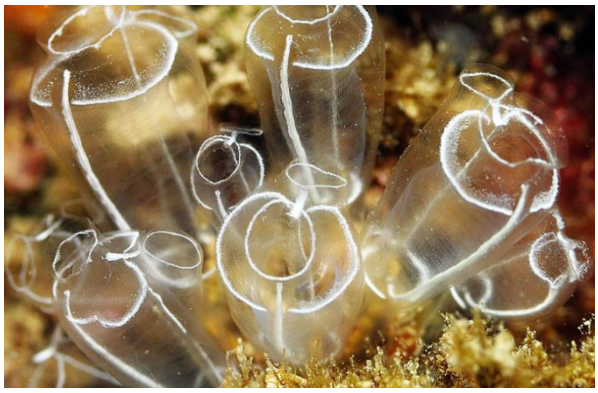
Tema1: LOS CORDADOS

Este tema trata del **Filo Chordata (Cordados)**.

Este filo es uno de los más importantes del reino animal porque incluye:

- peces
- anfibios
- reptiles
- aves
- mamíferos



es decir, **todos los vertebrados**, incluido el ser humano.

Pero también incluye **otros animales menos conocidos**, que son cordados, pero **no tienen columna vertebral**, como:

- tunicados
- cefalocordados (anfioxo).

→ Por eso, al comenzar el tema, el profesor quiere que recordemos algo esencial:

Los vertebrados son solo una parte del filo Cordados.

Importancia biológica del grupo

Los cordados representan un **plan corporal muy avanzado**, caracterizado por:

1. **Notocorda** (estructura celular flexible en forma de varilla, derivada del mesodermo, que actúa como el primer eje de soporte axial en los embriones de todos los cordados. Es crucial para la señalización en la formación del sistema nervioso (tubo neural) y el esqueleto.)
2. **Sistema nervioso dorsal**
3. **Hendiduras faríngeas**
4. **Endostilo o tiroides**
5. **Cola postanal** (estructura anatómica característica de los cordados que se extiende más allá del ano, fundamental para la locomoción acuática. Contiene músculos y elementos esqueléticos (o notocorda), sirviendo para la propulsión en peces y larvas de tunicados, mientras que en muchos vertebrados terrestres se reduce o forma estructuras como el coxis.

Estas cinco características son las que definen al filo.

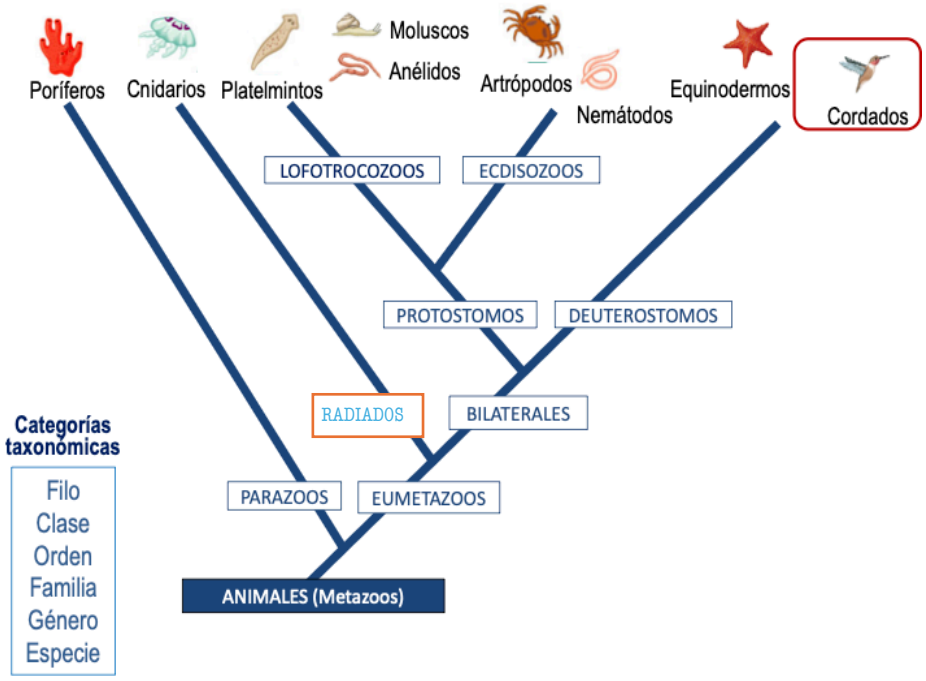
→ Idea clave para empezar el tema

El objetivo del tema será comprender:

1. **Qué es un cordado**
2. **Cómo se originaron evolutivamente**
3. **Qué grupos existen**
4. **Cómo aparecen los vertebrados**

⇒ CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS ANIMALES Y POSICIÓN DE LOS CORDADOS

En esta diapositiva se presenta **el árbol general de los animales (Metazoos)** para situar **dónde aparecen los cordados dentro de la evolución animal**.



La idea fundamental es recordar la **gran clasificación zoológica** que vimos el curso pasado.

1. METAZOOS (ANIMALES)

Todos los animales pertenecen al grupo **Metazoa**, es decir: **organismos pluricelulares heterótrofos**.

→ Dentro de los metazoos se distinguen dos grandes líneas evolutivas.



2. PARAZOOS Y EUMETAZOOS

→ Los **Parazoos** son animales muy primitivos.

Características:

- no tienen tejidos verdaderos
- organización corporal muy simple
- células relativamente independientes

Ejemplo principal: **Poríferos (**esponjas**)**



→ Los **Eumetazoos** son los animales que **sí poseen tejidos verdaderos**.

3. ANIMALES RADIADOS Y ANIMALES BILATERALES

A partir de aquí comienza la gran diversificación animal al dividirse los **eumetazoos** en estos dos grandes tipos de simetría corporal.



→ **Los animales radiados**

Tienen simetría radial. Esto significa que el cuerpo se organiza alrededor de un eje central, como rayos de una rueda, esto les permite interactuar con su entorno en todas direcciones. Carecen de cabeza, lados izquierdo/derecho o parte trasera, organizándose en lados oral (boca) y aboral (lado opuesto). Son animales relativamente simples.

Ejemplo: todos los animales **Cnidarios**

- medusas
- anémonas
- corales
- estrellas/erizos de mar

→ **Animales bilaterales**

Tienen **simetría bilateral**: lado derecho e izquierdo. Por lo que su cuerpo puede ser dividido en dos mitades idénticas por un solo plano, que generalmente es vertical y pasa por el medio del cuerpo.

Esto tiene consecuencias evolutivas importantes:

- desarrollo de **cabeza (cefalización)**
- mayor capacidad de movimiento
- sistemas nerviosos más complejos.

⊗ La inmensa mayoría de los animales pertenecen a este grupo.

4. BILATERALES: PROTÓSTOMOS Y DEUTERÓSTOMOS

Dentro de los bilaterales aparece una división clave en zoología:

→ **Protóstomos**

Durante el desarrollo embrionario de los animales se origina **el blastoporo,** una abertura fundamental que comunica el arquénteron (intestino primitivo) con el exterior. Esto es crucial para clasificarlos: en los **protóstomos** se convierte en la boca, mientras que en los **deuteróstomos** forma el ano.

En este filo están incluidos muchos animales conocidos formando dos grandes super grupos:

→ **Lofotrocozoos**

- Platelmintos
- Moluscos
- Anélidos

→ **Ecdisozoos**

- Artrópodos
- Nemátodos

⊗ Estos dos grupos contienen la mayor parte de los **invertebrados**.

→ **Deuteróstomos**

Aquí ocurre lo contrario: como hemos dicho **el blastoporo origina el ano,** y la boca aparece después.

⊗ Solo existen dos grandes filos dentro de este grupo:

1. **Equinodermos**
2. **Cordados**

⊗ Esto es importante porque indica una **relación evolutiva** entre ambos.

→ Ejemplos de equinodermos:

- estrellas de mar
- erizos de mar
- pepinos de mar.

Y aquí llegamos a los **CORDADOS.** Lo que deja clara su posición filo:
Cordados = Deuteróstomos bilaterales

Es decir: Animal → Eumetazoo → Bilateral → Deuteróstomo → **Cordado**

- Esto indica que los cordados pertenecen a una línea evolutiva **distinta de los artrópodos, moluscos o gusanos**.

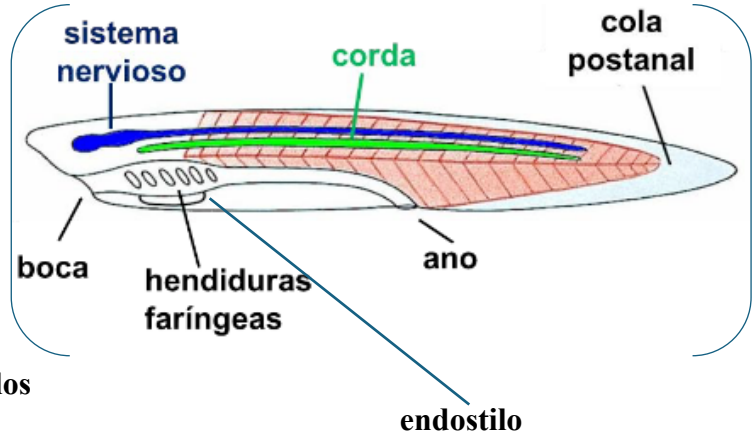
En resumen:

NIVEL	GRUPO
Reino	Animalia
Metazoos	Animales pluricelulares
Eumetazoos	Con tejidos
Bilaterales	Simetría bilateral
Deuteróstomos	Desarrollo embrionario particular
Filo	**Chordata (Cordados)**

⇒ CARACTERÍSTICAS DE LOS CORDADOS FUNDAMENTALES QUE DEFINEN A LOS CORDADOS

Existen **cinco características fundamentales que definen al filo Chordata**. Estas estructuras pueden aparecer:

- durante **toda la vida**, o
- **solo en el embrión o en la fase larvaria**.



1. Corda o notocorda
Es un **eje esquelético longitudinal y dorsal**.

Funciones:
- sirve de **soporte al cuerpo**
- permite la **inserción de los músculos**
- facilita la **locomoción**

⊗ En los vertebrados la notocorda queda **rodeada o sustituida por la columna vertebral**.

2. Sistema nervioso dorsal hueco
Los cordados presentan un **tubo neural dorsal**.

Esto es importante porque:
- está situado **por encima de la corda**
- es **hueco**

De él se desarrollan:
- **encéfalo**
- **médula espinal**

A este tipo de organización se le llama **epineuros** (el epineuro es la capa más externa y robusta de tejido conectivo denso que envuelve los nervios periféricos, protegiéndolos contra tracciones y presiones)

3. Hendiduras faríngeas
La faringe presenta **aberturas que comunican con el exterior**.

Funciones:
- **filtración de alimento**
- **intercambio gaseoso**

En los peces estas hendiduras se convierten en **branquias**.
En vertebrados terrestres aparecen solo en el **embrión** y originan otras estructuras.

4. Endostilo
Es una **órgano glandular** especializado y situada en la parte ventral de la faringe.

Produce **moco**, que sirve para:
- atrapar partículas alimenticias en animales filtradores.

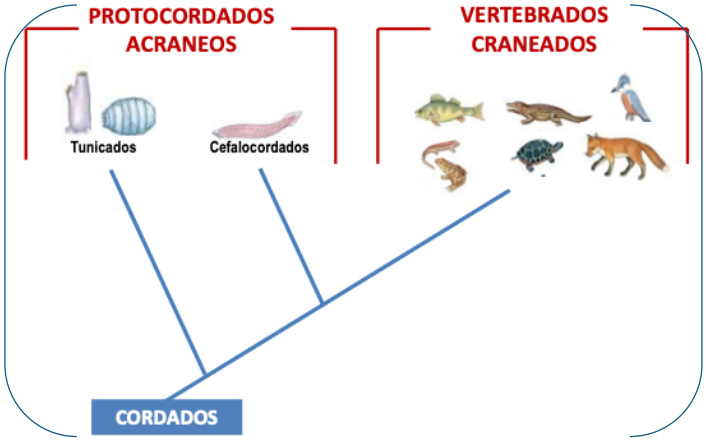
En vertebrados evoluciona y da lugar a la **glándula tiroides**.

5. Cola postanal
Todos los cordados presentan una **cola que se extiende más allá del ano**.

Funciones:
- locomoción
- equilibrio
- propulsión en el agua

En algunos animales puede desaparecer o reducirse en el desarrollo.

⇒ DIVISIÓN DEL FILO CORDADOS



El filo del cordado se divide en **dos grupos**:

Protocordados acraneos El primero de ellos son los. Estos son un grupo de animales marinos que se caracterizan por presentar notocorda. Son considerados los cordados más primitivos y se estudian por su importancia filogenética, ya que representan la transición evolutiva hacia los vertebrados.

→ Características Principales
- **Ausencia de cráneo:** A diferencia de los vertebrados (craniata), los protocordados no tienen una estructura ósea o cartilaginosa que proteja el cerebro.
- **Notocorda:** Presentan una notocorda (cuerda dorsal) como elemento de sostén, que en algunos grupos persiste toda la vida y en otros solo en la etapa larvaria.
- **Alimentación:** Son principalmente animales filtradores, utilizando hendiduras faríngeas para extraer alimento del agua.
- **Sistema circulatorio:** Suelen tener un sistema circulatorio cerrado.
- **Hábitat:** Son todos marinos.

→ Clasificación
Se dividen generalmente en dos subfilos principales:
1. **Cefalocordados (Cephalochordata):**

- Ejemplo: El **anfioxo** (*Branchiostoma*).
- Características: La notocorda se extiende hasta la cabeza, conservando el cordón nervioso y la cola durante toda su vida. Son animales delgados, transparentes y comprimidos lateralmente que viven enterrados en la arena de las costas.



2. **Urocordados o Tunicados (Urochordata):**



- **Ejemplo**: Ascidias, Salpas, Doliolum.
- **Características**: La notocorda se encuentra en la cola y solo en la fase larvaria, de adulto esta característica desaparece. Muchos son sésiles (fijos al sustrato) en su etapa adulta y están cubiertos por una túnica de tunicina.



Vertebrados craneados

Aunque en muchos textos se usan los términos "vertebrado" y "craneado" como sinónimos, técnicamente los craneados incluyen a un grupo primitivo que no siempre tiene una columna vertebral completa.

→ Características Principales

- **Cráneo:** Estructura que envuelve el cerebro, acompañada de órganos sensoriales complejos (ojos, oídos, nariz).
- **Encéfalo desarrollado:** Presentan un sistema nervioso central más avanzado que el de los cordados invertebrados.
- **Cresta neural:** Una característica embrionaria exclusiva que da origen a muchas estructuras del cráneo y del sistema nervioso.
- **Endoesqueleto:** Generalmente poseen una columna vertebral que sustituye a la notocorda durante el desarrollo (excepto en los grupos más primitivos).

→ Clasificación General

Los craneados se dividen principalmente en dos grandes grupos según la presencia de mandíbulas:

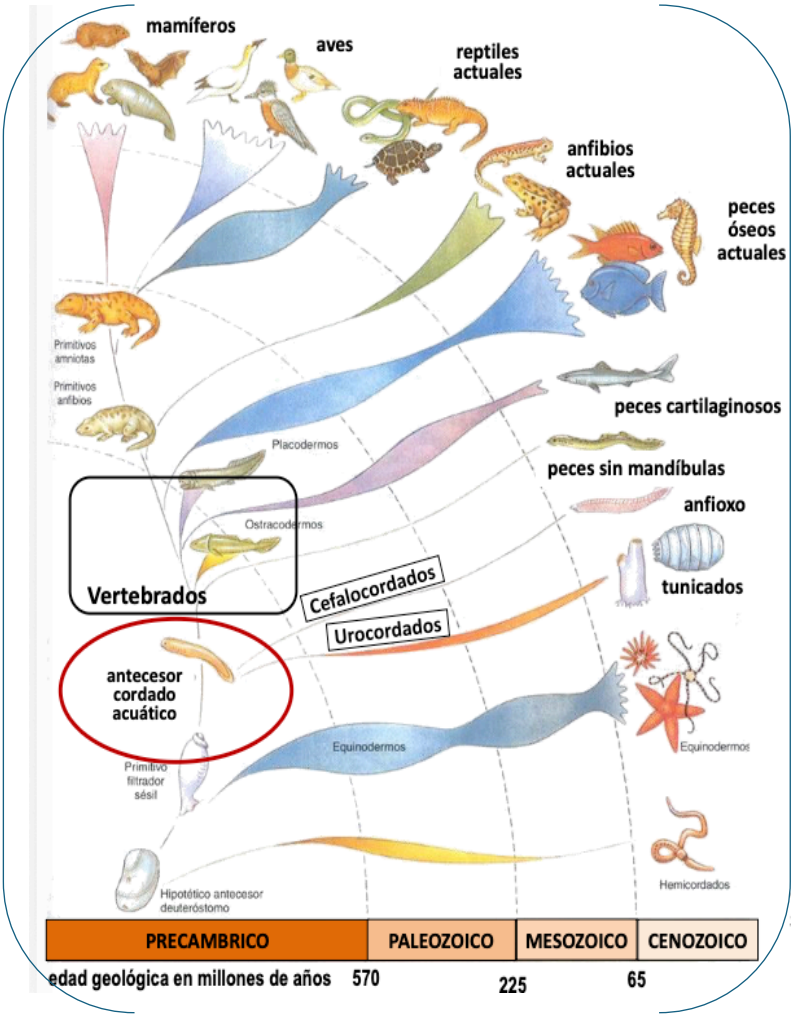
→ Agnatos (Sin mandíbula):

- **Mixinos:** Considerados los craneados más basales; tienen cráneo, pero carecen de vértebras verdaderas.
- **Lampreas:** Poseen rudimentos de vértebras y un ciclo de vida especializado.

→ Gnatostomados (Con mandíbula):

- **Peces:** Incluye tanto a los condrictios (tiburones, rayas) como a los osteictios (peces óseos).
- **Tetrápodos:** Animales con cuatro extremidades que colonizaron la tierra:
  - **Anfibios:** Ranas, salamandras.
  - **Reptiles:** Serpientes, tortugas, cocodrilos.
  - **Aves:** Descendientes directos de los dinosaurios terópodos.
  - **Mamíferos:** Animales con pelo y glándulas mamarias.

⇒ ORIGEN EVOLUTIVO DE LOS CORDADOS



Según las evidencias paleontológicas **basado en el registro fósil**: los **primeros cordados** aparecieron al comienzo del **periodo Cámbrico**, hace aproximadamente **570 millones de años.**

Eran animales:

- pequeños
- de cuerpo blando
- acuáticos.

A partir de ese antecesor surgieron tres grandes linajes:

1. Urocordados
2. Cefalocordados
3. Vertebrados

El esquema también muestra cómo los vertebrados se diversificaron en:

- peces sin mandíbulas
- peces cartilaginosos
- peces óseos
- anfibios
- reptiles
- aves
- mamíferos.

◈ CORDADOS "INVERTEBRADOS": TUNICADOS

Veamos el primer grupo:

→ **Tunicados**.

Se consideran **cordados invertebrados** porque:

- no poseen columna vertebral.

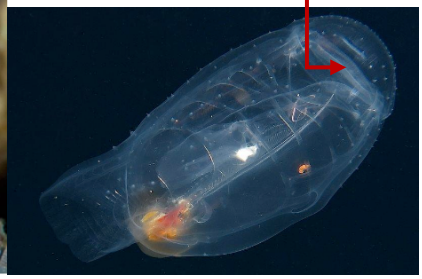
Existen aproximadamente **1600 especies**.

Tres grupos principales:



Ascidiáceos

Taliáceos



Larváceos



⊗ Todos son animales exclusivamente **marinos**.

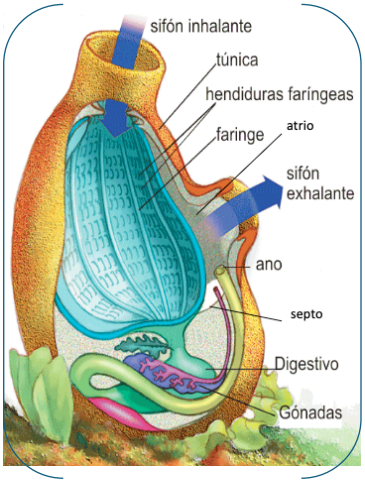
◈ Ascidiáceos (adultos)

Los **ascidiáceos**, también llamados **ascidias o jeringas de mar**, presentan las siguientes características:

- Suman unas **3000 especies**
- Son animales **marinos bentónicos**
- Suelen ser **sésiles** (viven fijados al sustrato) y algunos forman **colonias**

→ **Forma corporal**

El cuerpo tiene forma de: **ánfora o saco**



Posee dos sifones:

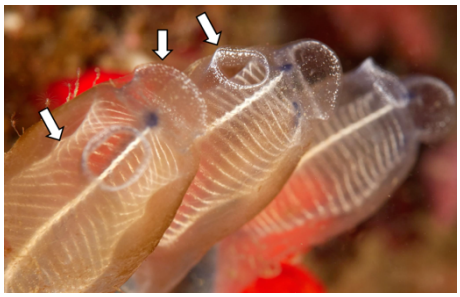
1. **sifón inhalante** → entra el agua
2. **sifón exhalante** → sale el agua

→ **Alimentación**

Se alimentan por **filtración**.

El agua entra en el cuerpo y las partículas alimenticias quedan atrapadas en la faringe.

Ascidias solitarias



Características:

- cada individuo vive de forma independiente
- está fijado al sustrato
- mantiene su propio sistema de filtración.

Suelen encontrarse:

- adheridas a rocas
- en fondos marinos
- en estructuras sumergidas.

Ascidias coloniales



En este caso las ascidias viven formando **colonias**.

Características principales:

- muchos individuos unidos
- comparten parte de las estructuras internas
- pueden formar masas o tapices sobre el sustrato.

Cada individuo se llama **zooide**.

En las colonias suele existir:

- **sistema de circulación común del agua**
- coordinación funcional entre zooides.

Ascidias coloniales (ejemplos)

A diferencia de las ascidias solitarias, aquí muchos individuos viven **físicamente unidos formando una colonia**.

→ **Organización de la colonia**



Cada unidad individual se llama **zooide**.

Características:

- cada zooide tiene su **propio sifón inhalante**
- el agua suele salir por **sifones comunes**
- todos están conectados por un **tejido común (túnica)**.

La colonia puede adoptar distintas formas:

- láminas
- masas gelatinosas
- estructuras ramificadas.

→ **Ventajas de la vida colonial**

La vida en colonia aporta varias ventajas biológicas:

- **mayor eficiencia en la filtración**
- mayor tamaño aparente → **menos depredación**
- posibilidad de **reproducción asexual por gemación**.

Muchas colonias crecen sobre:

- rocas
- conchas
- estructuras artificiales
- algas.

→ **Más ejemplos de ascidias coloniales**

Esta imagen muestra **otras colonias de ascidias** para apreciar su diversidad morfológica.



Las colonias pueden presentar:

- colores vivos
- disposición radial de los sifones
- estructuras que recuerdan a flores o estrellas.

Esto ocurre porque los sifones de los zooides se organizan alrededor de un **canal común de salida del agua**.

Aunque parecen organismos complejos, en realidad son **muchos individuos simples cooperando**.

◈ **Larva de ascidia**

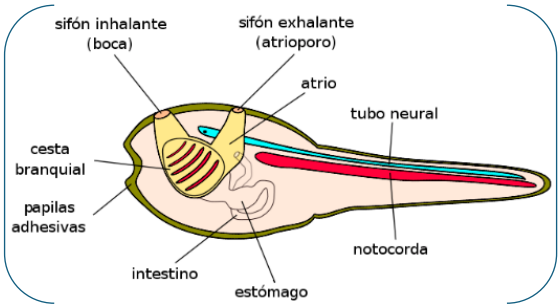
Esta otra imagen es **muy importante desde el punto de vista evolutivo**. Aquí se muestra la **larva nadadora de una ascidia**.



A diferencia del adulto, la larva **sí posee claramente todas las características de los cordados**.

Se observan:

- **notocorda**
- **cordón nervioso dorsal**
- **cola postanal**
- **hendiduras faríngeas**
- **endostilo**

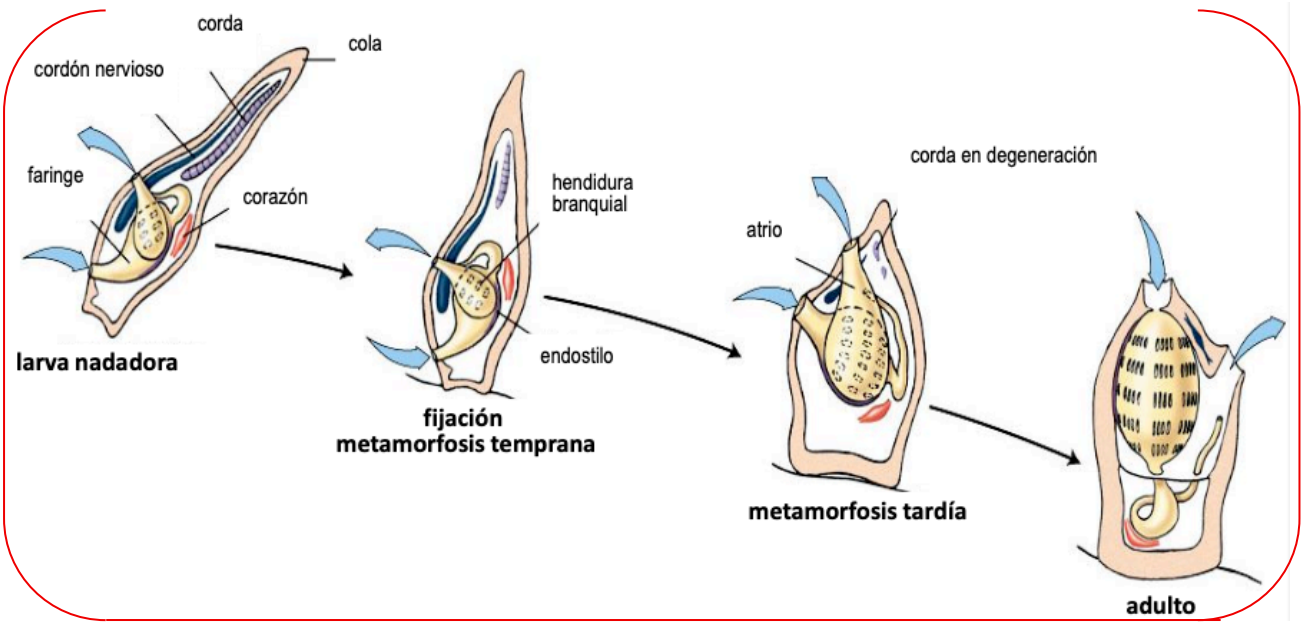


→ Es decir, **la larva tiene una organización muy parecida a la de un pequeño vertebrado primitivo**.

Por eso se plantea la pregunta: **¿Las ascidias son realmente cordados?**

La respuesta es **sí**, porque esas características aparecen durante su desarrollo. De modo que, vamos a explicar el **ciclo de desarrollo** de estos animales.

El proceso es el siguiente:



1. Larva nadadora

La larva:

- nada libremente
- tiene forma parecida a un **renacuajo**
- presenta todas las estructuras de cordado.

Su función principal es **dispersarse**.

2. Fijación al sustrato

Después de un tiempo la larva se fija a:

- rocas
- conchas
- otros sustratos duros.

3. Metamorfosis

Una vez fijada ocurre una **metamorfosis profunda**.

Durante esta transformación:

- la **cola desaparece**
- la **notocorda degenera**
- el **cordón nervioso se reduce**
- el cuerpo adopta forma de saco.

4. Adulto sésil

El adulto:

- vive fijo
- se alimenta por **filtración**
- pierde gran parte de las características del filo.

Este fenómeno se denomina: **metamorfosis regresiva**, porque el adulto es **estructuralmente más simple que la larva**.

TALIÁCEOS

Los **taliáceos** son otro grupo de tunicados.

Características principales:

- viven **en el plancton**
- habitan **mares cálidos y transparentes**
- tienen cuerpo **gelatinoso**



Tres grupos principales:
- **sálpidos**
- **doliólidos**
- **pirosómidos**

→ **Locomoción**

Se desplazan mediante **propulsión a chorro**.

El agua entra por un sifón y sale por otro gracias a **contracciones musculares**.

Esto permite simultáneamente:
- locomoción
- respiración
- alimentación.

→ **Alimentación**

Se alimentan por **filtración del fitoplancton**.

Cuando hay grandes proliferaciones de fitoplancton, sus poblaciones pueden crecer **de forma explosiva**.

→ **Reproducción**

Presentan un ciclo complejo con:
- **reproducción sexual**
- **reproducción asexual**

alternándose entre generaciones.

◈ **Dos tipos de TALIÁCEOS: Doliólidos y pirosómidos**





→ **Doliólidos**

Tienen forma de **pequeño barril**.

Características:
- cuerpo transparente
- bandas musculares circulares
- locomoción por contracciones.

→ **Pirosómidos**

Son colonias flotantes.

Características:
- forma tubular
- individuos integrados en una colonia
- muchos presentan **bioluminiscencia**.

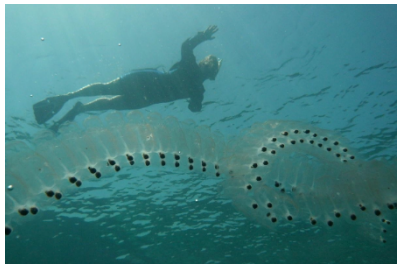
Esto significa que pueden **emitir luz** en la oscuridad del océano.

◈ Los **SÁLPIDOS** son tunicados pelágicos pertenecientes al grupo de los **taliáceos**.

→ **Organización colonial**

Muchos individuos se unen formando **cadenas que pueden alcanzar varios metros de longitud**.

Cada individuo de la cadena:
- posee su propio sistema de filtración
- realiza contracciones musculares rítmicas.



La cadena completa se mueve gracias a la **propulsión coordinada de todos los individuos**.

→ **Bioluminiscencia**



Algunas especies son **bioluminiscentes**, es decir, producen luz.

Funciones posibles de la bioluminiscencia:
- defensa frente a depredadores
- comunicación
- camuflaje en el océano profundo.

→ **Importancia ecológica**

Las salpas pueden multiplicarse rápidamente cuando hay abundancia de **fitoplancton**.

Esto provoca grandes **blooms de salpas**, que tienen un papel importante en:
- las **redes tróficas marinas**
- el **transporte de carbono al fondo oceánico**.

◈ PIROSÓMIDOS

Aquí vemos grandes **colonias de pirosómidos**.

Los pirosómidos son tunicados coloniales con características muy peculiares.



→ **Forma**

La colonia tiene forma de: **tubo o cilindro hueco**

El interior del tubo funciona como una **cavidad común de salida del agua**.

→ **Organización de los individuos**

Los individuos se disponen:
- incrustados en la pared del cilindro
- con sus sifones orientados hacia el interior.

Esto permite que el agua expulsada por todos ellos genere **propulsión colectiva**.

→ **Bioluminiscencia**

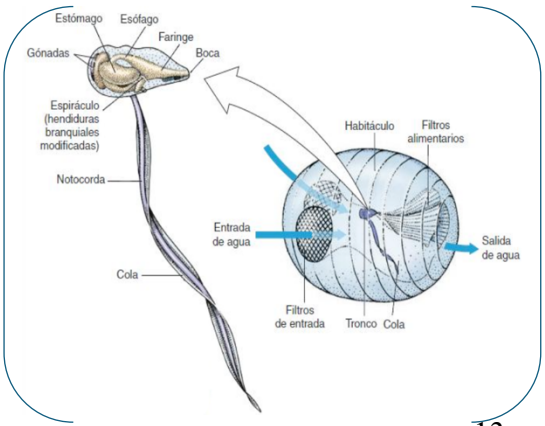
Los pirosómidos son famosos por su **intensa bioluminiscencia**.

Históricamente los marineros describían estos organismos como: "columnas luminosas flotando en el mar".

◈ LARVÁCEOS

Este es el tercer grupo de tunicados

Características principales:
- animales **pelágicos**
- cuerpo parecido a un **renacuajo**
- mantienen la **forma larvaria durante toda su vida**.



- fenómeno se denomina: **neotenia**, es decir, conservar características larvarias en el adulto.

→ **Alimentación**

Los larváceos tienen un sistema de alimentación muy peculiar.
Fabrican una **estructura de moco llamada "casa"**.

Esta estructura:
- actúa como **filtro**
- atrapa partículas microscópicas.

El agua pasa por la casa y las partículas quedan retenidas.

→ **Renovación de la "casa"**

Estas casas de moco se saturan rápidamente.

Por eso el animal:
- abandona la casa
- fabrica otra nueva.

Esto ocurre aproximadamente **cada cuatro horas**.

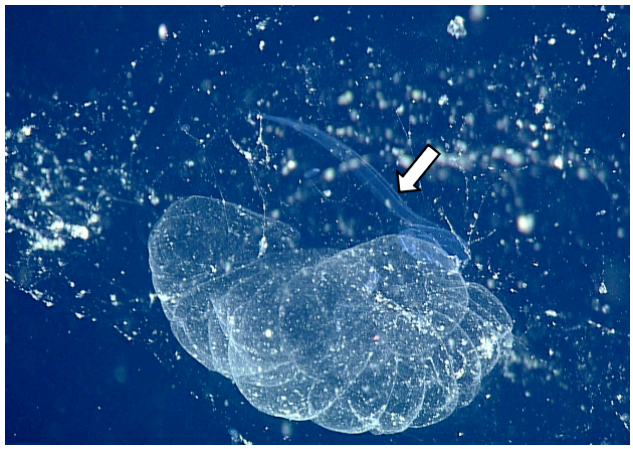
→ **Importancia ecológica**

Las casas abandonadas se hunden hacia el fondo del océano transportando:
- materia orgánica
- carbono.

Por ello los **larváceos** tienen un papel importante en el **ciclo del carbono marino**.

◈ LARVÁCEO GIGANTE Y SU "CASA"

La diapositiva muestra un ejemplo de **larváceo gigante** junto con su estructura filtradora.



En la imagen se distinguen dos estructuras:
- **Casa interior**: donde se sitúa el animal.
- **Casa exterior**: una gran estructura mucosa que actúa como sistema de filtración.

→ **Cómo funciona el sistema de filtración**

El larváceo bombea agua a través de su "casa".

El proceso discurre de esta manera:
1. El agua entra en la **casa externa**.
2. Pasa por filtros mucosos muy finos.
3. Las partículas alimenticias quedan retenidas.
4. El agua limpia sale al exterior.

Las partículas capturadas incluyen:
- bacterias
- microalgas
- detritos orgánicos.

→ **Tamaño sorprendente**

Algunas especies de larváceos gigantes (por ejemplo *Bathochordaeus*) pueden producir casas mucosas que alcanzan **más de un metro de diámetro**.

Sin embargo, el animal en sí mide solo **unos pocos centímetros**.

→ **Papel ecológico**

Las casas abandonadas se hunden rápidamente.

Esto contribuye al llamado: **"snow marine" o nieve marina** que es una lluvia continua de materia orgánica hacia el fondo oceánico.

◈ CEFALOCORDADOS (ANFIOXO)

A partir de aquí entramos en el segundo grupo de cordados "invertebrados": **los cefalocordados**.

Solo existen unas **29 especies**.

El ejemplo clásico es el **anfioxo**.

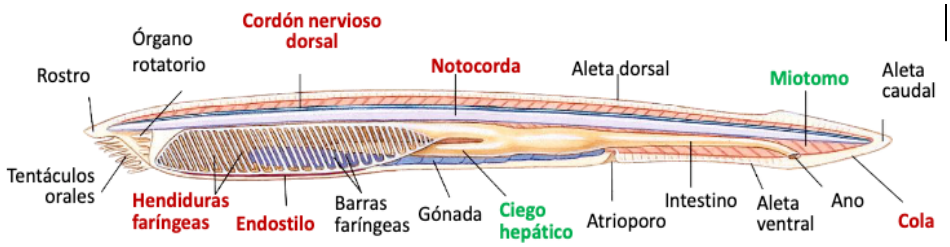
→ **Características generales**

- animales **marinos bentónicos**
- viven en **zonas costeras**
- tamaño pequeño: **5–7 cm**
- cuerpo **pisciforme (parecido a un pez)**.

→ **Anatomía básica**

En el esquema aparecen varias estructuras importantes:

- **notocorda**
- **cordón nervioso dorsal**
- **hendiduras faríngeas**
- **endostilo**
- **miotomos musculares**
- **aletas dorsal y caudal**
- **tentáculos orales**



Estas estructuras representan **el plan corporal típico de los cordados**.



→ **Modo de vida**

Los anfioxos viven normalmente:

- con la **parte posterior enterrada en la arena**
- con la **parte anterior filtrando agua**.

Se alimentan mediante **filtración de partículas microscópicas**.

Su esperanza de vida es de aproximadamente **4 a 8 años**.



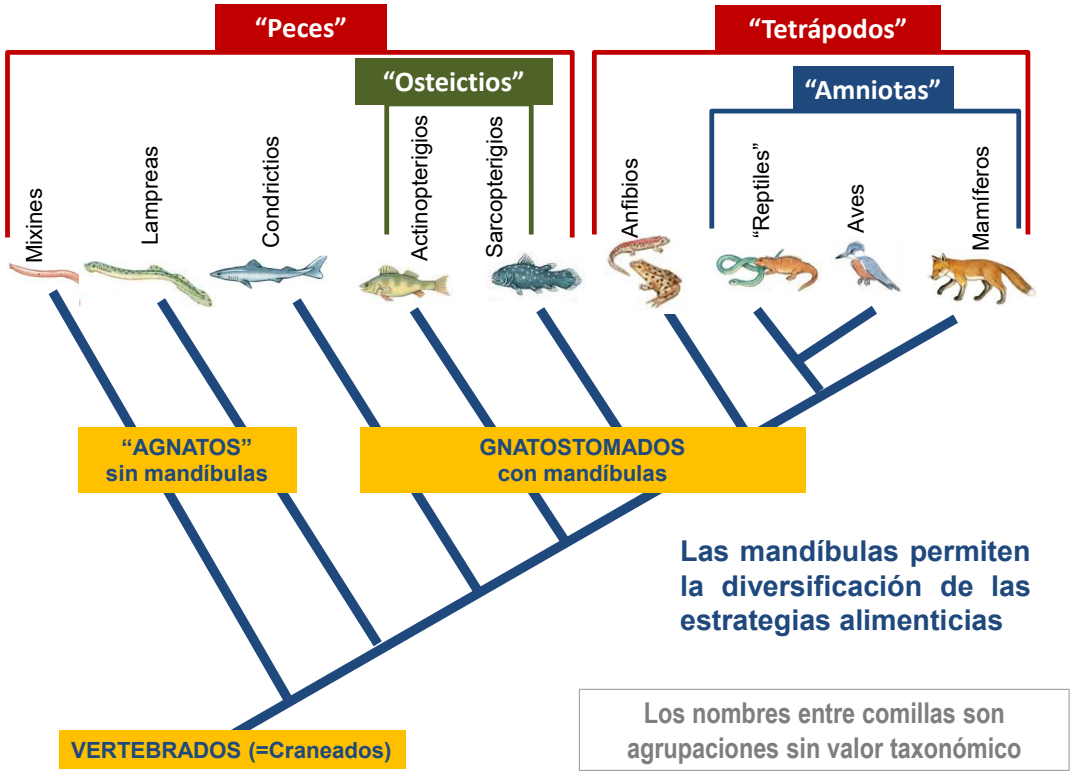
→ **Importancia evolutiva**

Los cefalocordados son considerados: **los parientes más próximos de los vertebrados**.

Por eso se estudian mucho en biología evolutiva. Representan un modelo de cómo pudo ser **un cordado primitivo**.

VERTEBRADOS (CRANEADOS)

En esta diapositiva vemos de manera clara el **subfilo Vertebrata**, también llamado **Craniata**, porque todos estos animales poseen **cráneo**.



El esquema muestra la **diversificación evolutiva de los vertebrados**.

1. Vertebrados sin mandíbulas (Agnatos)

Los **agnatos** son los vertebrados más primitivos.

Características:

- carecen de mandíbulas
- boca circular
- esqueleto cartilaginoso

Ejemplos actuales:

- **mixines**
- **lampreas**

Estos animales recuerdan a los primeros vertebrados que aparecieron en la evolución.

2. Vertebrados con mandíbulas (Gnatostomados)

La aparición de las **mandíbulas** fue una innovación evolutiva decisiva.

Permitió:

- capturar presas
- manipular alimento
- diversificar estrategias alimenticias.

A partir de aquí surge una enorme diversificación.

3. Grandes grupos de vertebrados

El esquema muestra varios grupos importantes:

→ **Peces**

Se dividen en:

- **peces cartilaginosos (Condrictios)**
  - tiburones
  - rayas
- **peces óseos (Osteíctios)**
  - la mayoría de los peces actuales.

Dentro de estos últimos se distinguen:

- **Actinopterigios** (peces de aletas radiadas)
- **Sarcopterigios** (peces de aletas lobuladas).

→ **Tetrápodos**

Los tetrápodos son vertebrados con **cuatro extremidades**.

Incluyen:

- anfibios
- reptiles
- aves
- mamíferos.

Dentro de los **tetrápodos** aparece otro grupo importante:

→ **Amniotas**

Incluye:

- reptiles
- aves
- mamíferos.

La característica clave es el **huevo amniota**, que permite el desarrollo embrionario fuera del agua.

CARACTERES GENERALES DE LOS VERTEBRADOS

Aquí podemos ver el plan de estudio de los vertebrados.
Estos son los **principales sistemas biológicos** que vamos a analizarar.

Sistemas corporales

Se estudiarán varios aspectos fundamentales, a saber:

1. Pared del cuerpo

Incluye:

- piel
- estructuras derivadas (escamas, plumas, pelo, etc.).

2. Musculatura y esqueleto

Elementos responsables de:

- soporte corporal
- locomoción.

3. Intercambio de gases

Sistemas respiratorios:

- branquias
- pulmones
- respiración cutánea.

4. Osmorregulación
Regulación de:
- agua
- sales
- equilibrio osmótico.

5. Sistemas de transporte
Incluyen:
- **sistema sanguíneo**
- **sistema linfático**.

6. Sistema nervioso
Sistema encargado de:
- coordinación
- percepción
- control del organismo.

→ **Además, se analizará en cada grupo**
- locomoción
- alimentación
- sistemas sensoriales
- reproducción
- diversidad.

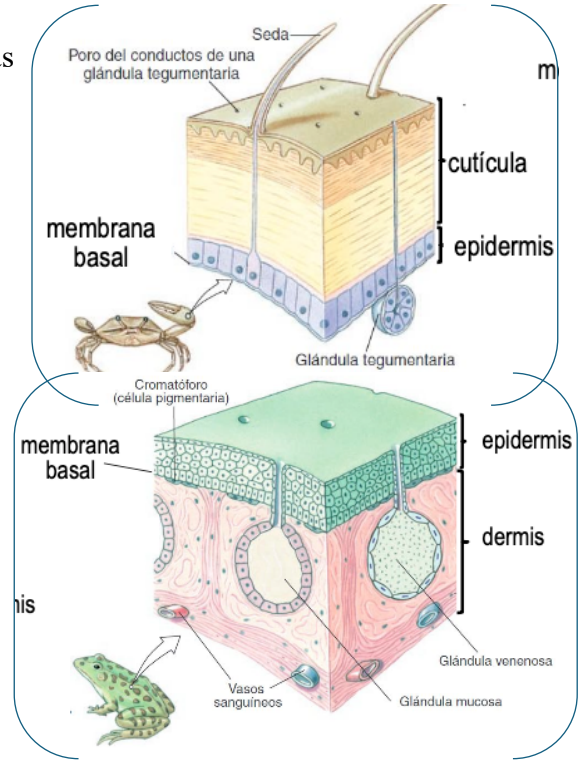
◈ PARED DEL CUERPO EN VERTEBRADOS

Vamos a comparar **la piel de invertebrados y vertebrados**.

→ **Invertebrados**

En muchos invertebrados aparecen cubiertas externas como:
- cutícula
- conchas
- exoesqueletos.

La epidermis suele ser:
monoestratificada
(es decir, una sola capa celular).



→ **Vertebrados**

La piel de los vertebrados es mucho más compleja.
Se compone de:

→ **Epidermis**
- capa externa
- **pluriestratificada**

Esto significa que tiene **varias capas celulares**.

→ **Dermis**

Capa situada debajo de la epidermis.
Está **muy desarrollada** y contiene:
- vasos sanguíneos
- fibras de colágeno
- células pigmentarias
- glándulas.

→ Membrana basal

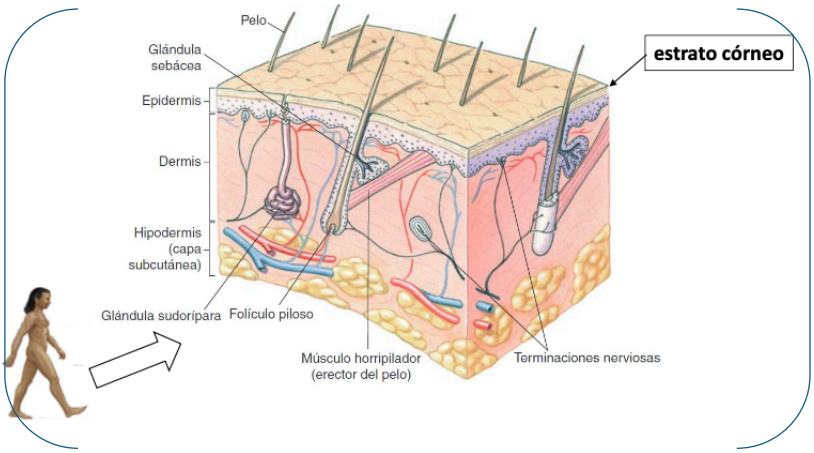
Es una capa que separa: **epidermis ↔ dermis**
y está presente tanto en vertebrados como en invertebrados.

DERMIS

Vamos a explicar con más detalle la **estructura de la dermis**.

La dermis está formada por **tejido conjuntivo**.
Este tejido contiene numerosos componentes:

- vasos sanguíneos
- fibras de colágeno
- terminaciones nerviosas
- células pigmentarias
- adipocitos
- glándulas.



→ Funciones de la dermis

Entre sus funciones destacan:

- **nutrición de la epidermis**
- **sensibilidad**
- **resistencia mecánica**
- **regulación térmica**

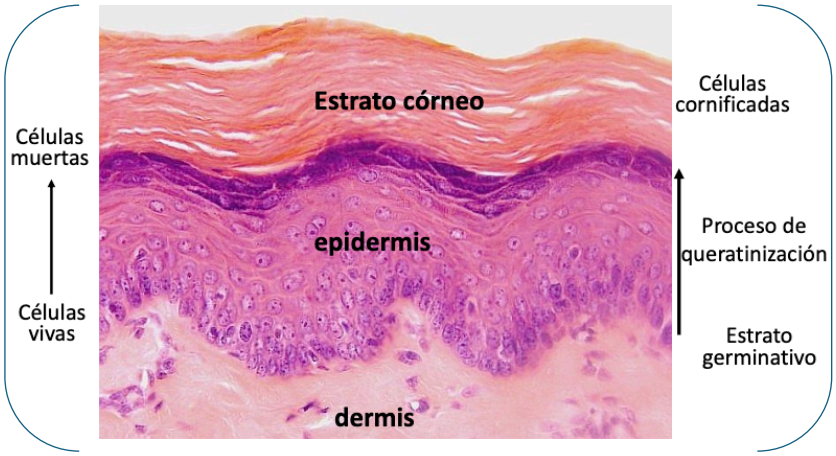
Además, muchas estructuras derivadas de la piel se originan en esta capa.

HISTOLOGÍA DE LA PIEL

Veamos el proceso de **queratinización**.

→ Estratos de la epidermis

La epidermis posee varias capas.
Las principales son:



→ Estrato germinativo

Es la capa profunda.

Características:

- células vivas
- división celular continua
- origina nuevas células epidérmicas.

→ Estrato córneo

Es la capa externa.

Características:

- células **muertas**
- llenas de **queratina**

La queratina es una proteína resistente que protege frente a:

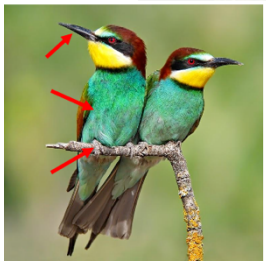
- abrasión
- pérdida de agua
- microorganismos.

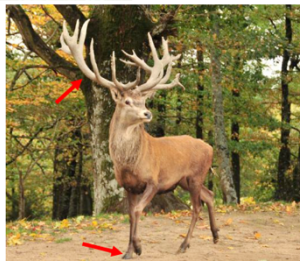
ESTRUCTURAS DERIVADAS DE LA PIEL

La epidermis queratinizada puede originar muchas estructuras. Dependiendo del grupo de vertebrados pueden aparecer:

- **escamas**
- **plumas**
- **pelos**
- **garras**
- **uñas**
- **cuernos**
- **picos**







Todas estas estructuras son **modificaciones evolutivas de la epidermis**.

COLORACIÓN DEL CUERPO: COLORES ESTRUCTURALES

Los colores diferenciales de la pared del cuerpo que los vertebrados presentan son conocidos como **colores estructurales**.

→ Los colores estructurales **no dependen de pigmentos químicos**.

Se producen por la **estructura física microscópica de los tejidos superficiales**, que:

- reflejan ciertas longitudes de onda de la luz
- absorben o dispersan las demás.



Como resultado vemos determinados colores.

→ **Características**

Estos colores suelen producir:

- tonos **iridiscentes**
- brillos **metálicos**
- colores muy cambiantes según el ángulo de la luz.



→ **Ejemplos en vertebrados**

Son muy frecuentes en:

- **Aves,** son comunes los azules, verdes y colores iridiscentes (brillantes). Los ejemplos incluyen el pavo real, el martín pescador y los abejarucos, a menudo combinados con pigmentos como la melanina.
- **peces y reptiles**, Las escamas reflectantes de muchos peces y reptiles utilizan cristales de guanina en su piel para producir colores iridiscentes y plateados, lo que ayuda a la señalización y el camuflaje.

Al no ser compuestos químicos, estos colores no se degradan con el tiempo, manteniendo su brillo durante décadas.

COLORACIÓN DEBIDA A PIGMENTOS

Existe otro mecanismo de coloración: **los pigmentos celulares**. Estos pigmentos se encuentran dentro de células especializadas llamadas **cromatóforos**.

→ **Principales pigmentos:**

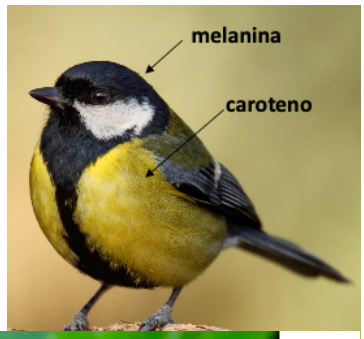
→ **Melanina**

Produce colores:

- negros
- pardos
- marrones.

Tiene además una función protectora frente a la **radiación ultravioleta**.

→ **Carotenoides**



Producen colores:

- amarillos
- naranjas
- rojos.

  - Una característica importante es que la mayoría de los vertebrados **no pueden sintetizarlos**. Por tanto, deben obtenerlos **a través de la dieta**, generalmente de plantas o de animales que han consumido plantas.

→ **Color verde**

Es relativamente raro en animales.

Normalmente se produce por la combinación de:

- pigmento **amarillo**
- color **azul estructural**.



mutación: falta pigmento amarillo

Cuando falta el pigmento amarillo (por mutación), el animal puede verse **azulado**.

FUNCIONES DE LA PARED DEL CUERPO

La piel es la parte del organismo **en contacto directo con el medio externo**.

Por eso cumple numerosas funciones biológicas.

1. Protección

La piel protege frente a:

- radiaciones solares
- abrasión mecánica
- entrada de patógenos
- pérdida de agua.

2. Función sensorial

En la piel existen numerosos **receptores sensoriales** que detectan:

- temperatura
- presión
- vibraciones
- dolor.

3. Función secretora

Muchas glándulas cutáneas producen sustancias como:

- moco
- venenos
- secreciones protectoras.

Ejemplos:

- glándulas venenosas de algunos anfibios
- secreciones sebáceas.

4. Regulación térmica

En algunos vertebrados la piel participa en la **regulación de la temperatura corporal**.

Por ejemplo:

- mediante **sudoración**
- modificando el flujo sanguíneo.

5. Respiración cutánea
En ciertos animales, especialmente **anfibios**, la piel permite el **intercambio de gases**.
Esto se denomina **respiración cutánea**.

6. Comunicación
La coloración corporal puede tener funciones como:

- reconocimiento entre individuos
- señales sexuales
- advertencia a depredadores.

ESQUELETO DE LOS VERTEBRADOS

El esqueleto de los vertebrados es un **endoesqueleto**, es decir, está situado **dentro del cuerpo**.

→ Origen del esqueleto vertebral

En los vertebrados:
La **notocorda** queda rodeada y finalmente reemplazada por **tejido óseo o cartilaginoso**.
Esto da lugar a la **columna vertebral**.

→ Funciones del esqueleto

El esqueleto cumple varias funciones esenciales:

→ **Soporte:** sostiene el cuerpo.
→ **Protección:** protege órganos vitales.

Ejemplo:

- caja torácica → protege corazón y pulmones.

→ Locomoción

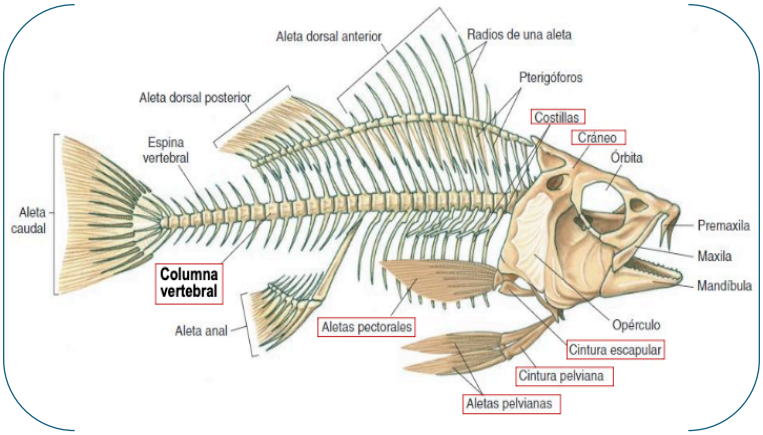
Sirve como **punto de anclaje para los músculos**.

→ Reserva mineral

El hueso actúa como **reservorio de calcio y fósforo**.

→ Tipos de esqueleto

El esqueleto vertebrado se divide en dos partes principales:



→ Esqueleto axial

Incluye:

- cráneo
- columna vertebral
- costillas
- esternón.

→ Esqueleto apendicular

Incluye:

- extremidades (aletas, patas, alas)
- cinturas:
  - pectoral o escapular o anterior
  - pelviana o posterior

MODIFICACIONES DE LA COLUMNA VERTEBRAL

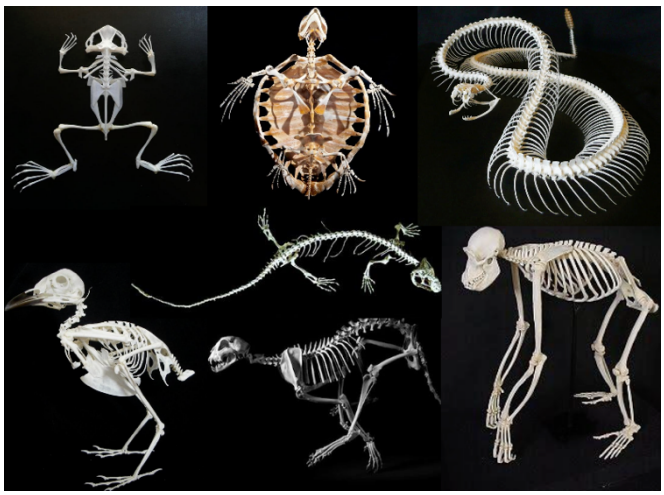
La columna vertebral ha sufrido **importantes cambios evolutivos**. Especialmente cuando los vertebrados pasaron **del medio acuático al medio terrestre**.

→ Cambios evolutivos

Las modificaciones dependen de:

- el tipo de locomoción
- el peso del cuerpo
- la presencia de extremidades.

En los animales terrestres la columna debe soportar **la gravedad**, algo que no ocurre en el agua.



➜ A partir de aquí vamos a estudiar cuatro partes que son claves para entender la anatomía de los vertebrados:

- **cráneo**
- **costillas**
- **extremidades**
- **tejidos esqueléticos (cartílago y hueso)**

CRÁNEO Y COLUMNA VERTEBRAL

1. El cráneo

El cráneo protege el **encéfalo** y alberga gran parte de los órganos sensoriales.

Un hecho evolutivo interesante es que **el número de huesos del cráneo ha ido disminuyendo con la evolución**.

Número de huesos según el grupo:

GRUPO	Nº APROXIMADO DE HUESOS
Peces primitivos	~180
Anfibios y reptiles	50–95
Mamíferos	~35
Humanos	29

Esto ocurre porque a lo largo de la evolución muchos huesos **se fusionan**.

La fusión aumenta:

- la **resistencia estructural**
- la **protección del cerebro**.

2. La columna vertebral

La columna vertebral se originó a partir de la **notocorda**, que fue rodeada por estructuras óseas o cartilaginosas.

La columna presenta modificaciones relacionadas con:

- el paso del **medio acuático al terrestre**
- el **peso del cuerpo**
- la acción de las **extremidades**.

TIPOS DE VÉRTEBRAS EN TETRÁPODOS

La columna vertebral se divide en varias regiones.

→ **Cervicales**

- forman el **cuello**
- las dos primeras en mamíferos son:
  - **Atlas** → sostiene la cabeza
  - **Axis** → permite la rotación.

→ **Torácicas**

- situadas en el tórax
- se articulan con las **costillas**.

→ **Lumbares**

- región del **lomo**
- soportan gran parte del peso corporal.

→ **Sacras**

- unidas a la **pelvis**
- suelen estar **fusionadas**.

→ **Caudales**

- forman la **cola**.

En algunos animales están muy desarrolladas, mientras que en otros se reducen.

NÚMERO DE VÉRTEBRAS

Ejemplos interesantes:

ANIMAL	N.º DE VÉRTEBRAS
Pitón	~400
Humanos (niños)	33
Humanos (adultos)	26

En adultos se reduce el número de vértebras por **fusión de sacras y coxis**.

→ **Curiosidad evolutiva**

Casi **todos los mamíferos tienen 7 vértebras cervicales**.
Esto ocurre incluso en animales con cuellos muy distintos como:

- **jirafa**
- **delfín**
- **ratón**
- **ser humano**.

COSTILLAS Y EXTREMIDADES

1. Costillas

Las costillas forman la **caja torácica** junto con el esternón.

Funciones principales:

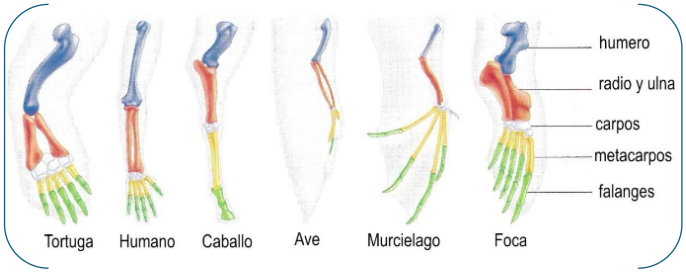
- proteger **corazón y pulmones**
  - participar en la **respiración**.

→ **Diferencias entre grupos**

→ **Peces**

Pueden tener:

- costillas dorsales
- costillas ventrales
- costillas accesorias.



→ **Mamíferos**

El número de costillas varía entre especies.

Ejemplos:

ANIMAL	N.º DE COSTILLAS
Caballo	18
Primates no humanos	13
Humanos	12

2. Apéndices locomotores

Los apéndices locomotores son las **extremidades**.

→ **Peces**

Poseen:

- **aletas pares** (equivalentes a extremidades)
- **aletas impares** (no equivalen a extremidades).

→ **Tetrápodos**

Poseen: **dos pares de extremidades**

El modelo básico se llama: **extremidad pentadáctila** (es decir, con cinco dedos).

Este modelo ha sufrido numerosas modificaciones evolutivas para adaptarse a distintos tipos de locomoción:

- caminar
- correr
- nadar
- volar.

◈ CARTÍLAGO

El **cartílago** es uno de los **tejidos esqueléticos**. Sus características del cartílago son:

→ Es un tejido:

- blando
- flexible
- resistente a la compresión.

→ Está formado por:

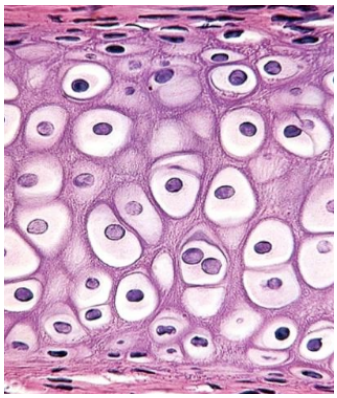
- **condrocitos** (células)
- una **matriz extracelular** rica en:
  - proteínas
  - azúcares
  - fibras de colágeno.

→ El cartílago tiene **muy pocos vasos sanguíneos**, por eso se regenera lentamente y recibe nutrientes por **difusión**.

⊗ Presencia del cartílago

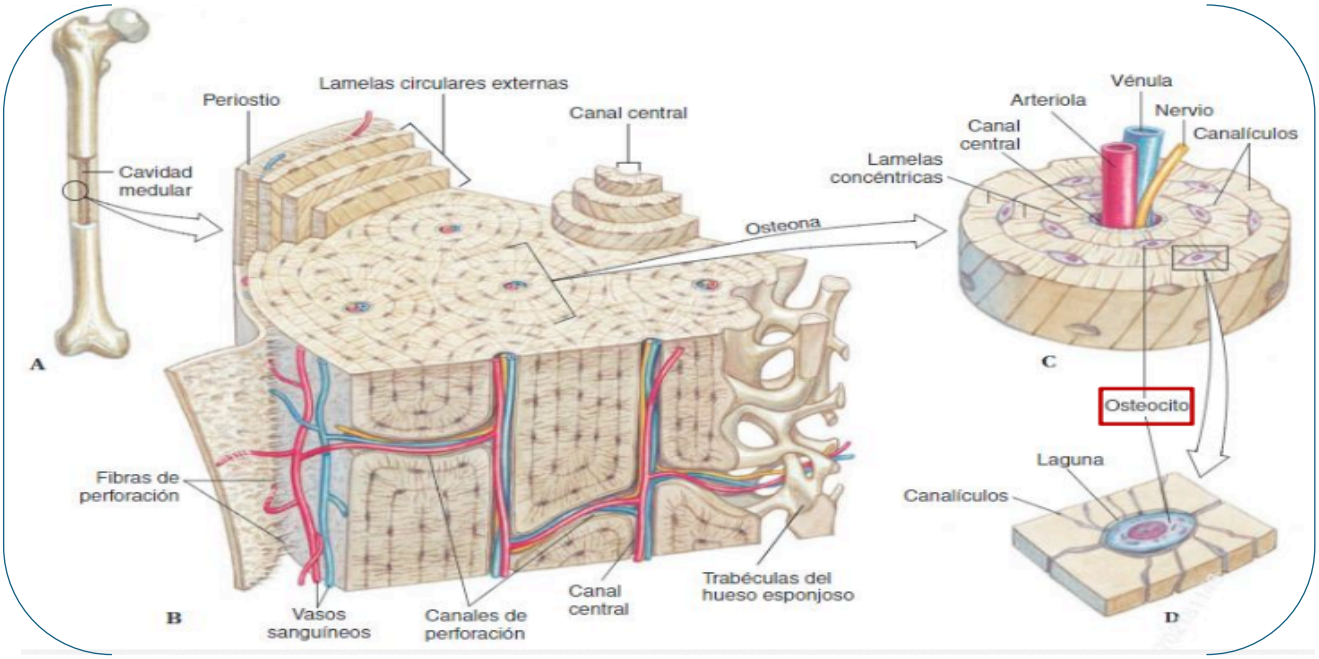
El cartílago aparece en varios contextos:

1. **Esqueleto completo en algunos peces** (por ejemplo, tiburones).
2. **Esqueleto embrionario de los vertebrados**.
3. **Superficies articulares de los huesos**.
4. En estructuras como:
   - tráquea
   - bronquios
   - laringe.



◈ TEJIDO ÓSEO

El segundo tejido esquelético principal es **el hueso**.



⊗ Características del hueso

El hueso es un tejido:

- vivo
- altamente vascularizado
- muy resistente.

→ La matriz extracelular contiene una gran cantidad de **sales de calcio** que le proporcionan dureza.

⊗ Importancia del tejido óseo

Permite:

- mayor soporte mecánico
- mayor tamaño corporal
- locomoción más eficaz.

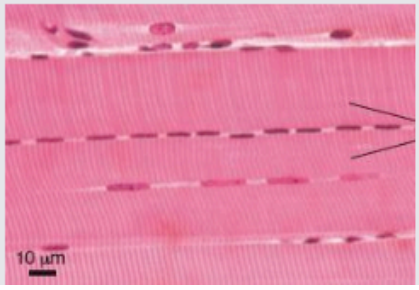
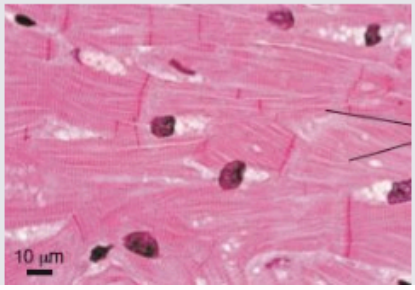
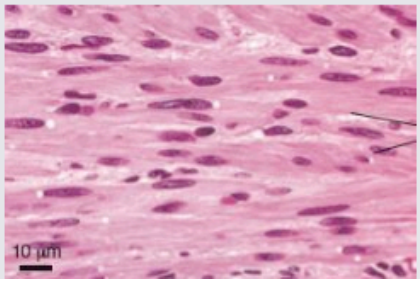
El tejido óseo está en constante **remodelación**, gracias a células especializadas como:

- osteoblastos
- osteoclastos.

TIPOS DE MUSCULATURA

Ahora vamos a comenzar el estudio del **sistema muscular**.

Se distinguen **tres tipos principales de músculo en función de su apariencia con el microscopio lumínico:**

ESQUELETICO	CARDIACO	LISO
Fibras estriadas	Fibras estriadas	Liso
Fibras multinucleadas	Fibras uninucleadas	Fibras uninucleadas
Dispuesto en haces o fascículos		En bandas o láminas continuas
Anclado al esqueleto	No anclado	Rodea cavidades, conductos,..
Contracción voluntaria	Contracción voluntaria	Contracción involuntaria
Contracción poderosa y rápida	Contracción rápida y continua	Contracción lenta y duradera
Se fatiga en seguida		Se fatiga lentamente
		

1. Músculo esquelético

Características:

- fibras **estriadas**
- células **multinucleadas**
- unido al esqueleto.

Función: **movimiento voluntario del cuerpo**.

La contracción es:

- rápida
- potente
- pero se fatiga con facilidad.

2. Músculo cardiaco

Características:

- fibras estriadas
- células **uninucleadas**
- forma el **corazón**.

Contracción:

- rítmica
- automática
- continua.

3. Músculo liso

Características:

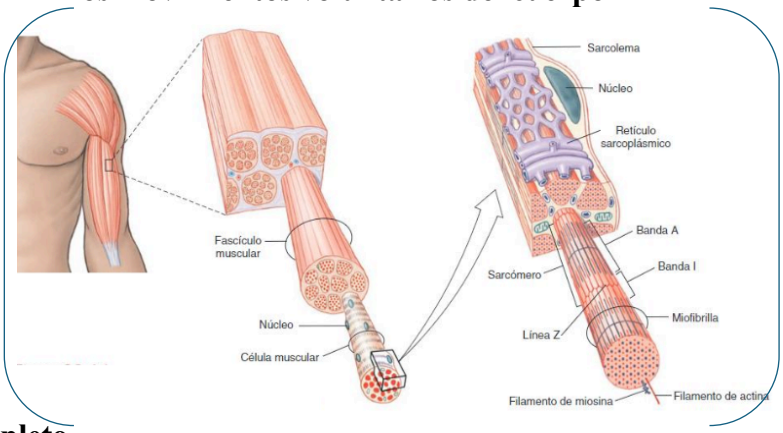
- sin estriaciones
- contracción **involuntaria**.

Se encuentra en:
- paredes del intestino
- vasos sanguíneos
- órganos internos.

Su contracción es:
- lenta
- prolongada
- resistente a la fatiga.

◈ MÚSCULO ESQUELÉTICO

Analizamos la **estructura microscópica del músculo esquelético**.
Este tipo de músculo es el responsable de **los movimientos voluntarios del cuerpo**.



⊗ Características principales

- fibras **estriadas**
- células **muy largas**
- **varios núcleos** por célula
- está **anclado al esqueleto mediante tendones**.

⊗ Organización

Las fibras musculares se agrupan formando **haces o fascículos musculares** y estos fascículos forman el **músculo completo**.

⊗ Función

Permite:
- caminar
- correr
- nadar
- manipular objetos
- mantener la postura.

Su contracción es:
- rápida
- potente
- pero se fatiga con relativa facilidad.

◈ MÚSCULOS ANTAGONISTAS

Existe un principio fundamental de la biomecánica muscular:

→ Las **fibras musculares pueden contraerse, pero no pueden estirarse activamente**. Por eso los movimientos requieren **pares de músculos antagonistas**.

⊗ Qué son músculos antagonistas

Son músculos que realizan **acciones opuestas**.
Ejemplo clásico:

⊗ Bíceps

Cuando se contrae:
- flexiona el brazo.

⊗ Tríceps

Cuando se contrae:
- extiende el brazo.



⊗ **Funcionamiento**

Cuando uno se contrae:

- el otro se **relaja**.

Este sistema permite realizar movimientos controlados y precisos.

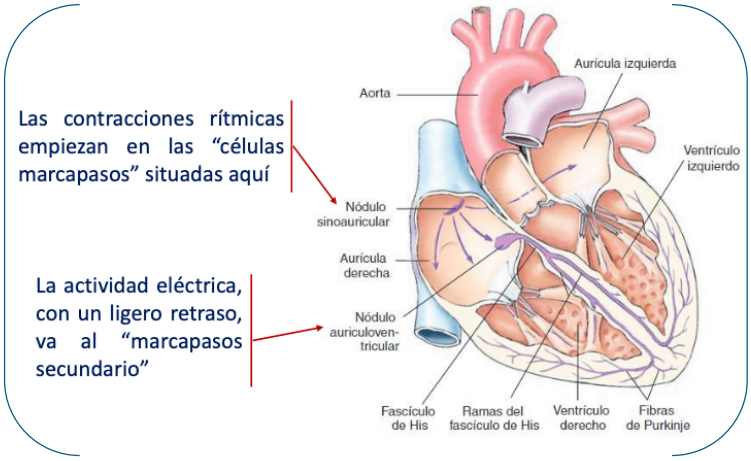


◈ MÚSCULO CARDIACO

Aquí se describe el funcionamiento del **músculo del corazón**.

- A diferencia del músculo esquelético, el músculo cardiaco, **no necesita impulsos nerviosos para iniciar su contracción**.

Posee células especializadas llamadas: **células marcapasos**



⊗ **Funcionamiento del sistema marcapasos**

Estas células generan impulsos eléctricos de forma espontánea.

El impulso se transmite:

1. desde el **marcapasos principal**
2. hacia un **marcapasos secundario**
3. al resto del músculo cardiaco.

Esto produce **contracciones rítmicas del corazón**.

⊗ **Regulación nerviosa**

Aunque el corazón puede latir por sí mismo, existe un **centro de control cardiaco en el encéfalo**.

Este centro regula:

- frecuencia cardíaca
- intensidad de las contracciones.

◈ CICLO CARDÍACO

Estos son los dos momentos básicos del latido del corazón.

I. Sístole

Es la **contracción del corazón**.

Durante la sístole:

- la sangre es **expulsada hacia las arterias**.

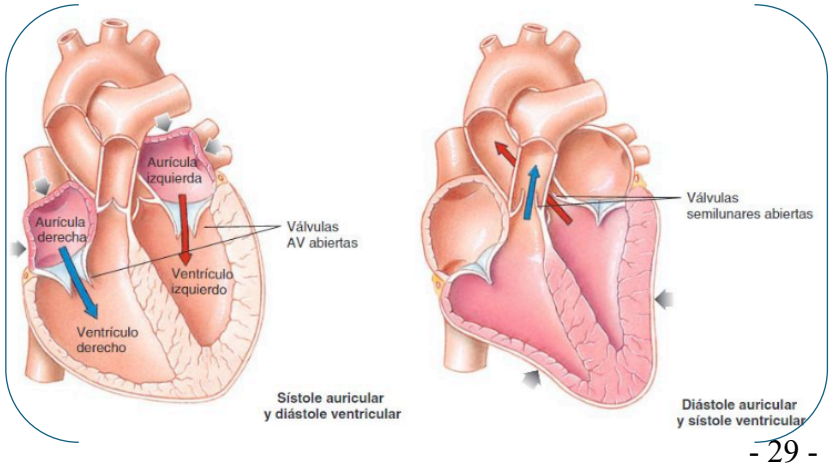
II. Diástole

Es la **relajación del corazón**.

Durante la diástole:

- las cavidades cardíacas **se llenan de sangre**.

o El latido cardíaco consiste en la **alternancia continua de sístole y diástole**.



◈ HOMEOSTASIS

El concepto fundamental de la fisiología es **la homeostasis**.

⊗ Qué es la homeostasis

Es la capacidad del organismo de **mantener estable su medio interno**, a pesar de cambios en el entorno.

El organismo intercambia constantemente con el medio:

- gases
- nutrientes
- productos de desecho.

También recibe estímulos como:

- temperatura
- cambios químicos
- luz.

⊗ Regulación del medio interno

Los sistemas corporales trabajan de forma coordinada para mantener variables dentro de ciertos límites.

Ejemplos de variables reguladas:

- temperatura corporal
- concentración de sales
- niveles de glucosa
- pH sanguíneo.

◈ REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA

Las reacciones químicas del organismo dependen mucho de la **temperatura**.

→ Temperatura demasiado baja

Cuando la temperatura corporal disminuye mucho:

- el metabolismo se ralentiza
- disminuye la energía disponible.

→ Temperatura demasiado alta

Cuando la temperatura aumenta demasiado:

- las reacciones químicas se alteran
- las enzimas pueden dañarse.

→ Rango de tolerancia

La mayoría de los animales pueden vivir dentro de un rango aproximado de: **0 °C a 40 °C**

→ Cómo se mantienen dentro de ese rango

Los animales pueden hacerlo de dos maneras:

1. viviendo en ambientes adecuados
2. regulando su **temperatura interna**.

◈ TIPOS DE REGULACIÓN TÉRMICA

Vamos a aclarar varios términos que suelen causar confusión.

⊗ “Sangre fría” y “sangre caliente”

⊗ Estos son términos antiguos y poco precisos.

Tradicionalmente se decía:

- sangre fría → reptiles, peces, anfibios
- sangre caliente → aves y mamíferos.

Pero esto puede ser engañoso.

Por ejemplo: un reptil al sol puede estar más caliente que un mamífero; y un mamífero se enfría al hibernar.

⊗ **Poiquilotermos**

Animales cuya temperatura corporal **varía con la del ambiente**.

⊗ **Homeotermos**

Animales que **mantienen temperatura corporal constante**.

⊗ **Ectotermos**

Obtienen la mayor parte del calor **del ambiente**.

Son la mayoría de los animales.

⊗ **Endotermos**

Producen calor metabólico y lo retienen para mantener la temperatura.

Ejemplos:

- **aves**
- **mamíferos**.

◈ EXCRECIÓN DE PRODUCTOS NITROGENADOS

La excreción es el proceso biológico fundamental mediante el cual los seres vivos eliminan sustancias tóxicas, desechos metabólicos (urea, dióxido de carbono) y exceso de agua, manteniendo la homeostasis. En humanos, implica principalmente a los riñones (orina), pulmones (CO2), piel (sudor) e hígado

La excreción elimina productos de desecho del *metabolismo celular* (sangre), a diferencia de la defecación, que elimina restos no digeridos de los alimentos (sistema digestivo).

Los residuos nitrogenados proceden principalmente del metabolismo de:

- proteínas
- ácidos nucleicos.

⊗ **Tres tipos de productos nitrogenados**

I. Amoniaco

Características:

- muy tóxico
- muy soluble en agua
- requiere mucha agua para eliminarse.

Lo producen principalmente los **peces**.

II. Urea

Características:

- toxicidad media
- requiere menos agua.

La producen: mamíferos y muchos anfibios.

III. Ácido úrico

Características:

- baja toxicidad
- casi insoluble en agua
- requiere muy poca agua para eliminarse.

Lo producen: aves y reptiles.

característica	AMONIACO	UREA	ACIDO ÚRICO
Toxicidad	alta	media	baja
Solubilidad en agua	alta	media	muy baja
Agua necesaria para la eliminación	alta	media	muy baja
Coste de producción	bajo	alto	alto
Grupos animales	en casi todos los peces	anfibios y mamíferos	reptiles y aves

Desarrollo dentro de huevos con cáscara

◈ OSMORREGULACIÓN

La osmorregulación es el proceso mediante el cual el organismo mantiene el equilibrio entre:

- Agua y sales.

⊗ Problemas en el medio acuático

→ Peces de agua dulce

El medio externo tiene **menos sales que el interior del cuerpo**.

Consecuencias:

- el agua tiende a entrar
- las sales tienden a salir.

→ Peces marinos

El medio externo tiene **más sales que el interior del cuerpo**.

Consecuencias:

- el agua tiende a salir
- las sales tienden a entrar.

⊗ Problemas en el medio terrestre

Los animales terrestres enfrentan otro problema: **la pérdida constante de agua**.

Por eso han desarrollado adaptaciones como:

- piel impermeable
- riñones eficientes
- producción de agua metabólica.

◈ EL RIÑÓN DE LOS VERTEBRADOS

veamos la **evolución del riñón en vertebrados**.

El riñón es el órgano clave en:

- **excreción**
- **osmorregulación**

⊗ Tipos de riñón a lo largo de la evolución

1. Pronefros (condición ancestral)

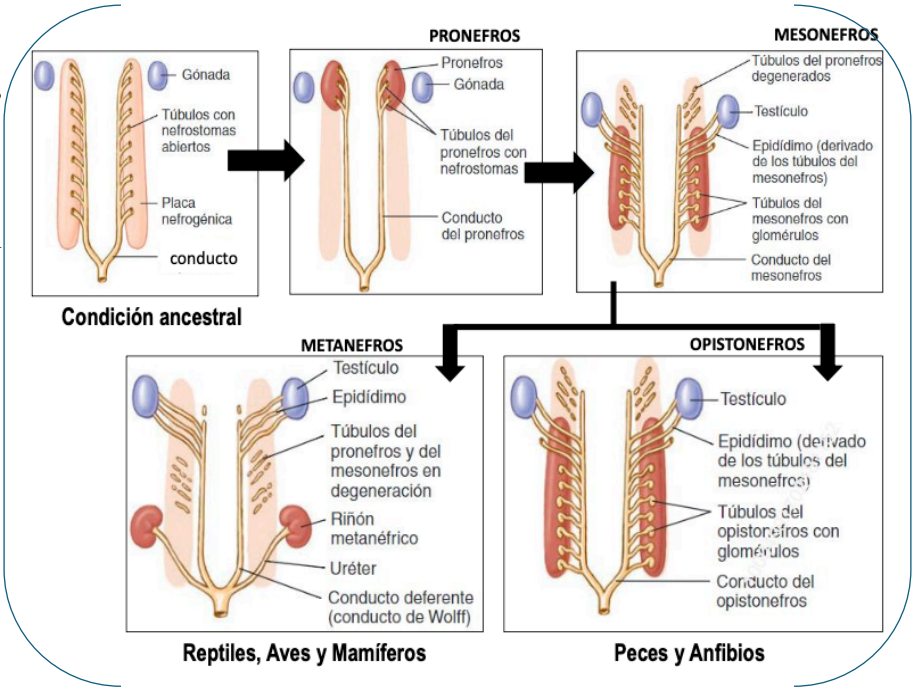
- el más primitivo
- funcional en embriones
- aparece en los primeros vertebrados.

2. Mesonefros

- más desarrollado que el pronefros
- funcional en:
  - peces
  - anfibios adultos.

3. Metanefros

- el más complejo
- propio de:
  - reptiles
  - aves
  - mamíferos.



Permite una **mayor eficiencia en la conservación de agua**, fundamental para la vida terrestre.

◈ SISTEMA CIRCULATORIO

Vamos a ver el sistema de transporte interno de los vertebrados.

⊗ Características generales

→ Sistema cerrado

La sangre circula siempre dentro de **vasos**.
Ventaja: permite mayor presión y eficiencia.

→ Corazón

- situado en posición **ventral**
- dividido en **cámaras**

Esto permite separar:

- sangre rica en oxígeno
- sangre pobre en oxígeno.

→ Pigmento respiratorio

La sangre contiene **hemoglobina**, que transporta oxígeno.
Está dentro de células llamadas: **eritrocitos (glóbulos rojos)**.

⊗ Tipos de circulación

→ Circulación simple

- típica de peces
- la sangre pasa una sola vez por el corazón en cada ciclo.

→ Circulación doble

- propia de tetrápodos

- la sangre pasa dos veces por el corazón.

⊗ **Componentes del sistema**

→ **Corazón:** impulsa la sangre.

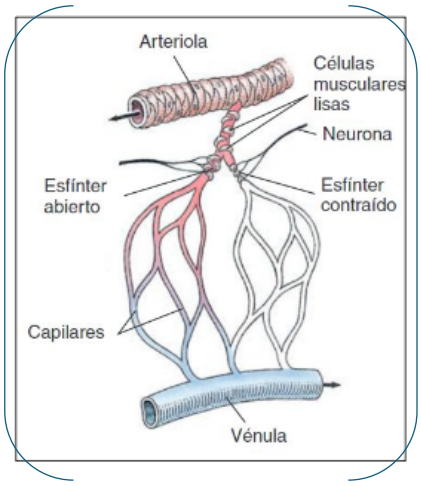
→ **Vasos sanguíneos**

→ **Sistema arterial:** arterias → arteriolas → capilares.

→ **Sistema venoso:** capilares → vénulas → venas.

◈ SISTEMA CAPILAR

Hay que destacar la importancia de los **capilares**.



⊗ Los capilares son:
- vasos muy finos
- con paredes muy delgadas.

→ **Función**

Permiten el intercambio de:
- oxígeno
- dióxido de carbono
- nutrientes
- y desechos

todos ellos entre la sangre y los tejidos.
- Son el punto donde realmente se produce el **intercambio metabólico**.

◈ COMPOSICIÓN DE LA SANGRE

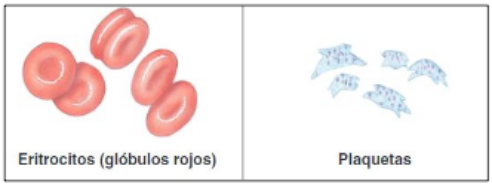
La sangre se divide en dos grandes componentes.

1. Plasma (≈55% de la sangre)

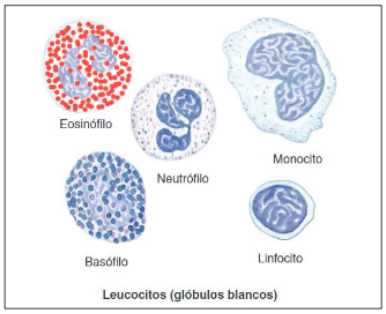
Es la parte líquida.

Contiene:
- agua (≈90%)
- Sólidos disueltos:
  - proteínas
  - glucosa
  - aminoácidos
  - electrolitos
  - anticuerpos
  - hormonas
  - desechos metabólicos
- gases disueltos
  - oxígeno
  - dióxido de carbono
  - nitrógeno

2. Elementos formes (≈45% de la sangre)
- **Glóbulos rojos (eritrocitos)** transportan oxígeno.

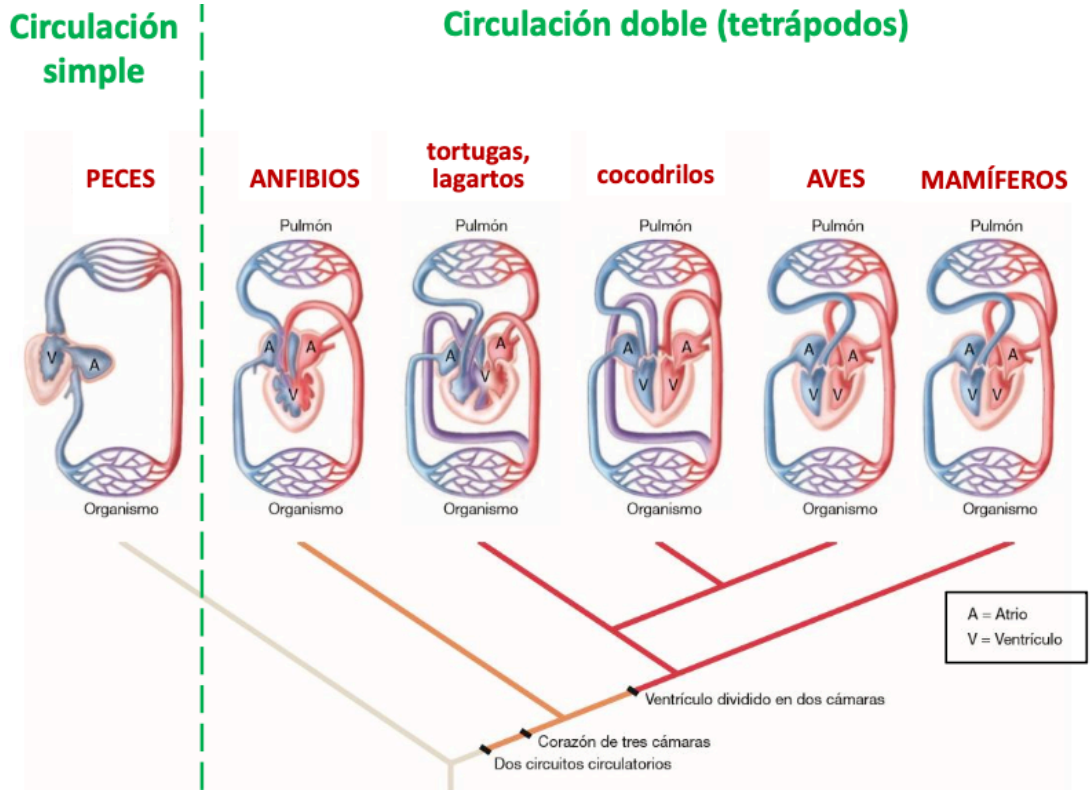


- **Glóbulos blancos (leucocitos)** son la defensa del organismo.
- **Fragmentos celulares: Plaquetas** en mamíferos y **trombocitos en el resto de los vertebrados.** Intervienen en la **coagulación**.



TIPOS DE CIRCULACIÓN EN VERTEBRADOS

Vamos a mostrar los distintos tipos de circulación.



- **Peces**

- circulación **simple**
- corazón con dos cavidades.

- **Anfibios**

- circulación doble **incompleta**
- mezcla parcial de sangre.

- **Reptiles**

- circulación doble con mayor separación
- en cocodrilos es casi completa.

- **Aves y mamíferos**

- circulación doble **completa**
- separación total de sangre oxigenada y no oxigenada.

Estos sistemas permiten

- mayor eficiencia metabólica
- actividad elevada.

◈ SISTEMA LINFÁTICO

El sistema linfático complementa al sistema circulatorio.

→ Funciones

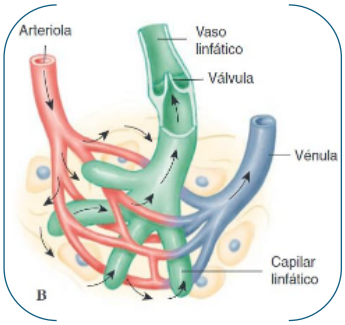
1. Drenaje de líquidos

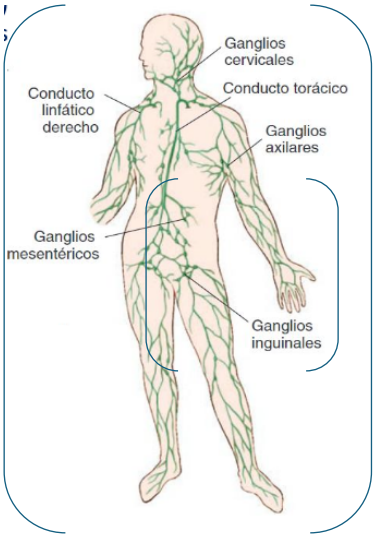
Recoge el exceso de líquido (linfa) de los tejidos y lo devuelve a la sangre.

2. Defensa inmunitaria

Contiene estructuras como: **ganglios linfáticos**
donde actúan:

- macrófagos
- linfocitos.





→ Linfa

Es un líquido similar al plasma:

- menos proteínas
- más grasas.

◈ RESPIRACIÓN

Es importante conocer cómo ocurre el **intercambio de gases**.

→ Principio básico.

El intercambio de gases ocurre por:

→ difusión

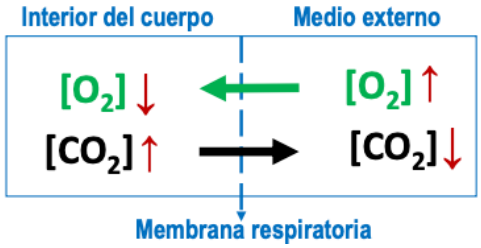
Los gases se mueven:

- de zonas de mayor concentración
- a zonas de menor concentración.

→ Condición fundamental

Las superficies respiratorias deben estar **siempre húmedas** para que pueda ocurrir la difusión de los gases respiratorios (O2 y CO2 se desplazan a favor de gradiente de concentraciones)

⊗ Tipos de estructuras respiratorias:



→ Branquias

- propias de animales acuáticos
- están en contacto directo con el agua.

→ Pulmones

- propios de animales terrestres
- estructuras internas protegidas de la desecación.

→ Adaptación clave

Las superficies respiratorias están muy **plegadas** para aumentar **la superficie de intercambio**.

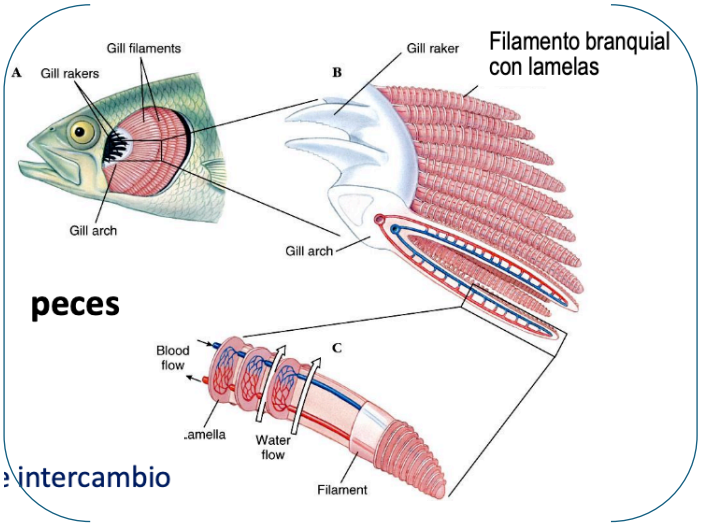
◈ AUMENTO DE LA SUPERFICIE RESPIRATORIA

Vamos a ver distintos ejemplos de superficies respiratorias.

→ **Peces**

- branquias con:
  - filamentos
  - lamelas.

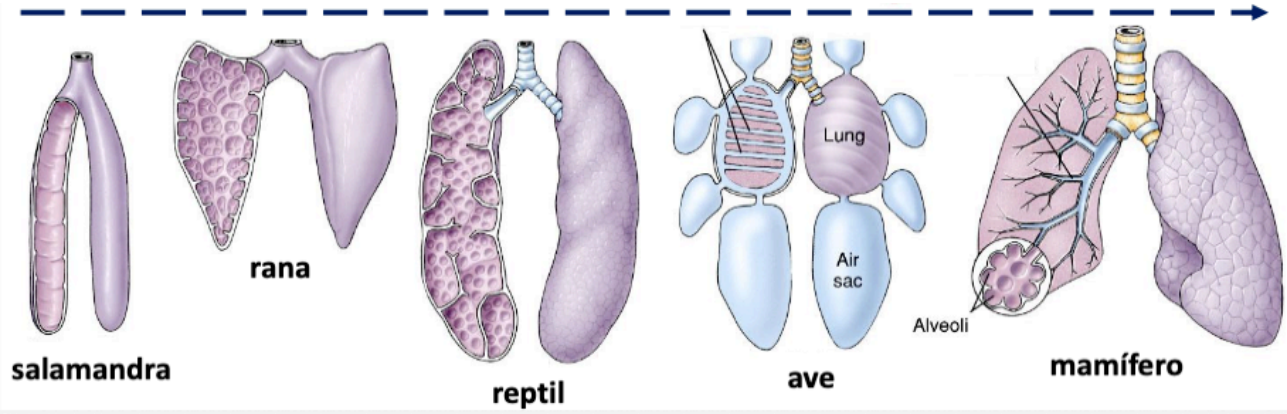
Esto multiplica la superficie de intercambio.



→ **Vertebrados terrestres**

Los pulmones se vuelven progresivamente más complejos en estos vertebrados:

- anfibios → simples
- reptiles → más compartimentados
- aves → sistema muy eficiente
- mamíferos → alveolos.

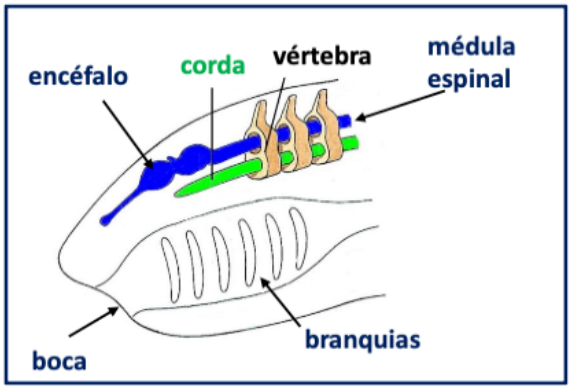


◈ TUBO NEURAL Y SISTEMA NERVIOSO

Se explica el destino del **tubo neural** en vertebrados.

⊗ **En cordados primitivos**

- tubo neural dorsal
- notocorda
- estructura simple.



⊗ **En vertebrados**

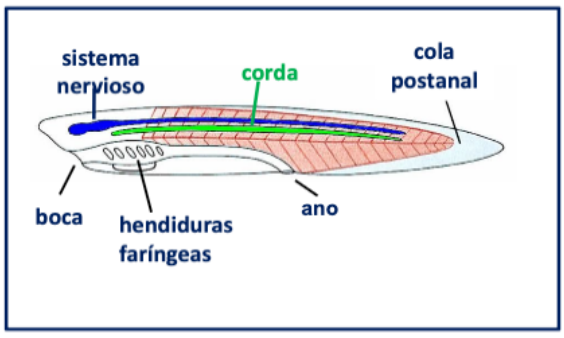
El tubo neural se diferencia en:

→ **El Encéfalo**

- protegido por el cráneo.

→ **La Médula espinal**

- protegida por las vértebras.



⊗ **División del sistema nervioso**

→ **Sistema nervioso central (SNC)**

- encéfalo + médula espinal.

→ **Sistema nervioso periférico (SNP)**

- nervios que conectan el SNC con el resto del cuerpo.

◈ ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

→ **Sistema nervioso central**

- encéfalo
- médula espinal.

→ **Sistema nervioso periférico**

Incluye:

- nervios craneales
- nervios espinales.

◈ SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El sistema nervioso periférico se divide en varias partes.

→ **Sistema somático**

- controla movimientos voluntarios.

→ **Sistema autónomo**

Regula funciones involuntarias y se divide en:

→ **Sistema simpático**

- activa el organismo
- respuesta de alerta.

→ **Sistema parasimpático**

- favorece el reposo
- recuperación.

→ **Sistema entérico**

- regula el funcionamiento del aparato digestivo.

◈ ABUNDANCIA DE VERTEBRADOS

→ **Idea fundamental**

No todos los grupos tienen la misma diversidad.

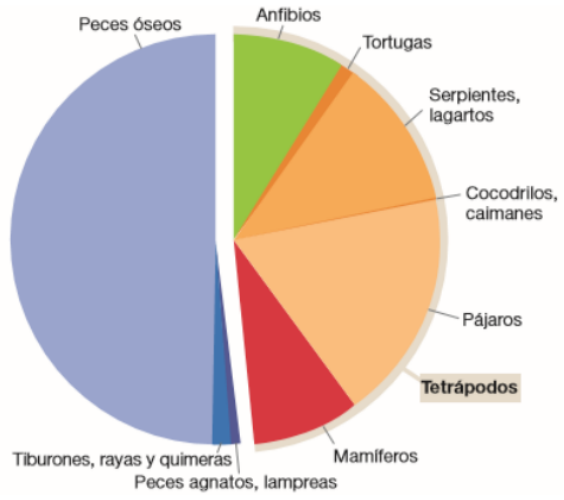
En general:

- los **peces** son el grupo más abundante
- les siguen aves, reptiles y mamíferos.

→ **Interpretación biológica**

La diversidad depende de:

- capacidad de adaptación
- estrategias reproductivas
- ocupación de nichos ecológicos.



◈ CONCLUSIÓN DEL TEMA

Después de todo lo visto nos quedamos con una **Idea clave final**: los cordados representan un **modelo evolutivo de gran éxito**, culminando en los vertebrados, que dominan la mayoría de los ecosistemas.
