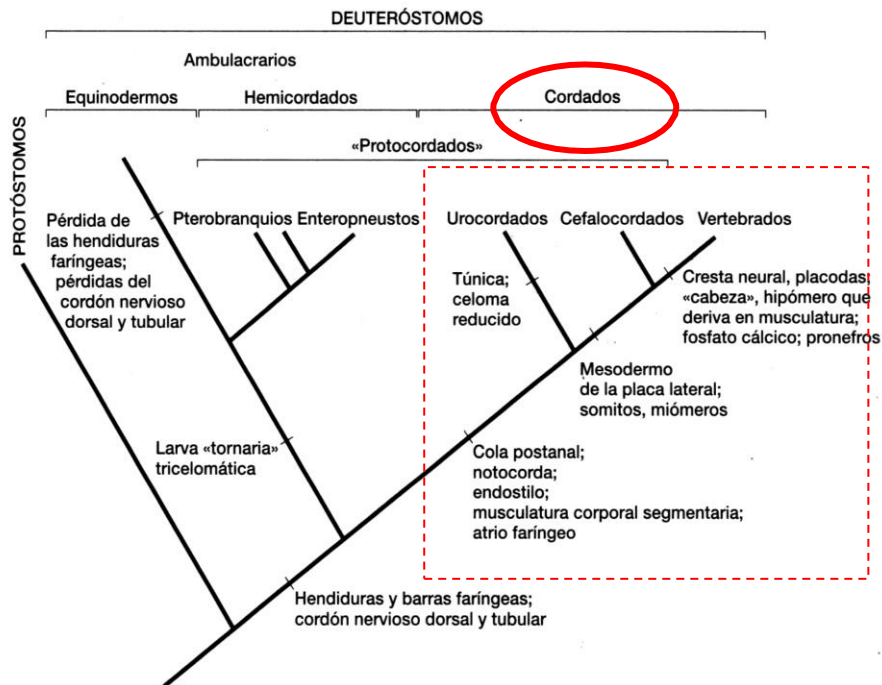


FIG. 1. Cladograma de los Deuterostomados

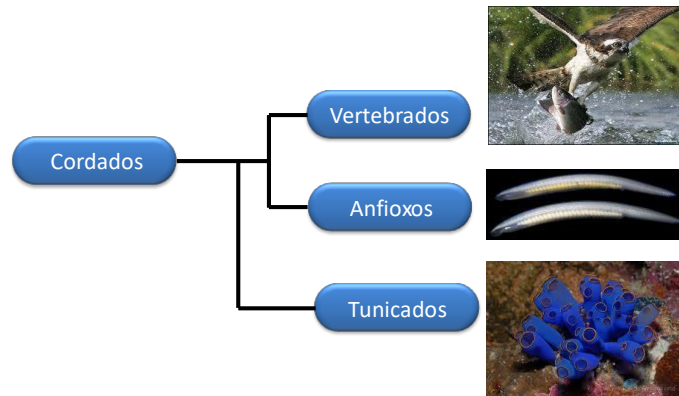


FIG 2. Cladograma simplificado de la relación entre los diferentes subphyla de Chordata

¿Qué es el notocordio?: es un tipo de esqueleto cartilaginoso dispuesto a lo largo del cuerpo, dando rigidez y apoyo al cuerpo en la locomoción, característico de todos los cordados en algún estado de su ciclo de vida. Está en posición dorsal al tracto digestivo y en posición ventral al cordón nervioso. Constituye un eje de adhesión axial de músculos, facilitando los movimientos ondulatorios.

Características de Chordata

- Simetría bilateral.
- Cuerpo segmentado, con celoma desarrollado (excepto en tunicados).
- Tres capas germinales (animales triblásticos).
- Cordón nervioso dorsal (en anélidos y artrópodos está en posición ventral).
- Cola post-anal.
- Bolsas faríngeas.
- Corazón ventral; vasos sanguíneos dorsal y ventral. Circulación cerrada.
- Sistema digestivo completo: boca-año.
- Endoesqueleto óseo y/o cartilaginoso.

En este caso no entraremos en el repaso de las características particulares de los Urocordados y Cefalocordados.

PHYLUM CHORDATA

SUBPHYLUM VERTEBRATA (breve introducción)

Los vertebrados son el grupo de cordados más numeroso que comparte con los otros dos subphyla las características básicas de Chordata. Aunque, también presentan características derivadas que no poseen los urocordados y/o los cefalocordados. Los vertebrados difieren de los demás cordados por poseer usualmente columna vertebral, compuesta por una estructura serial de vertebrae (Fig. 3). La columna vertebral ósea reemplaza el notocordio original luego del periodo embrionario. En algunos casos vertebrae están constituidas por cartílago en vez de hueso como sucede en los condriictios. Además, todos poseen una cabeza más o menos desarrollada que contiene los órganos sensoriales más complejos (e.g., ojos, oído), con un cráneo y cerebro, por lo

que muchas veces son los denominados como los cordados craneados. El cordón nervioso dorsal de los vertebrados se encuentra protegido por proyecciones paralelas de la columna vertebral que van a conformar el arco neural. En los vertebrados, el cordón nervioso pasa a través de los arcos neurales protectores de las vértebras.

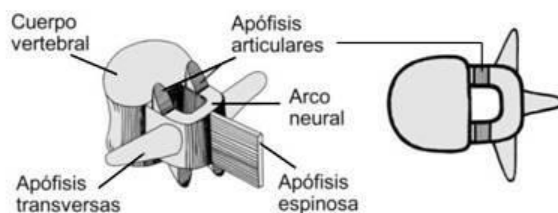


FIG. 3. Esquema de una vértebra y sus componentes

Éxito evolutivo de los vertebrados

La evolución de todos los vertebrados, ha estado guiada por una serie de adaptaciones básicas:

Endoesqueleto vivo. Es una estructura de soporte interno y almacén corporal, el cual confiere ventajas frente al exoesqueleto de los invertebrados. Crece durante la ontogenia a medida que el individuo se desarrolla, y sirve de anclaje a los músculos lo que permite movimientos complejos. El endoesqueleto primitivo es cartilaginoso, apropiado para la vida acuática (e.g., lampreas, condricios, peces óseos basales como ser esturiones). El desarrollo del endoesqueleto permitió la amplia divergencia de los vertebrados en múltiples formas.

Faringe y respiración eficaz. Primitivamente, la faringe perforada (hendiduras branquiales) funciona como un aparato filtrador. Durante la evolución de los vertebrados, pasando de un estilo de vida filtrador a uno depredador, la faringe se convirtió en un aparato muscular de alimentación. Se mejoró la circulación en las branquias internas por la adición de capilares sanguíneos (no presentes en protocordados) y se dio el desarrollo del corazón ventral y arcos aórticos muscularizados. El conjunto de estos cambios favorecieron un incremento en la actividad metabólica lo que facilitó pasar de una vida sésil o sedentaria a una más activa de depredador selectivo.

Sistema nervioso avanzado. Cuando se paso de una vida filtradora a una depredatoria activa, el desarrollo de controles sensoriales, motor e integradores fue esencial para la localización y la captura de grandes presas. El desarrollo de órganos sensoriales más complejos de los sentidos, en la parte anterior del cordón nervioso contribuyó sustancialmente al desarrollo del encéfalo.

Extremidades pares. Apéndices pectorales y pélvicos están presentes en la mayoría de los vertebrados en la forma de aletas pares o extremidades articuladas. Estas se originaron como estabilizadores durante la natación y después se desarrollaron prominentemente en extremidades para la locomoción sobre la tierra.

En base a la ausencia o presencia de mandíbulas, los vertebrados se clasifican en dos linajes: **Agnatha y Gnathostomata.**

PHYLUM CHORDATA
SUBPHYLUM VERTEBRATA

AGNATOS

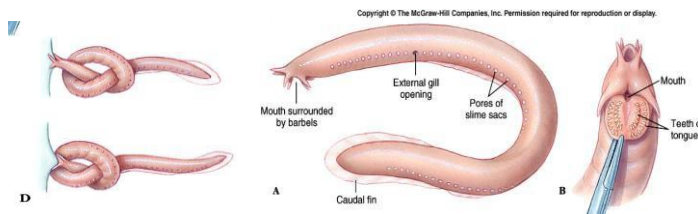
Mixinas (Myxinoidei)
Lampreas (Petromyzontomorphi)

AGNATOS o peces sin mandíbula, son los vertebrados más antiguos (hace 500 m.a.) la mayoría extintos. Actualmente existen Mixinas (Myxinoidea) y Lampreas (Petromyzontida). En estos peces la notocorda persiste como parte del esqueleto cartilaginoso. Muchas de las especies actuales son parásitas de otros peces. Las lampreas tienen bocas redondeadas con las cuales pueden succionar la sangre de otros peces, una vez que se fijan a los mismos. Por otra parte, las mixinas son principalmente carroñeras por ejemplo de peces muertos. Algunas especies de lampreas son anádromas, es decir, los individuos adultos migran del océano hacia los ríos para reproducirse. Por lo que necesitan un sistema renal y de osmoregulación adecuado para estabilizar la concentración de solutos cuando cambian de ambientes. En Uruguay no contamos con representantes de este grupo de peces.

Lampreas



Mixinas



DIAGNOSIS

- Boca redonda con dientes córneos
- Esqueleto cartilaginoso
- Cráneo sin región occipital
- Varios pares de hendiduras branquiales externas
- Bolsas branquiales en forma de saco
- Órgano olfativo impar con doble innervación
- Piel desnuda

GNATOSTOMADOS

Este grupo está compuesto por todos los vertebrados extintos y existentes que poseen mandíbula. Su historia evolutiva se extiende desde el periodo Silúrico (hace 438 m.a.) al presente. La adquisición de mandíbulas les permitió evolucionar en eficientes depredadores pudiendo acceder a múltiples fuentes de alimento. Desarrollaron aletas más eficientes siendo capaces de propulsarse con mayor rapidez y exactitud tanto para cazar como para evitar sus depredadores. A partir de este momento los peces pasaron a dominar todas las aguas del mundo. Las mandíbulas surgieron a partir de uno o más arcos branquiales. Los arcos branquiales evolutivamente se movilaron hacia adelante hasta la boca, modificándose progresivamente dando origen a la mandíbula de los vertebrados actuales (excepto en los agnatos). Los dientes surgen a partir de modificaciones de la piel. Este proceso evolutivo favoreció inmensamente la radiación de este grupo, de las más de 40 000 especies de cordados actuales aproximadamente la mitad son peces. Los peces mandibulados son quienes dieron lugar al resto de los vertebrados. Este grupo de peces se clasifica en dos grandes grupos: Chondrichthyes o peces cartilaginosos y Osteichthyes o peces óseos. Dentro de este último grupo surgen los Tetrapoda (vertebrados terrestres con extremidades), los que incluyen animales que mantienen su hábito de vida terrestre ancestral y animales que secundariamente se convirtieron en formas acuáticas a partir de ancestros terrestres.

Sinapomorfías de Gnatostomados (carácter compartido por todo el grupo incluyendo al ancestro común)

- Mandíbulas.
- Arcos branquiales articulados.
- Peines branquiales (branquispinas): evitan que el alimento entre a la cámara branquial y deteriore los filamentos branquiales.
- Tres canales semicirculares en el oído interno: asociados con la función del equilibrio. En agnatos solo se presentan dos canales semicirculares.
- Músculos hipobranquiales: permiten la alimentación por succión o tragar el agua necesaria para el intercambio respiratorio en peces.
- Músculos axiales. Se clasifican en epiaxiales (en el dorso) y en hipoaxiales (en el vientre). Juntos dan una mayor maniobrabilidad del cuerpo y permiten movimientos complejos.
- Vertebras con centrum y costillas presentes.

Los gnatostómados extintos y actuales se clasifican en cuatro grupos, así:

• Grupos extintos

1. Placodermos: del Silúrico temprano al Devónico tardío en la Era Paleozoica (Fig. 10a).
2. Clase Acantodios: del Ordoviciano tardío-Silúrico temprano hasta el Pérmico temprano (de la Era Paleozoica). Son el grupo hermano de los peces Osteichthyes actuales.

• Grupos actuales

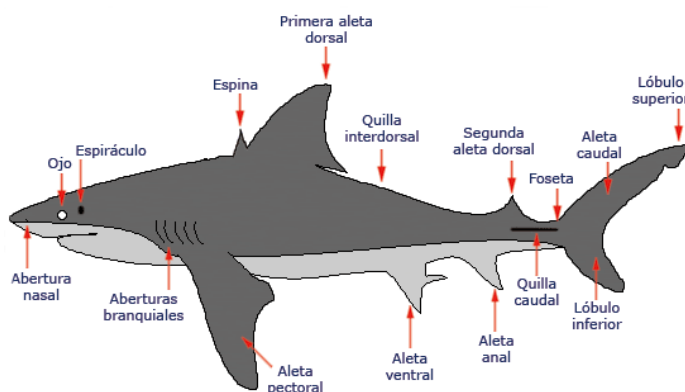
1. **Condriictios:** son los peces cartilagosos. Se dividen en Elasmobranquios, tiburones, rayas y mantas; y en Holocefalos, las quimeras.

2. **Osteictios:** son los peces con esqueleto óseo endocondral. Se clasifican a su vez en Actinopterigios (peces de aletas con radios), que comprende la mayor diversidad de peces óseos actuales, clasificados en Condrosteos (e.g. esturión), Neopterigios (peces modernos); y Sarcopterigios (peces de aletas carnosas), que incluye a los celacantos y peces pulmonados.

CONDRICTIOS

DIAGNOSIS

- Mandíbula y esqueleto cartilaginoso en ocasiones calcificado
- Cráneo de una pieza
- Cavidades nasales no comunican con la faringe
- Dentículos dérmicos o escamas placoides
- Aletas pares relacionadas con sus correspondientes cinturas (pectorales y pélvicas), aleta dorsal (una o dos) anal y aleta caudal heterocerca.
- Telencefalo bien desarrollado con bulbo olfatorio pronunciado
- Línea lateral acentuada en zonas cefálicas y suplementado por focetas sensitivas
- Intestino con válvula espiral
- Claspers adaptados para copulación interna
- Usualmente elevada concentración de urea en sangre



A partir del registro fósil se conocen muchísimas especies de condriictios, y en la actualidad se conocen unas 970 especies. Especies mayoritariamente carnívoras y carroñeras, con esqueleto cartilaginoso. Con eficientes aletas y esqueleto liviano son eficientes nadadores y depredadores. Se caracterizan por carecer de vejiga natatoria y poseer un hígado muy graso que en algunas especies llega a representar el 20% del peso corporal, lo que les permite regular su flotabilidad (mediante el control del equilibrio de almacenamiento-reabsorción de lípidos). La aleta caudal heterocerca provoca un movimiento de ascenso lo que les permite controlar la profundidad a la cual nadan al ayudarse con las aletas pectorales. La piel está cubierta de pequeños dentículos

puntiagudos similares a los dientes de otros vertebrados, por esta razón la piel de estos es rugosa como una lija (Fig. 4). Estos se forman inicialmente bajo la piel e irrumpen en la superficie. Los dientes no están fusionados a la mandíbula y los van reemplazando por otros nuevos de forma continua, rápida y en serie gracias a una cavidad que tienen a lo largo del borde de la mandíbula. Esto les permite tener siempre dientes nuevos.

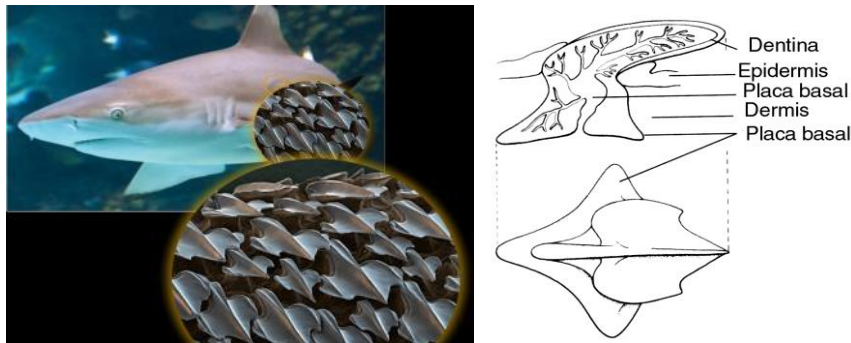


FIG. 4. Imagen de la piel de un condictio y esquema de la estructura de un dentículo.

Los sistemas sensoriales de los condictios son refinados y especializados. Los tiburones pueden inicialmente detectar las presas desde muchos kilómetros con su **olfato** (quimiorrepción), que es capaz de detectar químicos a concentraciones muy bajas. La presa también puede ser localizada desde largas distancias a través de la mecano-recepción sintiendo vibraciones de baja frecuencia a través de los órganos del **sistema de línea lateral**. Este sistema está compuesto por órganos receptores llamados neuromastos que se encuentran en tubos interconectados y poros extendiéndose a lo largo de los lados del cuerpo y la cabeza. A menor distancia, la **visión** es el método primario de detección de presas. Durante el estado final del ataque, los tiburones son guiados a su presa por campos bioeléctricos desplegados por todos los animales. Los **electrorreceptores**, las ámpulas de Lorenzini, están localizados primariamente en la cabeza, a través de este sistema pueden encontrar presas escondidas en la arena. Son canales llenos de gelatina que van desde un poro en la piel a una ampolla dentro del cuerpo, formando una red alrededor de la cabeza.

Durante el ataque y captura de la presa, el tiburón pueda proyectar su mandíbula superior hacia adelante y tragar presas más grandes que su boca (quinésis craneal). En el caso de los batoideos (rayas y mantas) los dientes son planos y forman una placa. La boca es protusible y pueden realizar una fuerte succión para desprender a los invertebrados del substrato. La depresión dorsoventral del cuerpo y la extensión lateral de sus aletas pectorales proveen una amplia superficie sobre la cual las ampollas de Lorenzini están distribuidas. Los condictios carecen de aparato opercular (sistema que funciona a modo de fuelle en osteíctios, el cual hace pasar de forma activa el agua a través de las branquias) por lo cual muchos tiburones para hacer pasar el agua a través de sus branquias dependen de una natación constante, el agua ingresa por un orificio llamado **espiráculo** (resto de la primer hendidura branquial). En los tiburones el espiráculo generalmente se encuentra situado detrás de los ojos, en el caso de las rayas, que poseen su boca en la zona ventral, los orificios a través de los cuales hacen circular el agua están localizados en la cara dorsal de sus cabezas.

Gran parte del éxito de los elasmobranquios actuales puede ser atribuido a sus sofisticados mecanismos reproductivos. Con la fertilización interna, adoptaron una estrategia reproductiva favoreciendo la producción de una pequeña cantidad de prole, que son retenidos, protegidos y alimentados por largos periodos dentro del útero de la hembra. Este modo reproductivo requiere de una importante inversión de energía por parte de la hembra. Pueden ser vivíparos, en los cuales la hembra da a luz unos neonatos que ha retenido en su útero por algún tiempo y fueron alimentados vía el tracto reproductivo, es decir, son especies matrotroficas (Gr., matro = madre; trofia = alimentación). Ovovivíparos, los huevos eclosionan en el oviducto y las crías al nacer ya tienen el aspecto de los adultos. Las crías se sustentan por una unión con el saco vitelino. Otras especies son ovíparas y la hembra libera huevos al medio ambiente con embriones que son lecitotrofos (Gr., lecito = huevo; trofia = alimentación), es decir, se alimentan del vitelo depositado por la hembra dentro del huevo, durante 6-10 meses (FIG). Esos huevos presentan protuberancias o extensiones con las cuales se sujetan a la vegetación marina o acuñados en sitios protegidos sobre el sustrato (conocidos como monederos de sirena).



Las formas existentes de condríctios pueden ser divididos en dos grupos:

HOLOCEFALOS

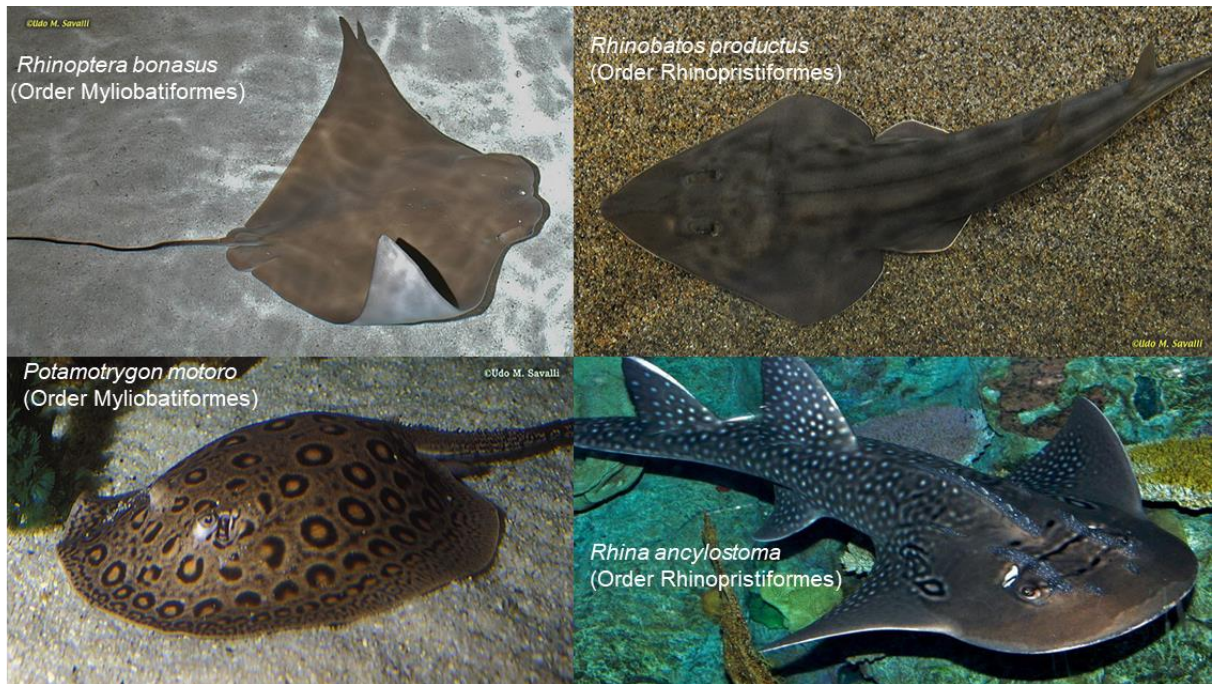
(Gr., holo = completo; cephalo = cabeza), presentan una sola abertura branquial a cada lado de la cabeza. Este grupo lo componen los peces conocidos como peces rata y quimeras, que tienen un cuerpo en forma de peces con una larga y flexible cola, una cabeza con grandes ojos y dientes muy robustos. Las mandíbulas de estos peces están fuertemente fusionadas al cráneo. Sus aberturas branquiales no están expuestas al medio externo, sino que están protegidas por un opérculo. No hay escamas placoideas. Están representados por el orden Chimaeriformes con 37 especies, son especies marinas y generalmente de profundidad.



ELASMOBRANQUIOS

(Gr., elasma = placa; branchi = branquia), que es el grupo de condricios que presenta múltiples aberturas branquiales a cada lado de la cabeza. Este grupo incluye a los tiburones, con cuerpos frecuentemente cilíndricos y 5-7 aberturas branquiales a cada lado de la cabeza; y las rayas y mantas, que son peces cartilagosos aplanados con varias aberturas branquiales en la superficie ventral de la cabeza.





CONSERVACIÓN

Hoy en día muchas especies se encuentran seriamente amenazadas a consecuencia de la contaminación de los mares, la sobreexplotación pesquera, la superpoblación en las áreas costeras y el comercio de aletas de tiburón con los países asiáticos. En la naturaleza no cuentan con muchos depredadores y presentan tasas de crecimiento muy lentas, suelen tener pocas crías y en muchos casos largos períodos reproductivos, características que los hacen muy vulnerables a la sobreexplotación. Desde el 2002 algunas especies de tiburonesse incluyeron en la lista de especie en peligro de la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) y muchas de ellas en la lista roja de la UICN (Red List of Threatened Species).