

Cordados

Procordados

Los metazoos son, como se sabe, los animales pluricelulares constituidos por células diferenciadas y agrupadas en tejidos. De ellos, los Cordados, junto con los artrópodos y moluscos pulmonados, son el grupo más evolucionado y dominante de la vida terrestre, que han conseguido desarrollar mecanismos complejos de adaptación a los problemas del medio; presentan además la mayor variedad de hábitats, aunque no son los de mayor diversidad y número de especies. Los Cordados comprenden unas 50.000 especies que se agrupan en 2 subtipos, los *Procordados*, *Acranios* o Cordados inferiores; y los *Vertebrados* o *Craneados*. Estos últimos incluyen a los agnatos, pisciformes, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. En definitiva, los Cordados incluyen a formas desde primitivas (como los citados Procordados), hasta otras muy complejas como los vertebrados, entre los que se encuentra el hombre.

Los Cordados, evolutivamente hablando, resultan de gran importancia. De toda la escala zoológica son el grupo de animales más avanzado, con mayor diversidad de nichos ecológicos conquistados, y que han demostrado a lo largo de su historia notables adaptaciones, sobre todo al medio terrestre y su ambiente, aunque también al acuático o anfibio en los cuales muchos de ellos constituyen los últimos eslabones tróficos de sus ecosistemas. En los Cordados destaca la capacidad de autorregulación y organización interna; la elevación y mantenimiento constante de la temperatura del cuerpo, por ejemplo, es un factor que les ha permitido un mayor control sobre las reacciones metabólicas, y el desarrollo de un complejo sistema nervioso con capacidad de responder a cualquier estímulo.

Los Procordados son invertebrados acranios, al contrario de los vertebrados, que están provistos de cabeza diferenciada. Los vertebrados se caracterizan por la presencia de una notocorda de estructura larga y flexible, que se extiende a todo lo largo del dorso, y que tras el desarrollo embrionario queda sustituida por la columna vertebral. Entre los caracteres que resultan comunes a todos los Cordados se distingue el poseer un cordón nervioso dorsal hueco, y presentar hendiduras faríngeas durante el desarrollo embrionario.

Los Cordados Acranios o Procordados

Los Procordados son un tipo de Cordados que incluye a todos los invertebrados carentes de cráneo, encéfalo (sin cabeza diferenciada) y columna vertebral, aunque presentan notocorda en alguna fase de su vida, la cual resulta en estos animales un elemento fundamental de sostén del cuerpo, mientras que en los vertebrados la notocorda se transforma en la columna vertebral. Precisamente, también son llamados Cordados inferiores por carecer de columna vertebral y otras estructuras avanzadas de los Cordados superiores o Vertebrados, es decir, se distinguen por poseer los caracteres más primitivos de todo el grupo de los Cordados.

En los Procordados el sistema circulatorio es abierto (algunos como los Cefalocordados carecen de corazón). Su forma de alimentación es mediante filtración a través de las hendiduras branquiales. La forma de reproducción varía; en los Cefalocordados se realiza por sexos separados, mientras que los Urocordados son hermafroditas.

Los Procordados son animales marinos, algunos son bentónicos (como los *Ascidíáceos*) que viven fijos e incluso formando colonias; otros son pelágicos (como los *Taliáceos*) y se desplazan mediante propulsión a chorro. Los Cefalocordados habitan en zonas costeras, nadando libremente en los fondos arenosos.

Clasificación de los Procordados

Los Procordados incluyen los subtipos: *Cefalocordados* (anfioxos) y *Urocordados* (tunicados). Algunos autores consideran integrados en los Procordados a la clase *Hemicordados* (gusanos con trompa), aunque estos animales son quizá más próximos a los equinodermos, ya que no poseen una notocorda propiamente dicha, sino unas hendiduras branquiales en la faringe.

1. Cefalocordados

Los *Cefalocordados*, *Acranios* o *Anfioxos*, también llamados *Leptocardios*, son un subtipo de Cordados reducido (unas 30 especies), caracterizados por poseer una notocorda

que llega hasta la parte anterior del cuerpo (la recorre dorsalmente en sentido longitudinal), por encima de la cual se halla un cordón nervioso que finaliza en un abultamiento o vesícula cerebral; de ambos lados de ese cordón parten pares de nervios hacia los segmentos musculares del cuerpo. Se les ha dado una gran importancia, ya que son considerados como la transición evolutiva entre las *Ascidias* o Cordados inferiores y *Vertebrados* o Cordados superiores. Viven en los mares templados y cálidos, enterrados en la arena de fondos poco profundos, de donde asoma al exterior solamente la parte anterior del cuerpo.

Los Cefalocordados son de reducido tamaño (no más de 8 cm.), alargado, transparentes, lateralmente comprimidos, y afilados en sus dos extremos (con forma lanceolada). Disponen de una larga aleta dorsal, ensanchada en la región posterior para formar la aleta caudal. La boca está rodeada de cirros móviles.

El sistema excretor de estos animales es exclusivo dentro de los Cordados, pues consta de órganos muy primitivos cuyo parangón solo se encuentra en los gusanos anélidos. La reproducción es por sexos separados, con fecundación externa. La larvas, que son nadadoras, nacen asimétricas y adquieren de adultos simetría bilateral.

Los Cefalocordados agrupan una sola familia, los *Branquiostómidos*, compuesta por los géneros *Branchiostoma* y *Asymmetron*.

2. Urocordados

Los *Urocordados* o *Tunicados*, llamados así por que la pared del cuerpo segrega una *túnica* constituida por una sustancia celulosa llamada *tunicina*, es un tipo de Cordados celomados que presentan el notocordio situado en la región caudal. Comprenden alrededor de unas 2.000 especies todas ellas marinas, y con distinto tipo de movilidad: bentónicas, planctónicas, solitarias o coloniales. El cuerpo está dividido en tórax y abdomen (a veces prolongado en un postabdómen); en el tórax se localiza la función respiratoria consistente en una cámara branquial o faringe. El sistema digestivo nace en una boca que comunica con una faringe que dispone un número de hendiduras branquiales variable en donde se alberga el *endostilo*, constituido por un surco provisto de células ciliadas que segregan una sustancia mucilaginoso. Los nutrientes aglutinado por el mucílago, es conducido por el movimiento de unos flagelos al verdadero aparato digestivo.

Los Urocordados son hermafroditas; es corriente la reproducción asexual por gemación. La fecundación es habitualmente externa. Las larvas, que son nadadoras, están dotadas de cola con notocorda, de ahí el nombre del grupo Urocordados (Uro=cola). Algunas especies son vivíparas (los embriones se desarrollan en una cámara interna).

Los Urocordados comprenden tres clases: los *Ascidiácios* (ascidias o patatas de mar), que habitan en la arena o fijas a las rocas, tanto en colonias como aisladamente, con desprendimiento de la cola al llegar a adulto; los *Taliáceos* (salpas), de gran movilidad que consiguen mediante propulsión a chorro, también con pérdida de la cola; y los *Larváceos* (apendicularias), que se caracteriza por mantener la cola larvaria una vez alcanzan la fase adulta.

Vertebrados

Los Vertebrados son un subtipo de cordados muy evolucionados. Los más primitivos poseen órganos y mecanismos muy rudimentarios, que se van especializando conforme se avanza en la evolución hasta llegar a los mamíferos, en los cuales se controlan y coordinan todos los mecanismos desde una región centralizada: la corteza cerebral.

Los Vertebrados son animales extraordinariamente capacitados para colonizar y adaptarse a diferentes ambientes, incluidos los más difíciles e inhóspitos. Aunque proceden inicialmente del medio dulceacuícola, han conseguido evolucionar en el mar y pasar posteriormente al medio terrestre, el cual dominan en la actualidad.

Características generales

Los Vertebrados son animales de simetría bilateral, con el cuerpo dividido claramente en tres regiones: cabeza, tronco y cola; el tronco a su vez subdividido en tórax y abdomen. Del tronco sobresalen las extremidades, que son impares en los *Agnatos* o *Ciclostomos* y pares en el resto de vertebrados. Presentan notocordio, que se transforma en columna vertebral en estado adulto; la cabeza está bien diferenciada, la cual agrupa y centraliza la mayoría de órganos sensoriales y nerviosos. La estructura craneal de los vertebrados ha conseguido

mantenerse fácilmente en estado fósil, motivo éste que ha sido fundamental para conocer su evolución.

Las paredes del cuerpo de los vertebrados utilizan para respirar unos orificios o hendiduras branquiales; en los que respiran por pulmones desaparecen después de la fase embrionaria. El esqueleto puede ser óseo, cartilaginoso, y en ocasiones presentar *dermoesqueleto*, consistente en unas formaciones cutáneas esqueléticas.

Tegumento

El tegumento adquiere notable importancia en los Vertebrados por los múltiples papeles que desempeña, y puede presentar variadas diferenciaciones córneas. En el tegumento se distinguen formaciones de estructuras protectoras y sensoriales, glándulas con funciones excretoras, aislamiento del medio, etc. Consta de tres capas: epidermis, dermis e hipodermis. Por su parte, la coloración del tegumento es debida sobre todo a los *cromatóforos* o células pigmentarias ramificadas de la piel.

La piel origina dos formaciones importantes, epidérmicas y dérmicas:

a) Formaciones epidérmicas

Son glándulas y faneras que dependen del tipo de sustancia elaborada; por ejemplo, son venenosas en muchos peces, anfibios y reptiles; y sebáceas, sudoríparas y mamarias en los mamíferos.

Las faneras consisten en tejidos o apéndices córneos de la piel, tales como las de los reptiles, aves y mamíferos; garras y uñas; plumas y picos de las aves; pelos, crines y pezuñas de determinados mamíferos, y también determinados cuernos de mamíferos, como los de los rinocerontes, etc.

b) Formaciones dérmicas

Ejemplo de las escamas de los peces; placas óseas de los caparzones de determinados reptiles (quelonios) y las durísimas escamas de la piel de los cocodrilos; los cuernos de los rumiantes, etc.

Aparato locomotor

El aparato locomotor de los Vertebrados se ha adaptado de su función inicial (la natación), a otras múltiples que permiten movimientos complejos según las condiciones registradas por los órganos sensitivos.

Los peces, habitantes del medio primigenio, sufrieron cambios evolutivos importantes a partir de la aparición de las aletas pares, que posteriormente se convirtieron en *quiridios* o extremidades locomotoras pentadáctilas (de cinco dedos) cuando comenzaron la conquista del medio terrestre, y que sufrirían posteriormente adaptaciones específicas, tales como las manos aprensoras de los primates, las manos desgarradoras de los úrsidos o los felinos, o las alas de sustentación aérea de las aves.

Sistema circulatorio

En los Vertebrados el sistema circulatorio es cerrado, mediante el cual se transporta oxígeno y nutrientes a los distintos tejidos y células (presentan glóbulos rojos que transportan el oxígeno mediante la hemoglobina). Consta de sistema sanguíneo y sistema linfático. Está dotado de un corazón dividido en cámaras, arterias, arteriolas, venas, vénulas y capilares. En los animales acuáticos hay un *circuito sistémico* y otro *branquial*. En los vertebrados terrestres el sistema sanguíneo es doble (circulación mayor o general, y circulación menor o pulmonar), es decir no se mezclan la sangre arterial y venosa. El corazón de los peces presenta dos cámaras, una aurícula un ventrículo (dos aurículas y un ventrículo en los anfibios y reptiles). En las aves y mamíferos es tetracameral (dos aurículas y dos ventrículos), y con una serie de válvulas cardíacas. En los Vertebrados existe además un sistema linfático, encargado de recoger el líquido intersticial.



El tegumento adquiere notable importancia en el cuerpo de los Vertebrados, ejemplo de las formaciones dérmicas (escamas durísimas) de los cocodrilos y otros reptiles.



En su colonización del medio terrestre, los cambios evolutivos de los primeros habitantes del medio acuático derivaron en extremidades locomotoras pentadáctilas con adaptaciones específicas, tales como las manos desgarradoras de los úrsidos, los felinos, etc.

Sistema respiratorio

El sistema respiratorio de los Vertebrados es branquial en los animales acuáticos (ciclóstomos, peces y larvas de anfibios), y pulmonar en los terrestres. Al igual que el sistema circulatorio está muy perfeccionado, facilitando la adaptación al medio terrestre de los animales homeotermos, es decir, que mantienen una temperatura corporal constante, ejemplo de las aves y mamíferos. Esta capacidad de regulación térmica mediante la aportación de energía a los tejidos, les permite resistir en condiciones ambientales desfavorables.

Las branquias son un órgano o apéndice filiforme (en forma de laminillas vascularizadas), externa o interna según se disponga en el cuerpo. Tienen una función respiratoria, y están especializadas para el intercambio gaseoso en el medio acuático. Todas las branquias presentan en común una amplia superficie de contacto con el medio, y en ellas la irrigación sanguínea se encuentra mucho más desarrollada que en otras partes del cuerpo.

En las aves, el aparato respiratorio es sumamente eficaz; proporciona el oxígeno necesario para generar la energía que el cuerpo demanda por el esfuerzo desarrollado durante el vuelo. Consta de un sistema de *bronquios* que están conectados a unos *sacos aéreos*; los pulmones están divididos en *alvéolos* y *lobulillos*.

Sistema nervioso

El sistema nervioso de los Vertebrados comprende el sistema nervioso central, que a su vez consta de *encéfalo* y *médula espinal*; y el sistema nervioso periférico, que consta de numerosos ganglios y nervios (*raquídeos* o *espinales*); existe además un *sistema nervioso autónomo* que inerva las vísceras (*sistema simpático* y *parasimpático*). Los órganos sensitivos, así como las funciones motoras, son muy perfeccionados y desarrollados. Los nervios raquídeos se ramifican a diferentes niveles de la médula, e inervan los distintos músculos, glándulas y órganos. En el caso de los tetrápodos, aparecen dos engrosamientos en la médula, las *intumescencias cervicales* y *lumbar*, como consecuencia del desarrollo de las patas.

Los sentidos incluyen: *ojos*, dispuestos en cámara de visión lateral, salvo en algunas aves y mamíferos primates, que es binocular; *tangorreceptores*, que incluyen los órganos táctiles de los mamíferos y la *línea lateral* (captadoras de ondas de presión) de los ciclóstomos, peces y algunos anfibios acuáticos; *órganos auditivos*, en los tetrápodos consta de *oído interno*

y oído medio, ventanas oval y redonda, membrana timpánica y huesecillos, los cuales transmite la vibración del tímpano a la cóclea o caracol. El oído medio comunica con la faringe a través de la trompa de Eustaquio; los mamíferos disponen además de un oído externo. En los peces sólo hay oído interno.

Sistema endocrino

El sistema endocrino de los Vertebrados está muy perfeccionado; mediante las hormonas regula múltiples funciones del organismo. Está controlado por el *hipotálamo* y la *hipófisis*, que mediante la elaboración de mensajes bioquímicos ejercen su acción sobre las gónadas, páncreas, glándulas suprarrenales, etc.

Aparato digestivo

El aparato digestivo de los Vertebrados evolucionó a partir de las primeras formas que se alimentaban mediante sistemas filtradores, hasta los vertebrados macrofágicos, que supuso una serie de adaptaciones de los diferentes elementos intervinientes: dentales, masticadores, musculares, e incluso de las propias cavidades internas, tales como los componentes enzimáticos necesarios para realizar la digestión.

El aparato digestivo de los Vertebrados consiste en una cavidad oral, faringe, esófago, estómago, intestino y ano. Estos órganos están asociados a otras formaciones glandulares anexas, tales como las salivales, hígado y páncreas. En los tetrápodos, la cavidad bucal es de complejidad creciente; en ella se desarrollan un conjunto de estructuras auxiliares, tales como labios, lengua, paladar y dientes.

El estómago está típicamente dividido en tres regiones; en el caso de los rumiantes (por su adaptación a dietas herbívoras) presentan un estómago de cuatro cavidades). En las aves se distingue un *proventrículo* y una *molleja* trituradora; y en el esófago un *divertículo* o *buche*.

El intestino está compuesto de un porción estrecha (intestino delgado), y otras más corta y ancha (intestino grueso). En el primero se vierten la bilis del hígado y el jugo pancreático, que realizan una función proteolítica (hidrólisis de las proteínas), y se absorben los nutrientes a través de las microvellosidades. En el intestino grueso se absorbe el agua y se forman los desechos o heces.

Inicialmente, los Vertebrados primitivos se alimentaban mediante sistemas de filtración, los cuales pronto fueron reemplazados por otros más evolucionados. El resultado fue una reducción del tamaño de la faringe y del número de hendiduras branquiales. Excepto en los Agnatos, que son los Vertebrados más primitivos, los dos primeros arcos branquiales del resto de Vertebrados evolucionaron hasta transformarse en las mandíbulas, que se han especializado en la "captura" del alimento.

Sistema excretor

El sistema excretor de los Vertebrados está formado por el aparato renal y las glándulas sudoríparas. Está muy perfeccionado en comparación con los Cordados inferiores. Mediante estructuras especializadas se consigue filtrar los líquidos internos al margen del medio externo, a la vez que mantiene en equilibrio el nivel de todos ellos dentro del cuerpo.

Reproducción

La reproducción de los Vertebrados es sexual salvo excepciones (ejemplo de algunos peces con casos de hermafroditismo), habitualmente mediante sexos separados, con fecundación interna o externa, y tanto vivíparos como ovíparos. Los mamíferos presentan la mayor complejidad, en los cuales el embrión se desarrolla en el interior de la madre recibiendo el alimento a través de la placenta. Después de nacidas las crías la administración del alimento se efectúa mediante la leche segregada por las glándulas mamarias.

Clasificación

Los *Vertebrados* se clasifican en ocho grandes grupos: *Placodermos* (peces fósiles), *Agnatos* o *Ciclostomos* (peces sin mandíbulas, fósiles en su mayoría), *Condríticos* (peces cartilagosos), *Osteicticos* (peces óseos), *Anfibios* (ranas, sapos, tritones), *Reptiles* (culebras, lagartos, tortugas, cocodrilos), *Aves* y *Mamíferos*.

1. Los Placodermos

Los *Placodermos* son un grupo de peces ya extinguidos con origen en la era Paleozoica; vivieron entre el periodo Silúrico (hace 450 millones de años) y el Pérmico (hace 280 millones de años); durante el Devónico (hace 400 millones de años) tuvieron la mayor proliferación. Eran peces pequeños y con formas extrañas. Se caracterizaron por tener la piel cubierta de placas. Aunque vivían en aguas dulces, consiguieron colonizar también el mar. De estos animales derivaron los actuales peces, y fueron los primeros vertebrados que adquirieron los dos rasgos que se han mantenido con posterioridad en todos los grupos, es decir, poseer mandíbulas y dos pares .



Excepto en los *Agnatos* (Vertebrados primitivos), los dos primeros arcos branquiales de los demás Vertebrados evolucionaron hasta transformarse en las mandíbulas, que se han especializado en la captura del alimento. En la imagen, mandíbulas de una Morena, voraz depredador marino



El sistema respiratorio de los Vertebrados, al igual que el circulatorio, está muy perfeccionado y adaptado para aportar la energía necesaria a los tejidos de los animales homeotermos, de forma que les permita resistir en condiciones desfavorables.

2. Agnatos

Los *Agnatos* son una superclase de Vertebrados acuáticos con caracteres muy primitivos (los primeros que aparecieron en la Tierra), y conocidos como "peces sin mandíbulas" por estar desprovistos de maxilares; la boca está transformada en una ventosa provista de dientes córneos que aplican sobre la piel de las presas, y sobre la que ejercen una fuerza de aspiración capaz de abrir los tejidos. Poseen un cuerpo anguiliforme no mayor de 1,3 m., carente de escamas, esqueleto interno cartilaginoso, sin aletas pares, y no presentan un cráneo como tal (los fósiles sí disponían de una armadura ósea externa).

La mayoría de las especies de *Agnatos* (todos los de la subclase *Ostracodermos*) se han extinguido; actualmente solo sobreviven los de la subclase *Ciclostomos*, que agrupan a las clases *Mixines* (mixinos) y *Cefalaspídomorfos* (lampreas). Éstos, los mixinos y lampreas (apenas un grupo de tan solo 84 especies), son los últimos representantes actuales de aquellos primitivos animales de la Era Paleozoica, que surgieron hace unos 510 millones de años (a principios del periodo Ordovícico), y que fueron muy abundantes hasta su desaparición hace unos 370 millones de años (a finales del periodo Devónico). Estos animales siguen alimentándose de una forma muy primitiva que no se da en el resto de vertebrados; son chupadores de sangre en el caso de las lampreas, y necrófagos en el caso de los mixines; habitan en las aguas templadas de ambos hemisferios, y en las tropicales más frías.

a) Ostracodermos

Los *Ostracodermos* son una subclase de *Agnatos*, en la actualidad todos fósiles, considerados como los vertebrados más antiguos que se conocen. Eran pequeños peces sin

mandíbulas (aunque algunos alcanzaban los 60 cm. de largo), fundamentalmente de agua dulce, que habitaron la Tierra aproximadamente entre los 500 y 350 millones de años. Estaban recubiertos de escamas y una pesada coraza o escudo óseo, motivo por el que se movían por los fondos alimentándose de los detritus que allí se iban depositando.

b) Ciclóstomos

La subclase *Ciclóstomos* (mixinos y lampreas) son los Agnatos que nos interesa destacar y profundizar, pues no sólo son los únicos emparentados con los Ostracodermos que sobreviven actualmente, sino incluso los únicos de todos los Agnatos conocidos. Presentan aspecto parecido a las anguilas, aunque de tamaño menor, y habitan en aguas marinas y dulces. A diferencia de los antiguos Ostracodermos, los Ciclóstomos han perdido la coraza, y su piel está recubierta de un mucus en vez de escamas. Tienen un esqueleto cartilaginoso reducido, con una notocorda que persiste en la fase adulta. Disponen de un órgano sensorial situado en los laterales del cuerpo, la *línea lateral*, mediante el cual perciben ondas de presión (movimientos del agua) que le ayudan a conservar el equilibrio.

No dispone de estómago. Poseen un tubo digestivo con una boca dotada de ventosas para asirse a sus presas, y que aloja unos dientes córneos capaces de perforar los tejidos. Respiran mediante unas bolsas branquiales que parten de la faringe, a través de la cual penetra el agua de la que extraen el oxígeno, para posteriormente salir a través de las hendiduras branquiales que tienen situadas en los laterales cefálicos. Disponen de un corazón que consta de una aurícula, un ventrículo y un seno venoso; y un sistema arterial y venoso en circuito cerrado. El sistema excretor consta de dos riñones.

La fecundación es externa. Las crías (de no más de 7 mm.) pasan varios meses en la fase larvaria, inmóviles en el barro, y alimentándose por filtración de las sustancias orgánicas que transporta el agua. Hasta llegar al estado adulto sufren una metamorfosis complicada.

La subclase *Ciclóstomos* agrupa a las clases *Mixines* (mixinos) y *Cefalaspídomorfos* (lampreas).

b.1) Mixines

Los *Mixines* son una clase de Agnatos Ciclóstomos de cuerpo serpentiforme o anguiliforme, cartilaginosa y provisto sólo de una aleta caudal desde la parte superior a la inferior del cuerpo. No alcanzan tamaños superiores a los 91 cm. La piel posee numerosos poros a través de los cuales segregan un mucus que los hace muy viscosos al tacto. Tienen la boca circular en posición ventral circundada por ocho cirros o barbillones cortos y carnosos. En el paladar presentan un único diente, y en la lengua dos hileras de dientes córneos y fuertes que se renuevan cíclicamente que le sirven para roer y atravesar la piel de sus presas, de las que pueden alimentarse en poco tiempo consumiendo varias veces su propio peso. La respiración se realiza por medio de entre 5 y 15 aberturas branquiales externas que poseen a ambos lados del cuerpo. Los ojos son rudimentarios. Se conocen alrededor de unas 43 especies, todas habitantes de los fondos en aguas templadas. Son fundamentalmente necrófagos (consumen la carne y vísceras de los peces muertos), aunque también parásitos de los peces (viven fijos a ellos). Los mixinos no poseen fase larvaria; el desarrollo es directo.

Los *Mixines* agrupan el orden *Mixiniformes*, al cual pertenecen los géneros *Myxine* y *Bdellostoma*. El mixino del Atlántico (*Myxine glutinosa*) es la especie más conocida; mide alrededor de 38 cm. de longitud y es de color rojizo brillante. Otra especie de mixinos es el del Pacífico (*Eptatretus stouti*).

b.2) Cefalaspídomorfos

Los *Cefalaspídomorfos* son una clase de Agnatos Ciclóstomos conocidos vulgarmente como lampreas. Presentan cuerpo cartilaginosa, alargado, cilíndrico y desnudo; aletas dorsales impares (a menudo contiguas), boca circular situada en el extremo anterior de la cabeza y provista de dientes córneos. A cada lado del cuerpo tienen siete bolsas branquiales comunicadas con el exterior mediante orificios. Se conocen alrededor de 41 especies, tanto de mar como de agua dulce. Son ectoparásitos (parásitos externos de los peces) y necrófagos (se alimentan de carroña). Algunas especies se alimentan básicamente de sangre, como las marinas, pero también hay otras que recurren a los tejidos musculares de sus víctimas.

Las lampreas realizan la puesta de huevos en los fondos marinos o de los ríos, enterrándolos en la arena. Las crías nacen después de dos semanas y se alimentan de residuos y vegetales. Al contrario que los *Mixines*, las lampreas presentan una metamorfosis que se produce después de unos tres años. A esta clase pertenece la familia *Petromizontes*,

que integra los géneros *Petromyzon* y *Lampreta*, ejemplo de la lamprea de río (*Lampreta fluviatilis*) y lamprea de mar (*Petromyzon marinus*).

Peces

Los peces son una superclase de animales vertebrados acuáticos *gnatostomados* (quiere decir provistos de mandíbulas articuladas). Están dotados de aletas pares y respiran por branquias. Son fundamentalmente *poiquilotermos*, es decir, no pueden regular su propia temperatura corporal, motivo por el cual ésta varía según la temperatura ambiental.

Los peces son mayoritariamente marinos, aunque existen variadas especies de agua dulce (trucha, esturión, carpa, barbo, lucio, etc.). La excepción a ambos hábitats la presentan los salmones y anguilas, que dividen el ciclo vital entre el mar y los ríos, entre los que realizan largas migraciones para realizar las puestas.

Los peces se dividen en *Condroíctios* (de esqueleto cartilaginoso), y *Osteíctios* (de esqueleto óseo). Entre los Condroíctios destacan algunas especies depredadoras muy conocidas, como el tiburón blanco; o que se alimentan de plancton, como el tiburón ballena. Por su parte, los Osteíctios están muy diversificados; existen grupos gregarios, como los de la familia *Clupeidos* (sardina, boquerón, arenque...), que se desplazan en grandes bancos; periformes (atún, caballa...); depredadores (barracuda, lucio, piraña...); y también otros con dieta fitófaga y micrófaga (carpas, mugilidos, etc.). Muchos peces son bentónicos; viven en los fondos arenosos y semienterrados (rodaballo, lenguado...), o con formas abisales (que poseen órganos luminosos).

3. Condroíctios

Los *Condroíctios* son una clase de peces bastante homogéneo con respecto a los *Osteíctios*, casi todos marinos depredadores y necrófagos, caracterizados por su esqueleto cartilaginoso más o menos calcificado, notocorda persistente en la fase adulta, aunque reducida, cola *heterocerca* (aleta caudal con lóbulos desiguales), y fosas nasales incomunicadas con la cavidad bucal. Poseen aletas pares (ventrales y pectorales) e impares (una caudal, una anal y dos dorsales), todas ellas sostenidas mediante piezas cartilaginosas. La piel está recubierta de unas escamas que semejan dientes (*denticulos dérmicos*). La boca está situada en posición ventral y transversal.

La piel de los *Condroíctios* posee varias capas epidérmicas y una dermis muy gruesa, que les aportan una gran dureza y resistencia. Bajo la dermis disponen de numerosos denticillos o denticulos dérmicos que cubren todo el cuerpo, también llamadas *escamas placoideas* con objeto de diferenciarlos de las escamas típicas de los peces *Osteíctios*.

El estómago es ancho y el intestino está provisto de una válvula en forma de espiral que facilita una mejor absorción. No disponen de opérculos (agallas, conchas, etc.) ni vejiga natatoria. Respiran mediante branquias laminares, las cuales capturan el oxígeno del agua que irriga la sangre. El aparato circulatorio es cerrado; consta de un corazón dividido en dos cámaras, arterias, y vasos diversificados por todo el cuerpo. Una curiosidad de esos animales es el alto contenido de urea en la sangre, cosa que no ocurre en ningún otro vertebrado, y se estima que procede de una adaptación secundaria al agua del mar a partir de antepasados de agua dulce.

En los *Condroíctios* se distinguen numerosos receptores sensitivos, tales como ojos complejos (aunque de escasa agudeza visual), olfativos o gustativos. También poseen terminaciones nerviosas a ambos lados del cuerpo (la *línea lateral*), que les permiten detectar las vibraciones del agua (los movimientos que se realiza a su alrededor). También disponen de receptores de gravedad para estabilizar el cuerpo durante los desplazamientos de giro. Se estima que no perciben sonidos.

La reproducción es ovípara mayoritariamente, pero también se da en algunos tiburones la reproducción ovovivípara o vivípara. La fecundación es interna. El embrión se desarrolla dentro del huevo mientras dura el vitelo, alimentándose posteriormente por sí mismo.

Los *Condroíctios* se dividen en dos subclases *Elasmobranquios*, *Plagiostomos* o *Seláceos*, entre los que se incluyen los tiburones gigantes de hasta 15 m. de longitud, las rayas, pintarrojas, etc.; y *Holocéfalos* (quimeras).

a) Elasmobranquios, Plagiostomos o Seláceos

Los *Elasmobranchios* son una subclase de peces Condroíctios caracterizados por poseer entre 5 y 7 pares de hendiduras branquiales, que se abren a los lados de la faringe o ventralmente, según el grupo a que pertenezcan. Las estructuras respiratorias también reciben agua a través de dos orificios laterales (los espiráculos), que se encuentran situados delante de las branquias.

Se distinguen dos formas básicas y bien diferenciadas entre sí, los del superorden *Pleurotremados* (como los tiburones), e *Hipotremados* (como las rayas).

Entre los peces *Pleurotremados* se distingue el orden *Galeiformes*, que agrupa a varias familias muy importantes y conocidas, entre cuyas especies cabe destacar el temido tiburón blanco o jaquetón, el marrajo, los peregrinos, el tiburón ballena, la pintarroja, el tiburón azul o tintorera, el cazón, el pez martillo, etc. Las pintarrojas o lijas son los representantes más pequeños de este grupo, con una longitud no superior a los 80 cm.

Entre los peces *Hipotremados* se distinguen los órdenes *Rayiformes* y *Torpediniformes*. Los Rayiformes agrupan varias familias con especies también muy conocidas, ejemplo de los *Prístidos*, que incluye al pez sierra; y *Ráyidos*, que incluye la raya común. Los torpediniformes agrupan la familia *Torpedínidos*, que incluye el pez torpedo. Las rayas y torpedos han adaptado la forma del cuerpo para vivir en los fondos arenosos; éste es aplanado, ancho y con cola larga y afilada. Su alimentación es a base de plancton o pequeños animales invertebrados, de ahí que sus dientes sean menos afilados que las especies fundamentalmente carnívoras (los *Pleurotremados*). Muchas especies de rayas disponen de órganos ofensivos o defensivos capaces de realizar potentes y contundentes descargas eléctricas (en ocasiones de más de 2000 voltios de tensión).

b) Holocéfalos

Los *Holocéfalos* son una subclase de peces Condroíctios conocidos como quimeras, caracterizados por carecer de espiráculos y presentar 4 pares de branquias. Este grupo, que constituye especies muy diferentes a los demás Condroíctios, han permanecido apenas sin variaciones evolutivas desde su aparición en el periodo Jurásico. Se trata de animales de aspecto extraño, con una gran cabeza cónica y achatada, boca rodeada de unos labios en forma de pico de loro, cuerpo cilíndrico y alargado; cola larga, fina y delgada con aspecto de látigo; grandes ojos sin párpados. Carecen de costillas. Nadan con las aletas pectorales, que tienen muy desarrolladas. Son marinos y generalmente bentónicos de aguas profundas. Los *Holocéfalos* comprenden un solo orden, los *Quimeriformes*, y tres familias: *Quiméridos*, *Calorrínquidos* y *Rinoquiméridos*.

4. Osteóictios

Los *Osteóictios* son una clase de peces caracterizados fundamentalmente por su esqueleto óseo (en todo o en parte), pero también porque su cuerpo está típicamente dotado de aletas pares o impares, en forma de huso y desnudo o cubierto de escamas. Según el tipo de escamas se distinguen las *Ganoideas*, con forma de rombo y recubiertas de un duro esmalte (son típicas en los peces más primitivos); las *Cicloideas*, con borde posterior redondeado; y las *Ctenoideas*, que presentan una zona espinosa descubierta en forma de peine (son típicas de peces evolucionados).

Los *Osteóictios* son peces con una adaptación notable a todos los medios, tanto marino como dulceacuícola, y en condiciones desfavorables. Los órganos sensitivos (vista, oído, receptores químicos...) están muy evolucionados y perfeccionados, y son capaces de proporcionar variada información sobre todo lo sucede en el ambiente que habitan, cuyas situaciones afrontan además con un complejo y desarrollado comportamiento. Algunas especies son gregarias y se reúnen en bancos por medio de señales acústicas. Son en general animales carnívoros, aunque también existen especies planctónicas, e incluso herbívoros. El nivel de adaptación al medio hace de los peces óseos los más numerosos de todos los grupos. Internamente se distinguen algunas diferencias con los peces cartilaginosos: mientras que éstos poseen una válvula espiral en el intestino, los *Osteóictios* presentan ciegos pilóricos y están carentes de glándula rectal. En el aparato respiratorio aparecen unas branquias dentro de una cámara branquial, y recubiertas por un opérculo que muestra al exterior una sola abertura branquial a cada lado. En algunos grupos, la vejiga natatoria se ha transformado de un pulmón original, que le sirve además para flotar a determinado nivel, o desplazarse verticalmente.

La reproducción es generalmente ovípara, con puestas que pueden llegar a ser de millones de huevos, con objeto de compensar la alta mortalidad que sufren las crías. Ocasionalmente también se da la reproducción ovovivípara y vivípara. La fecundación es externa, por ello, al contrario de lo que ocurre en los Condroíctios, los machos no poseen órganos copuladores. Los hábitos reproductores son muy sofisticados, incluso con actividades como construcción de nidos o cuidado de las crías. Los sexos pueden ser separados, hermafroditas, e incluso existir intercambio de sexos en determinadas etapas de la vida. En algunas especies de peces abisales existe dimorfismo sexual (el macho es mucho más pequeño que la hembra, y vive como parásito pegado a ella durante toda su vida).

Los Osteíctios se dividen en las subclases: *Dipnoos* o *Ceratodiformes*, *Crossopterigios* y *Actinopterigios*.

a) Dipnoos o Ceratodiformes

Los *Dipnoos* o *Ceratodiformes* son peces que comprenden individuos que pueden respirar también mediante pulmones, por tanto pueden utilizar también el oxígeno de la atmósfera. Tienen un esqueleto básicamente cartilaginoso.

b) Crossopterigios

Los *Crossopterigios* tienen cuerpo alargado, esqueleto más o menos calcificado, escamas cicloideas, y respiración branquial o pulmonar. Fueron peces muy abundantes en otras eras geológicas (especialmente en el Devónico); actualmente han quedado reducidos a unas pocas especies vivientes. Tienen la característica de poder sobrevivir fuera del agua durante bastante tiempo, aunque en estado de quiescencia, gracias a que la vejiga natatoria es un pulmón transformado.

c) Actinopterigios

Los *Actinopterigios* tienen cráneo cartilaginoso (en parte calcificado) recubierto por husos dérmicos, aletas con radios, y un solo par de aberturas branquiales cubiertas por un opérculo. Esta subclase agrupa a los superórdenes *Braquipterigios* (peces muy primitivos con cuerpo de aspecto serpentiforme), *Condrósteos*, *Holósteos* y *Teleósteos*. Los *Actinopterigios* comprende numerosas especies, entre ellos la mayor parte de los peces comunes que conocemos (generalmente integrados en el superorden Teleosteos), tales como truchas, salmones, sardinas, lucios, percas, arenques, etc.

c.1) Holósteos

El superorden *Holósteos* agrupa a peces de esqueleto casi totalmente osificado, con escamas ganoides y notocorda persistente. Representan un grupo de animales de transición entre los Condrósteos y Teleósteos. Comprenden dos órdenes: los *Amiiformes* y los *Lepisosteiformes*.

c.2) Teleósteos

El superorden de los *Teleósteos* agrupa a peces de esqueleto óseo, cola homocerca, escamas cicloideas o ctenoideas, Vejiga natatoria habitualmente presente. Carecen de espiráculos. Como se ha dicho, en este grupo se integran la mayoría de peces comunes y formas más evolucionadas, por ello daremos un breve repaso a los órdenes y familias más importantes y representativos:

Anguiliformes: Es un orden de Teleósteos que integra a peces con formas alargadas y serpentiformes, ejemplo de las morenas, congrios y anguilas.

Cipriniformes: Es un orden de Teleósteos con más de 6.000 especies dispersas por todos los continentes. Habitan casi exclusivamente en aguas dulces. Algunas de ellas son objeto de cría y muy conocidas por su cromatismo. Comprende varias familias: *Carácidos*, ejemplo de las famosas y temidas pirañas; *Gimnótidos*, como la anguilla eléctrica; o *Ciprínidos*, entre los que destacan la carpa, barbo o pez rojo.

Ciprinodontiformes: Es un orden de Teleósteos que agrupa a peces de pequeño tamaño (incluso minúsculo), algunos con formas extrañas y a menudo de brillantes colores. Son de reproducción vivípara y fecundación interna. Se encuentran en América. Son un grupo apreciado en acuariología para la cría doméstica. A este orden pertenecen las familias *Ciprinodontidos* y *Pecílidos*, entre los que se incluyen los géneros *Gambusia* y *Lebistes*.

Clupeiformes: Es un orden de Teleósteos caracterizados por tener aleta caudal homocerca (formada por dos lóbulos iguales y sin prolongación de la columna vertebral), ser fisóstomos

(con vejiga natatoria unida por un conducto a la parte anterior del tubo digestivo), carecer de radios espinosos en las aletas, y presentar generalmente escamas cicloideas. que integran varias familias con especies de gran importancia económica y alimenticia: *Cupleidos*, que incluye el arenque y la sardina; *Engráulidos*, que incluye a la anchoa o boquerón; y *Salmónidos*, con especies marinas como el salmón, o de agua dulce como la trucha.

Equeneiformes: Es un orden de Teleósteos caracterizados por tener la primera aleta dorsal (situada en la parte superior de la cabeza), transformada en un órgano en forma de disco adhesivo con el cual se adhieren a los vertebrados acuáticos, e incluso a los cascos de los buques. Sus escamas son pequeñas y cicloideas. Se alimentan de ectoparásitos. Comprende una única familia, los *Equeneidos*, que integra a géneros como *Edreneis* y *Remora*.

Esociformes: Es un orden de Teleósteos al cual pertenece la familia *Esócidos*, en la que se encuentra incluida una especie de agua dulce, el lucio, un voraz depredador que está dotado de mandíbulas muy potentes.

Gadiformes: Es un orden de Teleósteos de cuerpo más o menos alargado, escamas cicloideas, provistos de aletas sin radios espinosos, y con aleta caudal homocerca. Habitan en aguas frías del Atlántico norte y también en el Mediterráneo. Comprende una familia muy importante, los *Gádidos*, con especies muy conocidas y de gran interés económico, como la merluza o el bacalao.

Lofiformes: Son un orden de Teleósteos de enorme boca, piel desnuda, aletas carentes de espinas, y aletas pectorales sostenidas por un corto brazo. Suelen vivir en aguas poco profundas arenosas y fangosas. Comprenden dos familias, *Lófidos* y *Antenáridos*, que incluyen el género *Lophius*, al que pertenece una especie muy apreciada gastronómicamente, el rape (*Lophius piscatorius*).

Mugiliformes: Son un orden de Teleósteos muy extendido por todo el mundo. Poseen vejiga natatoria cerrada, dos aletas dorsales, aleta caudal ahorquillada, y aleta anal opuesta a la segunda dorsal. Algunas especies de este orden son útiles en acuicultura, y muy estimados por su carne y huevos, ejemplo del Mujol (*Mugil cephalus*), de la familia *Mugílidos*.

Perciformes: Es el orden de los Teleósteos más importante y extenso de toda la clase Osteíctios, tanto por el número como por la variedad de especies que integra. Presentan cuerpo en forma de huso o cinta (ésta última más raramente), desnudo o con escamas ctenoideas o cicloideas, y aletas dotadas de un determinado número de radios espiniformes. Este orden agrupa a numerosos subórdenes y familias; las familias más importantes son: *Serránidos*, que incluye la lubina o róbalo; *Garándidos*, con el jurel como el más representativo; *Múlidos*, que incluye al salmonete; *Espáridos*, al que pertenecen el besugo y la dorada; *Escómbridos*, que incluye la caballa; *Túnidos*, con el atún como una de las especies económicas más importantes; y *Xífidos*, que incluye al pez espada.

Pleuronectiformes: Son los conocidos como peces planos. Se trata de un orden de Teleósteos caracterizado por su cuerpo muy deprimido (aplastado), y asimétrico (son los únicos vertebrados con la simetría bilateral alterada). Poseen un sector pigmentado (donde se ubican los ojos), y otro sin pigmento sobre el cual se apoyan en el fondo marino. Las aletas carecen de radios espiniformes y la aleta caudal es homocerca. Habitan generalmente en los fondos arenosos. Comprende las familias *Citáridos*, *Escoftálmidos*, *Bótidos*, *Pleuronéctidos*, *Soleidos* y *Cinoglósidos*, y en las cuales se incluyen los géneros: *Citharus*, *Brachypleura*, *Scopthalmus*, *Psetta*, *Pleuronectes*, *Platichthys*, *Symphurus*, *Cynoglossur*, *Paraplagusia*, *Hippoglossus* o *Solea*. Las especies más conocidas y de gran interés económico son el lenguado (*Solea vulgaris*) y el rodaballo (*Psetta maxima*).

Simbranquiformes: Son un orden de Teleósteos caracterizados por presentar las hendiduras branquiales unidas ventralmente constituyendo una sola hendidura transversal. El cuerpo es anguiliforme y carente de aletas pares. Prácticamente todas las especies son de agua dulce (existe una sola especie marina).

Tetraodontiformes: Son un orden de Teleósteos caracterizados por su gran cabeza, mandíbula superior con los huesos inmóviles y soldados, piel recubierta de aguijones y escudos romboidales, y las aberturas branquiales reducidas a una estrecha fisura. Habitan las aguas tropicales. La carne y vísceras de algunas especies de este orden contienen un veneno mortal (ejemplo del género *Arothron*). Comprenden las familias: *Balístidos*, *Monocántidos*, *Tetraodóntidos*, *Ostracióntidos*, *Mólidos* y *Lagocefálidos*.

Zeiformes: Son un orden de Teleósteos de cabeza grande, cuerpo oval, alto y comprimido, con la línea lateral curva en el centro de los flancos. Presentan dos aletas dorsales y dos anales; la aleta caudal es homocerca. A este orden pertenece la familia *Zeidos*.

c.3) Condrósteos

El superorden de los *Condrósteos* incluye el orden *Acipenseriformes*, actualmente el único de este grupo caracterizado por tener parte del cráneo y el esqueleto cartilaginoso. Cuenta solamente con dos familias: *Acipenséridos* y *Poliadóntidos* con algunas diferencias visibles. Los *Acipenséridos* presentan cinco hileras longitudinales de placas óseas, cabeza prolongada, boca en posición ventral pequeña y sin dientes, y barbillas en la parte inferior. Los *Poliadóntidos* tienen la piel lisa o cubierta de rudimentarias escamas, la boca es ancha provista de dientes, y carecen de barbillas. En el orden *Condrósteos* están incluidos algunos peces reliquia, como los esturiones (ejemplo del esturión común *Acipenser sturio*), cuyos huevos constituyen el apreciado caviar.



La temida piraña es un Teleósteo perteneciente al orden *Cipriniformes*, familia *Carácidos*.



Las truchas son Teleósteos de agua dulce pertenecientes al orden *Cupleiformes*, familia *Salmónidos*.



La lubina o róbalo es un Teleósteo perteneciente al orden *Perciformes*, familia *Serránidos*.