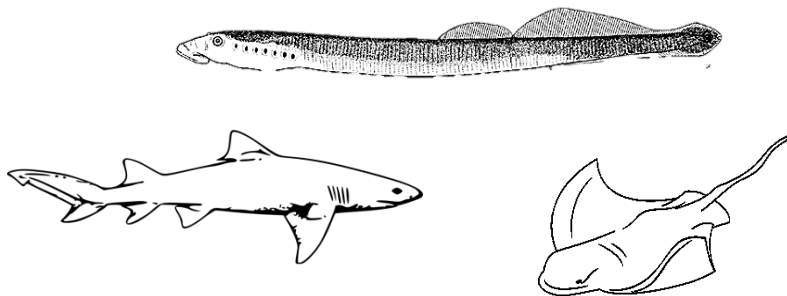


AGNATOS Y CONDRICTIOS



CURSO PRÁCTICO - VERTEBRADOS

2017

Dr. Martín Bessonart

M.Sc. Larisa Magnone

M.Sc. Sabrina Riverón

Lic. Juan Gadea



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR | fcien.edu.uy

INTRODUCCIÓN A LOS VERTEBRADOS

La historia de los vertebrados comenzó hace aproximadamente 500 millones de años, durante el Período Cámbrico. Es un grupo diverso dentro del cual han evolucionado algunos de los animales más grandes y complejos conocidos. Durante su historia se han diversificado enormemente consiguiendo ocupar ambientes marinos, dulceacuícolas, terrestres y el aire.

Al igual que todos los cordados, los vertebrados en algún momento de su vida presentan las cinco características diagnósticas del Phylum Chordata: notocorda, hendiduras faríngeas, endostilo o glándula tiroideas, cordón nervioso tubular dorsal y cola post-anal. Por otro lado, los vertebrados presentan un conjunto de características particulares que definen el Subphylum Vertebrata (\approx Craniata) y que los diferencia del resto de los cordados: cabeza bien diferenciada con el cerebro encerrado dentro de un cráneo, 10 a 12 pares de nervios craneales, la notocorda nunca se extiende por delante del cráneo, presencia de hueso o cartílago (o ambos), presencia de vertebras (en la mayoría de las especies), sistema circulatorio cerrado y las células de la cresta neural y las placodas epidérmicas que son las células que, durante el desarrollo embrionario, dan origen a las estructuras sensoriales de la cabeza, a los dientes, el neurocráneo anterior, hueso dérmico y otras estructuras propias de los vertebrados.

Phylum	CHORDATA
Subphylum	VERTEBRATA (\approx CRANIATA)
Superclase	Myxiniomorphi (mixinas)
Superclase	Petromyzontomorphi (lampreas)
Superclase	Gnathostomata
Clase	Chondrichthyes
Subclase	Holocephali (quimeras)
Subclase	Elasmobranchii (rayas y tiburones)

LOS AGNATOS

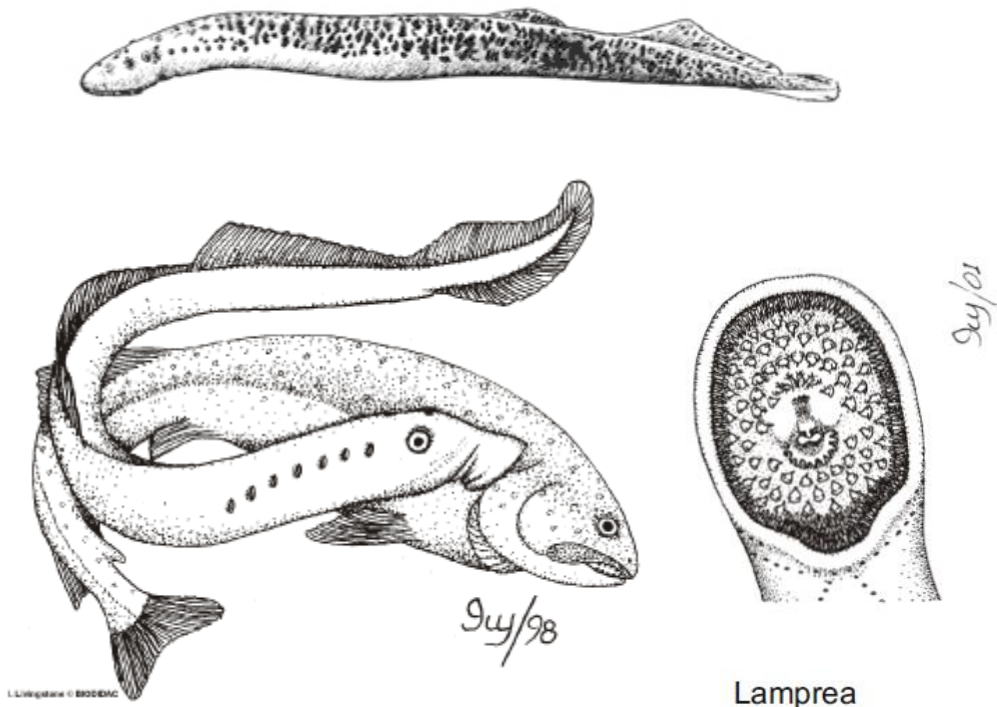
La historia de los vertebrados comenzó con los agnatos o “peces sin mandíbulas”, los cuales carecen de un aparato prensor derivado de los arcos branquiales (las mandíbulas de los vertebrados). Los agnatos actuales (mixinas y lampreas) son los sobrevivientes de este grupo que alcanzó su mayor diversidad durante los períodos Silúrico y Devónico (más de 360 millones de años atrás). Las

mixinas y las lampreas son conocidas conjuntamente como ciclóstomos “boca redonda”, y son los únicos vertebrados vivos que conservan el estado ancestral de la boca sin mandíbulas. Sin embargo, se apartan en muchos aspectos del estado ancestral general de los vertebrados sin mandíbulas hallados en el registro fósil (los Ostracodermos), ya que se encuentran muy modificadas debido a que están adaptadas a estilos de vida muy especializados. Es posible que esta adaptación a estilos de vida particulares sea lo que les ha permitido sobrevivir hasta la actualidad siendo un grupo relictual de los vertebrados sin mandíbulas que fueron tan diversos cientos de millones de años atrás.

Actualmente existen aproximadamente 70 especies de mixinas repartidas en 7 géneros y en una única familia, y aproximadamente 38 especies de lampreas repartidas en 10 géneros y 3 familias.

En los agnatos actuales la notocorda persiste durante toda la vida del animal y el esqueleto cartilaginoso es poco desarrollado. Sin embargo a partir del registro fósil se sabe que las especies extintas del grupo poseían esqueleto óseo. En contraste con las desnudas lampreas y mixinas, muchos de los agnatos extintos poseían esqueleto dérmico bien desarrollado.

Las lampreas tienen la boca redondeada y ésta actúa como un vaso de succión. Con ella, las lampreas se aferran a sus presas que usualmente son peces óseos. Una vez sujeta la presa, la lamprea rompe la piel de la presa con su lengua equipada con espinas corneas, y succiona sangre y tejidos.

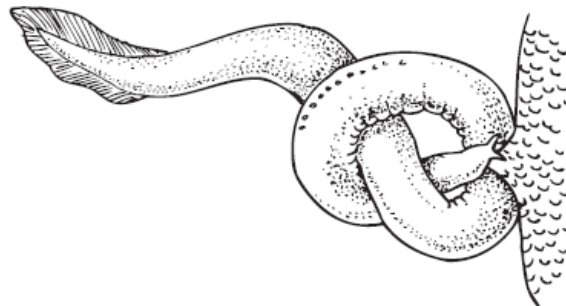


Lamprea

En algunos lugares, las lampreas son tan abundantes que representan un problema para las pesquerías comerciales. Fueron introducidas en los Grandes Lagos de Norte América y se han convertido en una plaga, en cuyo control se gastan millones de dólares al año.

Algunas especies de lampreas son marinas pero todas desovan en agua dulce. Las especies marinas suelen migrar grandes distancias para reproducirse. La reproducción de las lampreas es sexual y mediante fecundación externa. Los huevos son pequeños y con poco vitelo. Son depositados en un nido preparado entre las depresiones de los fondos de piedra en corrientes de agua dulce. De cada huevo nace una larva delgada y transparente conocida como "ammocete". A diferencia del adulto, la larva es filtradora y vive la mayor parte del tiempo enterrada.

Las mixinas tienen aspecto anguiliforme similar al de las lampreas pero a diferencia de éstas, las mixinas tienen hábitos carroñeros. En general se alimentan de peces muertos o moribundos, o cazan invertebrados del fango. Utilizan unas estructuras corneas duras de su "lengua" para raspar la carne de sus presas. Cada individuo presenta testículos y ovarios, pero solo uno de estos es funcional, por lo que en la práctica no son hermafroditas. La fecundación es externa, los huevos son grandes y con mucho vitelo. No se conocen estados larvales de las mixinas por lo que se piensa que el desarrollo es directo (sin metamorfosis). El fluido corporal de las mixinas es único entre los vertebrados vivos, presenta una concentración salina similar a la del agua de mar, con lo cual no existe flujo neto de agua entrando o saliendo del cuerpo.



"Knotting" behavior in feeding

AGNATHA

Los agnatos vivos son vertebrados primitivos con cuerda dorsal persistente, carentes de hueso y de aparato mandibular. Las especies actuales están comprendidas en dos Superclases: Superclase Myximorphi (mixinas) y Superclase Petromyzontomorphi (lampreas). Usualmente son agrupadas bajo el nombre Ciclostomos (boca circular).

DIAGNOSIS

- Boca redonda con dientes córneos.
- Esqueleto membranoso o cartilaginoso.
- Cráneo sin región occipital.
- Varios pares de hendiduras branquiales externas.
- Bolsas braquiales en forma de saco.
- Órgano olfatorio impar con doble inervación.
- Piel desnuda, frecuentemente recubierta de mucosa.

ANATOMÍA

Presentan **piel** desnuda, sin escamas.

Las mixinas tienen básicamente tres capas, una epidermis pluriestratificada, un corion con fibras conjuntivas y un tejido subcutáneo grueso que casi no contiene fibras. La epidermis consta de diferentes tipos celulares, destacando células sensoriales y glandulares. El tejido subcutáneo se relaciona de forma laxa con la base muscular.

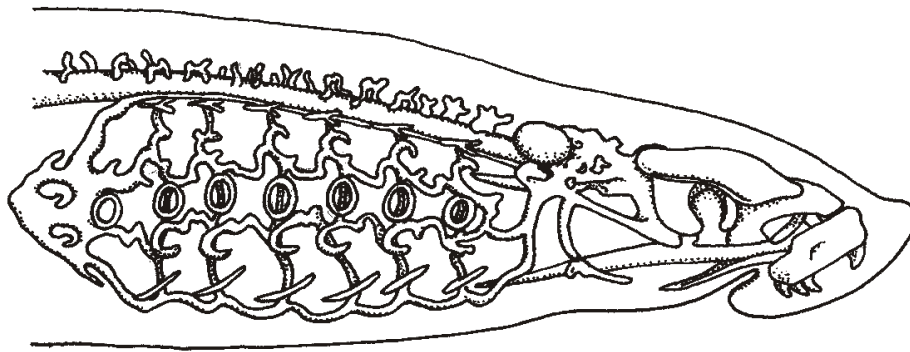
Las lampreas también tienen la piel triestratificada, pero a diferencia de las mixinas el tejido subcutáneo está fuertemente unido a la base muscular. Su epidermis posee células mucosas y en el límite entre corion y subcutáneo aparecen células pigmentarias.

El esqueleto de los agnatos actuales es cartilaginoso con escasa cantidad de sustancia fundamental. Las larvas de lamprea tienen un tipo de cartílago denominado mucoso.

Poseen neurocráneo fragmentado y esqueleto branquial desarrollado. El esplacnocráneo en las lampreas adultas posee una formación de trabéculas muy especializadas y se une por dos puntos al neurocráneo. En la parte superior tiene elementos de sostén para la cavidad bucal y cartílagos labiales. La cavidad branquial se halla en la parte caudal de la verdadera región craneana, es una estructura de sostén para el aparato branquial y las bolsas branquiales. En el caso de las mixinas el esplacnocráneo está constituido por placas y trabéculas que sostienen la cavidad bucal y la lengua. El esqueleto branquial es reducido.

El esqueleto axial se halla constituido por una cuerda dorsal que persiste toda la vida. En las lampreas los arcos neurales que rodean la médula espinal son cartilaginosos, mientras que en las mixinas irradian dorsal y ventralmente hacia la región caudal prolongaciones cartilaginosas. Esos cartílagos de ordenación segmentaria se interpretan como rudimentos de estructuras vertebrales.

La musculatura a diferencia de los demás vertebrados no presenta inserción en el esqueleto axial sino exclusivamente en el esqueleto cefálico.



Esqueleto de una lamprea

9/11/01

Livingstone, © BIODIDAC

SISTEMA CIRCULATORIO

El corazón está dividido en dos cámaras, aurícula y ventrículo. Se encuentra envuelto en un pericardio que en las mixinas y “ammocetes” (larva de lamprea) comunica con la cavidad peritoneal. En lampreas adultas no existe comunicación y la circulación es completamente cerrada. La sangre tiene corpúsculos sanguíneos nucleados, los pigmentos respiratorios se asemejan a los de invertebrados. La sangre venosa fluye a través del seno venoso hacia la aurícula y a través del bulbo arterial y la aorta ventral hacia las branquias. La sangre oxigenada en los capilares branquiales se acumula en las aortas branquiales eferentes uniéndose éstas en la aorta dorsal que la lleva al resto del cuerpo. Una característica particular de este grupo es la presencia de un fragmento contráctil en el vaso hepático.

El sistema vascular linfático es bien diferente al del resto de los vertebrados, posee lagunas en las zonas cefálica, branquial, abdominal y caudal, así como debajo de la piel. Dichas lagunas se conectan entre sí por cordones linfáticos agrupados en pares.

SISTEMA NERVIOSO Y SENSORIAL

La médula espinal tiene forma aplanada con la parte dorsal convexa y ventral cóncava.

Las lampreas poseen sistema de línea lateral rodeando la boca, los ojos, narina y branquias. En la zona torácica forma tres líneas: dorsal, lateral y ventral. En mixinas se pensaba que no existía pero se encontró un género que posee rudimento de sistema de línea lateral.

El órgano olfativo se distingue por ser impar y estar relacionado con la hipófisis. Se encuentra en el conducto nasal, que en las lampreas se abre en la cara dorsal mientras que en las mixinas se halla por encima de la boca en posición terminal. El órgano estato-acústico está reducido al laberinto y consta de un vestíbulo y un utrículo con dos divertículos. Los ojos se caracterizan por la presencia de una capa córnea

biestratificada, falta un verdadero cuerpo ciliar, nervio óptico y falta de músculos intraoculares. Las lampreas tienen la visión más desarrollada que las mixinas.

APARATO UROGENITAL

Poseen el sistema renal más primitivo entre los vertebrados. Las mixinas juveniles tienen holonefros; un riñón con un solo túbulo renal por segmento torácico y los túbulos de cada lado del organismo desembocan en un canal primitivo. El holonefros se divide en dos segmentos, el holonefros craneal y el opistonefros caudal. En general el pronefros derecho está más desarrollado. En el extremo caudal de cada pronefros se halla un ovillo vascular formado por la fusión de varios glomérulos. El sistema renal los agnatos recibe exclusivamente sangre de los vasos laterales y no a través del sistema porta renal.

El aparato reproductor está formado por un órgano que ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal, suspendido por una hoja de peritoneo. Los sexos están separados y los gametos caen al celoma saliendo al exterior por poros genitales. La fecundación es externa.

APARATO DIGESTIVO

En las mixinas la boca se cierra en forma de estrella circundada por dos pares de tentáculos. La lengua es una formación de la cavidad bucal diferente a la del resto de los vertebrados. Esa lengua es sostenida por cartílagos y tiene dos pares de dientes córneos que actúan como raspadores.

En las lampreas adultas la boca se convierte en un órgano succionador redondo dirigido hacia abajo, con un borde cubierto de pequeños cirros que constituyen un órgano filtrador que impide el paso de partículas grandes con el agua durante la respiración. El interior de la boca está cubierto por un epitelio pluriestratificado y posee dentículos córneos. En la base de la faringe se halla la lengua, provista también de dentículos córneos que es utilizada como lima para abrir una herida e introducir posteriormente el émbolo succionador.

Los dientes de los ciclóstomos son de origen exclusivamente epidérmico, no se pueden homologar con los dientes del resto de los vertebrados.

El intestino anterior está dominado por el aparato branquial. En mixinas, la primera porción no tiene branquias pero la segunda sí las tiene. En las lampreas la parte inferior del intestino anterior forma el saco branquial y el superior forma el esófago.

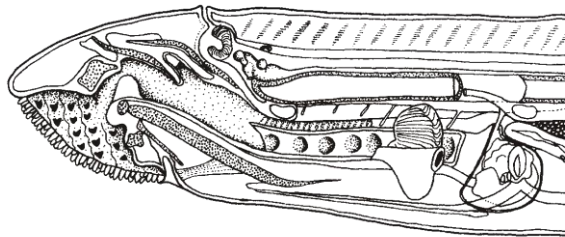
El intestino termina en una cloaca. Las mixinas poseen un esfínter que cierra la cloaca pero las lampreas no.

SISTEMA RESPIRATORIO

Poseen branquias dispuestas en bolsas esféricas también llamadas bolsillos o sacos, es una estructura exclusiva de los ciclóstomos. La parte interior tiene la superficie respiratoria muy dividida. Comunican con el intestino a través del conducto branquial interno y con el exterior a través del conducto branquial externo. La estructura del sistema branquial y el número de bolsas branquiales es diferente entre mixinas y lampreas.

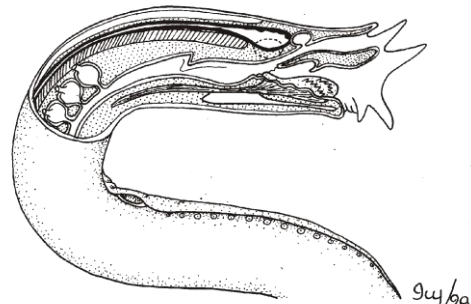
Las mixinas poseen de 6 a 13 pares de bolsas branquiales comunicadas directamente con el intestino, pero comunicadas con el exterior a través de un único canal eferente que sale por la parte ventral detrás de las bolsas branquiales a la altura del primer tercio del cuerpo.

Las lampreas poseen en general 7 pares de bolsas branquiales, cada una comunicada con el exterior a través de su propio conducto branquial externo.



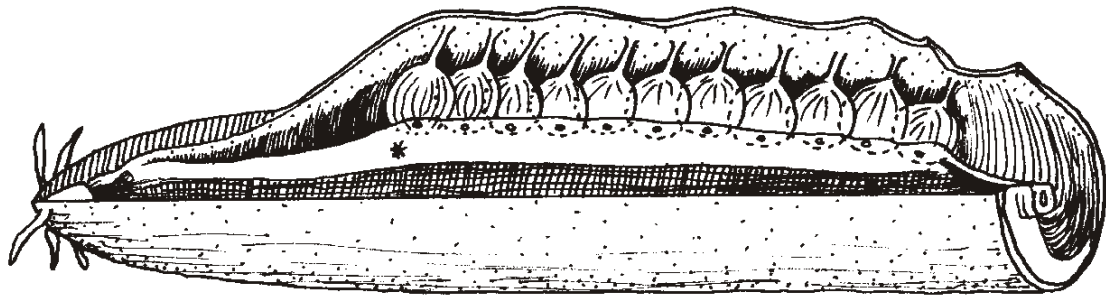
Lamprea

Bec /01
Stitch, © BIODIDAC



mixina

94/98



Livingstone © BIODIDAC mixin

94/99

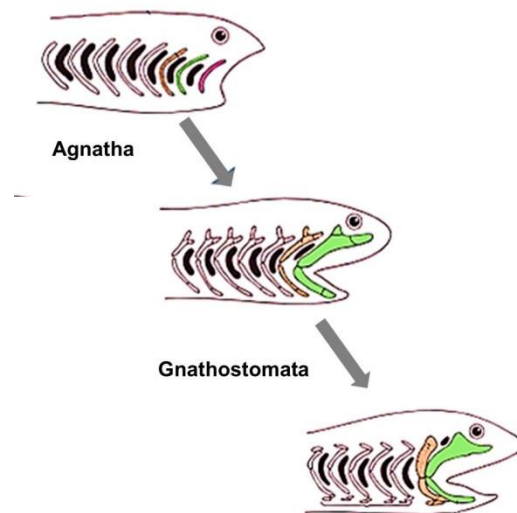
ORIGEN DE LOS PECES MANDIBULADOS

Las mandíbulas aparecen por primera vez en los vertebrados hace 410 millones de años, hacia finales del Silúrico. La adquisición de mandíbulas les permitió a los peces evolucionar en eficientes predadores dotándolos de la capacidad de conseguir alimento de sitios y de formas en las que no había sido posible hasta ese momento. Desarrollaron aletas cada vez más eficientes y fueron capaces de propulsarse con mayor rapidez y exactitud para asechar, cazar y a la vez evitar

predadores. Los mandibulados primitivos desplazaron a sus ancestros sin mandíbula, por lo que los agnatos han sobrevivido hasta el presente sólo como parásito y carroñero, dos formas de vida especializadas en las cuales tienen relativamente pocos competidores.

Las mandíbulas con capacidad de morder de los vertebrados gnatostomados (boca con mandíbulas) tuvieron lugar por medio de la modificación evolutiva de uno o de más arcos branquiales, originalmente las áreas entre las hendiduras branquiales. Estas hendiduras branquiales a su vez se desarrollaron a partir de las hendiduras o cavidades faríngeas características de los embriones de los cordados. En el proceso evolutivo de las mandíbulas los arcos branquiales se movilizaron hacia delante en relación con el cuerpo cambiando de forma. La progresiva modificación de los arcos hasta la boca produjo la mandíbula característica de los modernos vertebrados gnatostomados – todos los vertebrados vivos excepto mixinas y lampreas. Los dientes de los vertebrados se originaron a partir de modificaciones evolutivas de la piel. Una vez que las mandíbulas hubieron evolucionado en los primeros gnatostomados, sus descendientes desarrollaron distintos tipos mandibulares, los cuales varían ampliamente en las diferentes clases de vertebrados.

De las aproximadamente 42.500 especies de cordados actuales, la mitad son peces. Indudablemente muchas más esperan ser descubiertas, especialmente en aguas continentales de Sudamérica y África, los cuales son excepcionalmente ricos en miembros de este grupo. Los peces han logrado ocupar de manera eficiente todos los ambientes acuáticos del planeta. Principalmente los peces mandibulados, los cuales a través de una serie de importantes cambios evolutivos dieron lugar al resto de los vertebrados.



CONDRICTIOS

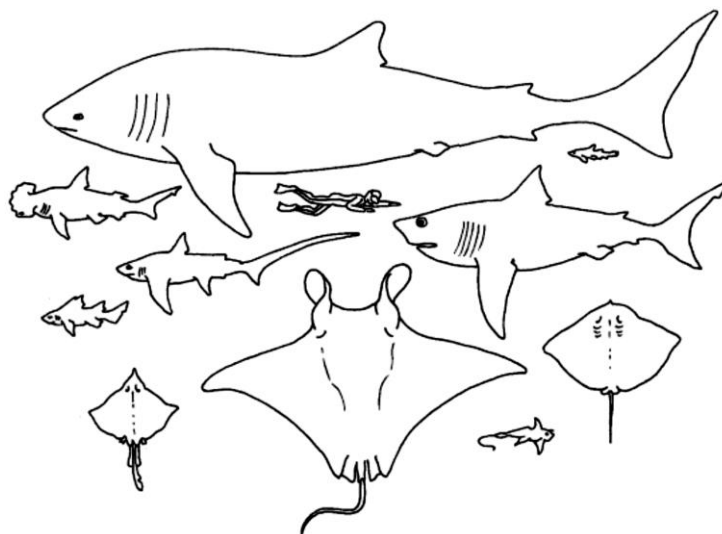
Entre los grupos de peces mandibulados más antiguos conocidos están los Placodermos, los Condrictios (tiburones y rayas) y los Osteictios. Estos grupos y otras líneas extintas reemplazaron ampliamente a los agnatos de todo el mundo; hoy en día sus descendientes dominan todos los mares y las aguas continentales.

Muchos cientos de miles de especies extintas de la clase *Chondrichthyes* se conocen a partir del registro fósil, pero solamente 850 existen en la actualidad. Estos peces son mayoritariamente carnívoros y carroñeros. El esqueleto interno de las formas vivientes está compuesto de cartílago, que es un material ligero y elástico. Sus aletas y esqueletos livianos han hecho de ellos eficientes nadadores y depredadores, y han jugado un importante rol ecológico en los mares del mundo durante cientos de millones de años.

Los condriictios carecen de vejiga natatoria pero poseen hígado altamente graso, que en el caso de los tiburones alcanza el 20% del peso corporal permitiéndoles regular la flotabilidad gracias a la elevada cantidad de aceite que contiene. La piel de los condriictios está totalmente cubierta por pequeños dentículos puntiagudos similares en estructura a los dientes. Como resultado la piel de estos peces es rugosa como un papel de lija.

Los tiburones se desplazan a través del agua con movimientos sinuosos de todo el cuerpo y mediante golpes de la aleta caudal. Este movimiento tiende a conducir a los tiburones hacia abajo. Esta tendencia es corregida por las aletas pectorales. En las rayas, las aletas se encuentran modificadas y el movimiento se produce principalmente por ondulación de las aletas pectorales. En las rayas la cola no participa en la locomoción tanto como en los tiburones, es una estructura delgada y en algunos casos está equipada con un aguijón venenoso que el animal utiliza como defensa. Estos animales pasan la mayor parte del tiempo en el fondo alimentándose principalmente de invertebrados bentónicos. La alimentación sobre el fondo se ve favorecida por la posición ventral de la boca.

Muchos tiburones (al igual que aquellos peces óseos que nadan constantemente), dependen de la natación para producir una corriente constante de agua a través de sus branquias para poder respirar. Otros peces son capaces de bombear agua a través de sus agallas mientras están inmóviles. Aquellas especies que obtienen el oxígeno moviéndose constantemente pueden ahogarse si se les impide desplazarse. Las rayas, que generalmente poseen la boca en posición ventral y comen del fondo, poseen orificios en posición dorsal (espiráculos) a través de los cuales hacen circular el agua.



CHONDRICHTHYES

DIAGNOSIS

Las especies vivientes se caracterizan por poseer mandíbula y esqueleto cartilaginoso, en ocasiones calcificado. Tienen cráneo sin suturas y las cavidades nasales no comunican con la faringe. Escamas placoides, aletas pares relacionadas con sus correspondientes cinturas, aleta dorsal (una o dos), aleta anal y aleta caudal heterocerca. Telencéfalo bien desarrollado con bulbo olfatorio pronunciado. Órgano de línea lateral más desarrollado en zona cefálica y suplementado por fosetas sensitivas. Intestino con válvula espiral, conductos genitales derivados de uréteres primarios y clasps en los machos (órgano copulador masculino).

Innovaciones estructurales en relación a los ciclóstomos:

- Aparato mandibular verdadero.
- Transformación del arco hioideo en aparato de apoyo a la mandíbula.
- Existencia de verdaderas cinturas (pectoral y pélvica).
- Transformación de la primera hendidura branquial en espiráculo.
- Existencia de aletas pares (pectorales y pélvicas) y de aleta caudal bien desarrollada.
- Tegumento reforzado por escamas placoides ("dentículos dérmicos").

PIEL Y FANERAS

Poseen epidermis de tipo pluriestratificado no córneo, con estrato germinativo bien desarrollado situado sobre una membrana basal. Debajo de la epidermis se halla un corion grueso con una densa red de fibras conjuntivas.

Las escamas placoides son pequeñas formaciones con estructura similar a dientes (cavidad pulpar, vasos sanguíneos, cono de dentina y capa de esmalte) cuyos apéndices atraviesan la epidermis. La forma de los dentículos es diversa y eventualmente puede no estar presente (Holocéfalos). Otras veces se han desarrollado estructuras más fuertes con forma de espinas a lo largo de aletas dorsales o en la cola como agujones. En las capas superiores del corion y en el estrato germinativo de la piel se encuentran numerosos cromatóforos con ramificaciones hasta las células epidérmicas superiores. Los cambios de color están bajo regulación neuro-hormonal. En cuanto a las glándulas, en la piel destacan las mucosas en la epidermis de rajiformes. También aparecen glándulas unicelulares de secreción serosa acumuladas en el recubrimiento epidérmico de los surcos de los agujones caudales.

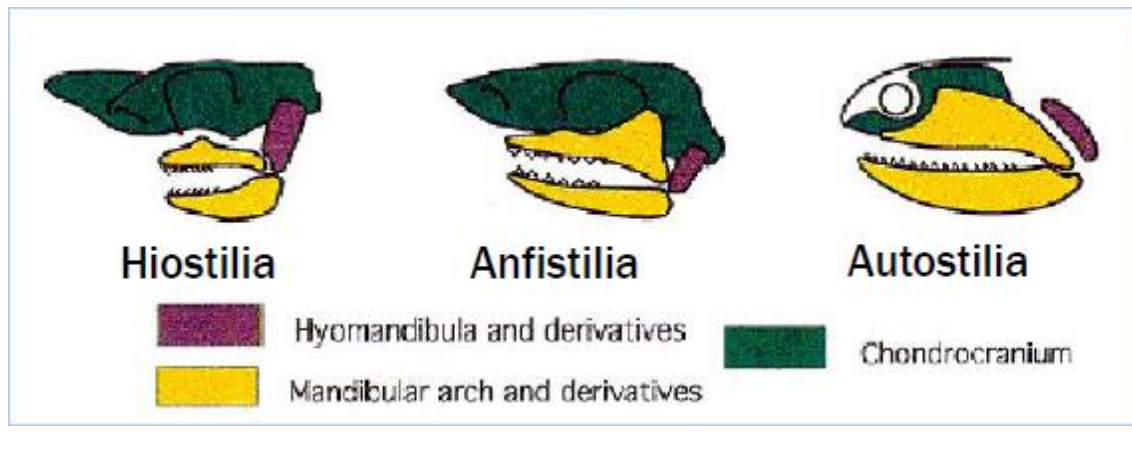
SISTEMA DE SOSTÉN

Esqueleto

El cráneo de los seláceos está formado por una cápsula cartilaginosa compuesta de varios segmentos. El segmento más posterior es pequeño y con un gran orificio, el foramen mágnum. Debajo se encuentra el cóndilo occipital que articula con el centro de la primera vértebra. En la parte anterior se encuentran las cápsulas auditivas que alojan el oído interno. En dirección rostral aparecen las cavidades oculares. El naurocráneo se halla atravesado por numerosos orificios que llevan vasos sanguíneos y nervios.

Fijación mandibular: se distinguen tres formas principales.

- **Hiostilia:** el palatocuadrado articula con el cráneo por detrás a través del hiomandibular, mientras que por delante tiene una relación muy laxa. Característico de la mayoría de condriictios y osteíctios.
- **Anfistilia:** el palatocuadrado se relaciona con el cráneo por delante a través de una prolongación del etmoides y por detrás a través del hiomandibular que articula con el cráneo a la altura del hueso ótico. Es característico de condriictios primitivos.
- **Autostilia:** el hiomandibular no participa en la articulación de la mandíbula ya que el palatocuadrado está en relación directa con el cráneo. Se ve en holocéfalos.



La columna vertebral posee vértebras que desarrollan arcos neurales y hemales. Existen criterios taxonómicos en función de la estrangulación del cordón nervioso dorsal, la relación entre el cuerpo vertebral y la base de los arcos y el modo de calcificación. Las costillas pueden estar bien desarrolladas (euseláceos) o ausentes (holocéfalos).

Poseen aletas dorsal, anal, caudal, pectorales y pélvicas. La caudal generalmente es heterocerca y tiene un importante rol locomotor (seláceos). Las aletas pectorales y pélvicas en los condriictios primitivos tienen en la base un tronco

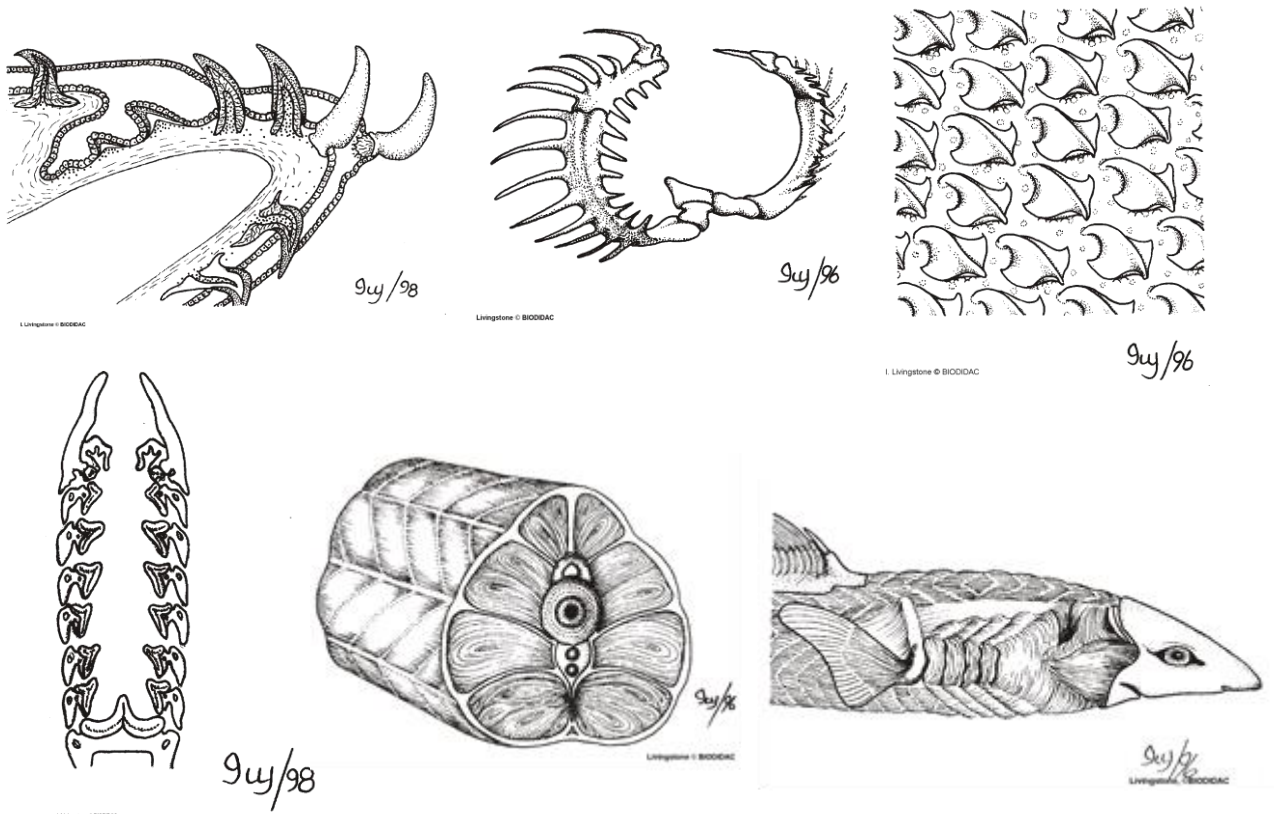
del cuál salen los radios paralelos, mientras que en los modernos se desarrolló un eje basal como resultado de la fusión de los radios en tres segmentos; protopterígio, mesopterígio y metapterígio. La cintura pélvica consta de un solo arco cartilaginoso sencillo y no tiene relación con el esqueleto axial.

Sistema muscular

La musculatura somática normalmente está dividida en miómeros situados alternadamente con respecto a las vértebras. Entre los miómeros se hallan los mioseptos. Un tabique conjuntivo horizontal divide los miómeros en una mitad ventral y otra dorsal: musculatura hipoaxial y epiaxial. Las costillas dorsales se insertan entre la musculatura hipo y epiaxial. En la zona caudal donde falta la cavidad visceral, la musculatura hipoaxial se prolonga simétrica a la epiaxial formando cuatro cordones macizos que rellenan la cola.

SISTEMA DIGESTIVO

Una característica típica es la posición ventral de la boca. Los dientes son homólogos a las escamas placoides. Se forman en un surco epitelial dentro del borde de la boca, avanzan hacia el borde del palatoc cuadrado y quedan en posición vertical, los dientes gastados van cayendo hacia afuera. La faringe posee filtro branquial y la musculatura responsable de los movimientos de bombeo. Esófago recto y amplio, seguido por un estómago que aparece sin estrechamiento. El intestino tiene la válvula espiral que es una característica del grupo. El hígado es muy grande (puede representar hasta el 20% del peso corporal).



SISTEMA RESPIRATORIO

Tienen hendiduras branquiales originadas por evaginaciones laterales de la pared del intestino branquial. Forman las bolsas branquiales que conectan con el tegumento. La primera hendidura branquial se ha modificado en el espiráculo. Se encuentra desplazada dorsalmente entre el hiomandibular y el hioideo.

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

Epitelio olfativo en cavidades pares por delante de la boca (pueden comunicar con el interior de la boca o no). El sistema de la línea lateral muy desarrollado se divide en tres líneas en torno a ojos y boca.

Las ampollas de Lorenzini, órganos sensoriales especializados en la detección de señales eléctricas. Están inmersos en la piel, la cúpula sensorial se comunica con el exterior a través de un canal relleno de una sustancia gelatinosa con capacidad conductora.

La visión en general está bien desarrollada, los ojos son grandes con córnea, coroides, esclerótica, cristalino, cuerpo vítreo anterior y posterior, iris, pupila, retina y musculatura. La esclerótica reforzada por cartílago calcificado es característica de los condriktios. El iris puede estar pigmentado y suele contener cristales de guanina. Además de bastones, la retina puede tener conos. La adaptación a la luz la hace por movimientos pupilares a diferencia de los osteíktios que la hacen por movimientos retinomotores.

El oído consta de canales semicirculares y vesículas auditivas, constituyendo el laberinto auditivo. Se trata de dos canales verticales perpendiculares entre sí y un tercero horizontal a los cuales van unidos dos sacos de diferente tamaño, el utrículo y el sáculo. A diferencia de los ciclóstomos, los condriktios presentan los tres canales semicirculares. En casos extremos como rajiformes los conductos se comunican centralmente. La mácula del utrículo sería receptor de gravedad, la del sáculo de vibraciones y la de la lagena tendría función auditiva.

APARATO UROGENITAL

Una característica de los peces cartilaginosos es la presencia de corpúsculos renales muy grandes en cada nefrón. La isotonía con el ambiente marino se logra por dos mecanismos: concentración salina elevada en los fluidos corporales y un órgano excretor de sales extrarenal, la glándula renal. En los peces cartilaginosos, el protonefros sólo es activo durante el desarrollo y el mesonefros asume la función excretora en el adulto. En los elasmobranquios existe la tendencia a desarrollar un uréter secundario. En las formas más derivadas, todo el riñón desemboca en un uréter secundario separado del conducto de Wolff y que se ha convertido en un ducto deferente.

DESARROLLO

Todos los condriictios presentan desarrollo directo (sin estado larval) y si bien es posible observar ovoviviparidad, la mayoría son vivíparos. Solo la familia (Heterodontidae) es totalmente ovípara.

A diferencia de lo que ocurre en las placentas de los mamíferos, en los seláceos el intercambio de material no se realiza exclusivamente de sistema vascular a sistema vascular, sino que en la parte materna de la placenta aparecen formaciones adicionales secretoras que nutren al embrión. El período de gestación varía entre las especies pero es relativamente largo, por ejemplo en el tiburón *Syliorinhus*, que es ovíparo, el período embrionario es de 6 meses; la raya *Dasyatis violacea*, vivípara y placentaria tiene una gestación de 10 meses. El número de crías es siempre bajo y no existe evidencia de que presenten cuidado parental.

ASPECTOS ECOLÓGICOS Y DE MANEJO

Los condriictios en Uruguay presentan una amplia distribución en el Río de la Plata y su frente oceánico, con casi un centenar de especies (92 especies), donde las características del área con la influencia de la convergencia subtropical y los aportes del Río de la Plata, permiten la presencia de especies tropicales, subtropicales y de aguas frías. Habitan tanto en aguas superficiales como profundas y en las más diversas condiciones de temperatura y salinidad. Muchos de ellos responden a las condiciones locales con movimientos a lo largo de la costa, plataforma y talud, ya sea en relación a cambios estacionales o asociados a su ciclo de vida.

La estrategia de vida de los condriictios en general implica potencial reproductivo y tasa de reclutamiento bajos, lo que los hace sumamente vulnerables a la explotación pesquera.

Actualmente existe en Uruguay una explotación comercial de varias especies de condriictios con pesquerías dirigidas y capturas incidentales. Los tiburones son explotados en nuestro país fundamentalmente para la producción de pescado seco salado “bacalao criollo”, para la obtención de aceite de hígado, además de su comercialización en fresco y congelado.

Hoy varias especies muestran indicios de que se han alcanzado e incluso superado los niveles máximos de explotación, por lo que muchas especies se encuentran con algún grado de vulnerabilidad según las categorías de la UICN.

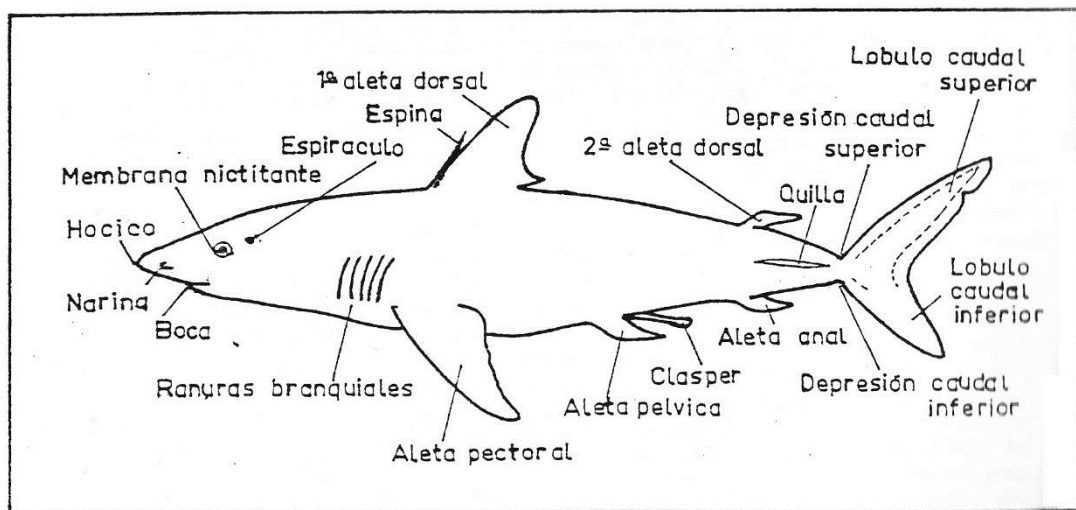
BIBLIOGRAFÍA

Kardong, K. V., 2012. Vertebrate: Comparative Anatomy, Function, Evolution. Sixth Edition. McGraw-Hill, New York, 794 pp.

Nelson, J. S., 2006. Fishes of the World. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 601 pp.

Pough, F. H.; J. B. Heiser & W. N. Mc Farland, 1996. Vertebrate life. Fourth edition. Prentice Hall Eds. 798 pp.

Ziswiler, V. 1978. Zoología Especial Vertebrados. Tomo I anamniotas. Ed. Omega Barcelona 321 pp.



PRINCIPALES ESPECIES EXPLOTADAS EN URUGUAY

Nombre común	Nombre científico
1. Gatuzo	<i>Mustelus schmitti</i>
2. Cazón, Trompa de cristal	<i>Galeorhinus galeus</i>
3. Sarda	<i>Carcharias taurus</i>
4. Moro, Mako, Marrajo	<i>Isurus oxyrinchus</i>
5. Galludo	<i>Squalus acanthias</i> ; <i>S. mitsukurii</i>
6. Azul	<i>Prionace glauca</i>
7. Marrón	<i>Carcharhinus signatus</i>
8. Brasileiro	<i>Carcharhinus plumbeus</i>
9. Moka, Pinocho	<i>Lamna nasus</i>
10. Gris	<i>Hexanchus griseus</i>
11. Pintarroja	<i>Notorynchus cepedianus</i>
12. Angelito	<i>Squatina guggenheim</i> ; <i>S. occulta</i>
13. Martillo	<i>Sphyrna lewini</i> ; <i>S. zygaena</i>
14. Guitarra	<i>Rhinobatos horkelii</i>
15. Chucho	<i>Myliobatis goodei</i>
16. Raya marmorada	<i>Sympterygia bonapartii</i>
17. Raya picuda	<i>Dipturus chilensis</i>

Importancia comercial	Tipo de arte utilizado en la captura
1. Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Red de arrastre de fondo.
2. Media	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de enmalle, pelágicas y de fondo, palangre y red de arrastre de fondo.
3. Media	<ul style="list-style-type: none"> • Artes de anzuelo, red de enmalle.
4. Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente palangre, artes de anzuelo y red de enmalle.
5. Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente red de arrastre de fondo, palangre y artes de anzuelo.
6. Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente palangre, pesca de altura, artes de anzuelo, red de enmalle de fondo.
7. Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Palangre
8. Media	<ul style="list-style-type: none"> • Palangre de fondo y pelágico, red de enmalle.
9. Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Palangre pelágico, red de enmalle, de arrastre pelágico y de fondo, artes de anzuelo.
10. Media	<ul style="list-style-type: none"> • Palangre, red de enmalle de fondo y arrastre.
11. Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Red de arrastre de fondo, enmalle y artes de anzuelo.
12. Media	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente red de arrastre de fondo y red de enmalle.
13. Media	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente palangre de fondo y pelágico, redes fijas de enmalle de fondo y de deriva.
14. Baja	<ul style="list-style-type: none"> • Red de arrastre de fondo.
15. Muy baja	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente artesanal, con palangre y redes de enmalle, red de arrastre.
16. Baja	<ul style="list-style-type: none"> • Red de arrastre de fondo y palangre de fondo.
17. Baja	<ul style="list-style-type: none"> • Red de arrastre de fondo y palangre de fondo.