

Sesión Teórico-Práctica 12-13 Los Cordados¹

PARTE TEÓRICA²

- 12.1. Introducción y Características morfológicas distintivas.
- 12.2. Diversidad morfológica: Clases de Cordados.

Introducción

Las dos últimas sesiones teóricas del curso van a tratar al grupo quizás mejor conocido y más estudiado de los metazoos, el de los Cordados. Los Vertebrados son los animales, incluidos en este grupo, más populares y mejor conocidos por los alumnos, ya que son estudiados desde diferentes puntos de vista en otras asignaturas de la titulación. Pero éstos no son sólo los que conforman los Cordados y los alumnos se sorprenderán de que otros animales, como los Tunicados, que engloban organismos sésiles y coloniales, se encuentren íntimamente emparentados filogenéticamente. La complejidad de este grupo y la diversidad de morfotipos que podemos encontrar como variación al arquetipo básico de los Cordados hacen necesario su estudio en dos sesiones. En la primera sesión también se dará una introducción breve de otro grupo importante de Deuteróstomos como es el de los Hemicordados.

Cordados

El filo cordados comprende un grupo de animales muy dispares, pero todos se caracterizan por presentar en algún momento de su vida las siguientes estructuras.

- Una notocorda, que es una especie de varilla esquelética longitudinal formada por células muy vacuolizadas y fuertemente empaquetadas por vainas de tejido conjuntivo fibroso (Figura 1A).
- Un *tubo neural dorsal*, que constituirá el sistema nervioso central y dará lugar en su extremo anterior a una engrosamiento complejo denominado cerebro (Figura 1B).
- *Divertículos faríngeos*, que pueden abrir al exterior formando hendiduras branquiales o bien otro tipo de estructuras en animales superiores (Figura 1C).

1 Este documento está sujeto a una licencia Creative Commons 

2 La procedencia y autoría de las imágenes y esquemas utilizados se encuentra al final del texto

- Un *endostilo*, que consiste en un surco ciliado que recorre la región medio ventral de la faringe.
- Una *cola* postanal que, generalmente es una prolongación de la estructura esquelética dorsal, que puede persistir o no (Figura 1D)

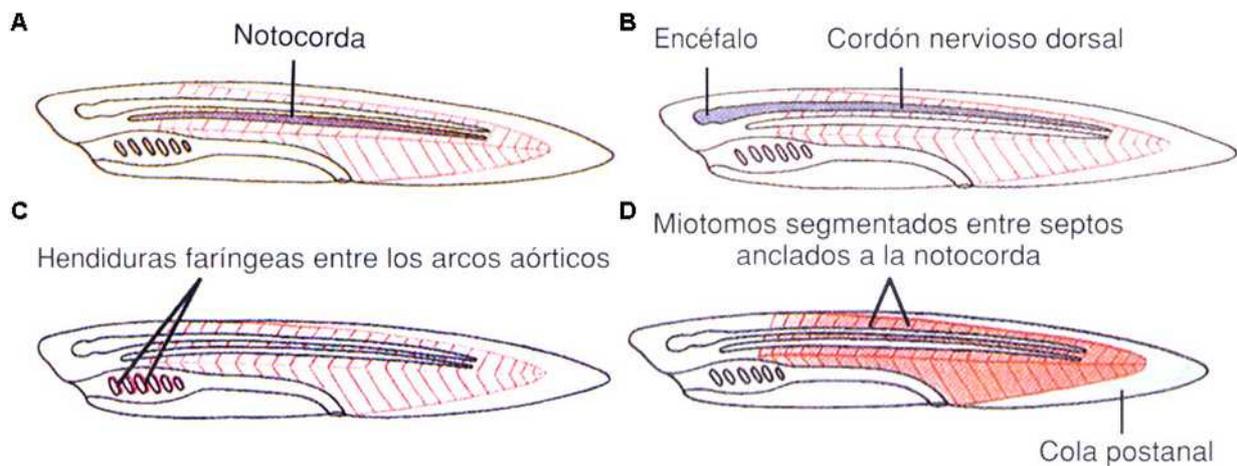


Figura 1. Principales características que definen el proyecto corporal de Cordado.

Los Cordados también pueden presentar músculos segmentados dispuestos en un cuerpo no segmentado, un sistema circulatorio cerrado con un corazón en posición ventral, un sistema digestivo completo, y un endoesqueleto cartilaginoso u óseo.

Actualmente, el filo Cordados comprende tres grupos de organismos con el rango sistemático de subfilo: los Tunicados o Urocordados, los Cefalocordados y los Vertebrados. Tradicionalmente los Tunicados y Cefalocordados se han denominado conjuntamente como Protocordados o Acraneados, mientras que a los Vertebrados también se les ha denominado como Craneados. Esta clasificación junto a la que se produce en los Vertebrados, que más adelante discutiremos, se puede consultar en la Figura 2.

Mientras los Tunicados se dividen en tres grupos o clases (Ascidiáceos, Taliáceos y Larváceos) basada en las grandes diferencias morfológicas que existen entre ellos, los Cefalocordados son un único grupo formado por pocas especies (Figura 3). En Tunicados los caracteres del grupo Cordados solo son apreciables en el estado larvario, excepto en el caso de los Larváceos que se mantiene en el adulto. Mientras Taliáceos y Larváceos son pelágicos (Figuras 3B y C), los Ascidiáceos son bentónicos, sésiles y pueden ser solitarios o coloniales (Figura 3A). La larva de vida libre de éstos se fija al

substrato y sufre un proceso metamórfico para dar lugar al adulto sésil. Los Ascidiáceos, solitarios o cada uno de los zooides que conforman una colonia, suelen tener una aspecto sacciforme con dos sifones (Figura 3A), uno inhalante por donde entra el agua a una faringe porosa y otro exhalante por donde son expulsados los productos de desecho.

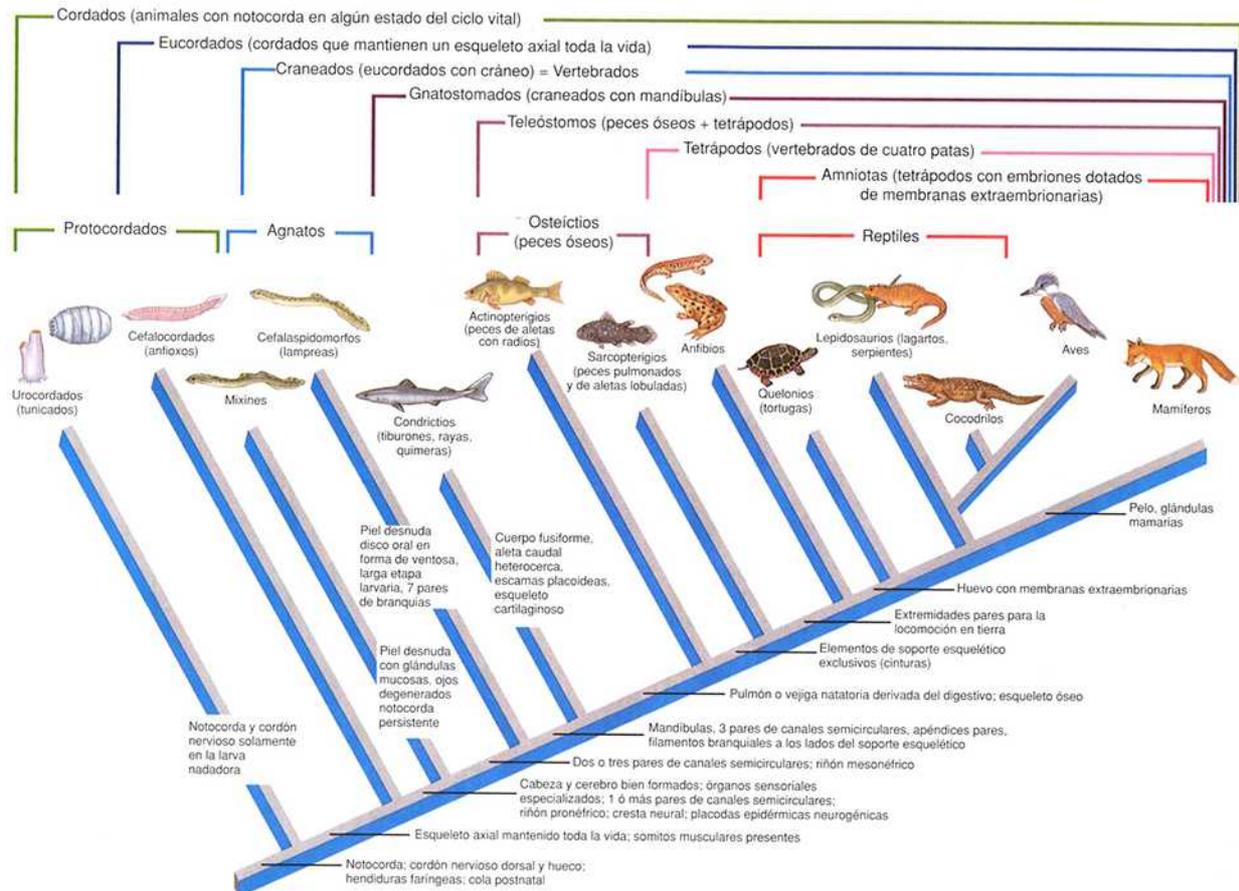


Figura 2. Clasificación de los Cordados según Hickman *et al.* (2006)

Los Cephalocordados son animales con aspecto pisciforme (Figura 3D) que, aunque tienen capacidad de movimiento, suelen vivir semienterrados en el substrato (Figura 3E). Estos organismos son muy interesantes ya que en ellos se pueden observar en estado adulto la mayoría de las características que definen a los Cordados. Dado que su tegumento es semitransparente es fácilmente apreciable la notocorda en posición dorsal y encima de ésta el tubo nervioso; una gran faringe anterior con hendiduras alargadas que abren a una cavidad atrial que recoge el agua sobrante y la expulsa por el atrio poro; esta faringe se continúa por un digestivo lineal del que solo es destacable un ciego hepático anterior; y la disposición metamérica de los miotomos en forma de “V”. En

cambio, el circulatorio complejo que presenta no es apreciable.

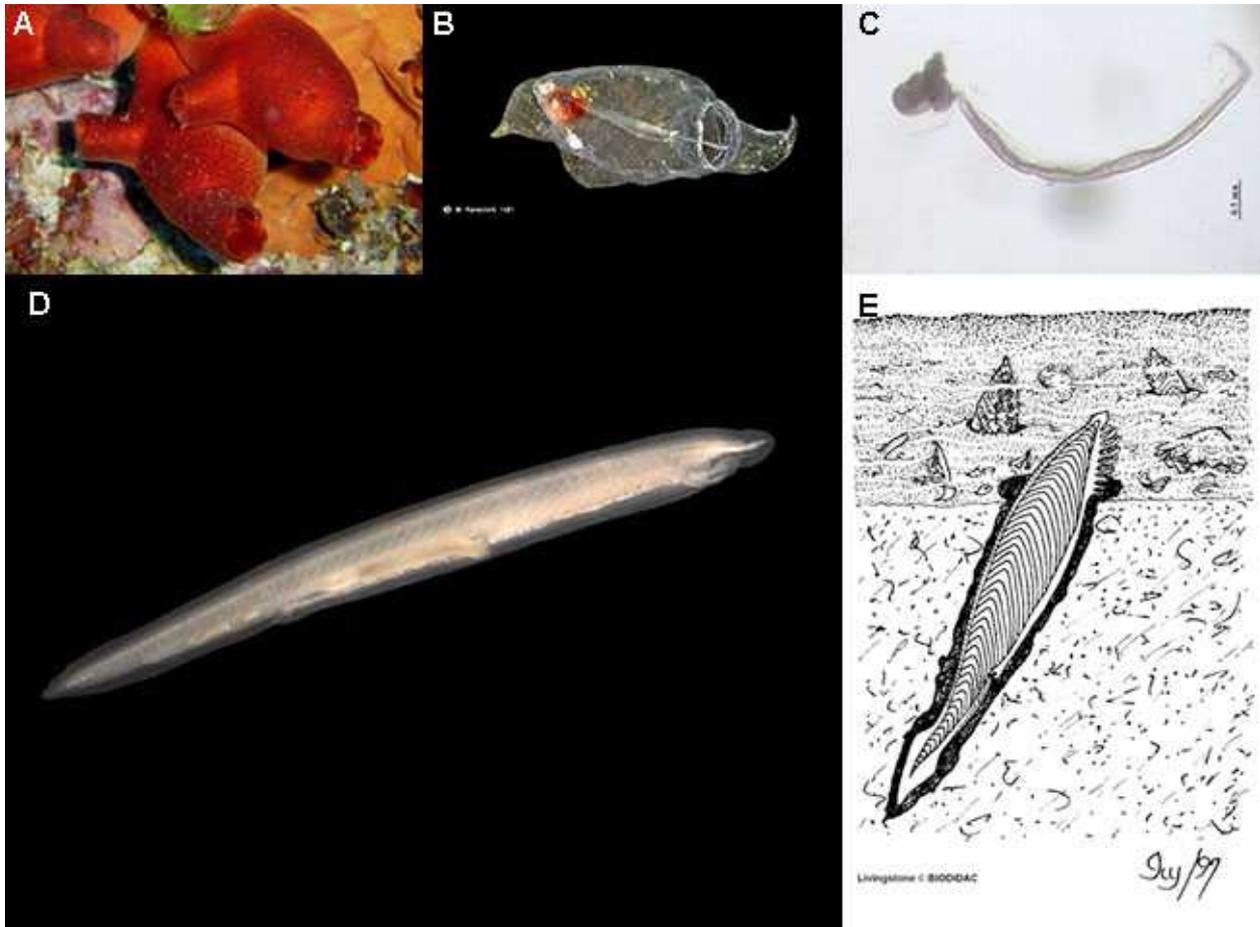


Figura 3. Protocordados: Tunicados, A) Ascidiáceos, B) Taliáceos C) Larváceos; Cefalocordados: D) aspecto general del animal y E) disposición semienterrada.

Vertebrados

Los Vertebrados se caracterizan porque todas las estructuras que definen al grupo Cordados aparecen en algún momento de su ciclo de vida, pero en general han desaparecido en estado adulto. Por otro lado presentan características propias que los hacen muy interesantes, como que su tegumento está formado por capas celulares, una epidermis ectodérmica externa y una dermis endodérmica interna, que puede presentar numerosos derivados como pelos, plumas, escamas, garras, astas, etc.; presentan un endoesqueleto óseo y/o cartilaginoso, que se diferencia en un esqueleto axial (longitudinal) y un esqueleto apendicular, donde se inserta un sistema muscular muy complejo que forma haces; algunos organismos, como los peces, conservan hendiduras branquiales en la faringe, mientras que en el resto esta estructura en elementos

glandulares; el digestivo es completo y regionalizado con diferencia de funciones según cada región, aunque morfológicamente es muy variable dependiendo de la alimentación del animal; el sistema circulatorio es cerrado con un corazón ventral formado por un número de cámaras variable, según el grupo de vertebrados estudiados, y del que parten (arterias) y llegan (venas) vasos sanguíneos que hacen circular la sangre por todo el cuerpo; este sistema se encuentra íntimamente ligado con el respiratorio, basado todavía en arcos branquiales o bien en el desarrollo de estructuras pulmonares; el celoma está desarrollado y ocupado por los sistemas viscerales, aunque en los más evolucionados éste está muy reducido; sistema nervioso para que forma estructuras nefridiales, los riñones, y conductos complejos, en ocasiones relacionados en su parte posterior con el reproductor; el nervioso está altamente diferenciado, con un sistema central del que parten nervios periféricos (nervios motores y sensoriales), y un sistema autónomo, también derivado del central, que controla las funciones involuntarias de algunos órganos internos; y, finalmente, un reproductor también relativamente complejo, en el que generalmente encontramos animales dioicos.

Uno de los elementos más llamativos de este grupo es que podemos definir dos bioformas, la pez y la tetrápoda. La bioforma pez se caracteriza por tener una morfología fusiforme y presentar aletas para su desplazamiento (Figura 4A), y la bioforma tetrápoda se caracteriza por presentar un cuerpo en el que la cabeza se diferencia bien del resto del cuerpo y presenta dos pares de apéndices quirridios para el desplazamiento, un par anterior y un par posterior (Figura 4B).

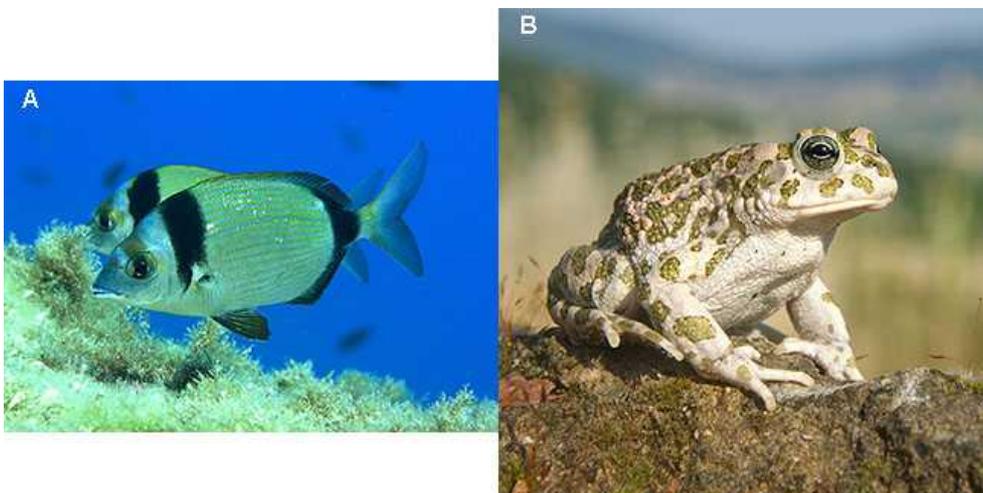


Figura 4. A) Bioforma pez y B) bioforma tetrápodo

A.- Peces

Actualmente, reconocemos como pez a un vertebrado acuático que respira por medio de branquias, que posee miembros en forma de aleta y un tegumento, generalmente, cubierto por escamas de origen dérmico. En realidad el término pez no constituye una unidad taxonómica como tal, sino que engloba a varios grupos de animales que un día se clasificaron como tales, pero que actualmente tienen la misma categoría que cualquier grupo de los que conforman los tetrápodos (Figura 2). Estos grupos son los Mixines y los Cefalaspídomorfos (lampreas), ambos conocidos también como Agnatos, los Condriictios (peces cartilaginosos), los Actinopteroigios y Sarcopteroigios (peces óseos u Osteictios), que también son conocidos estos tres últimos como Mandibulados.

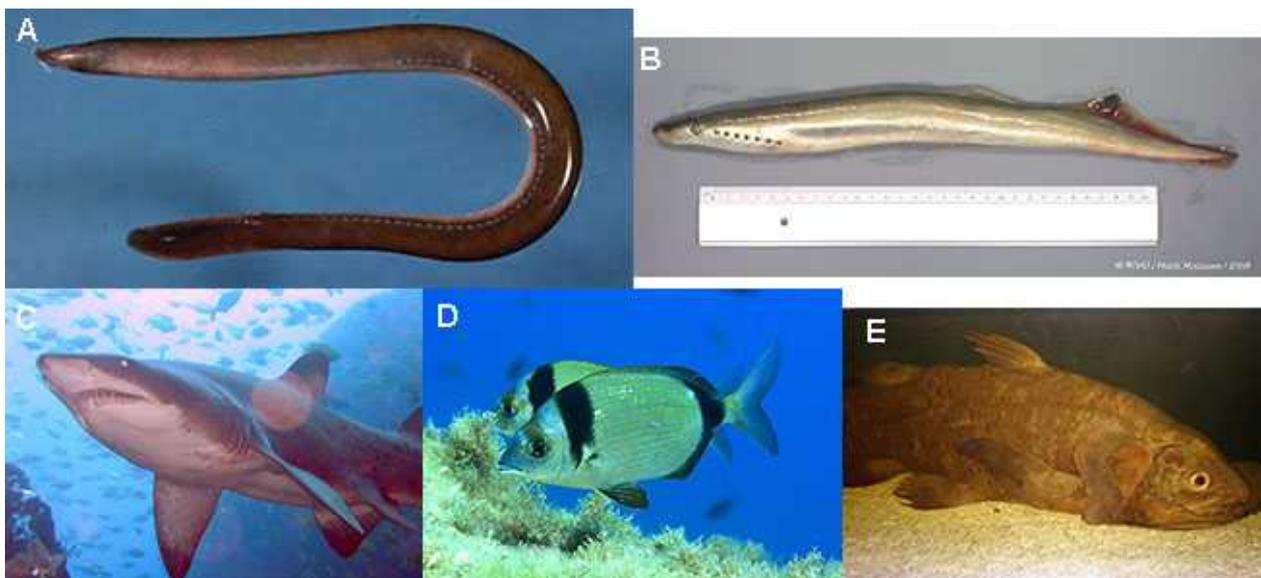


Figura 5. Peces: A) Agnato, Mixines; B) Agnato, Cefalaspídomorfo; C) Mandibulado, Condriictio; D) Mandibulado, Osteictio, Actinopteroigio; E) Mandibulado, Osteictio, Sarcopteroigio

Los Mixines y Cefalaspídomorfos (Figura 5A y B) carecen de mandíbulas, de ahí que se denominen Agnatos, en cambio presentan una boca terminada en cuatro pares de tentáculos en el caso de lo Mixines y de una boca succionadora provista de diente córneo en el caso de las lampreas (Cefalaspídomorfos). Por su parte, los Mixines tienen 15 pares de bolsas branquiales, ojos poco desarrollados, corazones accesorios y glándulas mucígenas, y los Cefalaspídomorfos siete pares de bolsas branquiales que abre al exterior en orificios redondos y ojos bien desarrollados (Figura 5B).

Condriictios y Osteictios (Figuras 5C-E) presentan una boca con mandíbulas bien

desarrolladas y aletas pares (alguna puede perderse secundariamente). Los Condrictios (Figura 5C), que engloban a tiburones, rayas, etc., se caracterizan por presentar el esqueleto cartilaginoso, los dientes no fusionados a la mandíbula y reemplazables y las aberturas branquiales no cubiertas por opérculo y de aspecto alargado, y carecer de vejiga natatoria. Los Osteictios presentan el esqueleto óseo, los dientes fusionados a las mandíbulas, y las aberturas branquiales cubiertas por un opérculo, pero mientras los Actinoptergios (Figura 5D) las aletas están soportadas por espinas dérmicas y la presencia, no en todos, de una vejiga natatoria como órgano hidrostático, los Sarcoptergios (Figura 5E) tienen las aletas soportadas por un esqueleto óseo interno con musculatura en el interior de la extremidad y la vejiga natatoria funciona como un pulmón.

B.- Tetrápodos

En general, se entiende por tetrápodo un animal que presenta la cabeza más o menos bien diferenciada del resto del cuerpo, presenta cuatro apéndices locomotores y suele respirar mediante pulmones. Actualmente hay cuatro grandes grupos que representan este modelo de animal (Figura 2), cada uno de ellos con sus particularidades: los Anfibios (Figura 6), los Reptiles (Figura 7), las Aves (Figura 8) y los Mamíferos (Figura 9).

B.1. Anfibios

Los Anfibios se consideran un grupo de transición entre los vertebrados acuáticos y los estrictamente terrestres. A pesar de las modificaciones que presentan, los anfibios son, básicamente, animales acuáticos, ya que necesitan de este medio, al menos, para completar su ciclo reproductivo. Es decir, aunque algunas especies en estado adulto pueden vivir en ambientes terrestres, con alto grado de humedad, no se han desvinculado completamente del medio acuático. Los Anfibios se consideran uno de los dos grandes grupos (Anamniotas, el otro grupo son los Amniotas) de descendientes de los primeros tetrápodos y los primeros en desarrollar adaptaciones para desenvolverse en el medio terrestre. Se caracterizan por presentar un tegumento blando que requiere estar húmedo, lo que les impide alejarse mucho del agua ya que corren peligro de desecación en el aire, y presenta numerosas estructuras glandulares. Su respiración es por pulmones y el aire entra a través de las narinas internas (coanas), aunque los estadios larvarios acuáticos de algunas especies presenta branquias externas que desaparecen en estado adulto. Por

tanto, presentan una circulación doble con un corazón tricameral. Presentan estructuras sensoriales desarrolladas para el medio terrestre, como un oído mediado por una membrana timpánica y un epitelio olfativo. Sus huevos no poseen cáscara protectora por lo que necesitan del agua o un ambiente muy húmedo para que se desarrolle el embrión. Se pueden reconocer sin dificultad tres tipos morfológicos, que se corresponden con los tres órdenes existentes en la actualidad.

1. Gimnofiones (Ápodos): se conocen como “*cecilias*”. Anfibios exóticos sin patas y con aspecto de lombriz (Figura 6A).
2. Urodelos (caudados): comprenden a las “*salamandras*” y los “*tritones*”. Cuerpo alargado con cola en el estado adulto y las cuatro patas de aspecto semejante (Figura 6B).
3. Anuros (Salientia): comprende las “*ranas*” y “*sapos*”. Cuerpo macizo y rechoncho, sin cola en el estado adulto y con patas posteriores adaptadas al salto (Figura 6C).



Figura 6. Anfibios: A) Gimnofiones; B) Anuros; C) Urodelos

C.- Reptiles

La aparición de los reptiles representan el logro de la independencia definitiva del medio acuático, tanto en la vida adulta como en la embrionaria, y comprenden dos de las tres líneas o linajes de tetrápodos Amniotas, si consideramos a las Aves¹ dentro de este grupo. La formación de una cáscara que envuelve el huevo de estos animales a partir de membranas extraembrionarios, permitió definitivamente a los tetrápodos desligarse del medio acuático, ya que podían cerrar su ciclo de vida por completo en el medio terrestre. Los Reptiles presentan una piel, al contrario que en los anfibios, fuerte, seca y altamente queratinizada que la protege de la desecación. El desarrollo de escamas epidérmicas que

¹ Actualmente los Reptiles es un grupo parafilético ya que deja fuera a las Aves, es decir éstas suelen tratarse como un grupo independiente al mismo nivel sistemático. Actualmente, todos los estudios tienden a considerar que las Aves derivan del linaje Diápsido de los Reptiles, junto a los cocodrilos. Nosotros, trataremos a las Aves como grupo independiente, ya que es más útil desde un punto de vista organizativo, pero dejando clara esta matización

recubre el cuerpo de todo el animal ayuda a evitar la desecación. Además, no presentan branquias en ningún estado de su ciclo de vida, la musculatura se ha desarrollado mucho más, llevan a cabo una fecundación interna y han desarrollado adaptaciones eficaces para evitar la pérdida de agua, como el tipo de riñón que excreta los compuestos nitrogenados en forma de ácido úrico. Aunque la Sistemática de este grupo continúa siendo discutida y es más o menos compleja en función de si se introducen su amplio registro fósil, hemos considerado más útil mantener la división tradicional de este grupo:

1. Quelonios (Anápsidos): engloba a las conocidas “*tortugas*” y “*galápagos*”. El cráneo de los Anápsidos no presenta aberturas en los huesos temporales del cráneo. Los Quelonios presentan el cuerpo encerrado en una caja ósea, formada por un caparazón dorsal y un peto ventral. No presentan dientes y las mandíbulas están provistas de picos córneos. Las vértebras y las costillas están fusionadas con el caparazón. La lengua no es extensible y el cuello es, generalmente, retraible (Figura 7A).
2. Diápsidos: Los Diápsidos presentan el cráneo con aberturas en el hueso temporal y presenta una sistemática compleja. Nosotros nos vamos a centrar sólo en dos Órdenes, ya que engloban a las especies vivas más conocidas: escamosos y cocodrilos.
 - Escamosos: engloban a “*lagartos*” y “*lagartijas*” (Lacertidos o Saurios) (figura 7B) y a la “*serpientes*” (Ofidios) (Figura 7C). Este grupo es muy heterogéneo en cuanto a las especies que engloba, por ejemplo, mientras los Lacertidos presentan un cuerpo provisto de patas y una larga cola (aunque también los hay ápodos), los Ofidios carecen de patas. Entre otras muchas diferencias de estos dos grupos, también queremos destacar que mientras los Lacertidos poseen varias filas de escamas ventrales, los Ofidios tan sólo presentan una fila, lo que permite diferenciarlos claramente de los Lacértidos ápodos.
 - Cocodrilos: engloba a los animales que tienen este nombre. Se caracterizan por presentar un cráneo alargado y masivo con narinas terminales. El corazón de estos animales es tetracameral (dos aurículas y dos ventrículos). Las patas posteriores tienen sólo cuatro dedos. Presentan un comportamiento social avanzado. (Figura 7D)



Figura 7. Reptiles. A) Anápsido, Quelonio; B) Diápsido, Escamoso, Lacerado; C) Diápsido, Escamoso, Ofidio; D) Diápsido, Cocodrilo.

D.- Aves

Las Aves se encuentran filogenéticamente ligadas a los Reptiles y, más concretamente, al linaje Diápsido de éstos siendo un grupo hermano de los Cocodrilos. Por tanto, desde un punto de vista evolutivo no podemos hablar de los Reptiles sin englobar en ellos a las Aves, pero como durante mucho tiempo estos organismos se han venido tratando como un grupo aparte y debido sus especiales características morfológicas y evolutivas que le han permitido volar, también se van a tratar en este tema separadamente. La presencia de plumas, derivados epidérmicos con un origen cercano a las escamas de los reptiles, es uno de los elementos morfológicos que caracteriza a las aves, no sólo porque es este grupo el único que las presenta, sino también porque se considera que fue uno de los condicionantes para que comenzaran a volar. Otras adaptaciones morfológicas también contribuyeron a que se produjera el vuelo: adquisición de una extremidades anteriores fuertes, muy musculadas y con un apoyo esencial en el

hueso coracoides de la cintura escapular; una disminución del peso al presentar huesos huecos y el cambio de las pesadas mandíbulas por un pico córneo; la aparición de la endotermia y una alta tasa metabólica, favorecida por un corazón muy desarrollado y un eficiente sistema de respiración pulmonar; y un alto grado de coordinación neuromuscular, favorecido por el agudizamiento de ciertos sentidos como la visión.

Otras características morfológicas que aparecen en las aves es la presencia de un cuello desproporcionadamente largo, que ayuda a mantener el equilibrio de estos animales en el suelo, ya que son bípedos. Presenta escamas en las extremidades posteriores y reducción del número de dedos. Las cavidades de los huesos actúan como estructuras neumáticas. Sistema nervioso bien desarrollado con doce pares de nervios craneales y sistema auditivo con un solo hueso interno. Corazón cuatrimeral. Pulmones provistos de sacos aéreos y presencia de un aparato fonador, la siringe, entre la tráquea y los bronquios. Sistema excretor que produce ácido úrico como sustancia de eliminación nitrogenada y abre a una cloaca, no presenta vejiga. Finalmente, son animales dioicos con fecundación externa.



Figura 8. Diversidad de aves

La sistemática de las aves está todavía en proceso de definirse, sobre todo en estos momentos en los que las clasificaciones basadas en aspectos morfológicos no se ajustan a las obtenidas con los aspectos moleculares. Por esta razón no vamos a proponer ninguna clasificación inferior, aunque una sistemática tradicional propone la división de las aves en unos 28 órdenes. En la Figura 8 se ofrece una muestra de la diversidad de este grupo.

E.- Mamíferos

Los Mamíferos constituyen el último grupo de organismos que vamos a estudiar en este periplo sobre la diversidad animal. Este grupo desciende del tercer linaje de los Amniotas que dieron el salto al medio terrestre, el de los Sinápsidos, caracterizado por tener una sola abertura temporal en el cráneo. Según Hickman *et al.* (2006) “*Los mamíferos modernos son endotérmicos y homeotermos, tienen el cuerpo total o parcialmente cubierto de pelo y poseen glándulas mamarias se que secretan leche para la nutrición de las crías*”. Estas características junto a otras muchas hacen de estos organismos un grupo singular, y entre estas destacamos la presencia de una placenta (sólo en los Terios o mamíferos actuales) que permite el crecimiento del embrión en un ambiente protegido, ya sea en el propio útero (Euterios) o en el marsupio (Marsupiales); la especialización de los dientes dependiendo de la alimentación y el desarrollo de un paladar secundario que separa las vías respiratorias del digestivo; y un sistema nervioso altamente desarrollado y eficiente, acompañado de órganos de los sentidos extremadamente precisos.

El tegumento de los Mamíferos, aparte de estar cubierto de pelo, presenta una gran cantidad de glándulas con distintas funciones (sudoríparas, sebáceas, odoríferas, etc.). En cuanto al sistema esquelético, los mamíferos son los únicos vertebrados que presentan dos cóndilos occipitales que articulan con la columna, aparte de un paladar óseo secundario, tres osículos formando el oído medio y los huesos de la cintura pelviana fusionados. Externamente, presentan párpados móviles y un pabellón auditivo carnoso. La cavidad torácica está separada de la abdominal por un diafragma muscular. El sistema excretor comunica con una vejiga. Encéfalo con 12 pares de nervios craneales. Dioicos con fecundación interna.

En cuanto a la Sistemática de este grupo se establece dos subclases Prototerios y

Terios, de las cuales la amplia mayoría de especies se encuentra en la segunda. Los Prototerios tienen un amplio registro fósil y sólo tienen a los Monotremas como grupo con representantes vivos. Estos son muy particulares ya que carecen de placenta y se reproducen por huevos, siendo la especie más representativa el Ornitorrinco (*Ornithorhynchus anatinus* (Shaw, 1799)) (Figura 9A). Los Terios se dividen a su vez en dos grandes grupos, los Metaterios y los Euterios, siendo estos últimos los que engloban al mayor número de especies. Los Metaterios están representados por los Marsupiales cuya principal característica es que aun siendo placentarios el embrión termina su desarrollo en una bolsa externa, o marsupio, que presenta el animal adulto (Figura 9B). Por último los Euterios se dividen en aproximadamente unos 18 grupos, de los que ofrecemos una representación de su diversidad en la Figura 9.

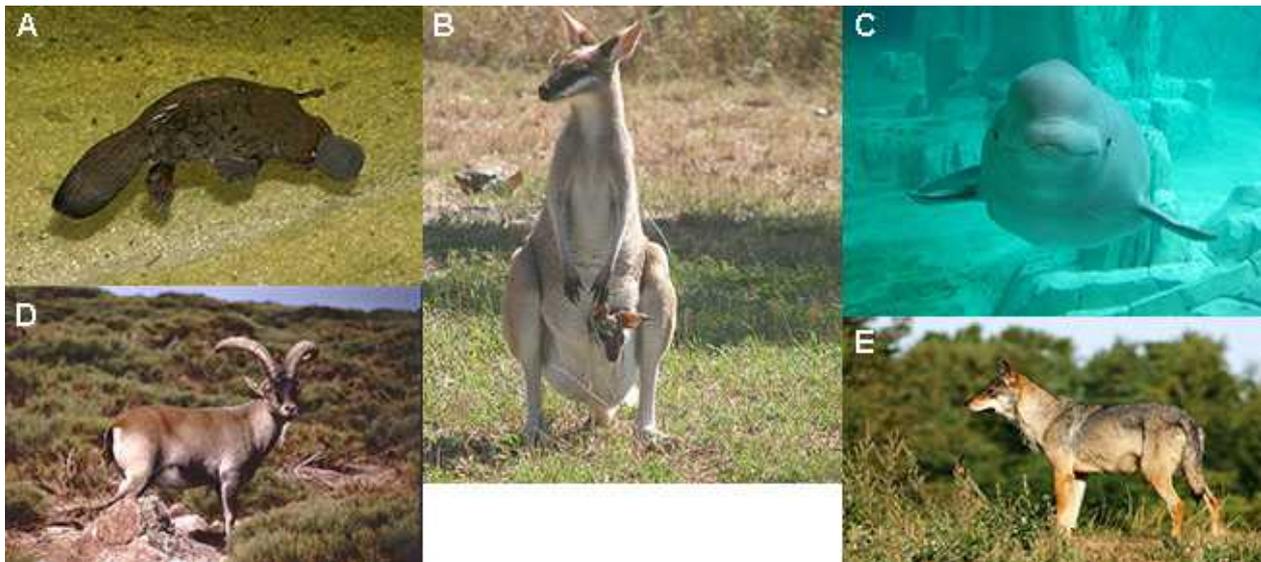


Figura 9. Diversidad Mamíferos: A) Prototerio, Monotremo; B) Terio, Metaterio, Marsupiales; C) Terio, Euterio, Cetáceos; D) Terio, Euterio, Ungulado; E) Terio, Euterio, Carnívoro.

Fuentes de información

1. Brusca, R.C. y Brusca, G.J. 2005. *Invertebrados*. 2ª edición. McGraw.Hill/Interamericana. 922 pp.
2. Calvín, J.C. 2003. Fondos marinos de Murcia. Juan Carlos Calvín ediciones. 301 pp.
3. De Juana, E. y Varela J.M. 2005. Aves de España. Lynx ediciones. 255 pp.
4. Hickman C.P. Roberts L.S. Larson A. l'Anson H. y Eisenhour D.J. 2006. *Principios Integrales de Zoología*. 13ª Ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. 895 pp.
5. Romera E., Arnaldos I., García M.D. y Soler A. 2003. Elementos Prácticos de Zoología. DM-Librero Editor. Murcia.
6. Ruppert E.E. & Barnes R.D. 1996. *Zoología de los Invertebrados*. 6ª Edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 1114 pp.

7. Salvador, A. (coordinador). 1997. Reptiles. En: Fauna Ibérica, vol 10. Ramos, M.A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. 705 pp.
8. Tudge C. 2001. *La Variedad de la Vida*. Editorial Crítica, S.A. Barcelona. 701 pp.

Créditos de las figuras

- El logo del encabezamiento proceden de la página web <http://ocw.um.es/>
- Esquemas de las Figuras 1 y 2 extraídos de Hickman *et al.* (2006)
- La fotografía A de la figura 3 es de Elapied y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BU_Bio2.jpg
- La fotografía B de la figura 3 es de M. Rauschert y procede de WoRMS. Se encuentra disponible en: <http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=669&pic=10897>
- La fotografía C de la figura 3 es de M. Himemiya y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oikopleura_dioica.jpg
- La fotografía D de la figura 3 es de H. Hillewaert y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Branchiostoma_lanceolatum.jpg
- La fotografía E de la figura 3 es de Livingstone y procede de Biodidac. Se encuentra disponible en: <http://biodidac.bio.uottawa.ca>
- Las fotografías A y D de las figuras 4 y 5 respectivamente es de A.F. Jørgensen y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diplodus_vulgaris.jpg
- La fotografía B de las figura 4 y 6 es de R. Bartz y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bufo_viridis_female_quadrat.jpg
- La fotografía A de la figura 5 es de C. Keith y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atlantic_Hagfish_\(Myxine_glutinosa\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atlantic_Hagfish_(Myxine_glutinosa).jpg)
- La fotografía B de la figura 5 es de H. Henssen y procede de WoRMS. Se encuentra disponible en: <http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=685&pic=2105>
- La fotografía C de la figura 5 es de R. Ling y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grey_Nurse_Shark_at_Fish_Rock_Cave,_NSW.jpg
- La fotografía E de la figura 5 es de BrokenSphere y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coelacanth_CAS_1.JPG
- La fotografía A de la figura 6 es de Milvus y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boulengerula_taitanus_1.jpg
- La fotografía C de la figura 6 es y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Feuer_Salamander_2.jpg
- La fotografía A de la figura 7 es de Orchi y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Testudo_hermanni_hermanni_Mallorca_02.jpg
- La fotografía B de la figura 7 es de J. Reis y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Psammodromus_algirus_juv.jpg
- La fotografía C de la figura 7 es de J. Speybroeck y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Malpolon_monspessulanus_2.jpg
- La fotografía D de la figura 7 es de Dewet y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NileCrocodile.jpg>
- La fotografía A de la figura 8 es y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Struthio_camelus_kwh.jpg

- La fotografía B de la figura 8 es de F. da Rosa y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinguino_mirafrente.jpg
- La fotografía C de la figura 8 es de J. Spaedtke y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubo_bubo_domesticated.jpeg
- La fotografía D de la figura 8 es de H. Hillewaert y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Passer_melanurus.jpg
- La fotografía E de la figura 8 es de Banangraut y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Larus_argentatus.jpg
- La fotografía F de la figura 8 es de M. Thyssen y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kiwifugl.jpg>
- La fotografía A de la figura 9 es de S. Kraft y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Platypus.jpg>
- La fotografía B de la figura 9 es de Magdalena B y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:WhipWallaby.jpg>
- La fotografía C de la figura 9 es de Carquinyol y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Beluga_oceanografic.jpg
- La fotografía D de la figura 9 es de J. García y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Capra_pyrenaica.jpg
- La fotografía E de la figura 9 es de M. Thyssen y procede de Wikimedia Commons. Se encuentra disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scandinavian_grey_wolf_Canis_lupus_.jpg