

## Sesión Teórico-Práctica 12-13 Los Cordados<sup>1</sup>

### PARTE PRÁCTICA<sup>2</sup>

- 12.A. Estudio de la morfología externa de Tunicados.
- 12.B. Estudio de la morfología de Cefalocordados.
- 12.C. Estudio de la morfología externa de especies representativas de Vertebrados.

### Objetivos

- 1. Conocer la organización del arquetipo cordado y vertebrado
- 2. Adquirir destrezas en el manejo de microscopio y estereoscopio binocular
- 3. Adquirir destrezas en la manipulación de organismos

### Material<sup>3</sup>

- 1.- Tunicados
  - 1. *Ascidia* (ejemplar y preparación larva)
- 2.- Cefalocordados
  - 2. *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas, 1774) (Preparación ejemplar "in toto")
- 3.- Vertebrados
  - 3.1.- Peces
    - 3. *Barbus* sp. Cuvier y Cloquet, 1816 (Ejemplar y preparación de escamas)
    - 4. *Tunnus* sp. South, 1845 (vértebra)
  - 3.2.- Anfibios
    - 5. *Rana* sp. (Rana) (Ejemplar y esqueleto)
    - 6. *Sapo* sp. (Sapo) (Ejemplar)
    - 7. *Triturus* sp. Rafinesque, 1815 (Tritón) (Ejemplar)
    - 8. *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) (ejemplar)
    - 9. *Pleurodeles waltii* (Michaelles, 1830) (Gallipato) (Ejemplar)
  - 3.3.- Reptiles
    - 10. *Pseudemys scripta elegans* (Schoepff, 1792) (Tortuga de Florida)(Ejemplar)
    - 11. *Psammomromus hispanicus* Fitzinger, 1826 (Lagartija cenicienta) (Ejemplar)
    - 12. *Lacerta lepida* Daudin, 1802 (Lagarto ocelado) (Esqueleto)
  - 3.4.- Aves
    - 13. *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) (Codorniz) (Ejemplar y esqueleto)
    - 14. *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758) (Polla de agua) (Ejemplar)
    - 15. *Phalacrocorax* sp. (Linnaeus, 1758) (Cormorán) (Esqueleto)
    - 16. *Struthio camellus* Linnaeus, 1758 (Avestruz) (Vértebras)
  - 3.5.- Mamíferos
    - 17. *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (Ratón) (Ejemplar)
    - 18. *Felis silvestris catus* Linnaeus, 1758 (Gato doméstico) (Cráneo)
    - 19. *Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758 (Perro doméstico) (Cráneo)
    - 20. *Ammotragus lervia* Pallas, 1777 (Muflón) (Esqueleto)
    - 21. *Sus scrofa domesticus* (Linnaeus, 1758) (Cerdo) (Vértebras)
    - 22. *Bos taurus* Linnaeus, 1758 (Vaca) (Vertebras)
    - 23. *Homo sapiens* Linnaeus, 1758 (Esqueleto)

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

3 Algunas partes del desarrollo del guión práctico se han adaptado de Romera *et al.* (2003) y Torralva *et al.* (1992)

## **Desarrollo**

### **1. Tunicados**

Las ascidias son animales puramente marinos y fijos al sustrato. Su cuerpo no se encuentra segmentado y presentan, en las ascidias solitarias adultas, una forma cilíndrica o subesférica (Figura 1A). Poseen una amplia **base** mediante la que se fijan a las rocas, conchas o fondo de los barcos. En el polo opuesto a la superficie de fijación presentan dos **aberturas** o **sifones**. El sifón más apical es el **sifón inhalante** o **sifón oral**. Por éste pasa el agua y, tras atravesar una gran faringe, sale por el **sifón exhalante** o **sifón atrial**, situado en un lado. Todo el cuerpo se encuentra rodeado por la **túnica** que contiene tunicina, sustancia muy parecida a la celulosa. Esta cubierta externa va creciendo con el animal durante su vida, no estando sometida, por tanto, a procesos de muda. Puede presentar inclusiones que la endurecen.

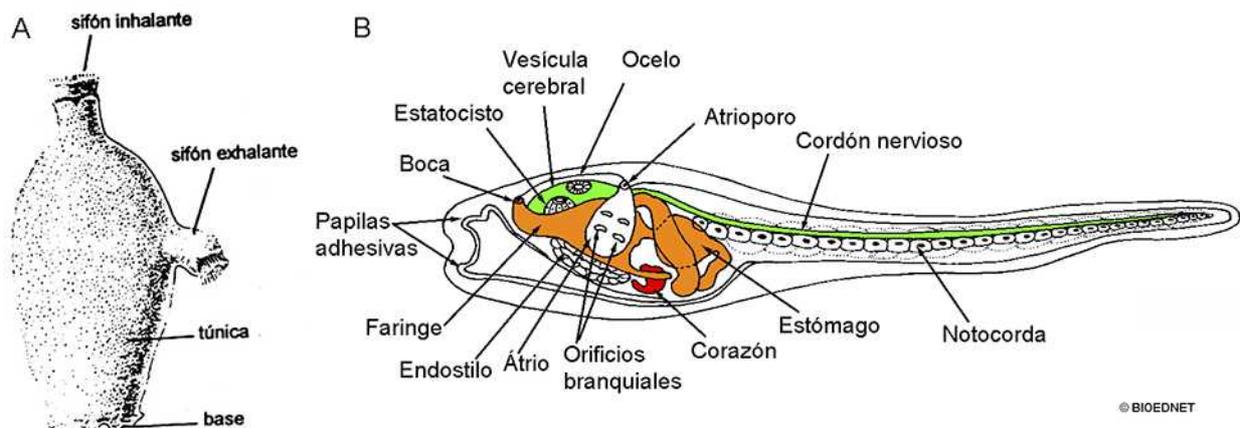


Figura 1. Tunicados, Ascidiaceos: A) adulto y B) larva

La especialización a la vida sésil y sedentaria de las ascidias adultas hace necesario estudiar su larva para apreciar la características básicas relacionadas con los Cordados. La larva es nadadora y su movimiento se debe fundamentalmente a la presencia de una cola larga (Figura 1B), donde se puede apreciar fácilmente la **notocorda** y el **tubo neural**, dispuestos paralelamente a su eje longitudinal, ocupando el tubo neural una posición dorsal respecto a la notocorda. La cola se encuentra recorrida por todo su perímetro por una **aleta caudal**, que es una prolongación del tegumento que recubre la superficie del cuerpo. La **boca**, que se transformará en el **sifón bucal**, se localiza en la posición anterior del cuerpo y conduce a una **faringe** que se encuentra perforada por unas **hendiduras** o **estigmas** que desembocan en el **atrio** o cavidad del

cuerpo. La cavidad atrial abre dorsalmente a través del sifón atrial. La faringe se continúa posteriormente en un **asa digestiva** acodada con un **intestino** dirigido hacia el lado dorsal. La faringe internamente presenta un engrosamiento, formado por un par de pliegues longitudinales ventrales separados por un surco, denominado **endostilo**.

La larva, al final de su estadio, se fija al substrato mediante tres papilas anteriores que posee, aconteciendo una metamorfosis muy drástica mediante la cual la cola, junto a la notocorda y el tubo neural, es reabsorbida; el cuerpo sufre una rotación de 180°; y la boca o sifón bucal se curva hacia atrás para abrirse en el extremo opuesto al de fijación.

## 2. Cefalocordados

*Branchiostoma lanceolatum* (Figura 2) es un animal marino, excavador y de pequeño tamaño. En él se pueden reconocer todas las características básicas de los Cordados en su forma más sencilla. Para el estudio del ejemplar suministrado se procederá a su observación bajo el estereomicroscopio. El estudio de los detalles se deberá realizar al microscopio.

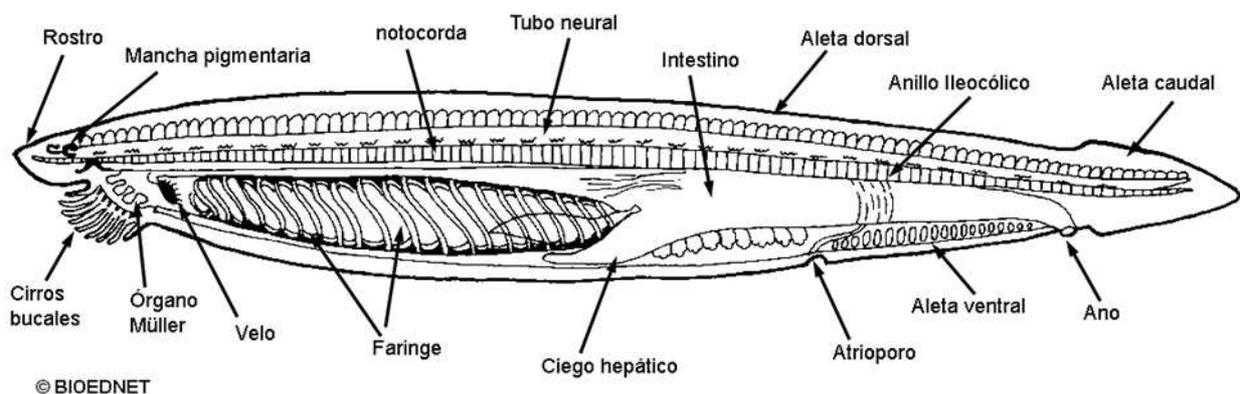


Figura 2. Cefalocordado. Equema de la anatomía de *Branchiostoma* sp.

El cuerpo del animal, lanceolado, está apuntado en sus dos extremos y fuertemente aplanado lateralmente. Su región anterior se prolonga en un **rostro** dorsal. Ventralmente se reconoce el vestíbulo **oral**, rodeado de una corona de **cirros bucales**. En la línea medio-ventral, en la mitad posterior del cuerpo, se podrá observar el **atrioporo** o poro abdominal, por detrás del cual se inicia la **aleta ventral**. En posición posterior al atrioporo se sitúa el **ano**. Dorsalmente se sitúa la **aleta dorsal**, reducida a una cresta no muy prominente, al menos en su zona más anterior. Se reconocerá por los radios que la soportan, dispuestos perpendiculares al eje longitudinal del cuerpo. En la región posterior

del animal se reconoce la **aleta caudal**, apuntada.

Por transparencia podrá estudiarse la morfología interna del animal. Bajo la aleta dorsal se observará el **tubo neural** y, bajo éste, la **notocorda**, fácilmente distinguible de aquél por su mayor grosor. En el extremo anterior del tubo neural puede verse un pequeño punto pigmentado, se trata de la **mancha ocular**. A lo largo del cuerpo podrán identificarse los **miotomos**, bandas musculares en forma de V ligeramente inclinada. Se identificarán con mayor facilidad en la región posterior del animal. Para observarlos mejor habrá que desenfocar la preparación, de modo que se la pared corporal la que se encuentre enfocada, no los órganos internos.

El vestíbulo oral, observado anteriormente, da paso al **digestivo**. Por delante de la faringe se sitúan el **órgano rotador de Müller**; banda ciliada con digitaciones que se aprecia muy poco teñido y debe ser observado moviendo con cuidado el micrométrico, y el **velo**, a modo de diafragma en el fondo del vestíbulo. La **faringe** es muy voluminosa y alcanza la mitad del cuerpo. Es muy conspicua gracias a las **hendiduras faríngeas o branquiales**. A la faringe le sigue un corto **esófago** y el **intestino**, que se diferencia en intestinos **medio** y **posterior**. En el inicio del intestino medio se encuentra el **ciego hepático**, que se dirige ventralmente hacia delante. Al final del intestino medio se sitúa el **anillo ileocólico**, que se aprecia como una región a modo de banda, intensamente teñida. El intestino continúa su recorrido linealmente hasta abrir al exterior por el **ano**.

### **3. Vertebrados**

Los animales vertebrados se caracterizan por presentar un esqueleto interno formado básicamente por un cráneo y una columna vertebral, un encéfalo altamente complejo y un corazón muscular con tres o cuatro cámaras. Los vertebrados se dividen básicamente en dos grandes grupos: Peces y Tetrápodos, constituidos por Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. De estos grupo vamos a estudiar tanto la morfología externa como la organización de su esqueleto.

#### **3.1. Morfología externa**

##### **A.- Peces**

Los peces tienen un morfotipo hidrodinámico a modo de huso para favorecer su movimiento dentro del agua, que también se ve favorecido por la secreción de mucosidades y la disposición de las escamas. Aun así aparecen alteraciones a este

modelo general, de manera que encontramos modelos deprimidos dorsoventralmente (rayas, rape, etc), modelos comprimidos lateralmente (pez luna, rodabalo, lenguado), modelos cilíndricos o anguiliformes (anguilas, morenas, etc), modelo serpentínico (pez cinta) o modelo esférico (pez globo). También pueden aparecer formas extrañas o casos muy particulares como el caballito de mar.

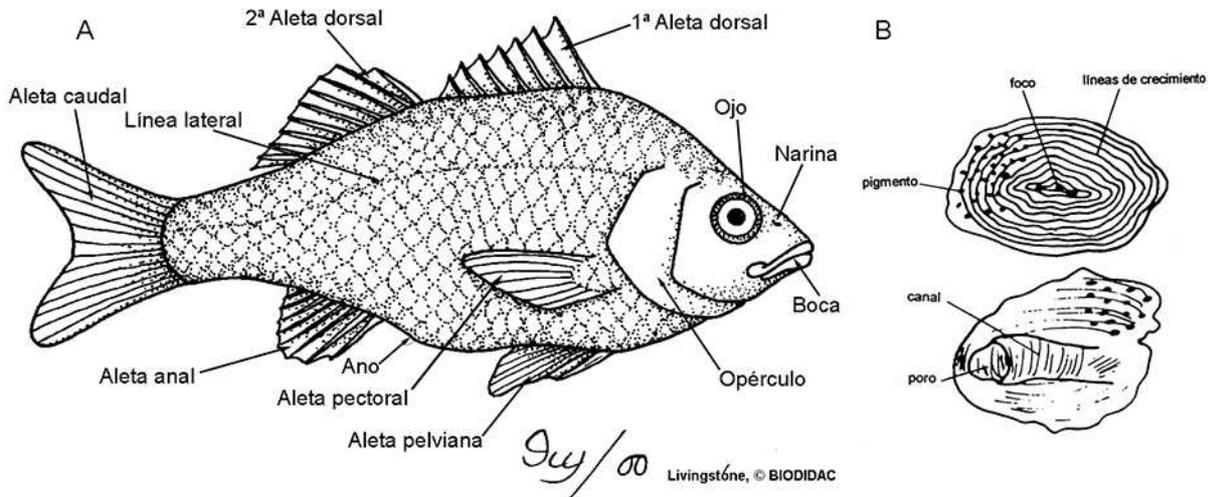


Figura 3. Peces: A) anatomía externa de un Osteichthys y B) escamas

De manera general, el cuerpo de los peces se puede diferenciar en tres zonas claras: **cabeza**, **tronco** y **cola** (Figura 3A). En la región cefálica se observa la **boca**, en cuyo interior pueden aparecer o no dientes, los **orificios nasales** o **narinas** y dos grandes **ojos**. Rodeando a cada ojo se puede observar un párpado **adiposo** que suele estar bien desarrollado. Posteriormente y limitando la cabeza con el resto del cuerpo se observa el **opérculo**, que protege a las **branquias**. El **tronco** se caracteriza por presentar las **aletas** y la **línea lateral**. Dorsalmente se encuentra la aleta dorsal, como un única estructura o dividida en varias unidades, que está compuesta por *radios*. Para observar estas estructura hay que extender la aleta con la ayuda de unas pinzas y mirar a contraluz. Algunos radios pueden aparecer finamente estriados mientras que otros se muestran homogéneos en toda su longitud. A los lados del animal y cerca del opérculo se encuentra las **aletas pectorales**, cuya morfología puede ser muy variable; en la línea medio ventral del animal y por detrás de las aletas pectorales se encuentran un par de **aletas pelvianas**; en la línea medio ventral y justo detrás del ano se encuentra la aleta anal. La parte final del animal del cuerpo está formada por la **aleta caudal**, cuya

morfología también es muy variable.

Todo el cuerpo del animal se encuentra cubierto por **escamas**. Las escamas (Figura 3B) tienen una estructura similar y sólo son diferentes las que se encuentran en la línea lateral. En las escamas podemos diferenciar las **líneas de crecimiento** que son concéntricas a un punto denominado **foco**, y también una zona provista de **gránulos de pigmento** que es la que se encuentra en contacto con el medio. Las escamas de la línea lateral además presentan un **poro** muy evidente que se comunica con un **canal** interno.

## **B.- Anfibios**

### **Anuros**

El cuerpo de un animal adulto se puede dividir en dos regiones: la **cabeza** que lleva la boca y los órganos sensitivos pares, y el **tronco** con dos pares de miembros locomotores y sin cola (Figura 4A). La superficie dorsal de estos animales generalmente está más pigmentada que la superficie ventral.

La Cabeza es triangular y no está separada del tronco por un cuello aparente. Deben observarse las **narinas** externas, que están situadas en la parte anterior. Los **ojos** son salientes y se cubre de dos **párpados**: El **superior** inmóvil y opaco, y el **inferior** muy móvil y plegado, formando una estructura transparente, la **membrana nictitante**, capaz de moverse con rapidez sobre la superficie del ojo. Esta membrana nictitante no es homóloga a la del resto de los Vertebrados. La **boca** es grande y, en su interior, se observa el techo de la boca, limitado por delante por un **arco óseo** con numerosos **dientecillos**, que no se presentan en los sapos. Estos son muy pequeños y difíciles de ver, por lo que para ponerlos de manifiesto hay que pasar el dedo suavemente por la mandíbula. Sobre la comisura de la boca existe una **glándula** que, en en los machos, se curva ventralmente por detrás de la boca, lo que permite identificar el sexo del ejemplar. La **lengua**, gruesa y bífida, se aloja en la cavidad bucal; se inserta en la parte anterior y está abatida hacia atrás. Detrás de las comisuras de la boca se encuentra la **membrana timpánica**, circular y bastante grande (Figura 6A). En la parte posterior de la cabeza, dorsalmente, se encuentra las **glándulas parótidas**, cuyas forma y disposición son muy importante a la hora de la identificación de las especies.

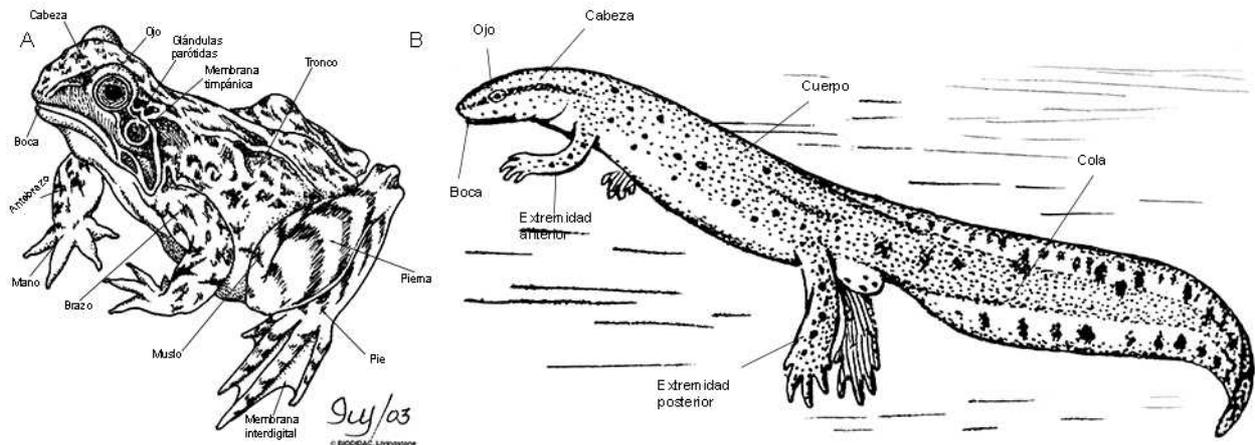


Figura 4. Anfibios: A) morfología externa de un Anuro y B) morfología externa de un Urodelo

El tronco es rechoncho y con dos pares de extremidades (Figura 6). En la parte posterior abre la **cloaca** bajo un pequeño tubérculo caudal atrofiado. Las extremidades comprenden tres segmentos: el **brazo** o **muslo**, **antebrazo** o **pierna** y **mano** o **pie**. En la **extremidad anterior**, el brazo y el antebrazo tienen la misma longitud. La mano es corta y lleva sólo cuatro **dedos**, faltando el pulgar. En la **extremidad inferior**, el muslo, la pierna y el pie tienen la misma longitud, resultado de la adaptación al salto. El pie lleva cinco **dedos**, unidos por una **membrana interdigital** que utilizan en la natación. En la base del pulgar hay un dedo suplementario, el **calcar** o **prepulgar**. En ningún caso se presentan uñas.

### Urodelos

Son los que han conservado la forma original de los primeros vertebrados, con el **cuerpo alargado** y, hasta cierto punto, pisciforme (Figura 6). Son incapaces de sobrevivir en condiciones muy áridas. Tienen extremidades primitivas dispuestas en ángulos rectos en relación con el cuerpo. Las **extremidades anteriores** y **posteriores** son de tamaño aproximadamente igual. La **cola**, que puede tener sección circular, en las formas más acuáticas, como los tritones, presenta un reborde longitudinal a modo de aleta, que le da un aspecto aplanado.

## C.- Reptiles

### Quelonios

Se reconocen con facilidad por tener el cuerpo revestido por una **coraza** o **caparazón** compuesto en gran parte por placas óseas revestidas por **placas córneas**;

cuyo diseño es característico para cada especie (Figura 5A). Sólo en algunas especies, que no se estudiarán aquí, están revestida por piel blanda. La coraza se divide en dos partes: una dorsal o superior, más o menos abombada, el **espaldar** o **caparazón** propiamente dicho, y otra ventral, aplanada, **peto** o **plastrón** (Figura 5). Ambas están unidas entre si.

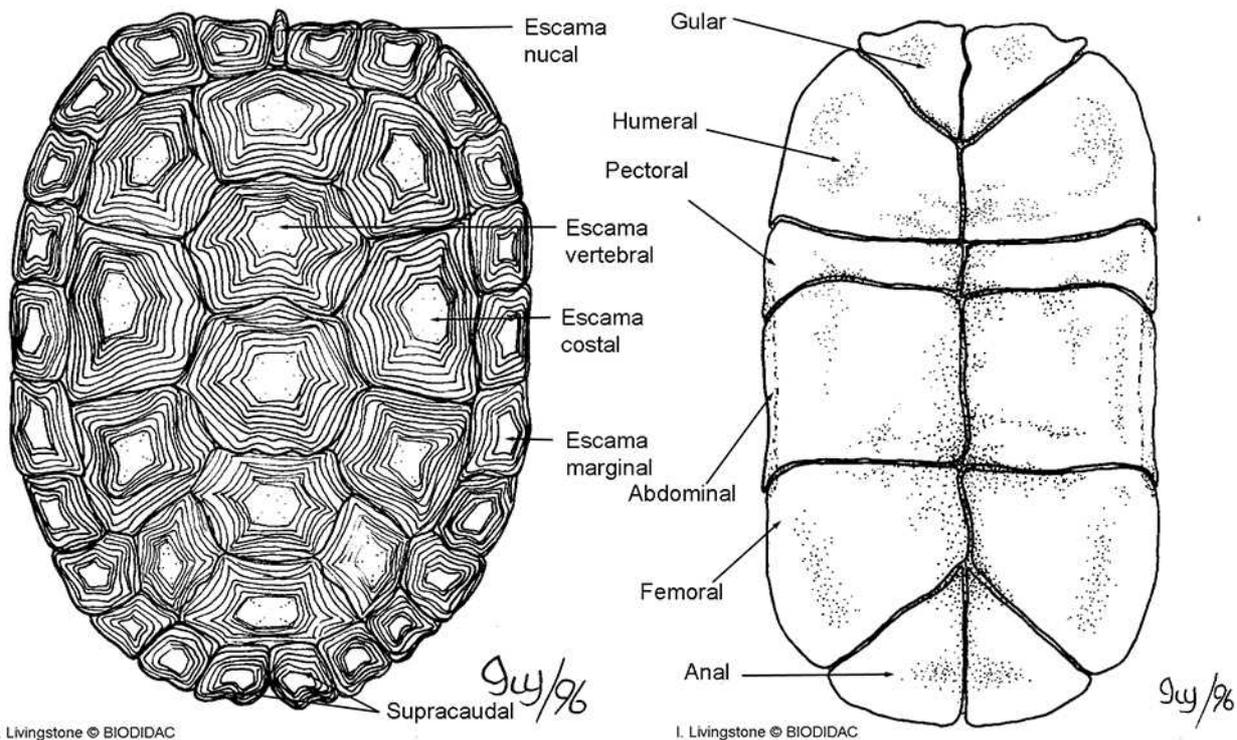


Figura 5. Reptiles: Caparazón de un Quelonio

El **espaldar** está formado por cinco series de placas: **nucleales**, **vertebrales**, **costales**, **marginales**, y **supracaudales** (Figura 5A). Las placas de un peto generalizado se denominan: **gulares**, **humerales**, **axilares**, **pectorales**, **abdominales**, **femorales**, **inguinales** y **anales** (Figura 5B)).

### Escamosos

Los Reptiles Escamosos reciben su nombre por presentar el cuerpo recubierto de escamas. Tradicionalmente se reconocían dos grupos dentro de los Escamosos, los Saurios (lagartos, lagartijas, camaleones, etc) y los Ofidios (culebras, serpientes, etc). Esta clasificación es obsoleta y no debe aplicarse, aunque los grupos resultan muy intuitivos. A efectos prácticos hablaremos de Lacértidos y Serpientes. En la mayoría de los escamosos la locomoción se efectúa gracias a las extremidades, ayudando la cola a

mantener el equilibrio durante la marcha. En el caso de las serpientes, y algunas otras formas, que han perdido las patas se ha desarrollado el movimiento ondulatorio. Sólo vamos a estudiar la morfología externa de un Lacértido.

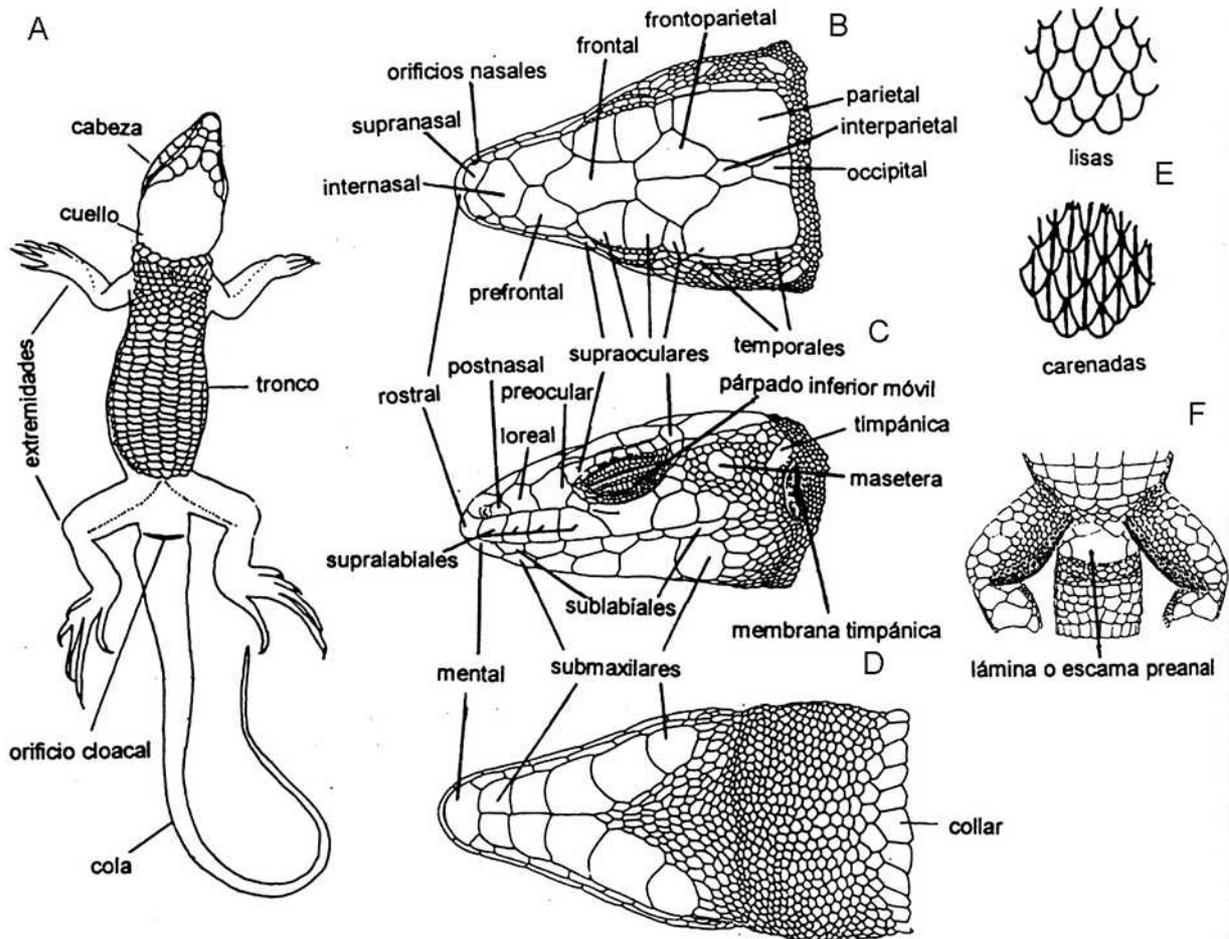


Figura 6. Reptiles. Morfología externa de un Escamoso.

El aspecto general de un Lacértido es muy similar al de un Anfibio Urodelo en el sentido de que el cuerpo es alargado, con cuatro miembros muy desarrollados y provisto de cola (Figura 6). Poseen cinco dedos en cada extremidad provistos de uñas, lo que permite su diferenciación. La cola tiene capacidad autotómica en la parte de las vertebrales caudales, por lo que pueden desprenderse de ella sin resultar lesionados

En un Lacértido típico el cuerpo se encuentran bien diferenciadas en la siguientes partes: **cabeza**, **cuello**, **cuerpo o tronco** y **cola** (Figura 6A). Generalmente en el tronco se presentan cuatro **extremidades**, con cinco **dedos** provistos de **uñas** bien desarrolladas. En la mayoría la **membrana timpánica** es bien visible, aunque en algunos

se encuentra parcialmente cubierta por escamas (Figura 6C).

La superficie del cuerpo está cubierta por numerosas **escamas** dispuestas de un modo regular. Las características de las escamas sirven para la identificación específica, tanto en Lacértidos como en los demás Escamosos. Dependiendo de la especie, las **escamas corporales dorsales** pueden estar imbricadas o presentarse en forma de **gránulo**. Las **escamas** pueden presentar, o no, una **carena**, **quilla** o **cresta** desarrollada, o ser **lisas** (Figura 6E). Las escamas de la superficie ventral del cuerpo son siempre más anchas que las dorsales.

La **cabeza** porta los **ojos**, situados lateralmente, poseen un **párpado inferior móvil** y una membrana nictitante, que no se apreciará. Los **orificios nasales** se encuentran en el extremo anterior. Por detrás de la comisura de la boca se sitúa la **membrana timpánica** (Figura 6). La cabeza se encuentra cubierta por escamas grandes y estrechamente aplicadas al hueso subyacente. La posición de las escamas no se corresponde con la posición de los huesos que hay debajo. El tamaño y disposición de estas **escamas** es fundamental a la hora de estudiar estos animales por lo que deben ser bien conocidas. Para la identificación de las escamas cefálicas debe situarse el ejemplar bajo el estereomicroscopio y se debe seguir la nomenclatura utilizada en la figura 6.

El **cuello** es la región posterior de la cabeza, ligeramente estrechada y, en algunas especies, marcada ventralmente por la presencia del denominado **collar**, línea de escamas bien diferenciadas. El **tronco** es alargado y por las extremidades. Ventralmente, justo por detrás de las patas posteriores, aparece el **orificio cloaca**, que se observa como una hendidura transversal rodeada por grandes escamas. A la escama anterior a la cloaca se la denomina **lámina** o **escama preanal**, que suele ser de mayor tamaño que el resto (Figura 6E). La **cola** está revestida por escamas dispuestas en **anillos**.

## AVES

El cuerpo de un ave se encuentra completamente cubierto de plumas y comprende cuatro regiones características: **cabeza**, **cuello**, **tronco**, y **cola** (Figura 7A).

La cabeza, a excepción de pico y ojos, está cubierta completamente de plumas. Los **ojos** son grandes y, generalmente, en posición lateral, presentan tres párpados: uno **superior**, uno **inferior** y un tercero, la **membrana nictitante**, que se despliega desde el ángulo interno del ojo. El **pico** presenta dos mandíbulas, superior e inferior, ambas con

una base ósea y una envoltura córnea llamada **ranfoteca**. A la línea dorsal del pico que une la punta de la mandíbula superior y el comienzo de la zona emplumada de la cabeza se le denomina **culmen**. Su equivalente en la mandíbula inferior es el **gonio**.

En la base de la mandíbula superior se encuentran los **orificios nasales** (narinas externas), recubierta por una membrana llamada **cera**. La zona de contacto con entre ambas mandíbulas es el **rictus** o **comisura bucal**. Los bordes de cada mandíbula se denominan **iomios**.

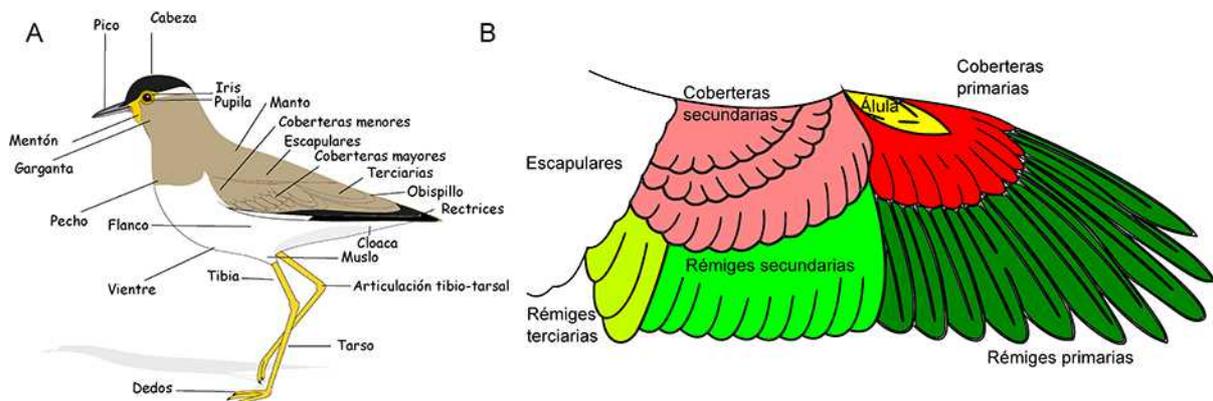


Figura 7. Aves: A) Morfología general de un ave y B) esquema de la organización de las plumas en el ala

En el suelo de la boca está la **lengua** y, por detrás, la **glotis**, con las entradas del esófago y la tráquea (no se verán en el ejemplar presentado). El orificio del **conducto auditivo externo** se abre detrás de cada ojo, y está disimulado entre el plumaje.

El **cuello** es relativamente largo y está dotado de una extraordinaria movilidad. El **tronco** se caracteriza por ser corto y rígido y estar cubierto por las plumas cobertoras. Esta zona del cuerpo lleva las extremidades: anteriores o torácicas (**alas**) y posteriores o pelvianas (**patas**). Las alas (Figura 7B) están cubiertas de plumas relacionadas con el vuelo, es decir **remiges**, que reciben diferentes nombres dependiendo de su posición:

- **Primarias:** insertas sobre los huesos de la mano y, por tanto, las más alejadas del cuerpo. Son las plumas de vuelo más grandes e impulsan al ave al vuelo.
- **Secundarias:** insertas sobre el antebrazo (ulna y radio) son las plumas que sostienen el ave en el aire
- **Terciarias:** Son plumas insertas sobre el brazo (húmero). Algunos autores las consideran secundarias.
- **Bastardas:** son tres o cuatro plumas cortas que se insertan en el primer dedo del

ave constituyendo el **ala bastarda** o **álula**. Estas plumas se separan del resto cuando el ave a baja velocidad está en descenso para controlar éste movimiento.

La base de las rémiges está oculta por las plumas **cobertoras**, llamándose **supracobertoras** a las insertas en la cara dorsal del ala, e **infracobertoras** a las insertas en la cara ventral. Las cobertoras que recubren la unión del ala con el cuerpo se llaman escapulares en la cara dorsal, y **axilares** en la cara ventral. Las extremidades inferiores también están recubiertas por plumas, excepto el tarso-metatarso y el pie

La **cola** es muy corta y en ella se insertan las plumas **rectrices**. En la parte inferior de la cola se encuentra transversalmente la **abertura cloacal**.

### Mamíferos

El cuerpo de un mamífero comprende las tres partes características de los Tetrápodos: **cabeza**, con la boca y órganos sensoriales pares; **tronco**, donde se encuentran dos pares de **miembros locomotores**; y la **cola**.

En la **cabeza**, separada del tronco por un **cuello** bien marcado, se distinguen los **pabellones auriculares**, bien aparentes, el **hocico**, prominente, en cuyo extremo abren los **orificios nasales**, la **boca**, ventral, por detrás del hocico, y los **ojos**, por delante de los pabellones auriculares, protegidos por dos **párpados** móviles, superior e inferior, y un tercero, reducido y oculto, que representa un resto de la membrana nictitante.

El **tronco** lleva, lateralmente, los dos pares de **miembros locomotores**, con los segmentos propios de los tetrápodos (ver en anfibios), y ventralmente, los **pezones**, más claros en las hembras, y los **orificios anal**, en la base de la cola, **urinario** y genital (Figura 8).

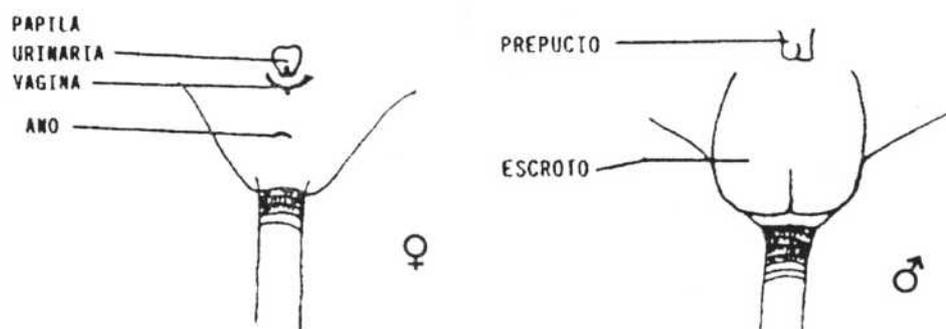


Figura 8. Mamíferos. Diferencias morfológicas entre un macho y una hembra de ratón

En las **hembras** la **vagina** abre delante del ano, a la altura de la **vulva**, en la hendidura transversa. El ano y la vulva están separados por un **perineo** corto. Por delante de la vagina se sitúa la **papila urinaria**. En los machos, los orificios urinario y genital se fusionan en el extremo de un **pene** oculto, normalmente, en un repliegue cutáneo, el **prepucio**. Así, por delante del ano solo aparece el **orificio prepucial**. Ambos orificios están separados por un **perineo** largo, a la altura del cual se sitúa el **escroto**.

La **cola**, en ocasiones, es tan larga como la cabeza y el tronco juntos. Su sección es circular y se va adelgazando hacia el extremo. Puede, o no, estar cubierta de escamas córneas entre las que se insertan pelillos cortos y rígidos.

### 3.2. Esqueleto en Vertebrados

#### Vertebras y Eje Vertebral

El esqueleto, en general, refleja claramente el modo de locomoción de cada animal, y el cráneo y la mandíbula, en ciertos animales, da indicios precisos sobre los hábitos alimenticios.

El esqueleto en vertebrados se compone de un **eje** longitudinal al que se une en uno de sus extremos, el **cráneo** y, en el caso de los tetrápodos, con el que se relacionan los **apéndices** locomotores por medio de las denominadas **cinturas** (Figura 9).

El **eje longitudinal** o **columna vertebral** (Figura 9) está formado por unidades denominadas **vértebras**, que se extienden desde la base del cráneo hasta el extremo de la cola. Atendiendo a la morfología de las vértebras y si articula con otros huesos, la columna vertebral se puede dividir en diferentes regiones. En *Peces* se observan dos regiones: **tronco**, formado por las vertebras donde se insertan las costillas ventrales, y **caudales**, que llevan arcos hemales. En los grupos de tetrápodos se pueden diferenciar cinco regiones, que desde la cabeza hasta la cola son: **cervical**, **torácica**, **lumbar**, **sacra** y **caudal** (Figura 9).

- La **región cervical** constituye las vértebras que forman el cuello. El número de vértebras varía en función del grupo, así los mamíferos tienen siempre 7 vértebras (tanto una jirafa como un murciélago), mientras que las aves pueden llegar a tener 25. En el caso de mamíferos, las dos primeras vértebras son completamente distintas al resto, debido a su relación con el cráneo; así la primera se denomina **atlas**, que consiste en un anillo óseo relacionado con la base del

cráneo, y la segunda **axis** que es la que permite el giro de la cabeza respecto al eje vertebral.

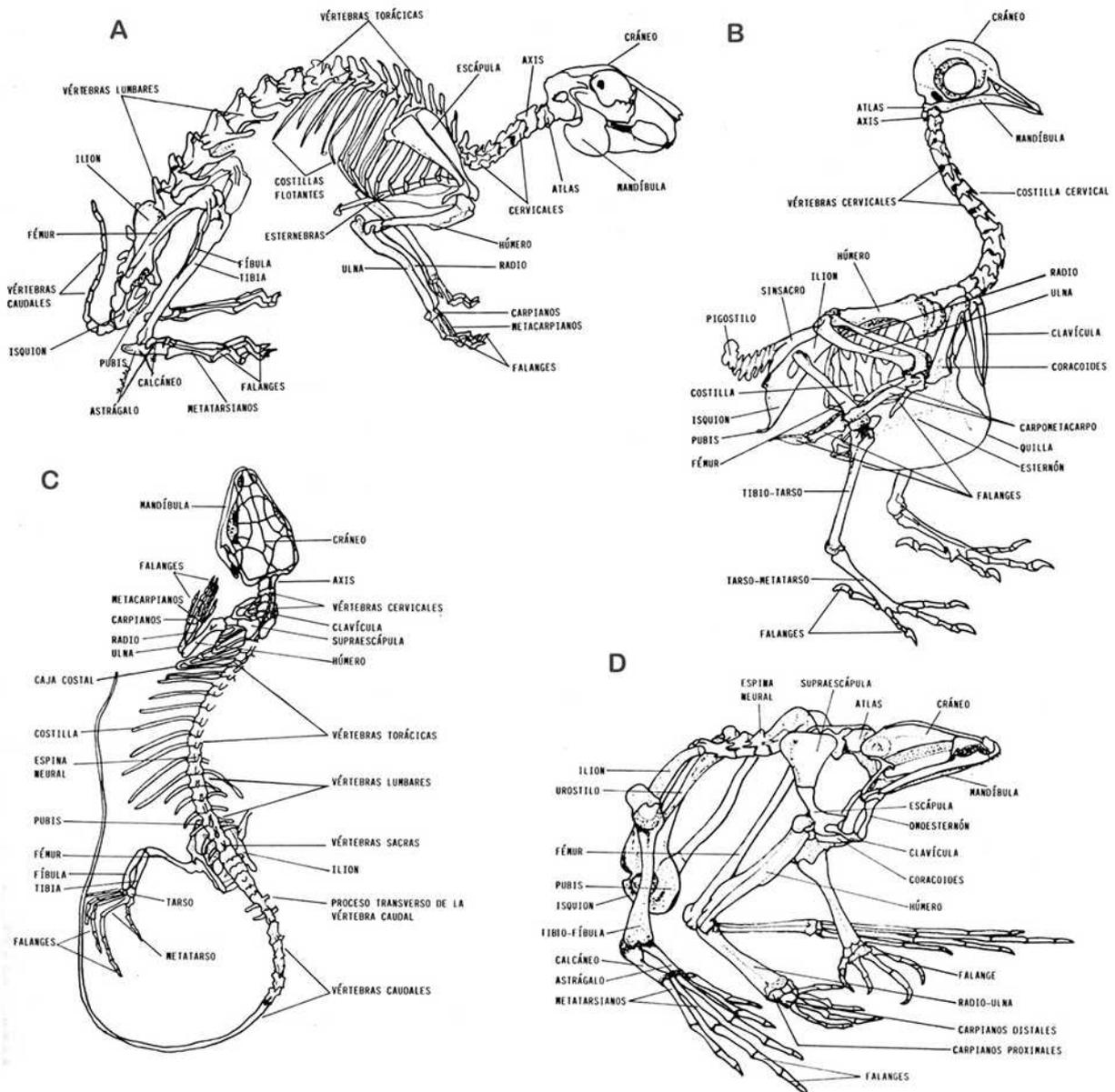


Figura 9. Comparativa de la organización esquelética de diferentes grupos de vertebrados: A) Mamífero; B) Ave; C) Reptil y D) Anfibio

- La **región torácica** es variable en su número de vértebras, por ejemplo en mamíferos pueden presentar de 9 a 25, y su identificación es muy fácil ya que en ellas articulan las **costillas**. Las costillas pueden estar unidas directa o indirectamente al esternón.
- La **región lumbar** también presenta un número variable de vértebras, en

mamíferos por ejemplo pueden presentar de 2 a 24 unidades, y se diferencian claramente en la mayoría de grupos ya que son muy robustas y no presentan cosillas, excepto en algunos reptiles. En aves la identificación de las vértebras de esta zona es más difícil ya que se encuentran fusionadas junto a las vértebras del **sacro** y a las **caudales anteriores** para formar el **sinsacro**, al que también se encuentra fusionada la cintura pélvica.

- La **región sacra** suele constar de pocas vertebras, en mamíferos de 3 a 5 unidades, que se encuentran firmemente unidas entre si, y es la región que queda fusionada con la cintura pelviana (ver más adelante).
- La región **caudal** es muy variable en cuanto al número de vertebras, incluso dentro de un mismo grupo, en mamíferos encontramos de 3 en el hombre a 50 en el pangolín. Las vértebras van disminuyendo de tamaño progresivamente, de manera que las terminales están prácticamente reducidas al cuerpo vertebral.

Los Ofidios o Serpientes son una excepción a esta regionalización, ya que la similitud de sus vértebras y la ausencia de extremidades provoca que sólo se distinguan dos regiones: una región **troncal** o **precaudal**, provista de costillas, y una región **caudal** que carece de éstas.

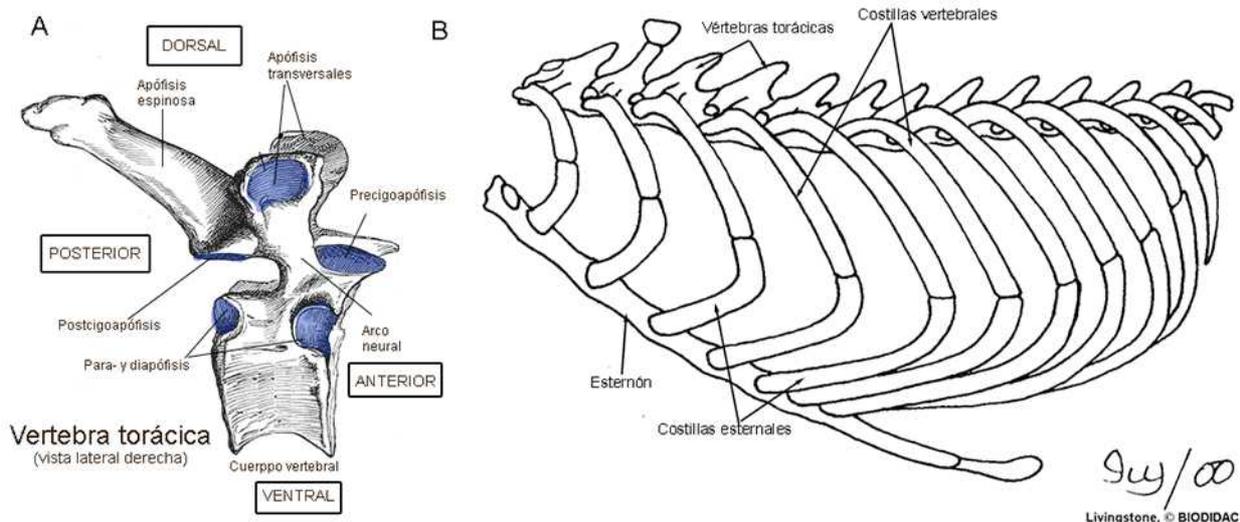


Figura 10: A) Vertebra torácica de mamífero y B) Región torácica de mamífero

La **vértebra** típica de un Mamífero (Figura 10A), la cual vamos a manejar en las prácticas principalmente, se componen de una porción ventral sólida y cilíndrica, denominada **cuerpo vertebral**, de la que salen diferentes salientes o **apófisis**. Dorsal al

cuerpo vertebral se proyectan dos apófisis **neurales** o **arco neural**, que protege a la médula espinal, que se fusionan prolongándose en una **espin neural** o **apófisis espinosa**. El orificio que deja la fusión de estas apófisis se llama **agujero vertebral** o **raquídeo**. A ambos lados del arco neural salen las **apófisis transversas** de diferente tamaño y forma según la región de la vértebra, siendo corta en las vértebras torácicas y larga en las lumbares. En las vértebras torácicas se pueden también diferenciar las **pleuroapófisis**, que es lugar donde articulan las costillas. Las costillas se disponen intervertebralmente y articulan en dos pleuroapófisis, una se encuentra en la apófisis transversa y la otra cerca del cuerpo vertebral. Por último, las vértebras articulan unas con otras en unas zonas denominadas **cigoapófisis**, llamándose a las anteriores **precigoapófisis** y a las posteriores **postcigoapófisis**. Para orientar una vértebra y conocer cual es su parte anterior y posterior, tenemos que determinar cuáles son las pre y las postcigoapófisis; para ello, colocada la vertebra con la zona dorsal hacia arriba y la ventral hacia abajo, si las carillas articulares de las cigoapófisis, es decir una zona muy pulida, se encuentra hacia arriba estaríamos ante una precigoapófisis, y si se encuentran hacia abajo ante una postcigoapófisis.

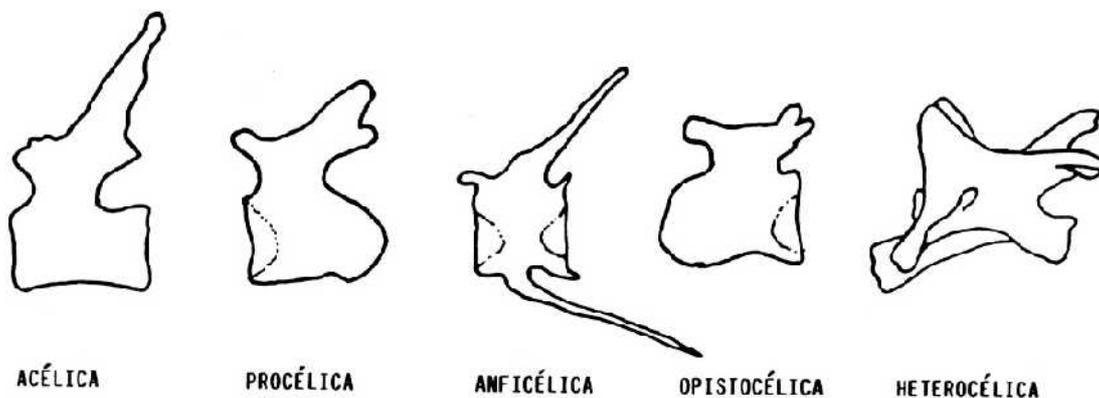


Figura 11. Tipos de vértebras en Vertebrados

Atendiendo a la forma del cuerpo vertebral (Figura 11), las vértebras se pueden clasificar en diferentes tipos, siendo los representados en la práctica las siguientes:

1. **acélica** o **platicélica**: si los cuerpos vertebrales tienen los extremos planos (cocodrilos y mamíferos)
2. **procélica**: Si el extremo anterior es cóncavo y el posterior convexo (anfibios anuros y reptiles evolucionados)

3. **opistocélica**: si el extremo anterior es convexo y el posterior cóncavo (reptiles primitivos, quelonios, algunas aves y algunos anfibios urodelos)
4. **heterócelica**: el extremo anterior tiene forma de silla de montar y el posterior en silla de montar invertida (la mayoría de aves)
5. **anficélica**: los dos extremos son cóncavos (la mayoría de peces teleósteos)

Excepto en la vértebra de peces, las diferentes estructuras indicadas para la vértebra de mamífero pueden ser diferenciadas, más o menos claramente, en el resto de vértebras de otros grupos.

### Cinturas y Quiridios

Se conocen como cinturas a los elementos esqueléticos que sostienen los miembros anteriores y posteriores de un tetrápodo. Ambas cinturas pueden entenderse construidas como trípodas (Figura 12), esto es, estructuras con tres huesos (en cada lado) que parten de un centro común. Muy esquemáticamente puede decirse que uno de los huesos se dirige al dorso del animal (**escápula/íleon**), otro se dirige hacia abajo y delante (**clavícula/pubis**), y el tercer hueso se dirige hacia abajo y detrás (**coracoides/isquion**). En el centro de este trípode articularía el hueso del miembro que soporte. Las cinturas pueden encontrarse más o menos modificadas, dependiendo del grupo de animales que estudiemos, ya que algunos huesos pueden estar fusionados entre sí o bien haberse perdido durante el proceso evolutivo.

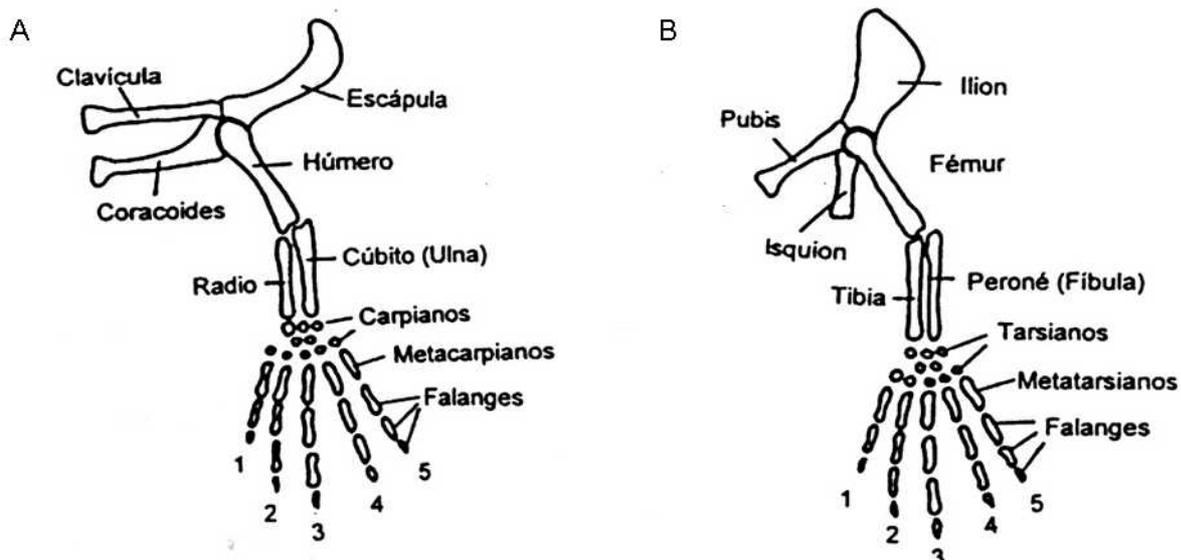


Figura 12. Esquema generalizado de la cintura escapular y quiridio anterior (A) y cintura pelviana y quiridio

posterior (B)

La cintura que soporta al miembro anterior se denomina **cintura escapular** y su estructura típica se puede estudiar en el esqueleto de ave (Figura 9B). En este caso, la única particularidad es que las dos **clavículas** se han soldado en la línea media del animal para constituir una estructura sólida a efectos de vuelo, que se denomina **fúrcula**. Por lo demás, presenta una **escápula** alargada que se dispone sobre la caja torácica, y un **coracoides** muy robusto

La cintura que soporta el miembro posterior se denomina **cintura pelviana** y su estructura típica se puede estudiar en el esqueleto de reptil, aunque en el de humano también es fácilmente identificable a pesar de que los tres huesos están fusionados y presentan cierto grado de ensanchamiento debido a la posición bípeda. El **íleon** resulta ser un hueso aplanado y robusto (el hueso de la cadera), se podrá observar que presenta una cara de articulación con el hueso sacro de la columna; el **isquion** y el **pubis** aparecen fusionados y, por otro lado, el pubis muestra la cara articular de la sínfisis púbica, que cierra ventralmente la estructura.

Además de en el ave, el reptil y el humano, las cinturas escapular y pelviana se debe estudiar en el resto de esqueletos presentados, a fin de ver sus diferencias y grado de modificación.

El miembro o extremidad en un tetrápodos se conoce como **quiridio** (Figura 12), y desde un punto de vista anatómico se pueden reconocer tres segmentos:

1. El primero, que se articula con la cintura correspondiente (escapular o pelviana) comprende siempre un solo hueso, denominado **húmero** si es del brazo y **fémur** si es de la muslo.
2. El segundo está formado siempre por dos huesos, generalmente alargados, **radio** o **tibia**, en la porción interna del miembro, y **ulna** (o **cúbito**) o **fibula** (o **peroné**) en la porción externa del miembro (huesos del antebrazo o pierna, respectivamente)
3. El tercer segmento está formado a su vez por otros dos, el correspondiente a los huesos del **carpo** (muñeca) o **tarso** (tobillo) y el correspondiente al esqueleto de los dedos: **metacarpo** y **falanges** (mano) o **metatarsos** y **falanges** (pie).

Los dedos típicamente son cinco, numerándose del 1 al 5 empezando por el pulgar (dos falanges), aunque las adaptaciones al vuelo o a la carrera suponen la pérdida de

unidades, tanto de las falanges como de los metacarpos y falanges, tal y como se puede observar en el ave y en el muflón.

### Cráneo y Mandíbula

El **cráneo** proporcionado, perteneciente a un mamífero, se caracteriza por el alto grado de fusión de los huesos que lo componen. En el se distinguen tres segmentos (Figura 13) que, de atrás a delante son:

- **segmento occipital**, posterior, organizado alrededor del **foramen magnum**, orificio conspicuo en la porción posterior.
- **segmento parietal**, por delante del anterior. Sus componentes más destacados son los huesos parietales. En la porción ventral aparece las **bolas timpánicas**, estructuras óseas esféricas que albergan el oído interno.
- **segmento frontal**, cuyo límite anterior es la base de los huesos nasales.

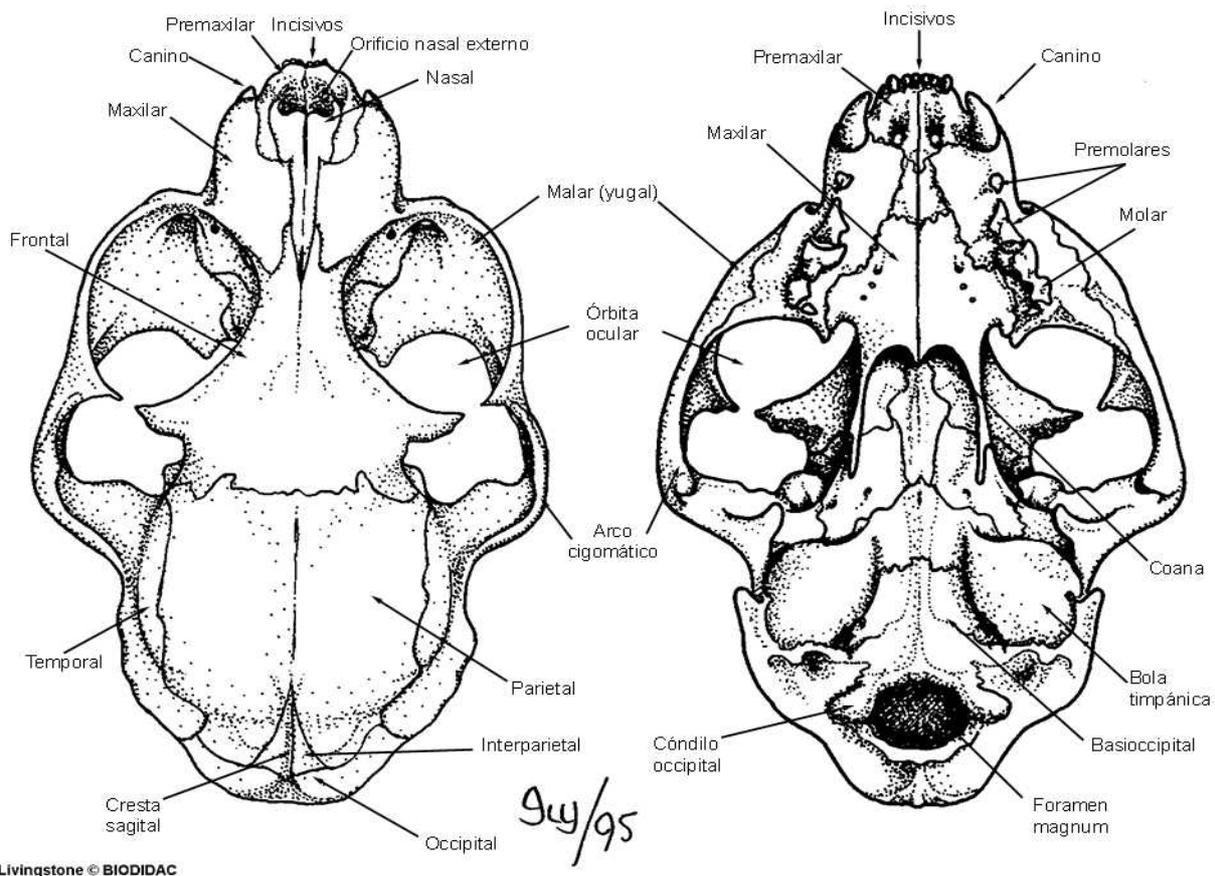


Figura 13. Cráneo de Mamífero en vista dorsal y ventral.

Por delante del cráneo, en si mismo, se distingue la **cara o rostro**, que se extiende

desde la base de los huesos nasales hasta la base de los incisivos medios. La mandíbula **superior**, fusionada con el cráneo; está constituida por los huesos **premaxilar** y **maxilar**, ambos portadores de dientes.

Ventralmente, lo más destacado es la presencia de un **paladar óseo** como resultado de la fusión de varios huesos (**palatinos**, parte de los **maxilares**). Debido a él, las **coanas** abren muy retrasadas.

La mandíbula **inferior** está formada por un solo hueso, el **dentario**. Observando la mandíbula lateralmente se observarán el **cóndilo articular**, que le permite articularse con el cráneo, y las **apófisis angular** y **coronoide**, cuya función es sustentar la musculatura que relaciona la mandíbula con el cráneo.

Los **dientes** revelan el estilo de vida de un mamífero, quizá más que cualquier otra característica física. La dentición de un mamífero es **heterodonta**, esto es, los dientes están modificados para realizar funciones específicas, como cortar, desgarrar, triturar, etc. Se distinguen cuatro tipos de dientes:

1. **incisivos**, sencillos, ligeramente afilados, están especializados en morder. Se localizan en la parte más anterior.
2. **Caninos**, largos y cónicos, usados para sujetar y desgarrar. Se sitúan a continuación de los incisivos
3. **premolares** y **molares**, conocidos en conjunto como dientes **yugales**, dientes especializados en cortar, triturar y masticar. Los premolares tienen una disposición anterior a los molares que, por tanto, son los dientes más posteriores.

La dentición se podrá estudiar en los cráneos suministrados, fundamentalmente de carnívoros (perro y gato) y omnívora (humano). Al estudiar los dientes yugales hay que tener en cuenta que en los carnívoros resulta fácil **distinguir** entre premolares y molares, pues existe un diente, de mayor tamaño que los demás; es la **muela carnívoros** que, en la mandíbula superior, es el último **premolar** y, en la mandíbula inferior, es el **primer molar**.

## Referencias Bibliográficas

1. García M.D.; Arnaldos M.I. y Presa J.J. 2007. Guía Visual de las Prácticas de Zoología (CD). Editum, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia
2. Romera E., Arnaldos I., García M.D. y Soler A. 2003. Elementos Prácticos de Zoología. DM-Librero Editor. Murcia.

3. Torralva, M., Clemente, E. y Gargía, M.D., 1992. Manual de prácticas de Cordados. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Murcia

## Créditos fotográficos

- El logo del encabezamiento proceden de la página web <http://ocw.um.es/>
- Los esquemas de las figuras 1A, 3B, 6, 8 y 12 se han obtenido de Romera *et al.* (2003).
- Los esquemas de las figuras 1B y 2 se han adaptado de los esquemas de BIOEDNET, disponibles en Biodidac: <http://biodidac.bio.uottawa.ca/>
- Los esquemas de las figuras 3A, 4A, 5, 10B, y 13 se han adaptado de los esquemas de I. Livingstone, disponibles en Biodidac: <http://biodidac.bio.uottawa.ca/>
- El esquema de la figura 4B se ha adaptado del esquema de Pearson Scott Foresman, disponible en Wikimedia Commons: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Newt\\_\(PSF\).png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Newt_(PSF).png)
- Los esquemas de la figura 7 se han adaptado de los esquemas de Erfil, disponibles en Wikimedia Commons: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Birdmorphology-es.svg> y <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BirdWingFeatherSketch-es.svg>
- Los esquemas de las figuras 9 y 11 se han obtenido de Torralva *et al.* (1992)
- El esquema de la figura 10A se ha adaptado del esquema de Berichard, disponible en Wikimedia Commons: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vertèbre\\_thoracique.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vertèbre_thoracique.png)