



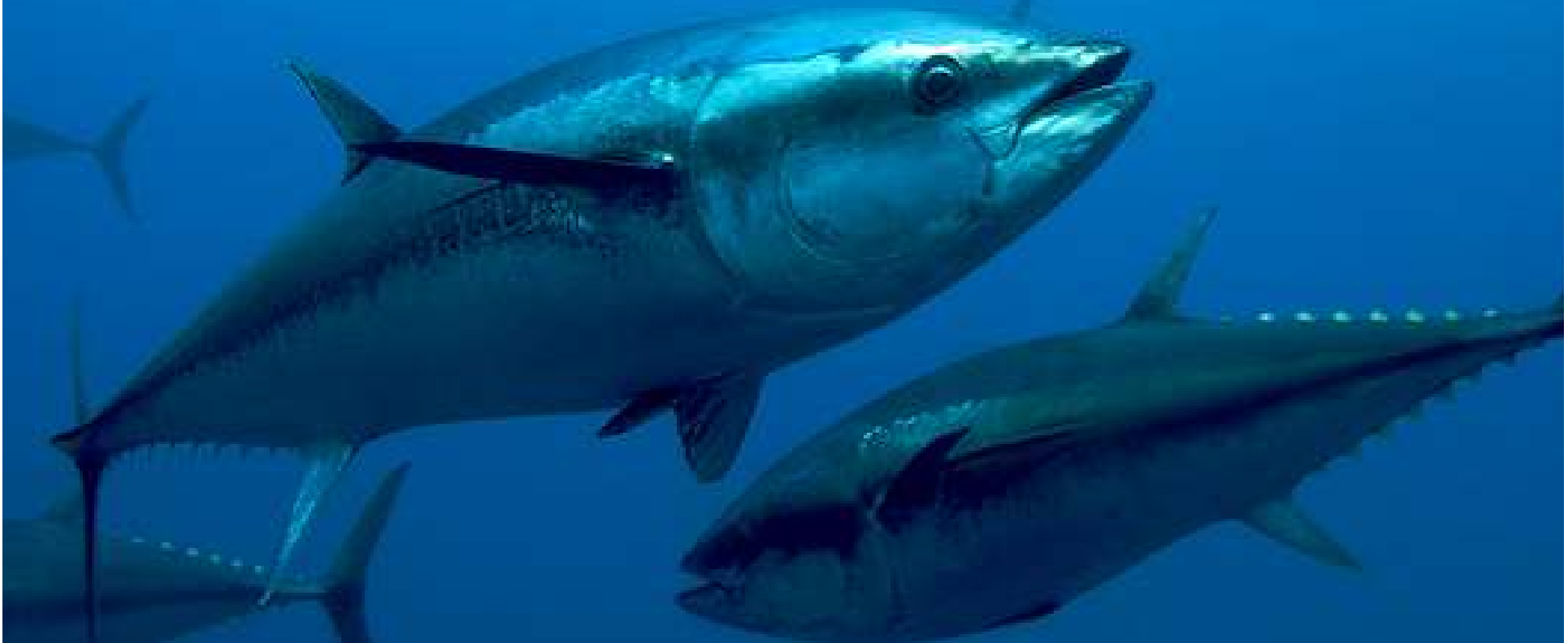
CURSO DE BIOLOGÍA ANIMAL CIO – Licenciatura en Gestión ambiental



Dr. Franco Teixeira de Mello
(frantei@fcien.edu.uy)

Departamento de Ecología y Gestión Ambiental
Universidad de la República Oriental del Uruguay

Transporte de oxígeno, dióxido de carbono y sustancias internas



Dr. Franco Teixeira de Mello
(frantei@fcien.edu.uy)

Departamento de Ecología y Gestión Ambiental
Universidad de la República Oriental del Uruguay

Estructura de la presentación

- 1 Respiración
- 2 Órganos respiratorios
- 3 Intercambio gaseoso
- 4 Transporte de los gases
- 5 Circulación
- 6 Tipos de circulación

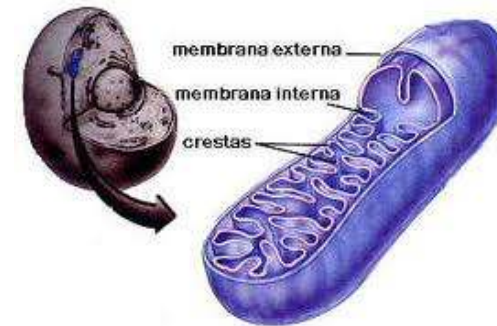


1 Respiración

Que entendemos por respiración?

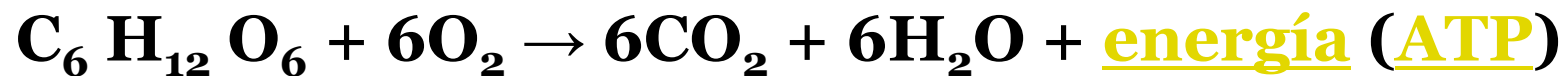


Respiración



Respiración celular

La energía de los alimentos es liberada mediante **procesos oxidativos**, en los que el oxígeno molecular es el receptor final de electrones:



Respiración externa

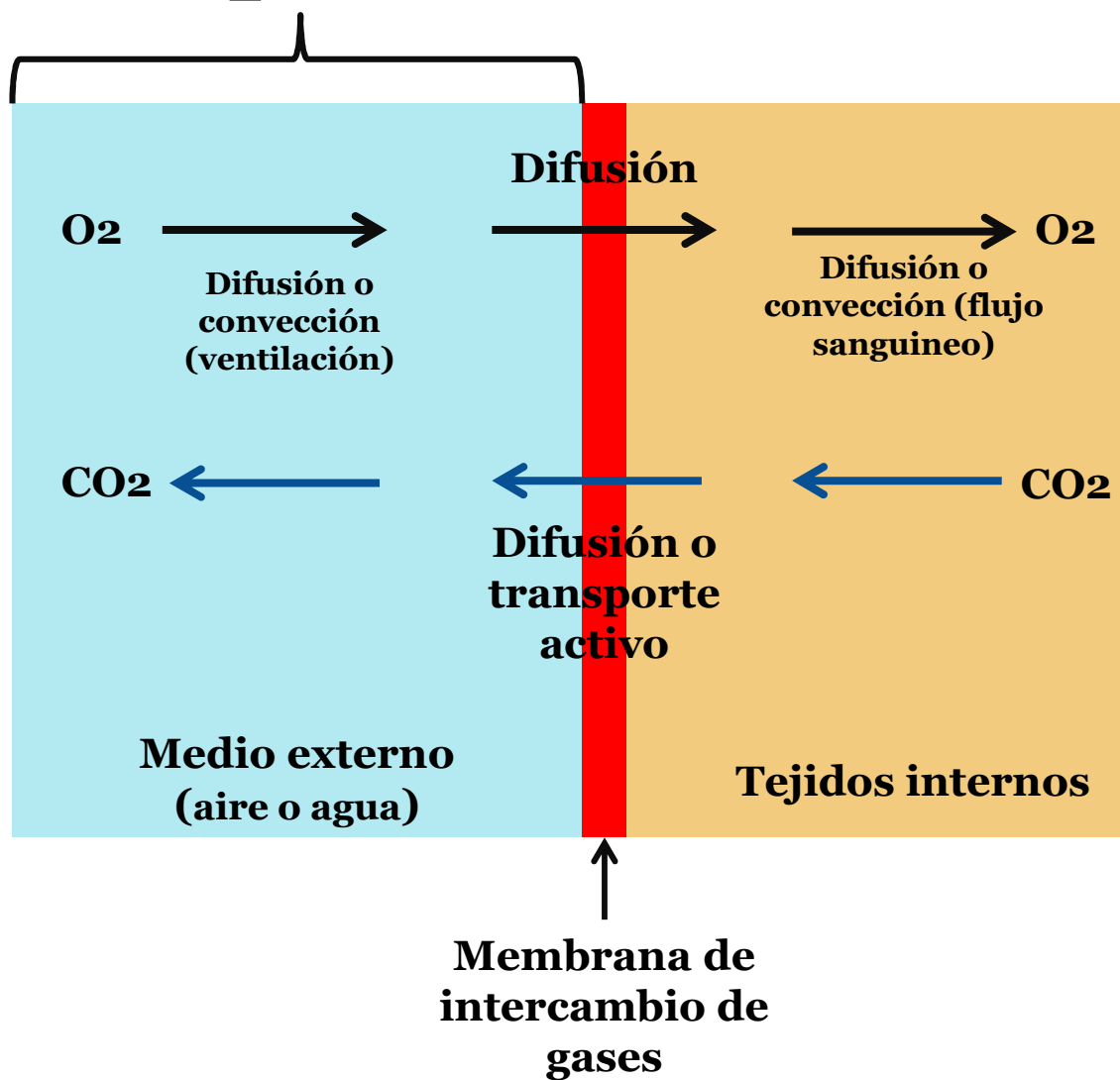
Intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre el organismo y el medio externo

Respiración externa

La respiración externa: *procesos por medio de los cuales se transporta el oxígeno hacia las membranas y se elimina el CO₂.*

La membrana que separa los tejidos internos del animal con el medio ambiente es la **membrana respiratoria de intercambio de gas** (aire o agua). Epitelio de una o dos capas celulares

Respiración externa



Transporte de los gases por convección:

Transporte de gas a través de la movilización de líquidos

Ventilación

Casi siempre durante la respiración externa el aire o el agua *desarrollan un flujo convectivo (trasmisión por contacto) entre el medio ambiente y la membrana respiratoria*, ese flujo se denomina **Ventilación**

Activa o Pasiva

Activa: corrientes ventilatorias de agua o aire que fluyen desde y hacia la membrana resp. de intercambio de gases, por succión o presión positiva

- gasto de energía ej. contracción de músculos
- confiable, controlable y potente

Pasiva: depende del movimiento del agua o del aire

Ventilación

unidireccional – bidireccional– no direccional

Unidireccional: bombeo de gases en una sola dirección (ej. peces)

Bidireccional: si llega y se aleja por la misma vía (ej. mamíferos)

No direccional: muchas direcciones (ej. animales branquias externas)

Relación de la respiración con el medio ambiente

Medio acuático –
respiración acuática

Medio terrestre o aéreo –
respiración aérea



Relación de la respiración con el medio ambiente



Diferencias para la respiración acuática y aérea

El aire tiene más oxígeno que el agua (20 veces más)

Densidad y viscosidad mucho más alta del agua que del aire

Las moléculas gaseosas difunden 10.000 veces más rápido en aire que en agua

Esto ha llevado a que los organismos acuáticos desarrollen forma eficaces para extraer el oxígeno del agua

Organismos acuáticos pueden gastar hasta 20% de su energía para extraer el O₂ del agua, los mamíferos solo 1 a 2%

2 Órganos respiratorios

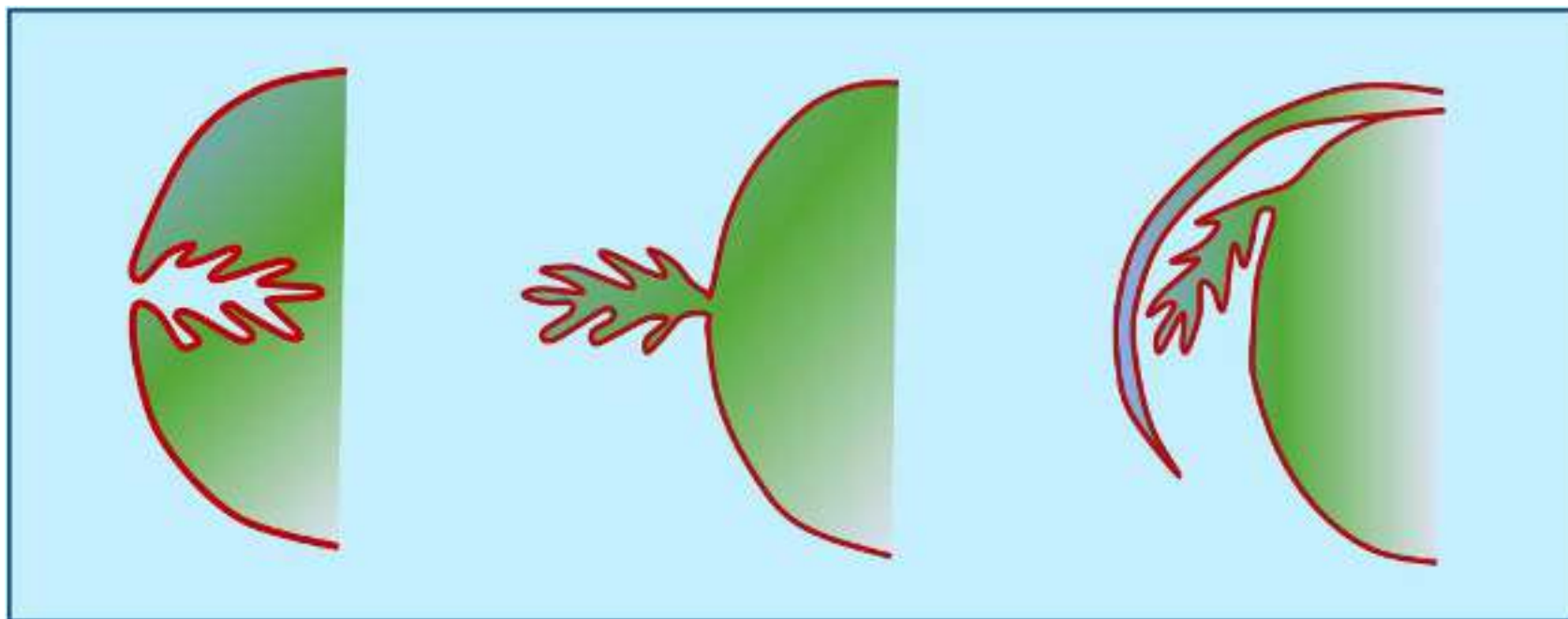


En general podemos decir que según el medio tenemos diferentes órganos para la respiración:

Pulmones:
invaginaciones
dentro del cuerpo y
contienen el medio

Branquias externas:
evaginaciones del
cuerpo que se
proyectan sobre el
medio

Branquias internas:
evaginaciones del cuerpo
que se proyectan sobre el
medio donde este se bombea
a una cavidad corporal



2

**Activa
Bidireccional**

**Pasiva o Activa
No direccional**

**Activa
Unidireccional**

Diferencias para la respiración acuática y aérea

- Es esencial que las superficies respiratorias se mantengan húmedas para el intercambio gaseoso **problema para los animales que respiran aire**

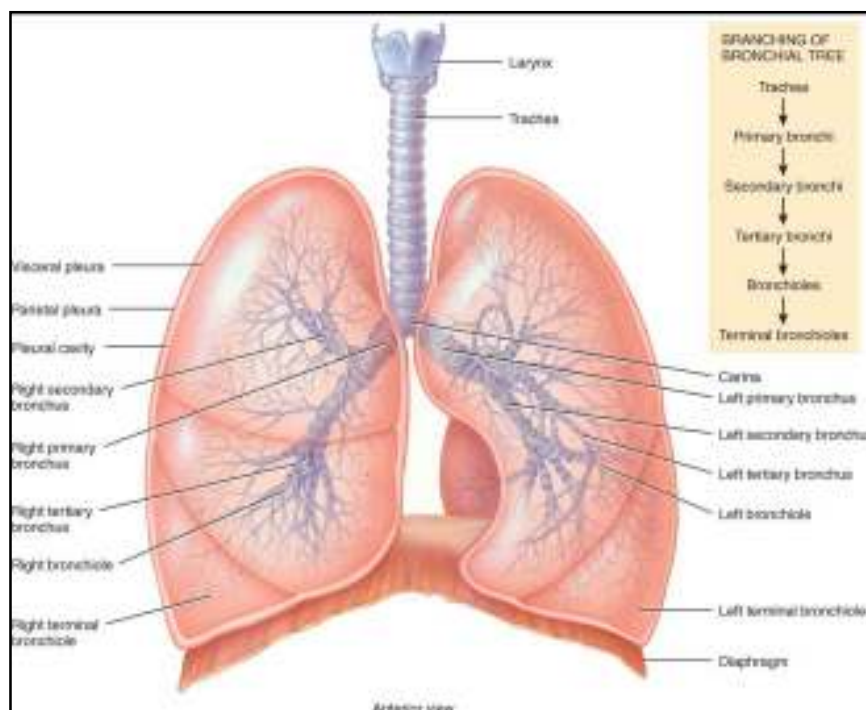
Solución: generar invaginaciones desde la superficie corporal abierta hacia el interior y un mecanismo de bombeo para inspirar y expulsar el aire



Diferencias para la respiración acuática y aérea

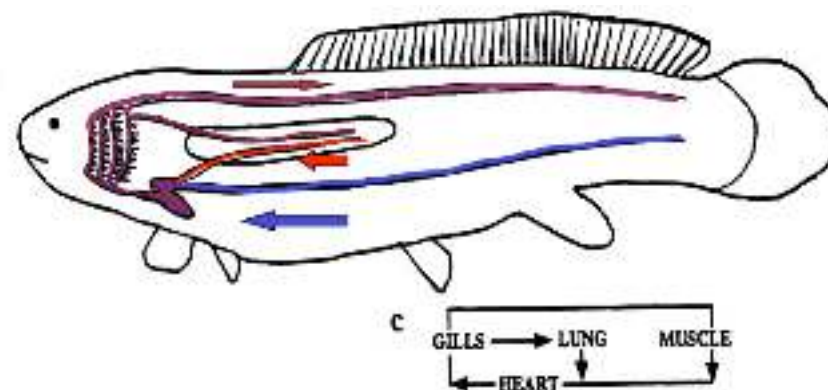
Pulmones: estructura respiratoria invaginada dentro del cuerpo que contiene el medio ambiente, adaptada al medio terrestre.

Sacos de paredes delgadas que están divididos y plegados, proporcionando zonas extensas para el intercambio respiratorio, suelen ser pares, en serpientes hay uno solo



Intercambio gaseoso: pulmones

Los pulmones más sencillos son los de los peces pulmonados, dipnoos (6 spp), que los utilizan de forma complementaria o sustituyendo completamente la respiración branquial.



Intercambio gaseoso: pulmones

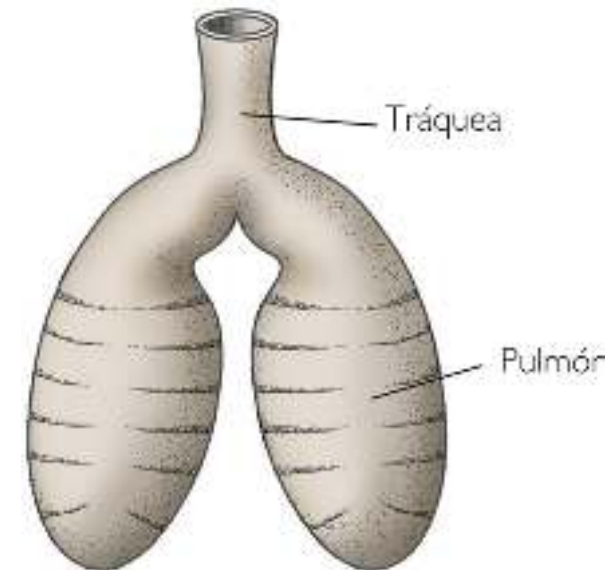
Anfibios

Los anfibios tienen un pulmón poco eficaz, con poca superficie pulmonar

En salamandras es un saco de paredes lisas

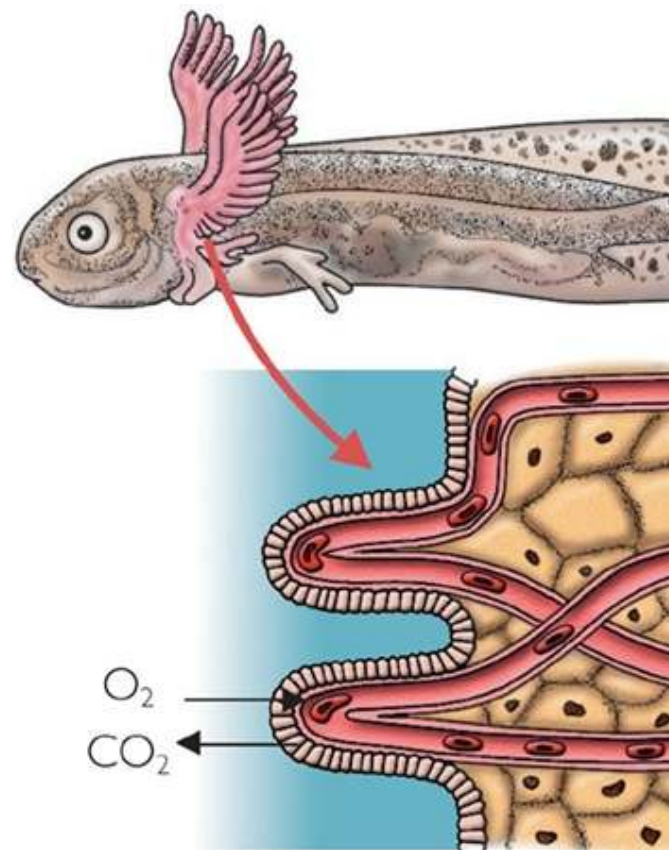
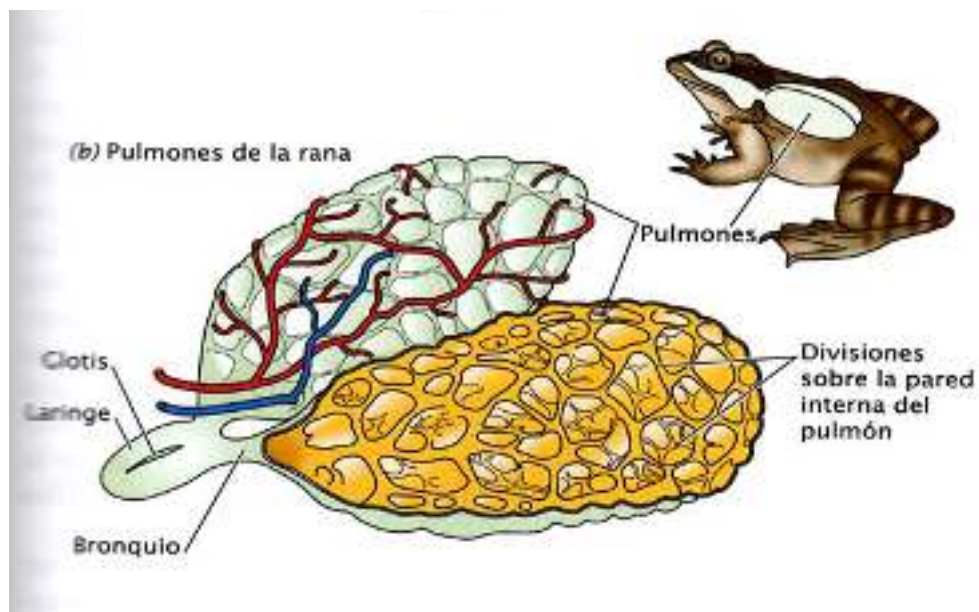
En sapos y ranas están divididos en varias cámaras llamadas **faveolos**

También tiene respiración cutánea que complementa a la pulmonar



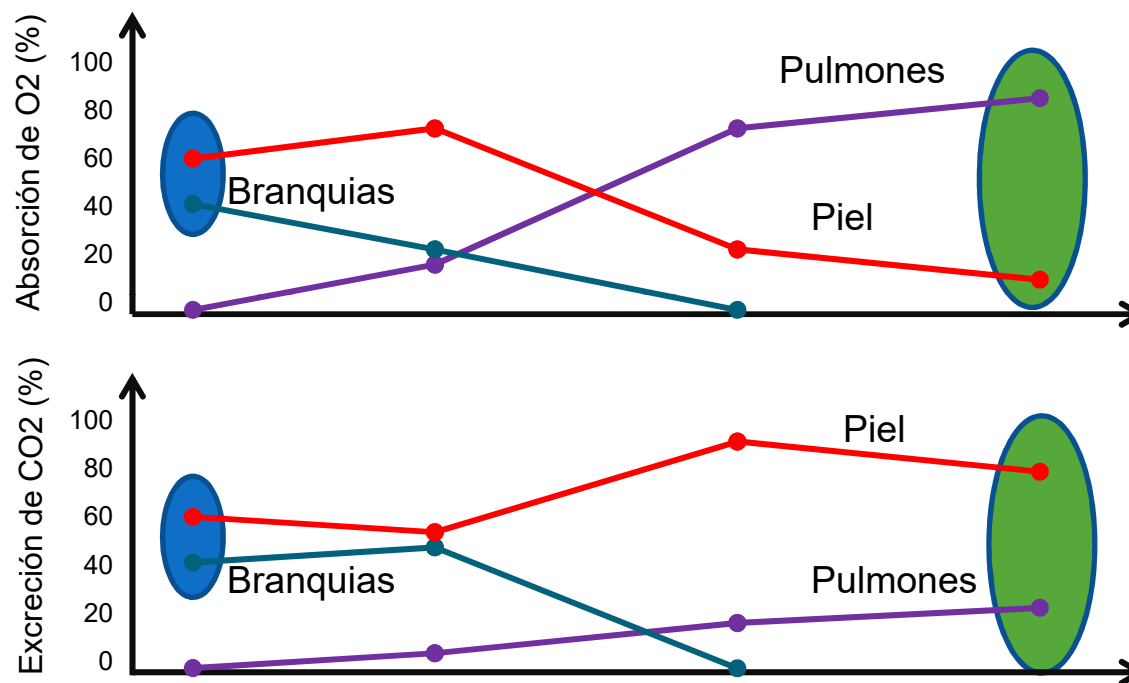
Intercambio gaseoso: pulmones

Anfibios



Intercambio gaseoso: pulmones

Anfibios



Renacuajos acuáticos:
Branquias bien desarrolladas, pulmones no funcionales

Renacuajos que respiran aire:
Branquias y pulmones bien desarrollados, extremidades posteriores en desarrollo

Ranas jóvenes luego de la metamorfosis:
Branquias reabsorbidas, pulmones bien desarrollados

Adultos

Intercambio gaseoso: pulmones

Anfibios

Mecanismo respiratorio

Introducen el aire en los pulmones por presión positiva

- Aire entra por las narinas
- Cierran las narinas
- Abren la glotis

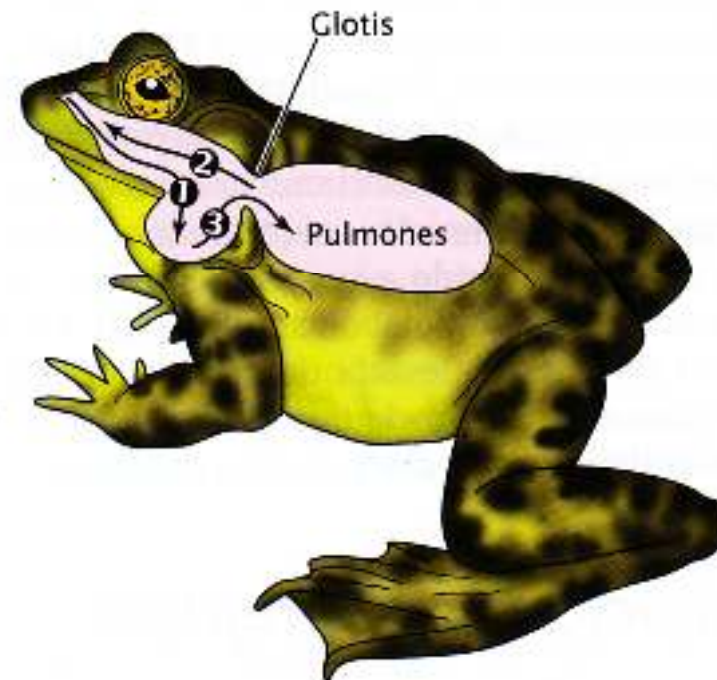


Fig. 21.14 Los tres pasos principales en el ciclo ventilatorio de una rana toro (*Rana catesbeiana*) adulta (De Gans, 1970.)

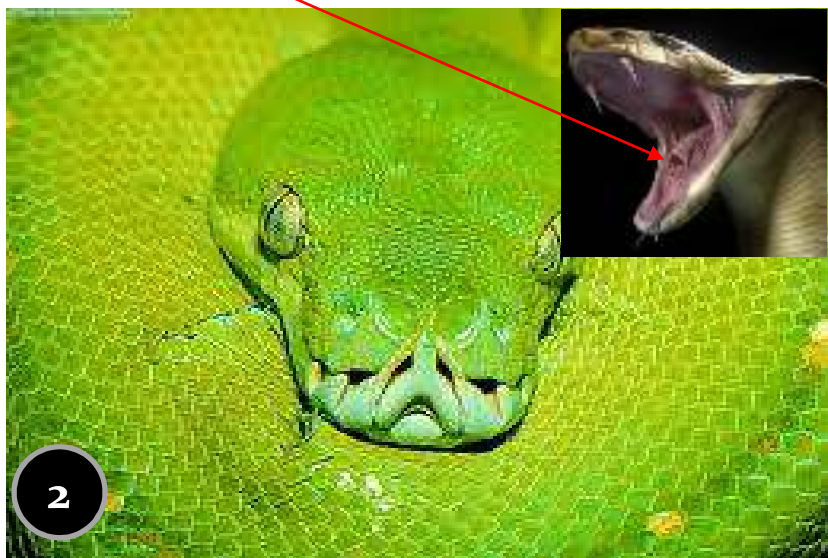
Intercambio gaseoso: pulmones

Reptiles

Los reptiles tiene pulmones situados anteriormente, divididos en numerosos sacos aéreos interconectados. La superficie de intercambio gaseoso está muy aumentada respecto a los anfibios.

Unicameral

Proyección de la tráquea en la boca



Multicameral



Intercambio gaseoso: pulmones

Mecanismo respiratorio

En la mayor parte de *reptiles*, en las *aves* y *mamíferos* la ventilación se hace por **presión negativa**, succionando el aire desde el exterior al expandirse la cavidad torácica

Durante la **inspiración** las costillas se desplazan hacia arriba y el diafragma se aplana, se genera una presión en el interior del pulmón menor a la atmosférica y entra aire

El **volumen de inspiración** es la cantidad de aire ingresado en ese proceso

En la **expiración** las costillas y el diafragma vuelven a su lugar, sube la presión en el pulmón y el aire sale

Intercambio gaseoso: pulmones

Aves

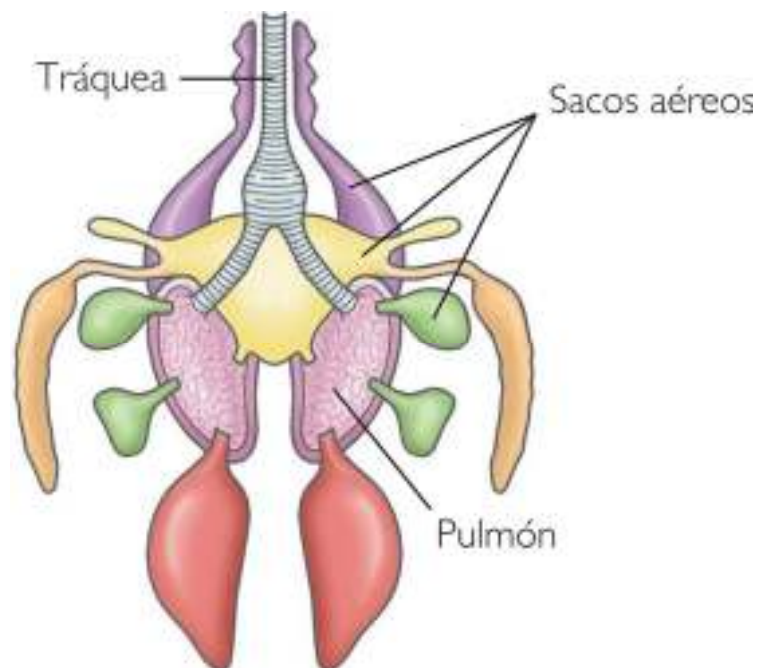
Las aves poseen pulmones muy particulares adaptados a las exigencias metabólicas del vuelo. Los bronquios terminan en tubos altamente vascularizados (**parabronquios**) y presentan un sistema exclusivo de 9 sacos aéreos, grandes bolsas llenas de aire y conectadas con los pulmones.

Los sacos aéreos no son vascularizados por lo que no hay intercambio gaseoso

Gran parte del aire inspirado no queda en los pulmones sino en esos sacos como reserva de aire fresco, que pasa al pulmón durante la expiración

Intercambio gaseoso: pulmones

Aves



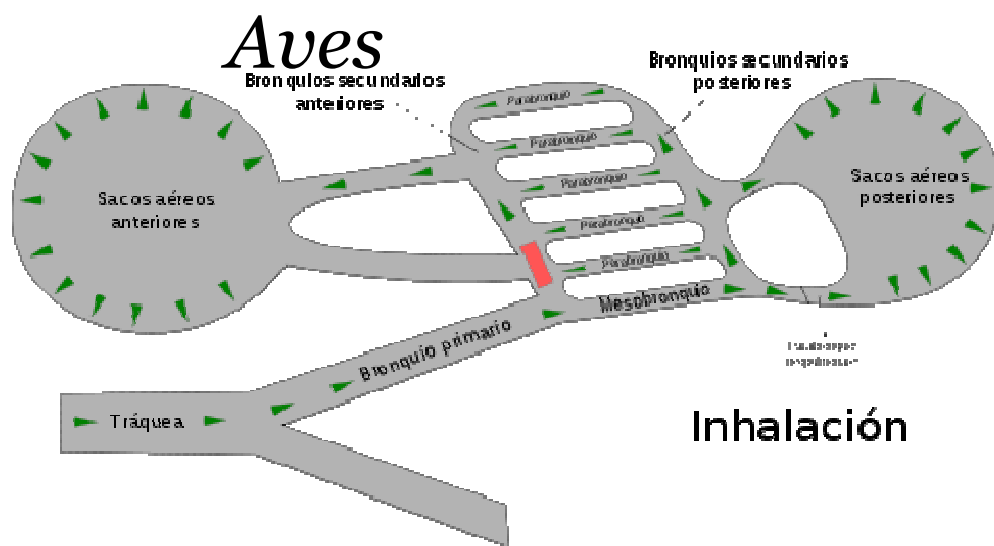
Los pulmones mantienen un volumen constante de aire

La expiración es la fase activa, requiere contracción muscular

Dos ciclos cada uno con una inhalación y una exhalación

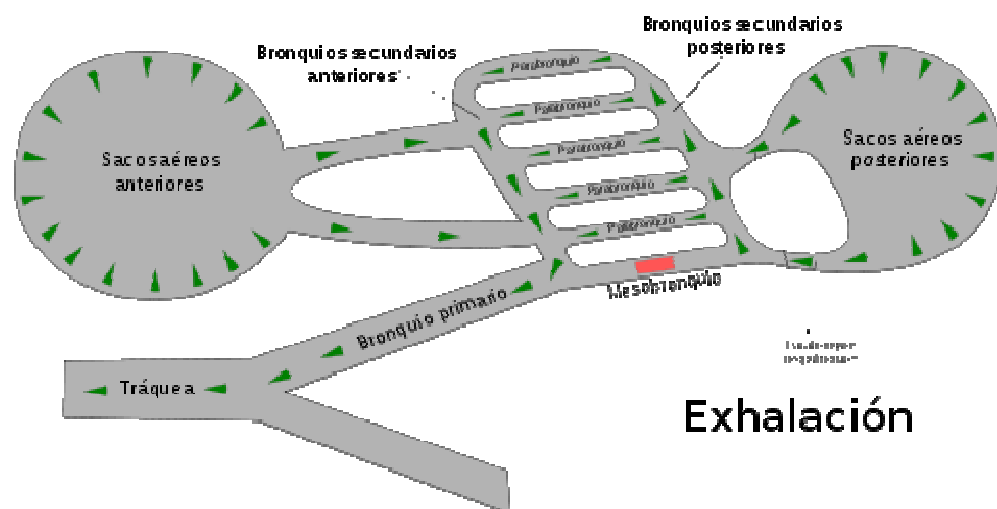


Intercambio gaseoso: pulmones



Inhalación, el 75% del aire pasa directo a los sacos aéreos posteriores

El otro 25% del aire va directamente a los pulmones



Exhalación, el aire usado fluye fuera de los pulmones y el aire almacenado de los sacos aéreos posteriores es simultáneamente forzado a entrar en los pulmones.

Los pulmones de un ave reciben un suministro constante de aire en la inhalación y en la exhalación

Intercambio gaseoso: *Mamíferos*

Narinas (orificios nasales externos)

Cámara nasal tapizada por epitelio productor de moco

Orificios nasales internos comunicados con la faringe

La glotis

La laringe

La tráquea sostenida por anillos cartilagosos incompletos que se bifurca en

Dos bronquios que se siguen bifurcando en

Bronquiolos

Conductos alveolares

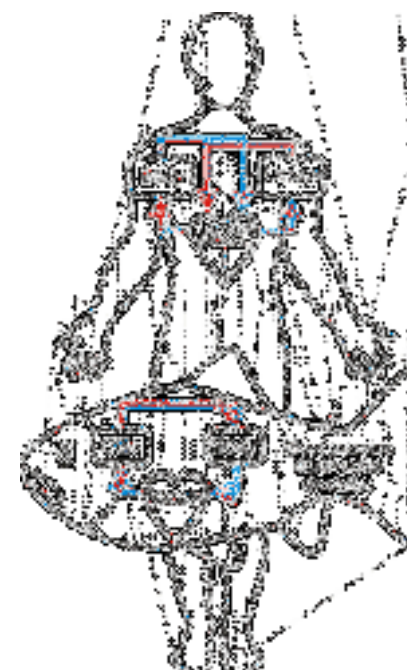
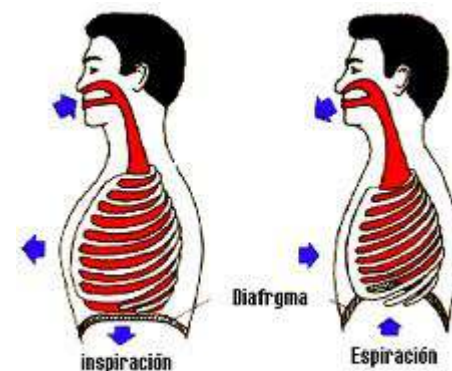
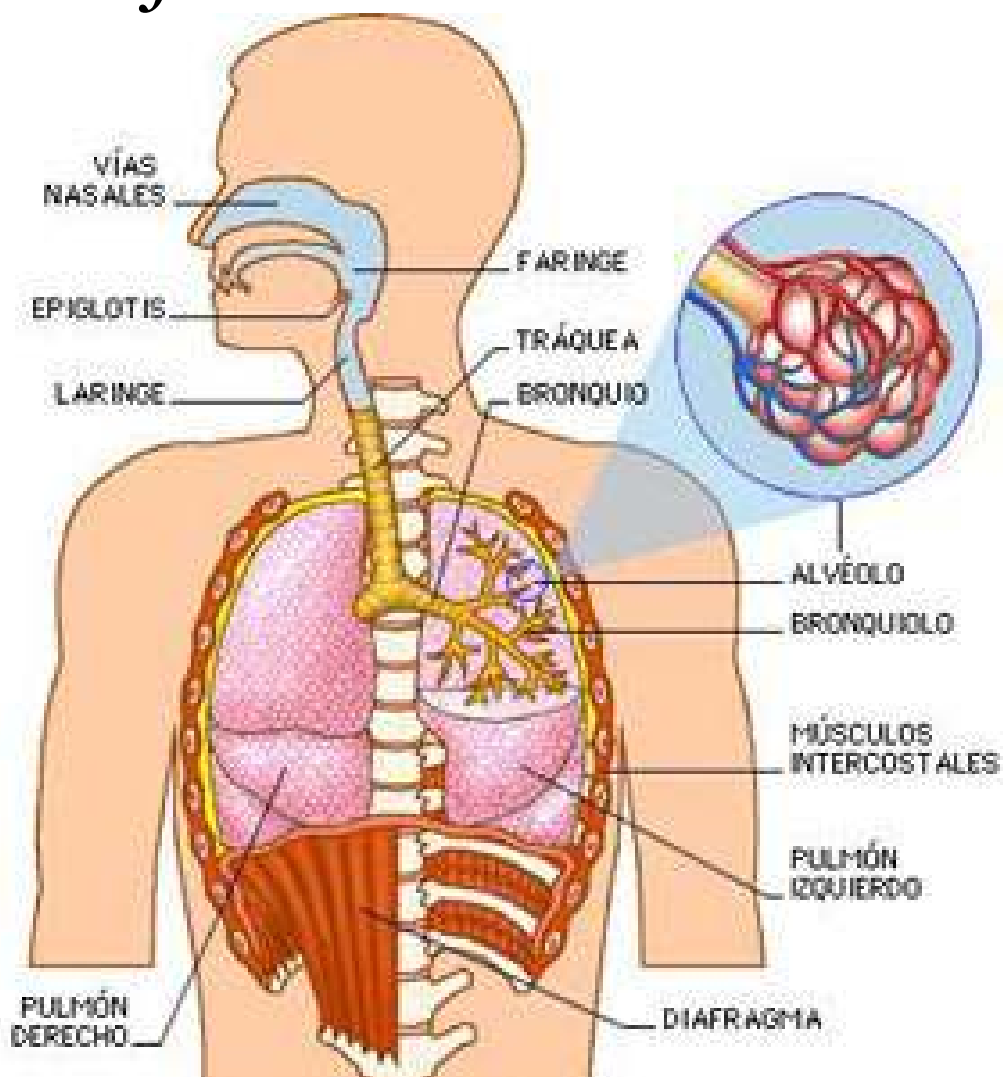
Alvéolos tapizados de endotelio y adherido a los capilares

Diafragma, músculo muy relacionado al mecanismo respiratorio

Pulmones: órganos esponjosos, lobulados, recubiertos por pleura visceral y parietal

Intercambio gaseoso: pulmones

Mamíferos



Intercambio gaseoso: pulmones

Mamíferos

La tráquea se divide en este punto para dar origen a dos ramas principales, los bronquios fuertes, que ingresan en los dos pulmones.

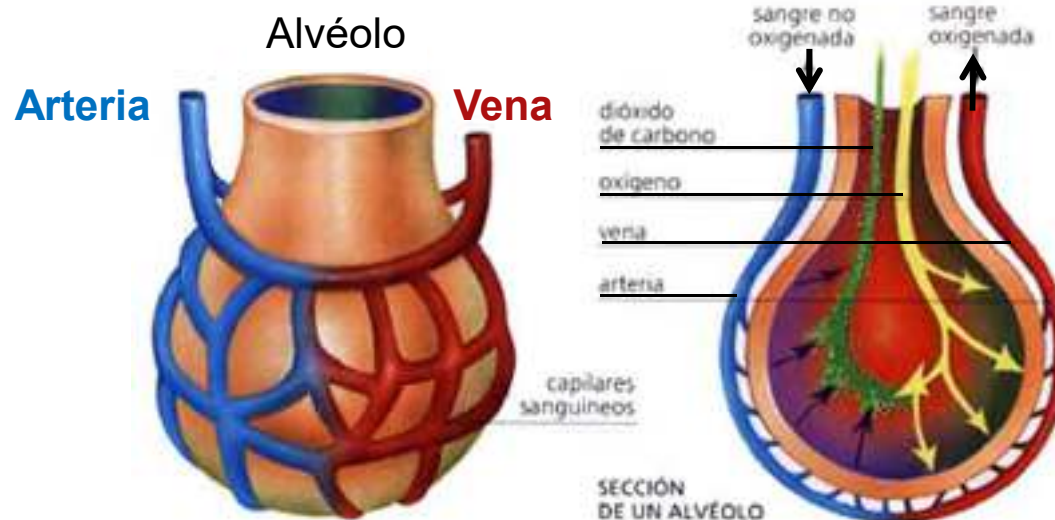
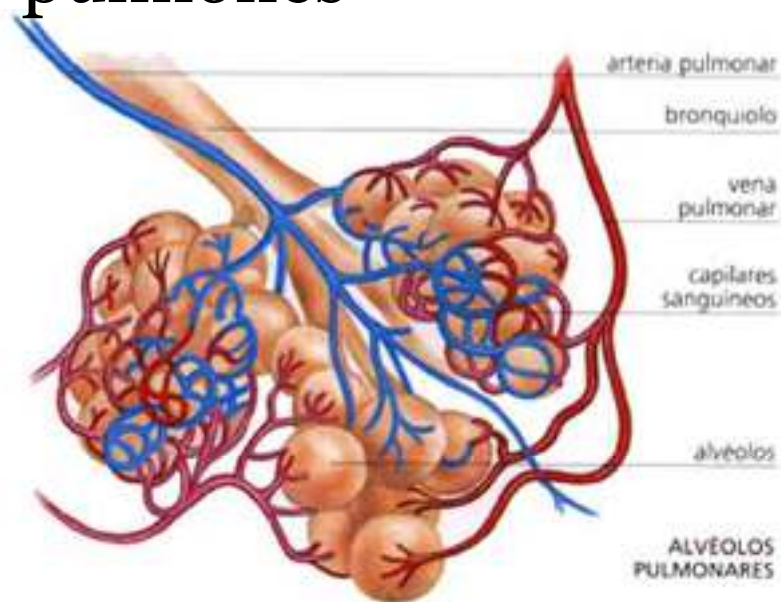


Fig. 21.17 Vías aéreas de los pulmones humanos Para observar las vías pulmonares se inyectó un material plástico blanco dentro de ellas. Después de que el plástico se endureció se eliminó el tejido y solo quedó este material artificial para señalar las vías aéreas y las arterias. Esta técnica solo permite preservar las vías aéreas y las arterias con un diámetro relativamente grande. Esto significa que el sistema de vías aéreas y el arterial se ramifican en estructuras mucho más delgadas que las observadas en la figura. Se debe destacar que las arterias tienden a ramificarse en forma paralela a las vías aéreas.

Intercambio gaseoso: pulmones

Mamíferos

Tráquea
23 niveles de
ramificación
hasta llegar a
los alveolos



Intercambio gaseoso: pulmones

Mamíferos- Algunos datos

Superficie total de los pulmones en humanos **50 a 90 m²**

1000 km de capilares

Los mamíferos endotermos necesitan esa superficie tan grande para obtener el máximo de O₂ posible para satisfacer su alta tasa metabólica

El intercambio gaseoso solo se produce en alvéolos y conductos alveolares, en el resto de las vías no hay intercambio

El aire que queda en estas vías se llama **espacio muerto o aire residual**

La ventilación pulmonar es muy ineficiente, en el hombre en cada inspiración solo se renueva una sexta parte del aire contenido en los pulmones

Diferencias para la respiración acuática y aérea

Los órganos más eficaces para la vida en el agua son:

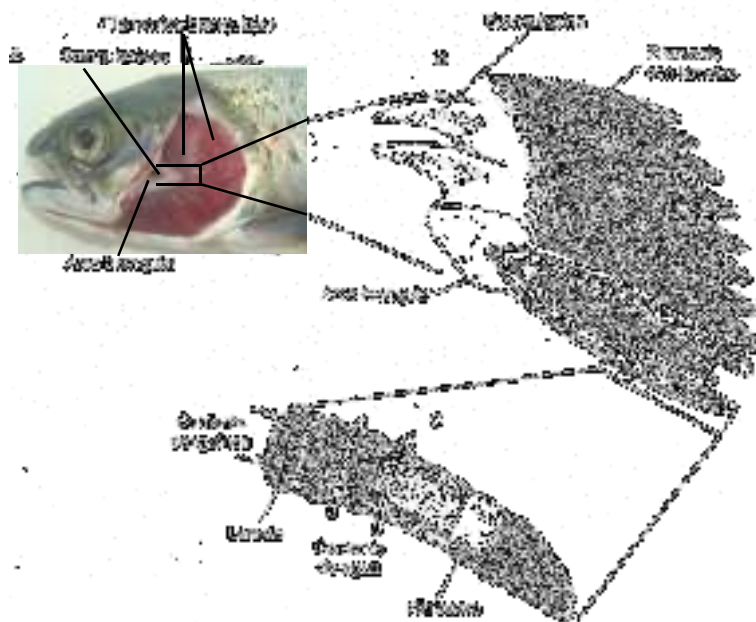
Branquias: estructuras respiratorias evaginadas, que salen del cuerpo y están rodeadas por el medio, adaptadas al medio acuático.

Hay **externas** e internas



Diferencias para la respiración acuática y aérea

Branquias: estructuras respiratorias evaginadas, que salen del cuerpo y están rodeadas por el medio, adaptadas al medio acuático. Hay externas e **internas**



Intercambio gaseoso: branquias

Branquias internas: más eficaces que las externas se encuentran en moluscos, crustáceos, anuros y peces

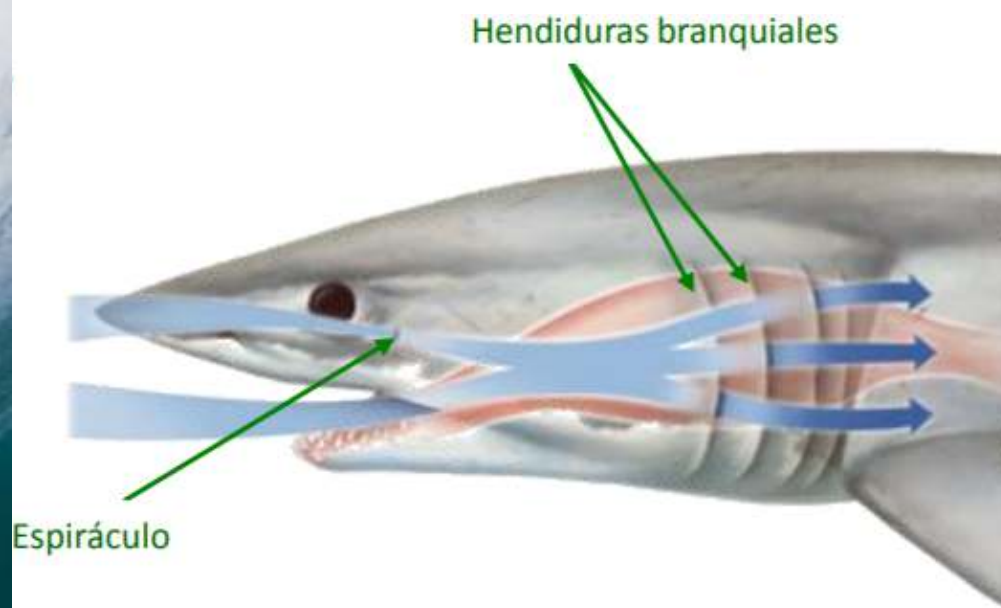
En peces son una estructura delgada, filamentosa (lamelas) y bien vascularizadas

El agua circula en sentido contrario a la sangre: **flujo a contracorriente**, permite la máxima extracción posible de O₂ del agua.

Intercambio gaseoso: branquias

En peces condricitos:

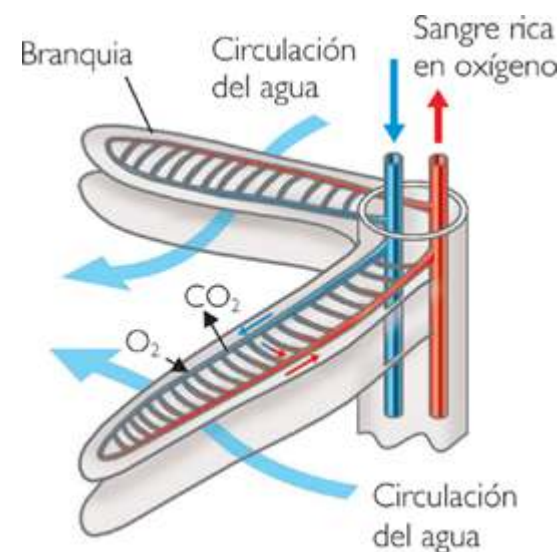
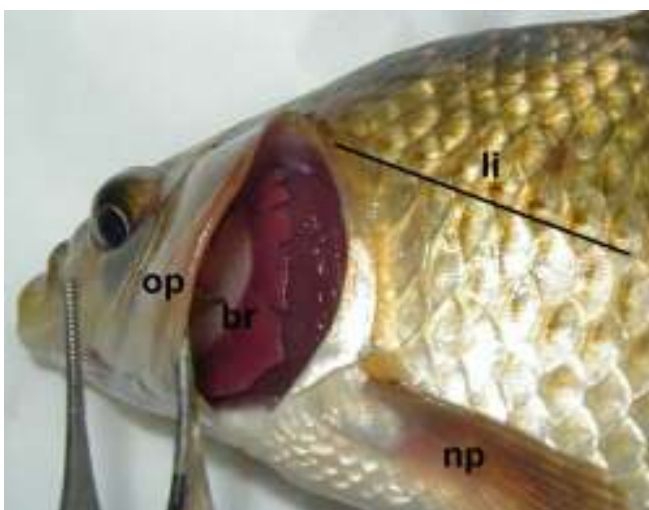
en general 5 hendiduras faríngeas y un espiráculo (dorsal en rayas y lateral en tiburones).



Intercambio gaseoso: branquias

En peces osteíctios: 5 branquias cubiertas por una placa móvil **opérculo**. El agua fluye impulsada por la bomba branquial formada por las cavidades bucal y opercular

En algunos peces la circulación de agua se ve favorecida por el movimiento del pez con la boca abierta



Intercambio gaseoso: branquias

Mecanismo respiratorio

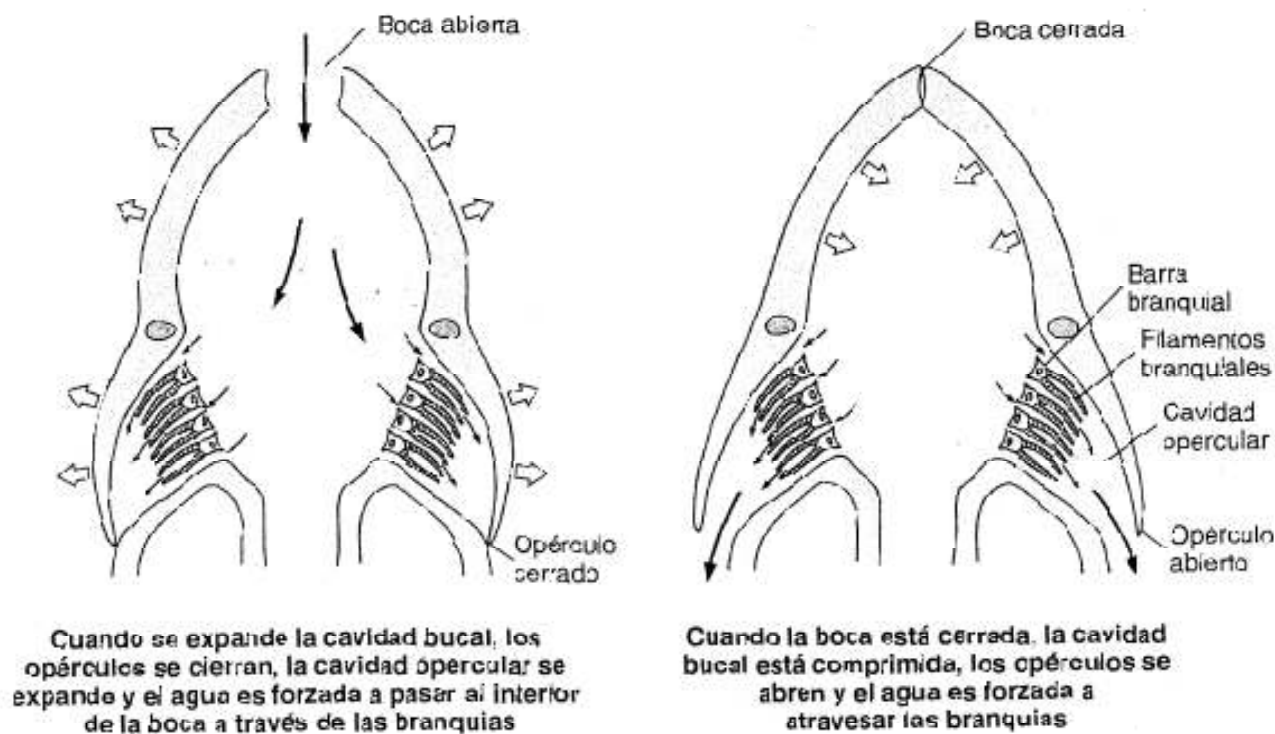
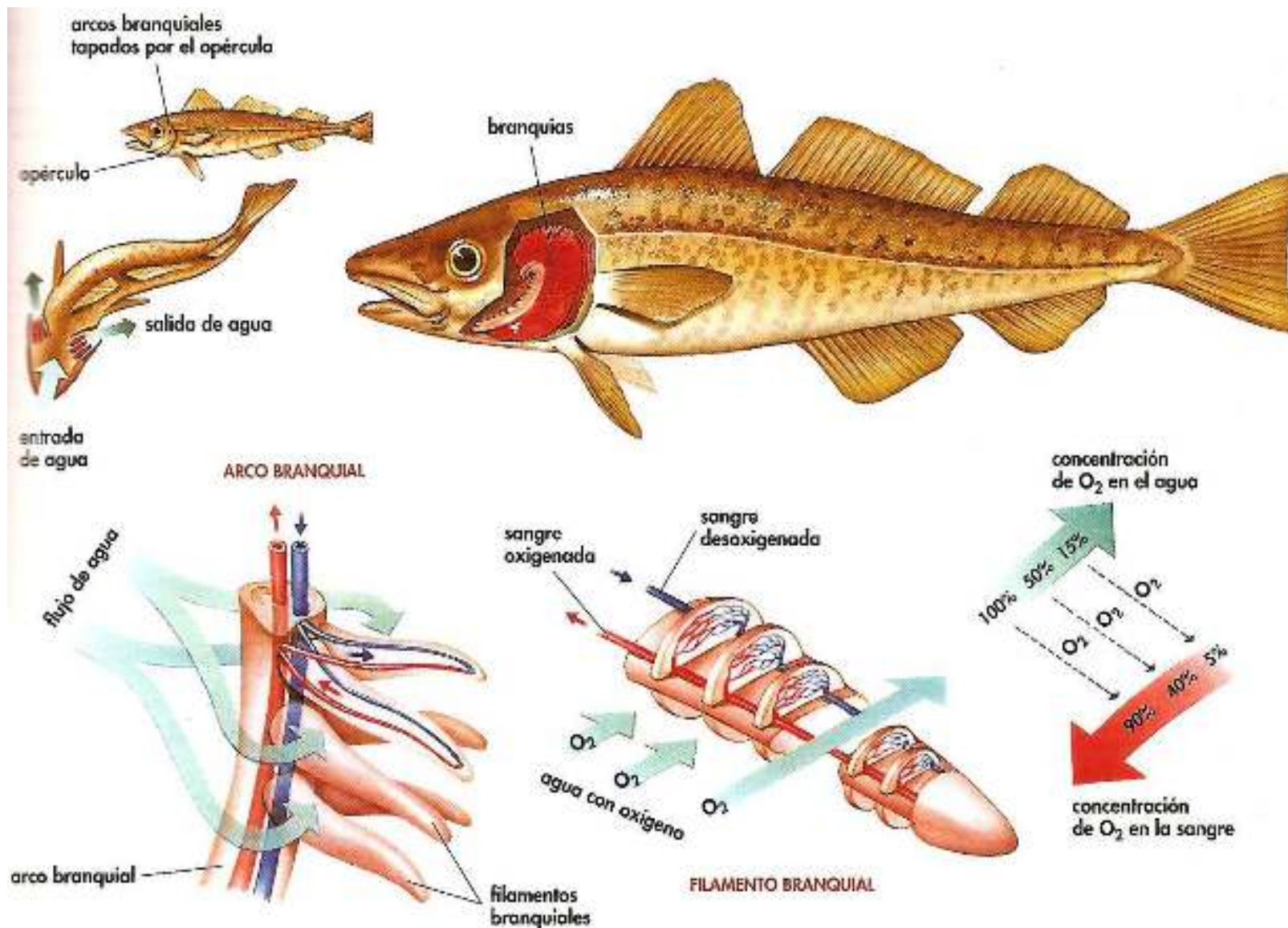


Figura 31-20

Ventilación de las branquias de los peces. Por la acción de dos bombas de músculos esqueléticos, una en la cavidad bucal y otra en la cavidad opercular, el agua es aspirada hacia el interior de la boca, pasa sobre las branquias y sale por los opérculos (hendiduras operculares).

Intercambio gaseoso: branquias

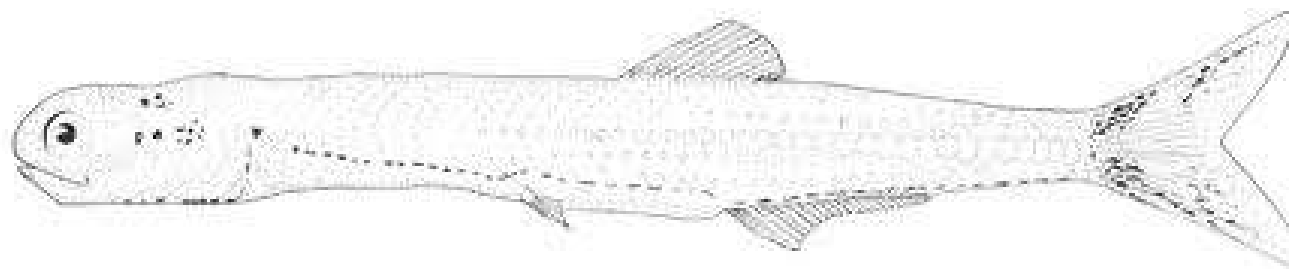


Intercambio gaseoso: difusión directa

Los animales deben ser pequeños para que la difusión sea efectiva (no más de 1mm de diámetro)

Aparece en:

Protozoos, Poríferos, Cnidarios, Platelmintos, Planarias, larvas de peces...



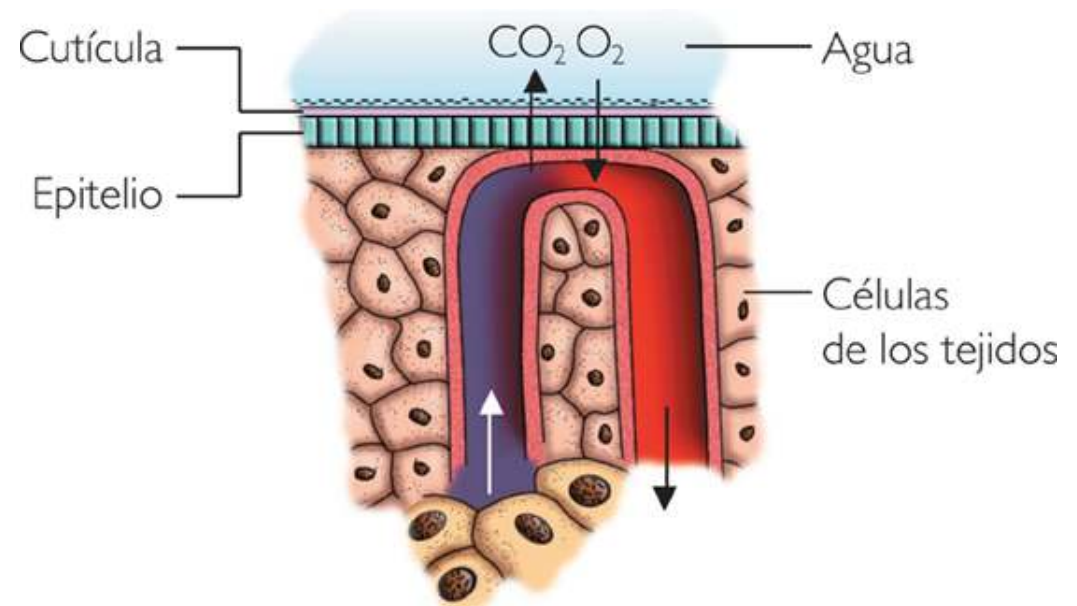
3 semanas, radio promedio 0.6 mm

Intercambio gaseoso: respiración cutánea

Pseudocelomados (nematodos): sistema de transporte por el fluido del celoma

Anélidos (oligoquetos y poliquetos): pueden presentar branquias

Crustáceos: en especies de gran tamaño predomina respiración branquial



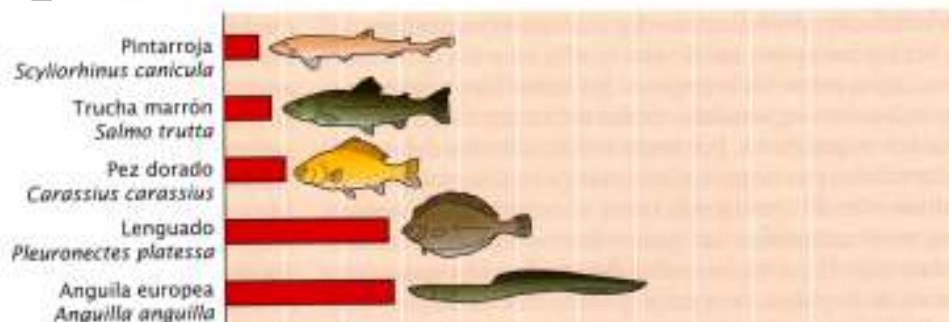
Intercambio gaseoso: respiración cutánea

% de intercambio de O₂ y CO₂ que se desarrolla a través de la piel en vertebrados



Salamandras apulmonadas
Adultos 3.8 - 8.1 cm
Plethodontidae >300 spp

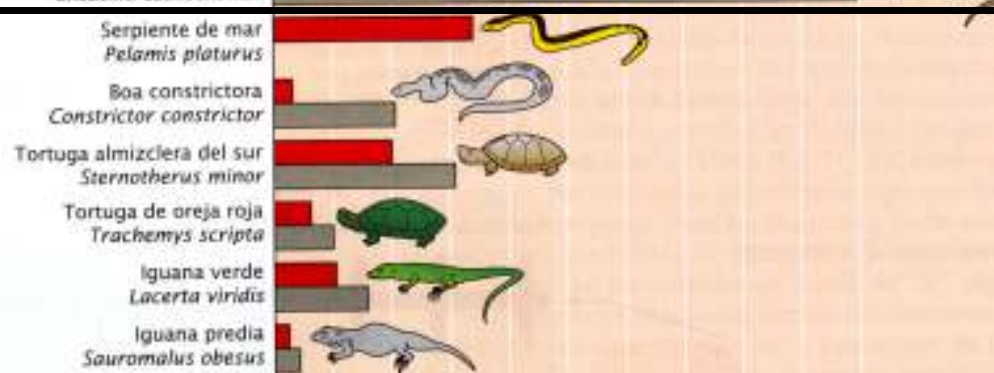
Peces



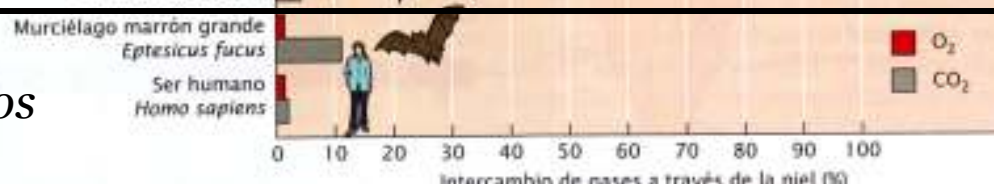
Anfibios



Reptiles



Mamíferos



■ O₂
■ CO₂

Intercambio de gases a través de la piel (%)

Intercambio gaseoso: sistemas traqueales

Se ha desarrollado en **insectos** y otros **artrópodos** (como ciempies y algunas arañas)

Es un sistema simple, directo y eficaz

La tráquea se va ramificando en sistema de tubos **traqueolas** que llegan a todo el cuerpo y contactan directamente con las membranas plasmáticas de las células.

El aire entra desde el exterior a través de orificios llamados **espiráculos** que actúan como válvulas

Sistema independizado del sistema circulatorio

Intercambio gaseoso: sistemas traqueales

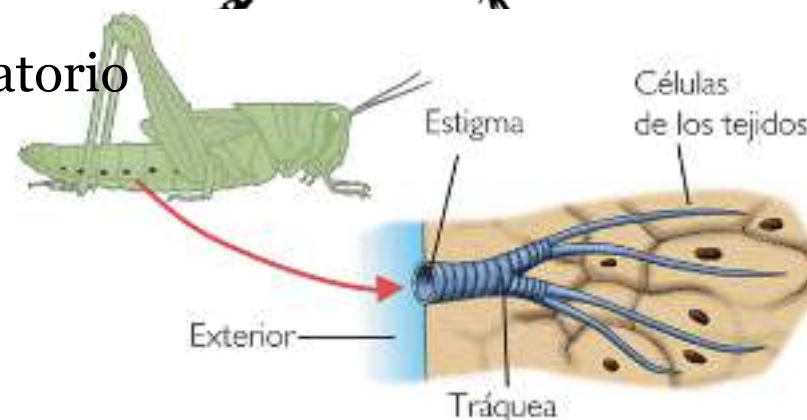
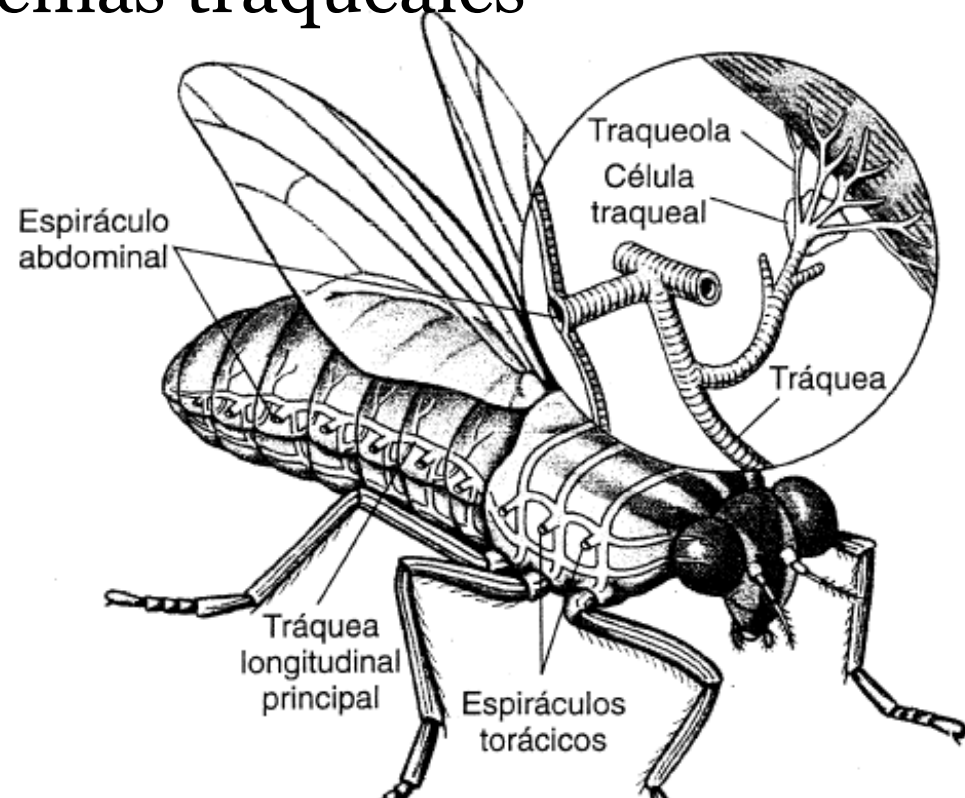
En insectos y otros artrópodos
(como ciempies y algunas arañas)

Simple, directo y eficaz

Tráquea-**traqueolas**-membranas

El aire entra por **espiráculos**

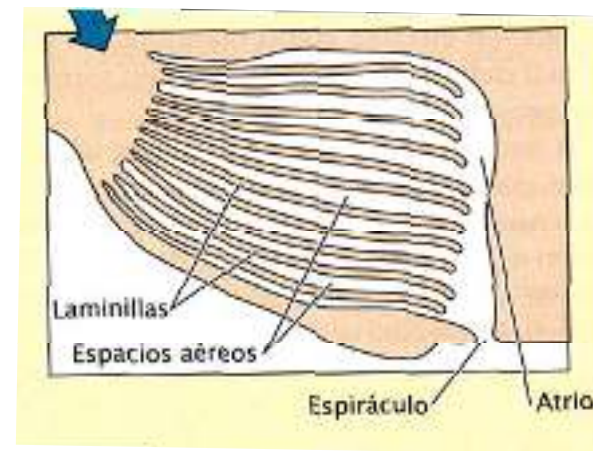
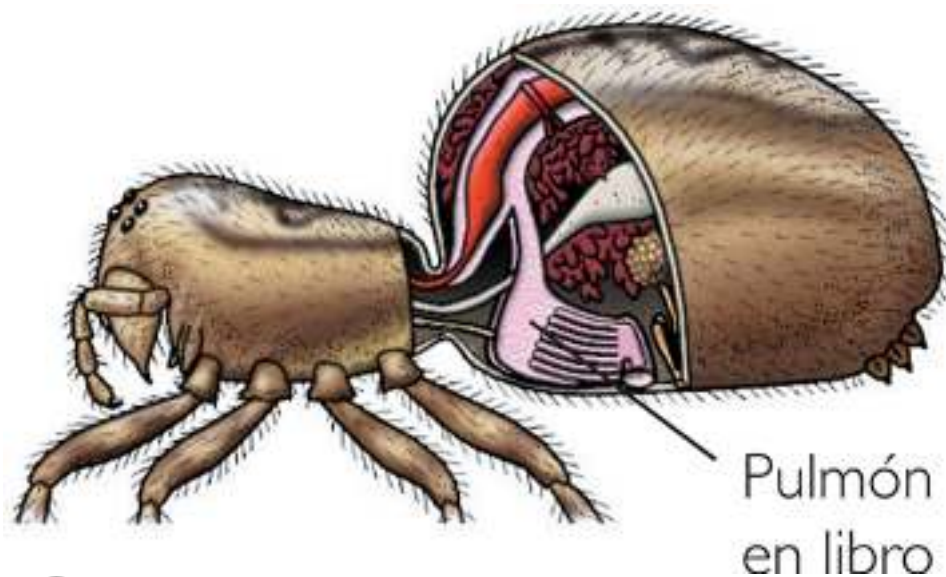
Sistema independizado del sistema circulatorio



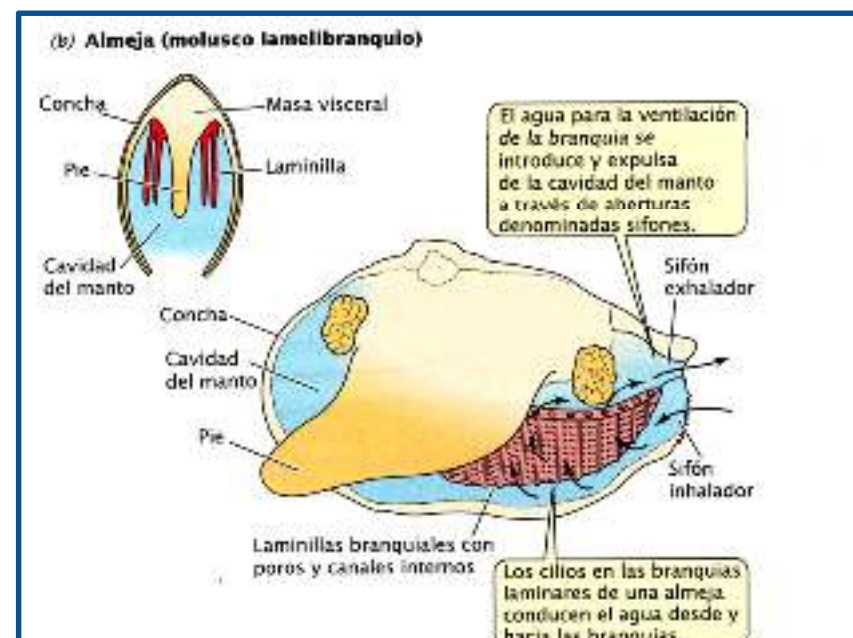
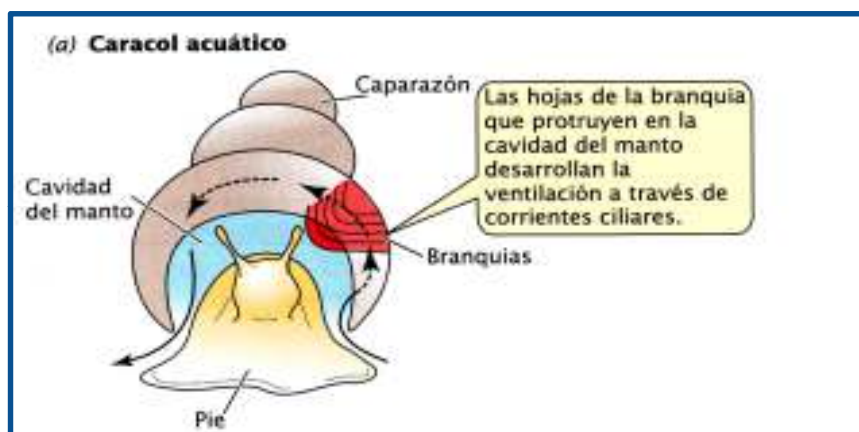
Intercambio gaseoso: pulmones en libro

Lo presentan **arañas** y **escorpiones**, además tiene tráqueas

Localizados ventralmente en la base del abdomen

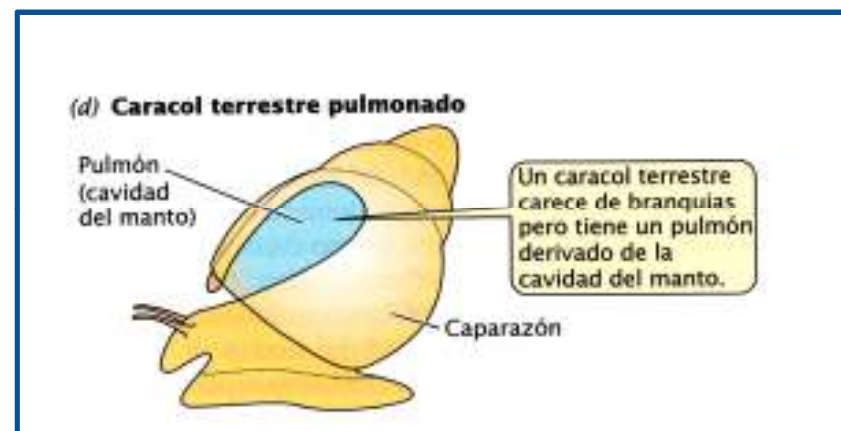
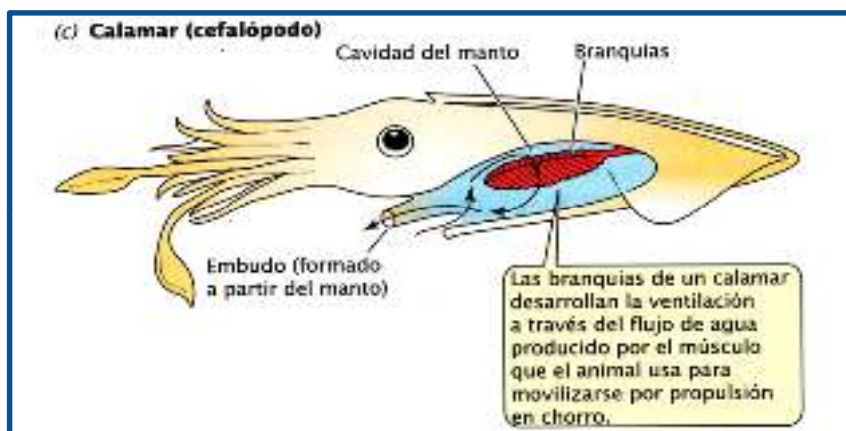


Intercambio gaseoso: diversidad de branquias *moluscos*

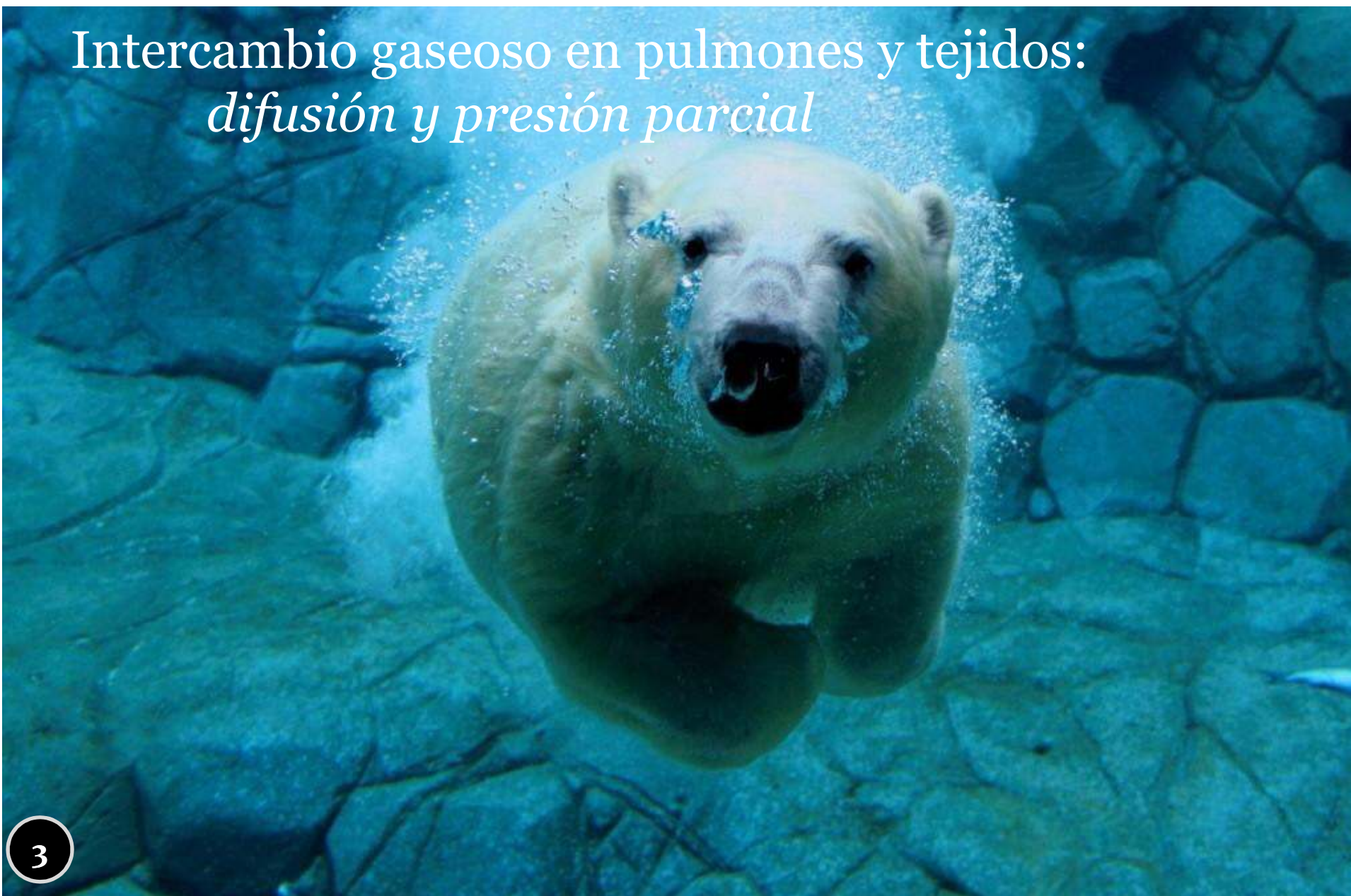


Manto: lamina de tejido formada por plegamiento de la pared corporal dorsal que puede cubrir parte o todo el cuerpo. Formando una cavidad corporal externa denominada ***cavidad del manto***

Intercambio gaseoso: diversidad de branquias *moluscos*



Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*



Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*

COMPOSICIÓN DEL AIRE ATMOSFÉRICO

| | |
|---------------------|------------|
| Nitrógeno | 78.08 % |
| Oxígeno | 20.95 % |
| Argón | 0.93 % |
| Anhídrido Carbónico | 0.03 % |
| Neón | 0.018 % |
| Helio | 0.005 % |
| Criptón | 0.001 % |
| Hidrógeno | 0.00006 % |
| Ozono | 0.00004 % |
| Xenón | 0.000008 % |

Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*

La fuerza de gravedad ejerce una presión equivalente al peso de una columna de mercurio (Hg) de 760 mm de altura, o sea **la presión atmosférica es de 760 mm de Hg.**

Como el aire está formado por muchos gases el total de los 760 mm de Hg está formado por la presión de cada uno de los gases que lo integran, que se llama **presión parcial.**

Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*

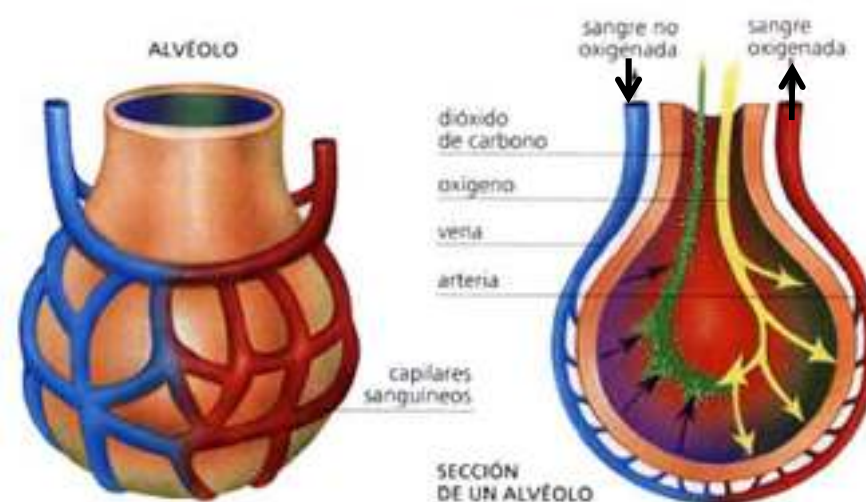
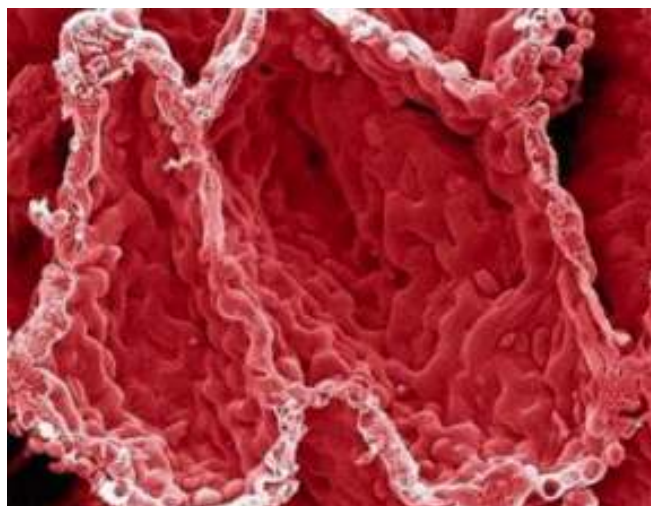
Cuando el aire entra al sistema respiratorio su composición cambia, se **va saturando con vapor de agua** y se mezcla con el aire residual del ciclo respiratorio anterior.

La presión parcial de **oxígeno disminuye** y la del **dióxido de carbono aumenta**.

Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*

Como la presión parcial de oxígeno en los alvéolos pulmonares (100 mm Hg) es mayor que en la sangre de los capilares pulmonares (40 mm Hg), **el oxígeno difunde al interior de los capilares.**

El CO₂ tiene concentración mayor en la sangre de los capilares (46 mm Hg) que en el aire de los alvéolos (40 mm Hg) por lo que **difunde de los capilares a los alvéolos.**



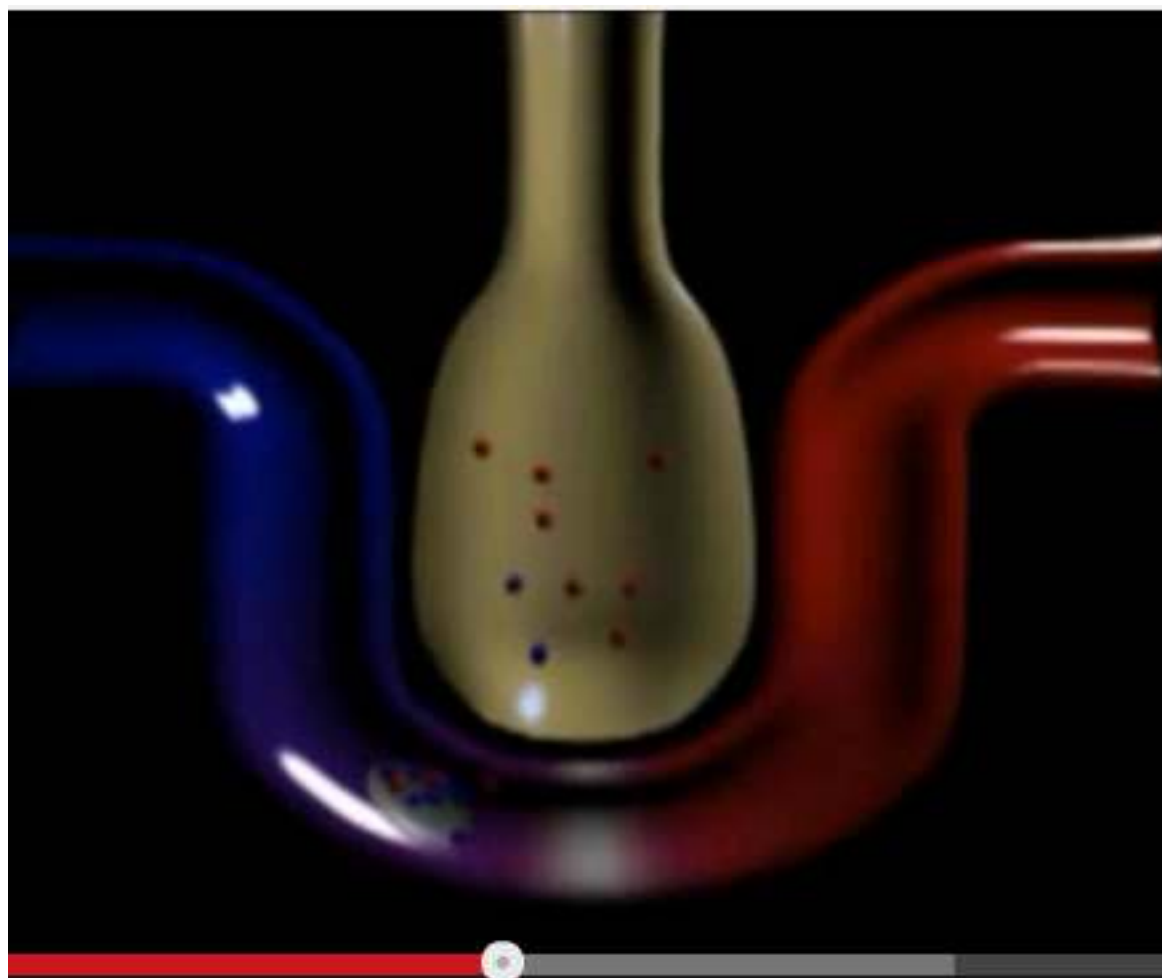
Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*



Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*



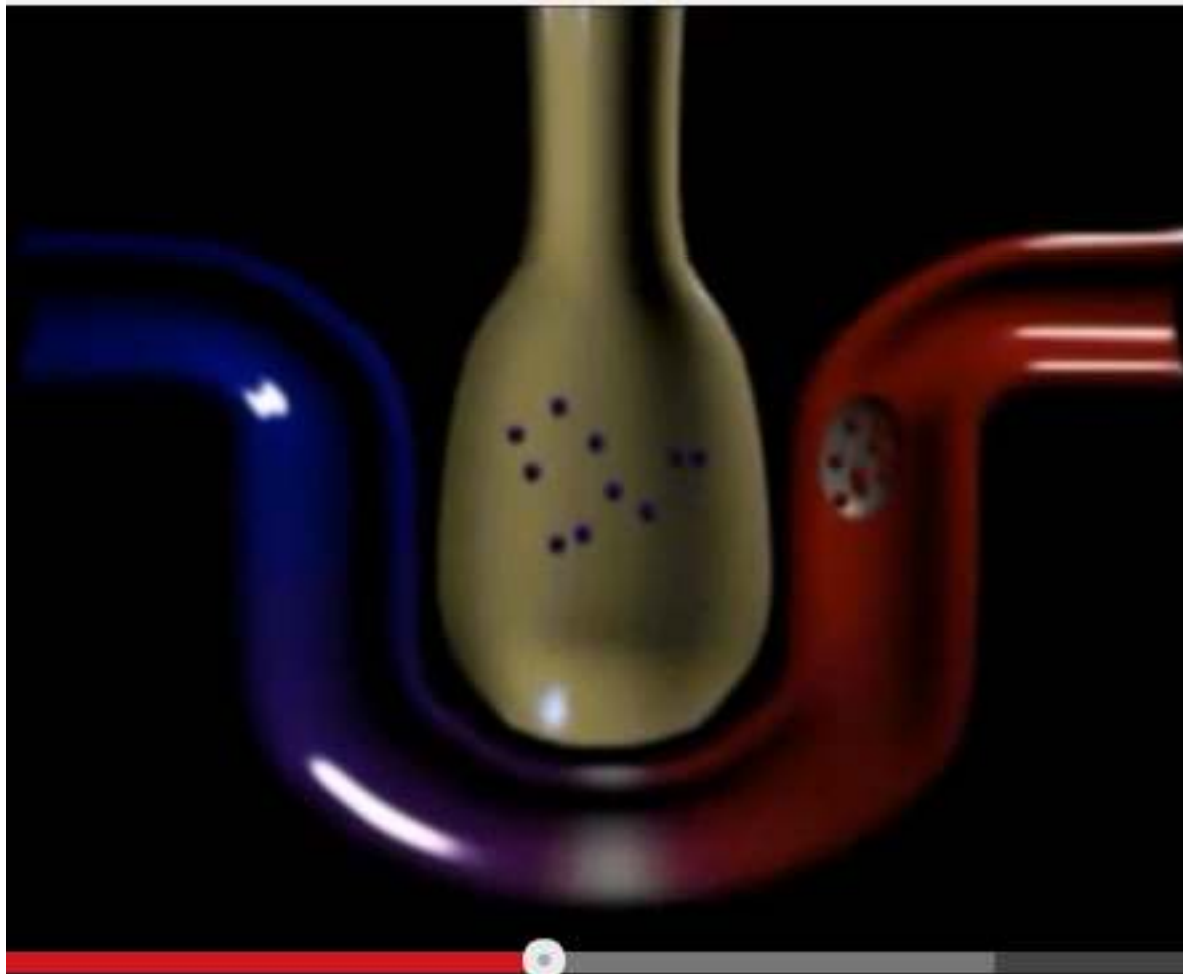
Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*



Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*



Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*



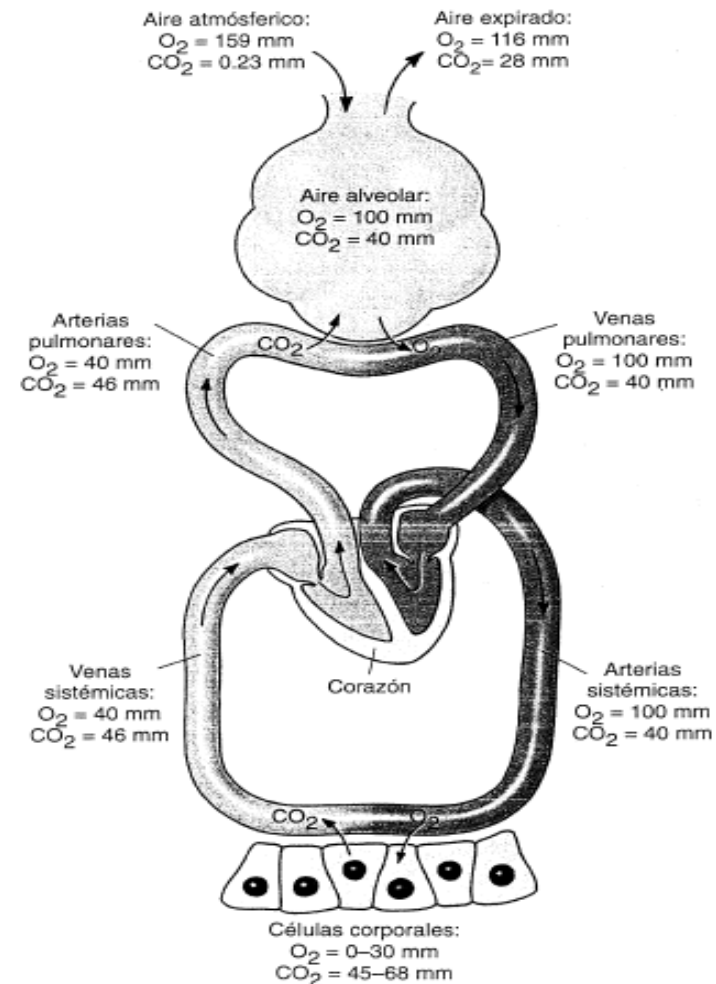
Movimiento de los gases se da por difusión hasta igualar la presión en el alveolo y los capilares

La sangre se lleva constantemente el oxígeno lo que hace que la diferencia nunca se iguale por lo que el oxígeno fluye constantemente

Intercambio gaseoso en pulmones y tejidos: *difusión y presión parcial*

En los tejidos, los gases también difunden de acuerdo a su gradiente de concentración:

la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial (100 mm Hg) es mayor que en los tejidos (de 0 a 30 mm Hg) y la presión parcial de CO₂ (45 a 68 mm Hg) es superior a la que tiene la sangre arterial y los gases pasan desde el lugar en el que tienen mayor concentración hacia aquel que es más baja.



Transporte de los gases respiratorios



Transporte de los gases respiratorios

En algunos invertebrados se transportan **disueltos en los líquidos corporales.**

Inconveniente: la solubilidad del oxígeno en el agua es pequeña, este sistema es adecuado para animales con **tasas metabólicas bajas.**



Transporte de los gases respiratorios

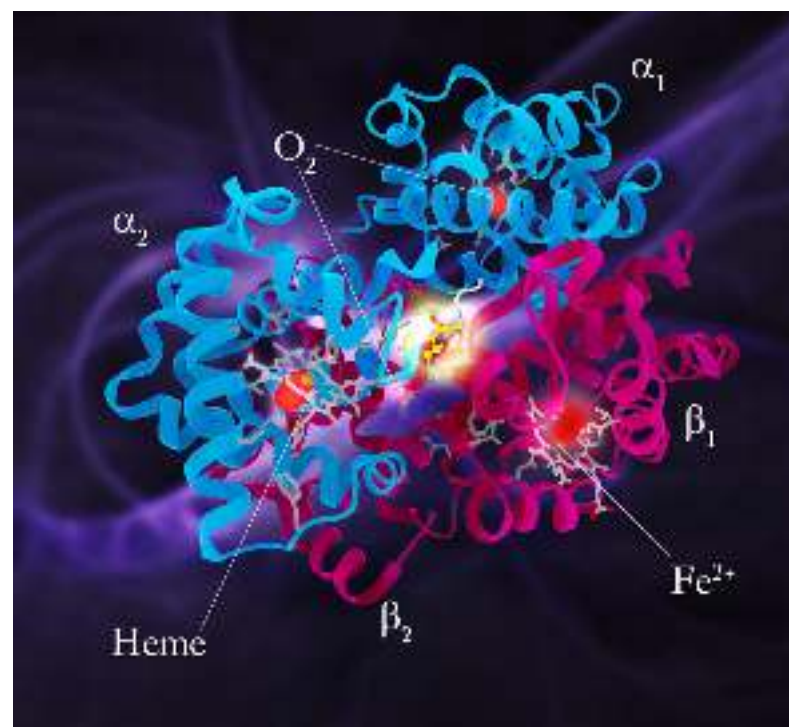
En la mayoría de los invertebrados y casi todos los vertebrados el oxígeno y casi todo el CO₂ se transportan en la sangre por unas proteínas pigmentadas especiales, **los pigmentos respiratorios.**

En todos los vertebrados estos pigmentos respiratorios están en el interior de las células sanguíneas.

Transporte de los gases respiratorios

El pigmento respiratorio más distribuido es la **hemoglobina**, proteína que contiene **hierro**, presente en todos los vertebrados y en muchos invertebrados.

Cada molécula de hemoglobina está formada por un **5%** de un compuesto conocido como grupo **hemo** (contiene hierro y da el color rojo a la sangre), el **95%** restante es **globina**, una proteína incolora.



Transporte de los gases respiratorios

El grupo **hemo** tiene gran afinidad por el oxígeno: La hemoglobina debe unirse en forma **reversible** para poderlo entregar a los tejidos.

Cuando la presión parcial de oxígeno es alta la hemoglobina tiende a combinarse con el oxígeno (ejemplo en los capilares de los alvéolos pulmonares).

Cuando la presión de oxígeno es baja como en los tejidos la hemoglobina tiende a liberar oxígeno.

Transporte de los gases respiratorios

Efecto Bohr. A medida que el dióxido de carbono va pasando a la sangre desde los tejidos, se fomenta la liberación de más oxígeno por parte de la hemoglobina.

Un pH bajo también hace que se libere más oxígeno hacia los tejidos. **Ejemplo, en el ejercicio.**

Transporte de los gases respiratorios

En invertebrados se conocen otros pigmentos:

hemocianina (proteína azul que contiene cobre),

clorocruorina (de color verde, contiene hierro),

hemeritrina (pigmento rojo).

Transporte de los gases respiratorios

CO_2

Aproximadamente **5%** del total se transporta en forma gaseosa disuelta en el plasma.

El resto difunde al interior de los glóbulos rojos, de los cuales **70%** se convierte en **ácido carbónico** por la enzima **anhidrasa carbónica**. Los iones de hidrógeno se combinan con la hemoglobina dando **desoxihemoglobina**, evitando una bajada drástica del pH sanguíneo.

25% restante se combina con radicales **amino** de la hemoglobina formándose así una **carbaminohemoglobina**.

Transporte de los gases respiratorios

CO

La hemoglobina tiene una afinidad por el monóxido de carbono **200** veces mayor que por el oxígeno.

Por lo que el CO tiende a desplazar aún a bajas concentraciones al oxígeno de la hemoglobina para formar un compuesto estable denominado **carboxihemoglobina**.

Un aire que contenga solo un 0,2% de monóxido de carbono puede ser mortal.



Circulación



Circulación

En un ser humano el corazón bombea sangre a las arterias y los capilares a razón de **5 litros** por minuto.

Durante su vida, se habrá contraído **2.500** millones de veces y bombeado unas **300.000** toneladas de sangre.



Circulación

La circulación de la sangre, que comprende el bombeo desde el **corazón hacia las arterias** y su **retorno por las venas**, fue descrita correctamente por primera vez por el médico inglés William Harvey en 1628.



Will Harvey

Circulación

Los animales más pequeños no requieren ningún sistema circulatorio.

El transporte interno puede lograrse por difusión o a través de corrientes líquidas.

En protozoos y esponjas la **difusión** de materiales es suficiente para mover alimentos, oxígeno y materiales de desecho.

Circulación

Los animales más complejos **necesitan un sistema circulatorio especializado en transportar** nutrientes, productos de desecho y gases respiratorios hacia y desde los tejidos de su cuerpo.

Además transportan hormonas, agua, iones, y regulan la temperatura.



Circulación: Medio interno fluido

Organismos unicelulares: el fluido es su citoplasma

Animales pluricelulares: los fluidos son intracelulares y extracelulares.

Animales con sistema circulatorio cerrado (vertebrados, anélidos y otros pocos grupos de invertebrados) el líquido extracelular se puede dividir en:

plasma sanguíneo (está contenido dentro de los vasos sanguíneos)

líquido intersticial (intercelular) ocupa el espacio inmediato alrededor de las células.

Circulación: Composición de la sangre

Invertebrados: que carecen de sistema circulatorio (platelmintos o cnidarios) no hay sangre verdadera. Poseen **líquido tisular**.

Invertebrados con sistemas circulatorios abiertos. Poseen **hemolinfa**.

Invertebrados con sistema circulatorios cerrados. Hay separación clara entre la sangre que circula por los vasos sanguíneos y el líquido tisular.

En vertebrados la sangre es un tejido líquido y complejo conformado por plasma (55%) y elementos formes (células, 45%)

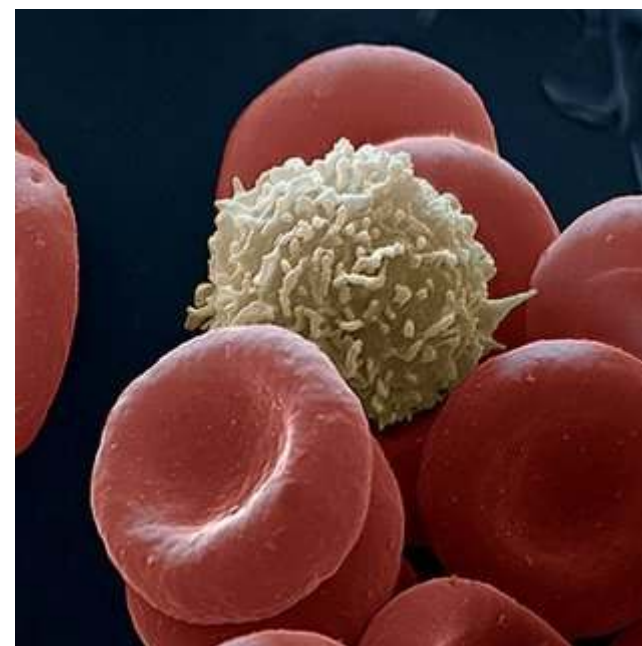
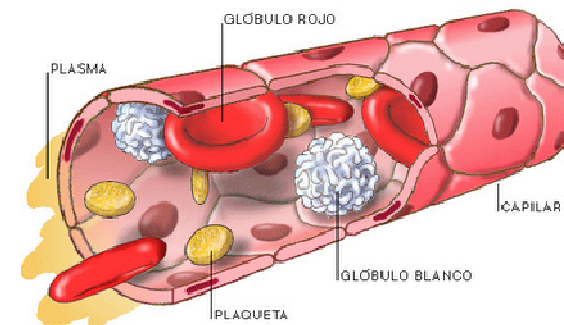
Circulación: Composición de la sangre *mamíferos*

- **Plasma**

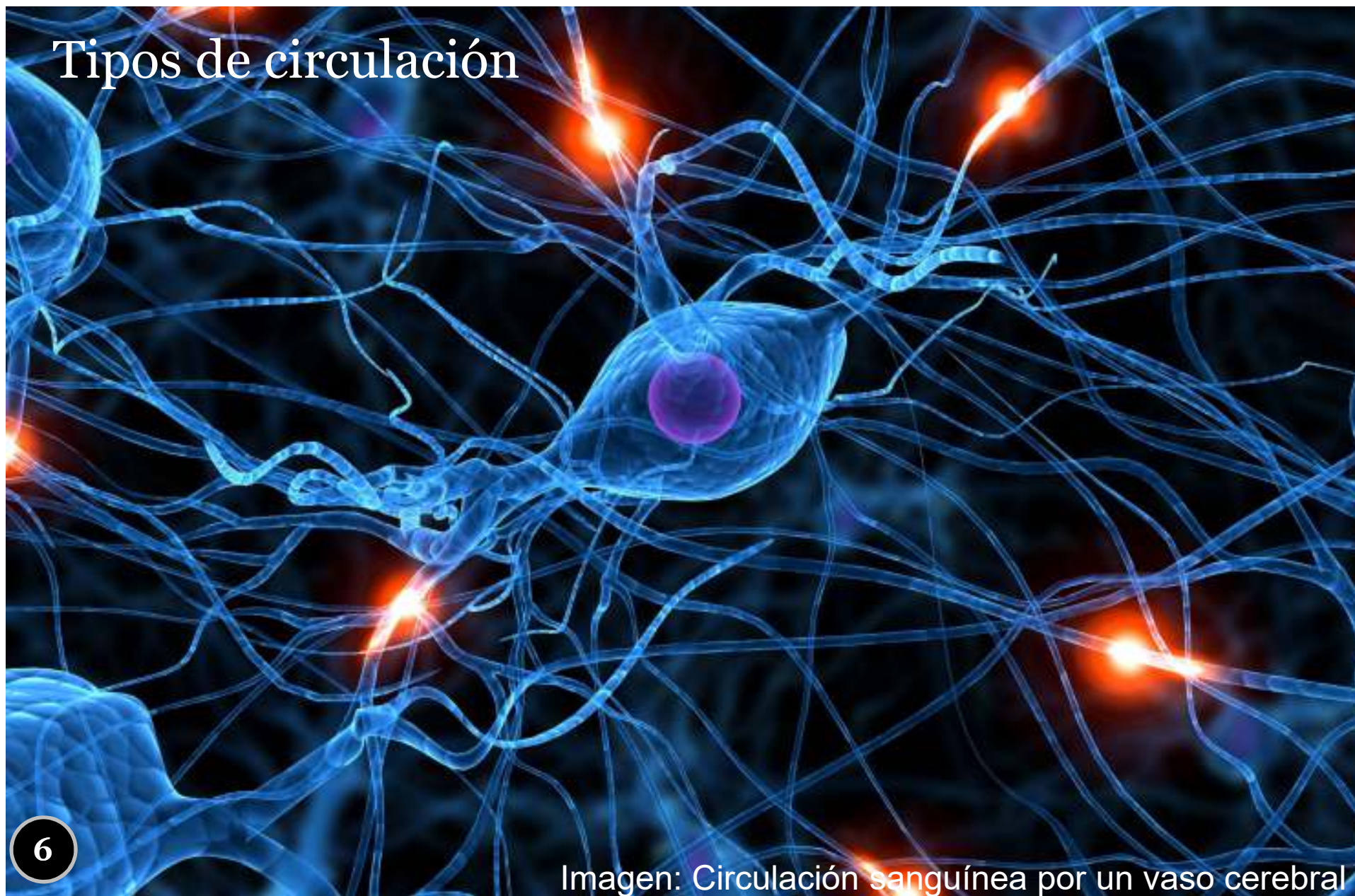
- Agua 90%
- Proteínas plasmáticas (albúmina, globulinas, fibrinógeno), glucosa, aminoácidos, electrolitos, enzimas, anticuerpos, hormonas
- Gases disueltos

- **Elementos formes**

- Glóbulos rojos
- Glóbulos blancos (leucocitos)
- Fragmentos celulares (plaquetas de los mamíferos)



Tipos de circulación



6

Imagen: Circulación sanguínea por un vaso cerebral

Tipos de circulación: circulación abierta

No hay vasos sanguíneos pequeños o capilares conectando las arterias con las venas.

En este sistema el fluido, llamado **hemolinfa** se vierte en cavidades o senos que constituyen el **hemocele** o cavidad primaria del cuerpo.

Esto se da en insectos, artrópodos, mayoría de los moluscos y muchos pequeños grupos de invertebrados.

Tipos de circulación: circulación abierta

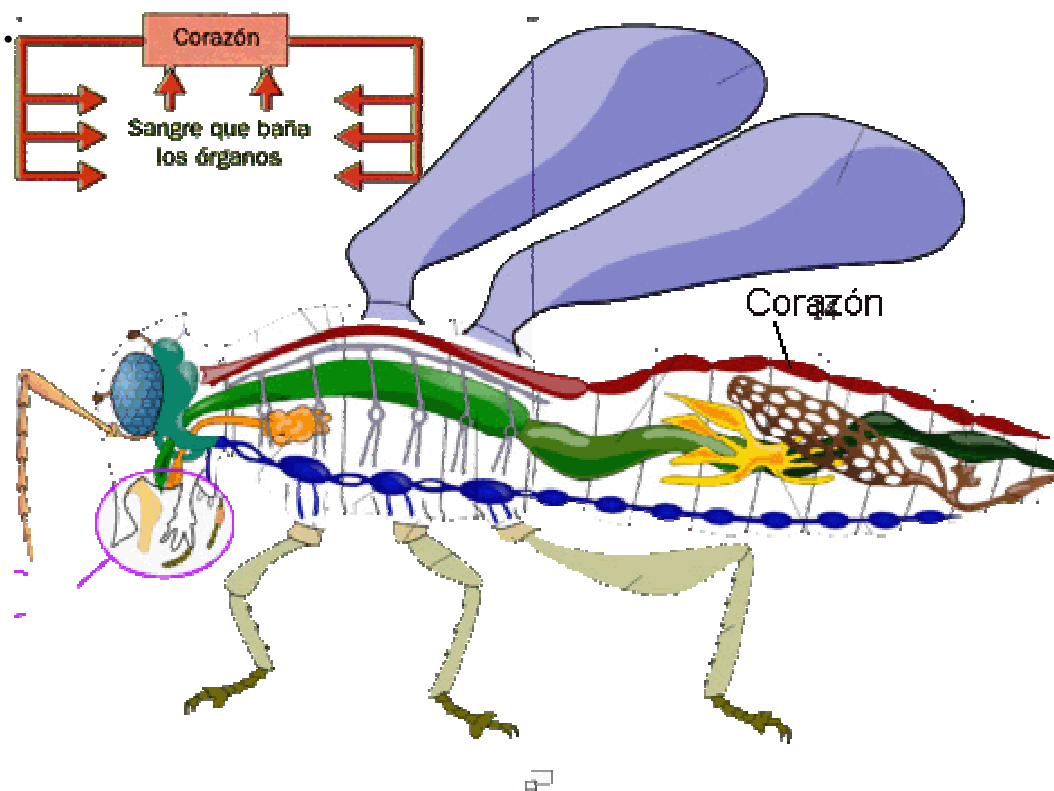
Como el líquido extracelular no está separado en plasma y linfa el volumen sanguíneo es grande, puede ir de un 20 a un 40%.

En los artrópodos el corazón es tubular y dorsal. La hemolinfa fluye del corazón hacia las arterias y éstas la vierten a los espacios tisulares (hemocele), de allí vuelven al espacio pericárdico ingresando por unos orificios los ostiolos.



Tipos de circulación: circulación abierta

En los artrópodos el corazón es tubular y dorsal. La hemolinfa fluye del corazón hacia las arterias y éstas la vierten a los espacios tisulares (hemocele), de allí vuelven al espacio pericárdico ingresando por unos orificios los ostiolos.



Tipos de circulación: circulación cerrada

Se da en mayoría de anélidos, moluscos cefalópodos y todos los vertebrados.

El líquido circulante, la sangre, está siempre confinada en una serie de vasos.

Volumen sanguíneo representa entre un 5 y 10% del volumen del cuerpo.

Tienen una serie de características comunes: corazón, arterias, arteriolas, capilares, vénulas y venas.

Debido a que la presión de la sangre es mucho más elevada que un sistema abierto, existe un sistema complementario de transporte de líquidos que es el **sistema linfático**, que es independiente pero paralelo al sistema circulatorio.

Tipos de circulación: circulación cerrada vertebrados

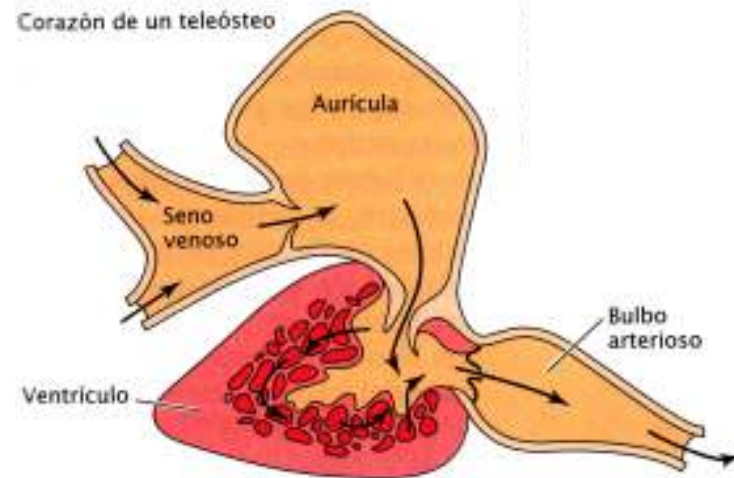
La principal diferencia entre los diferentes vertebrados está dada por la separación gradual del corazón en dos bombas independientes.

Tipos de circulación: circulación cerrada simple

Los peces poseen dos cámaras: una aurícula y un ventrículo y además un seno venoso a donde llega la sangre del retorno venoso.

corazón -branquias - tejidos - corazón

Venas conducen la sangre sin O₂ desde los capilares al corazón



Hacia las branquias y luego a los tejidos

Tipos de circulación: circulación cerrada

Con la aparición de la respiración pulmonar y la desaparición de las branquias los vertebrados terrestres desarrollan un sistema circulatorio doble de alta presión:

circuito pulmonar o menor (oxigena a la sangre en los pulmones).

circuito sistémico, mayor o corporal (sangre oxigenada a los capilares de los órganos)


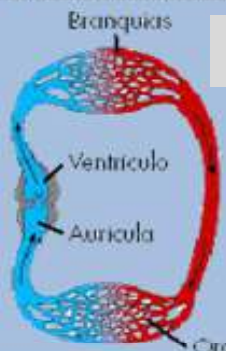

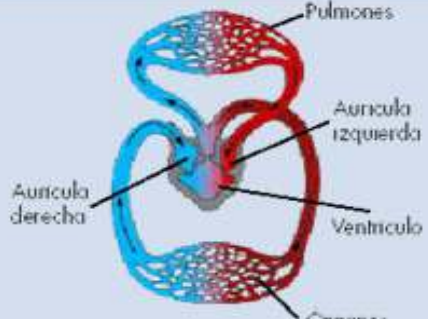

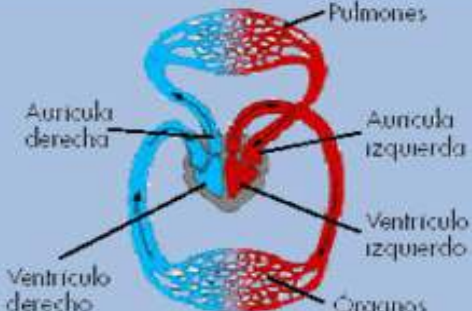
Tipos de circulación: circulación cerrada doble

Incompleta

corazón – pulmón – corazón – tejidos – corazón

En anfibios y reptiles el corazón está constituido por tres cámaras: dos aurículas y un solo ventrículo que tiene un septo interior incompleto de manera que la sangre derecha e izquierda están casi completamente separadas.

Tipos de circulación: circulación cerrada

| ANIMALES | APARATO CIRCULATORIO |
|---|--|
|  <p data-bbox="728 710 840 742">Peces</p> | <p data-bbox="1198 470 1332 518">Venas</p> <p data-bbox="1601 470 1758 518">Arterias</p> <p data-bbox="1064 614 1220 662">SENCILLO COMPLETO</p>  |
|  <p data-bbox="616 1093 952 1133">Anfibios, Reptiles</p> | <p data-bbox="1041 973 1243 1021">DOBLE INCOMPLETO</p>  |
|  <p data-bbox="627 1420 940 1492">Cocodrilos, Aves, Mamíferos</p> | <p data-bbox="1064 1324 1220 1372">DOBLE COMPLETO</p>  |

Tipos de circulación: circulación cerrada doble

Completa

corazón – pulmón – corazón – tejidos – corazón

En mamíferos es tetracameral: **dos aurículas** (derecha e izquierda)

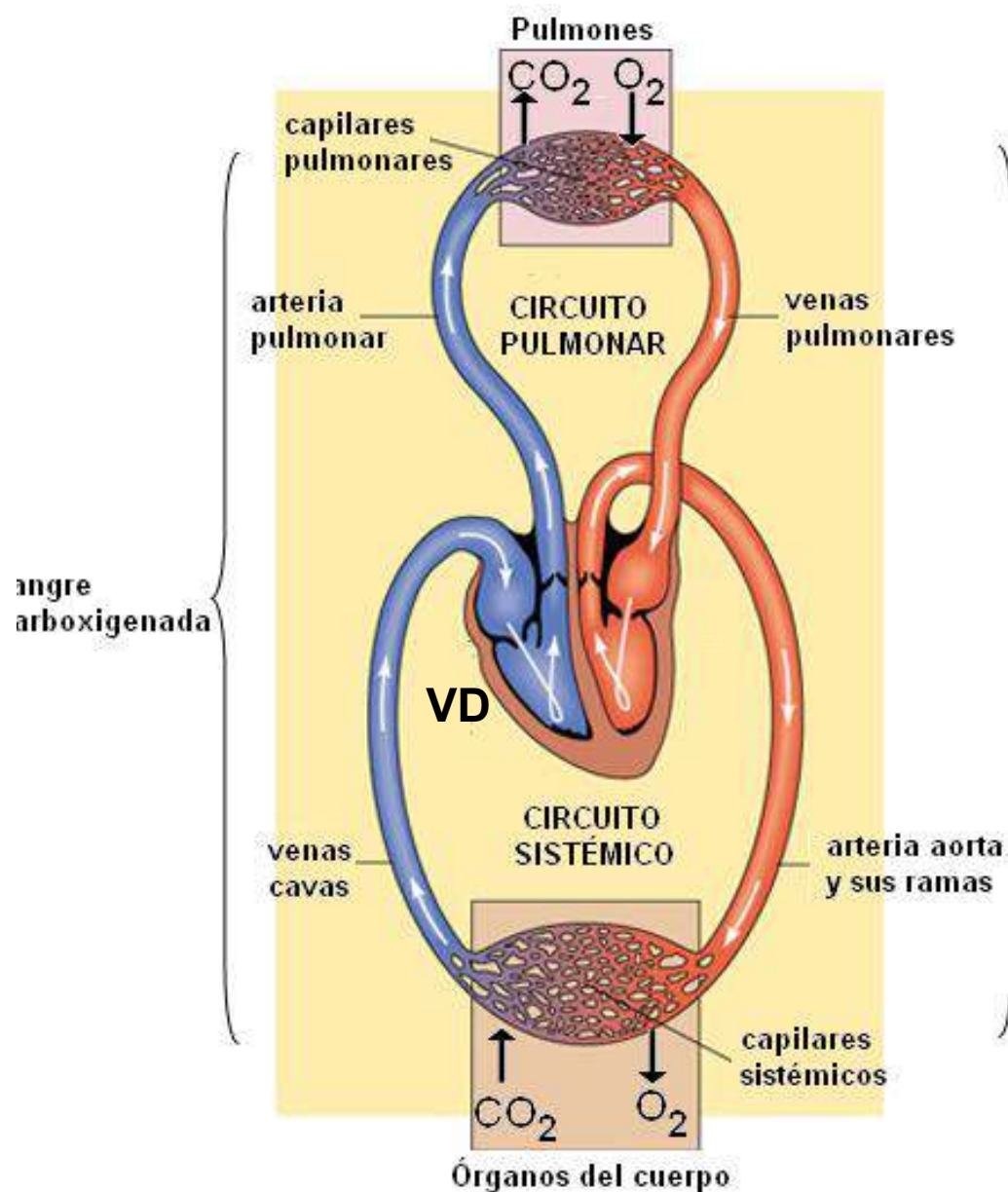
dos ventrículos (derecho e izquierdo) y válvulas llamadas auriculoventriculares: bicúspide o mitral (auriculoventricular izquierda) y la tricúspide (derecha).

Tipos de circulación: circulación cerrada completa

Con la aparición de la respiración pulmonar y la desaparición de las branquias los vertebrados terrestres desarrollan un sistema circulatorio doble de alta presión:

circuito pulmonar o menor (oxigena a la sangre en los pulmones).

circuito sistémico, mayor o corporal (sangre oxigenada a los capilares de los órganos)



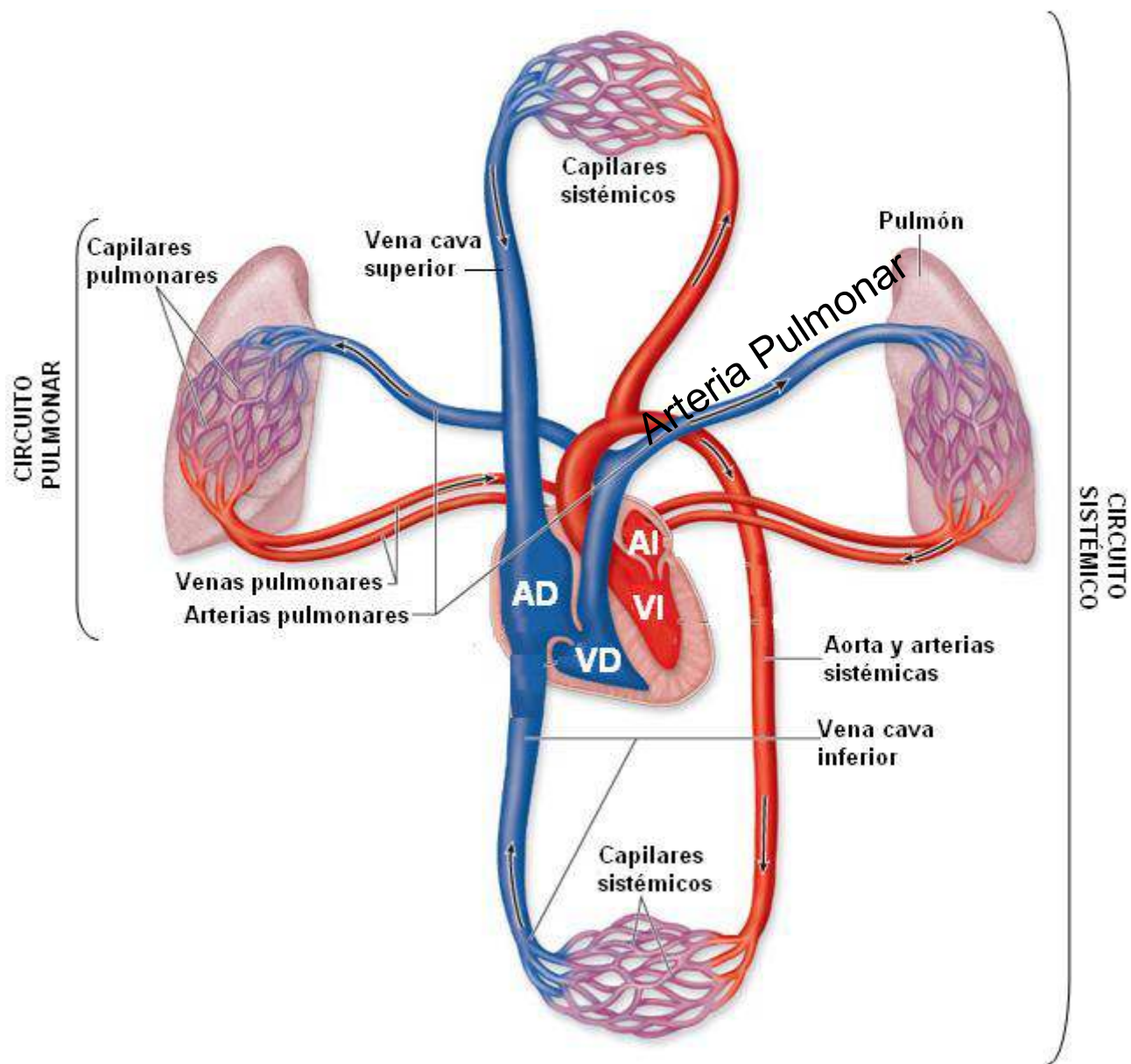
Circuito pulmonar (VD):

recoger el oxígeno en los pulmones, y dejar en ellos el dióxido de carbono

Circuito corporal (VI):

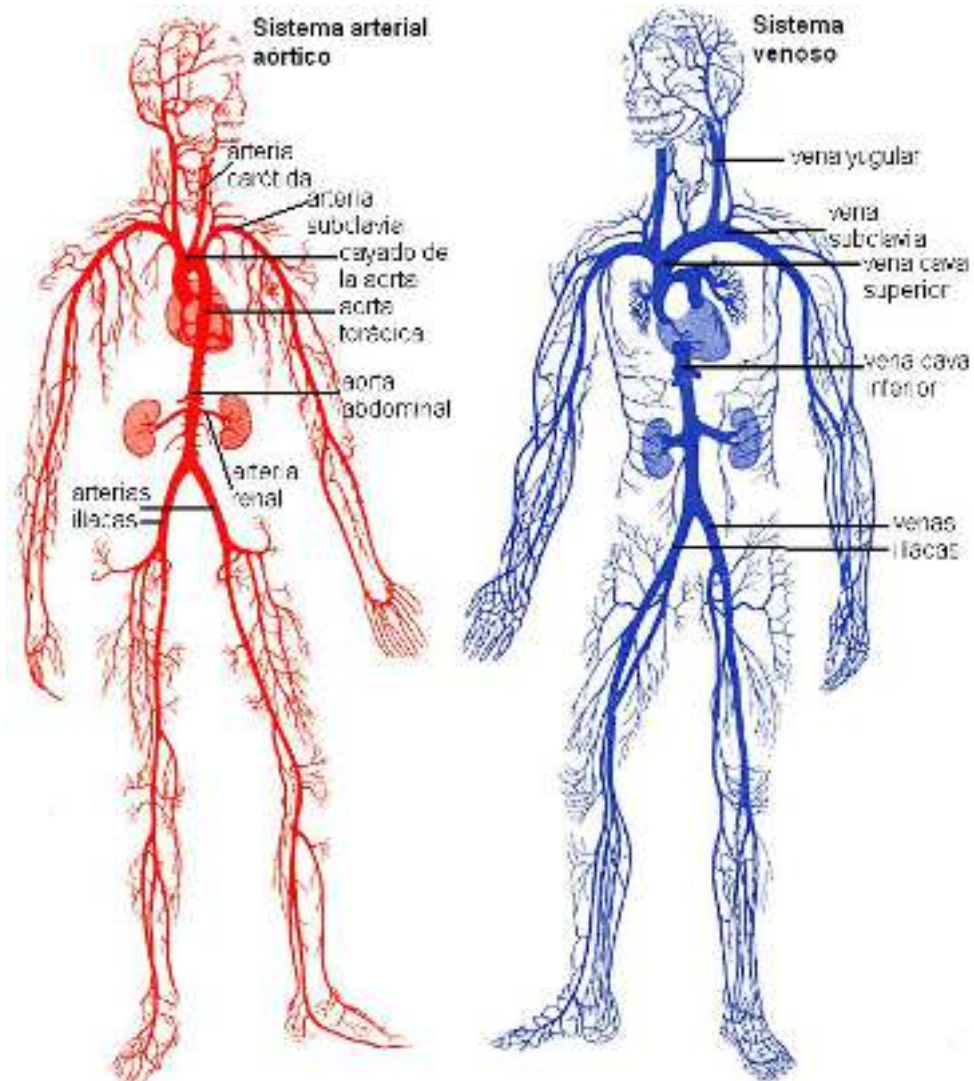
entregar el oxígeno a los tejidos de todo el cuerpo, recogiendo simultáneamente el dióxido de carbono allí generado

Ambos circuitos se inician y terminan en el corazón



Arteria Pulmonar:
única que lleva sangre
pobre en oxígeno

Venas Pulmonares:
únicas venas que llevan
sangre pobre en
oxígeno



Tipos de circulación: componentes

Arterias

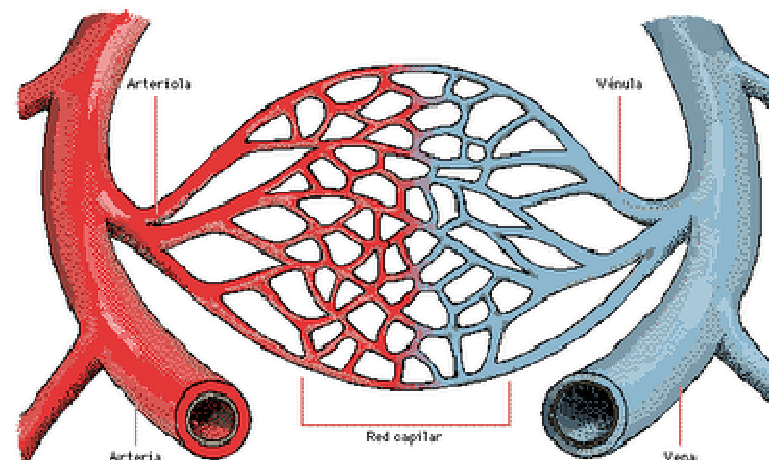
Son todos los vasos sanguíneos que **salen del corazón**.
Están revestidas por una serie de capas de fibras elásticas
y tejido conjuntivo no elástico.

Arteriolas

Capas de músculo liso

Capilares

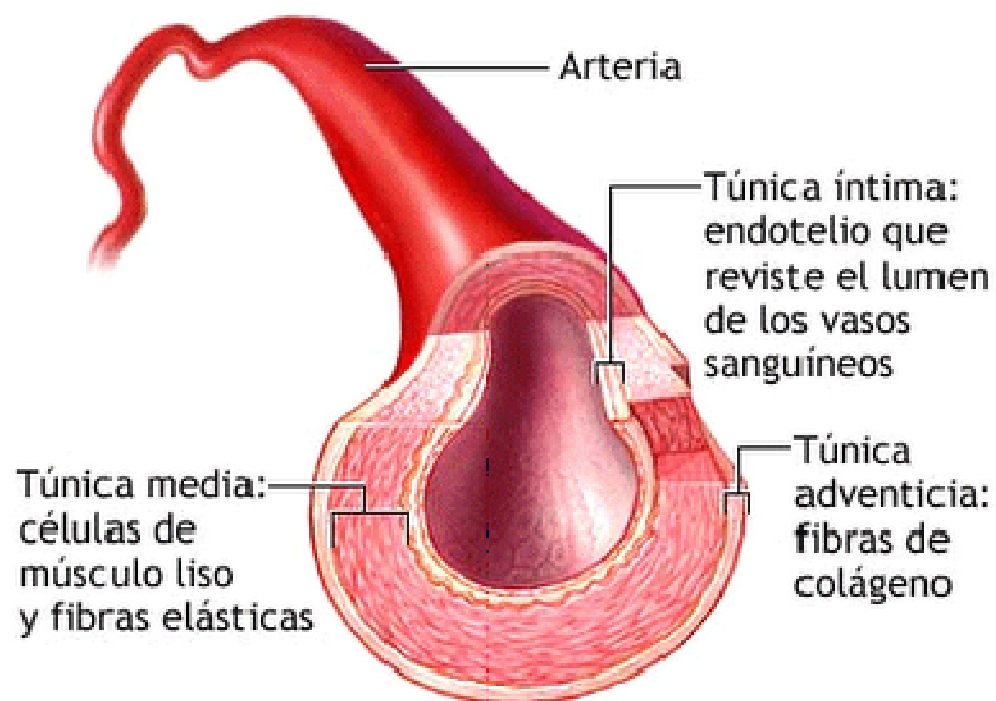
Pequeños tubos de 8 micras de diámetro.



Tipos de circulación: componentes

Deben resistir la presión ejercida por el bombeo desde el corazón

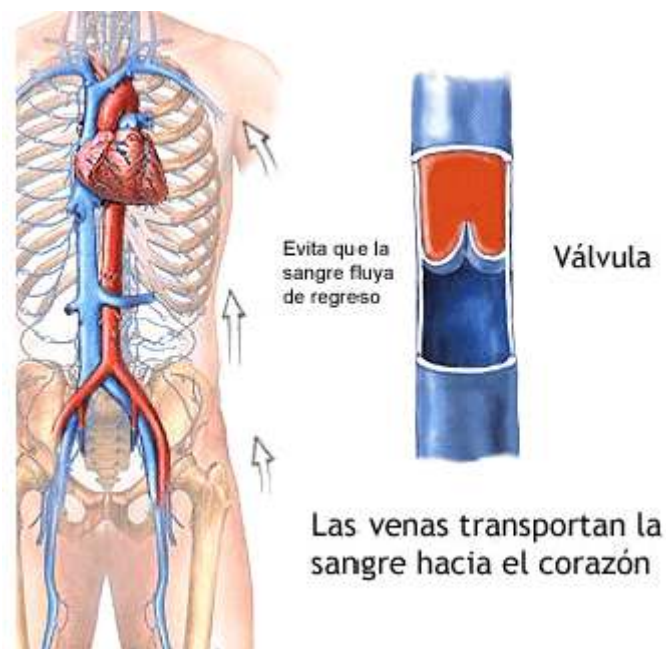
Corte transversal de una arteria



Tipos de circulación: componentes

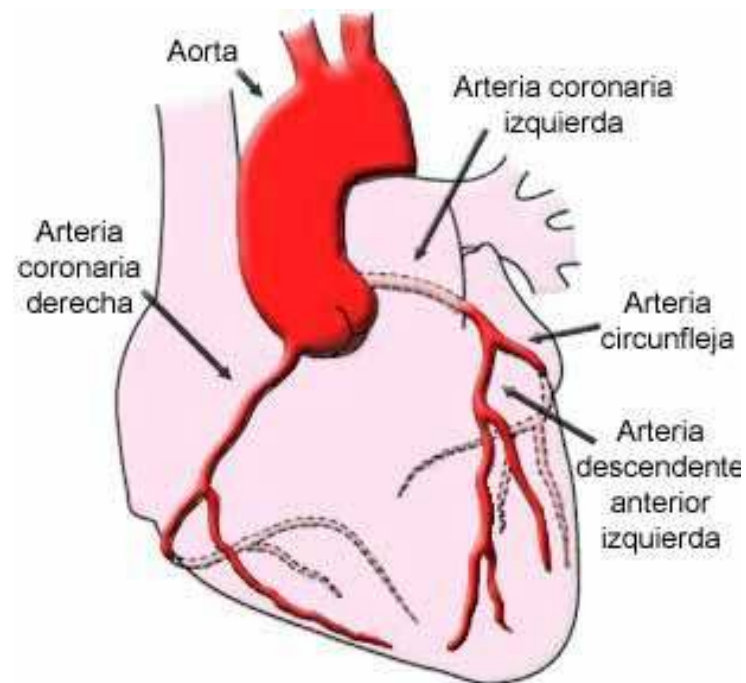
Venas y vénulas

Paredes más finas, menos elásticas y tienen una serie de válvulas para favorecer el retorno venoso.



circulación conoraria

- En aves y mamíferos el músculo cardíaco es tan grueso y tiene una tasa metabólica tan alta que tiene un suministro vascular propio:
- **La circulación coronaria**



Tipos de circulación: **Sistema Linfático**

El sistema linfático se compone de un líquido circulante: la linfa
un sistema de vasos para recoger y transportar la linfa,

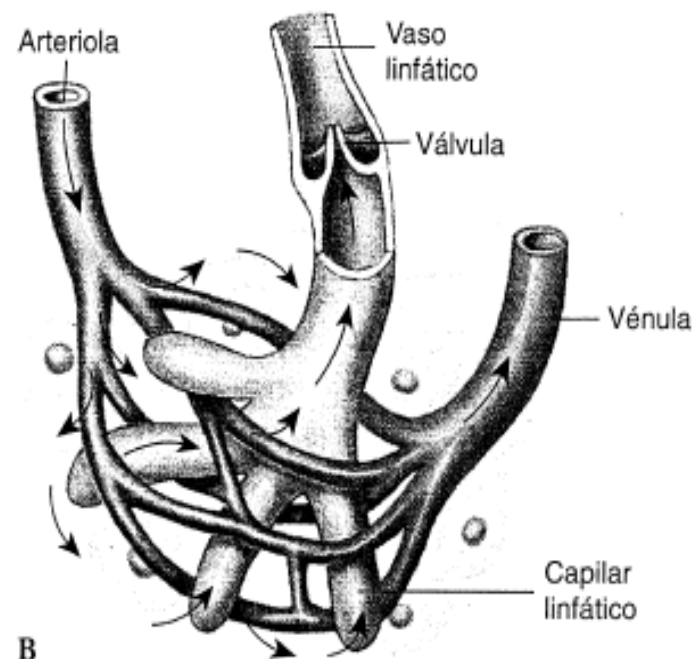
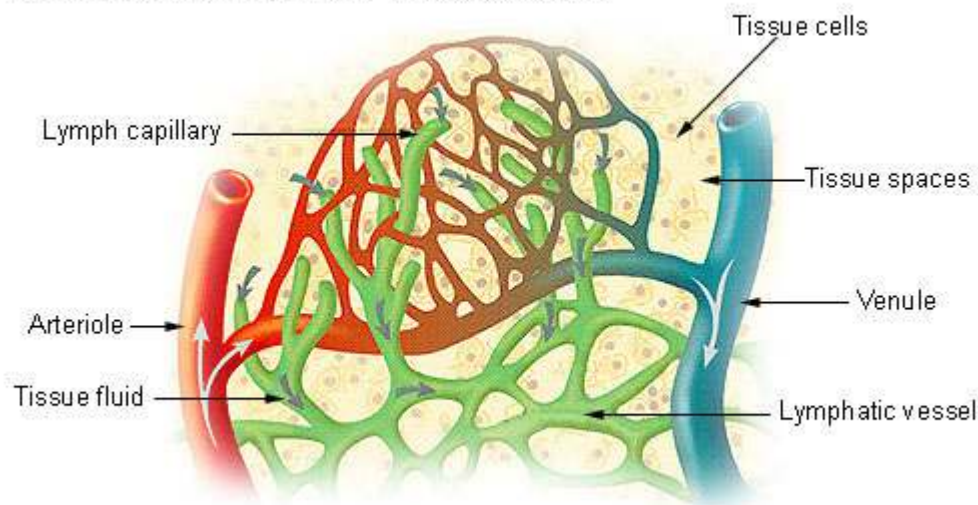
órganos linfoides incluyendo los ganglios, el bazo, el timo y las
amígdalas.

Función: mantenimiento del equilibrio hídrico y proteico de los tejidos,
y protección contra la invasión de sustancias químicas y
microorganismos extraños.

Tipos de circulación: **Sistema Linfático**

Sistema de conductos formados por una amplia red de vasos de paredes finas separado del sistema circulatorio. Se origina como capilares linfáticos ciegos en todos los tejidos.

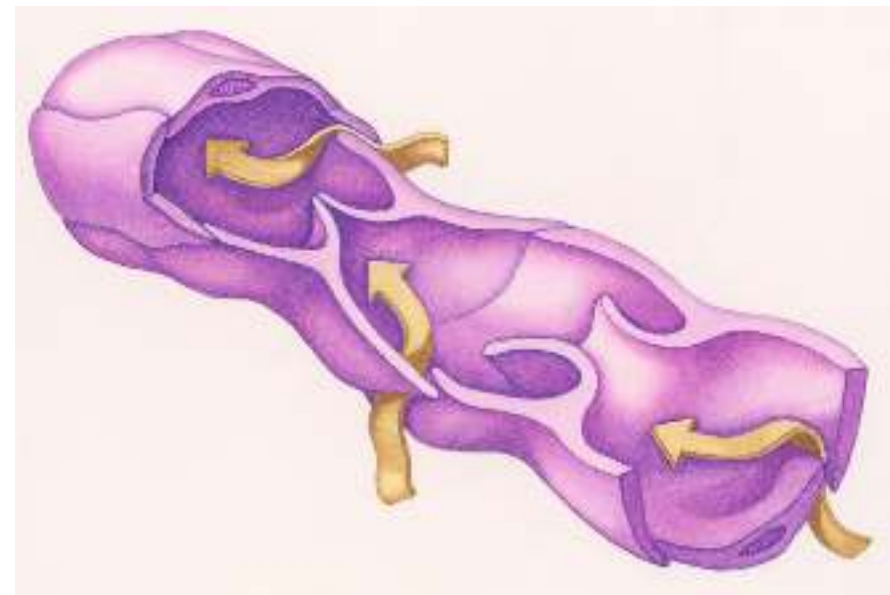
Lymph Capillaries in the Tissue Spaces



Tipos de circulación: **Sistema Linfático**

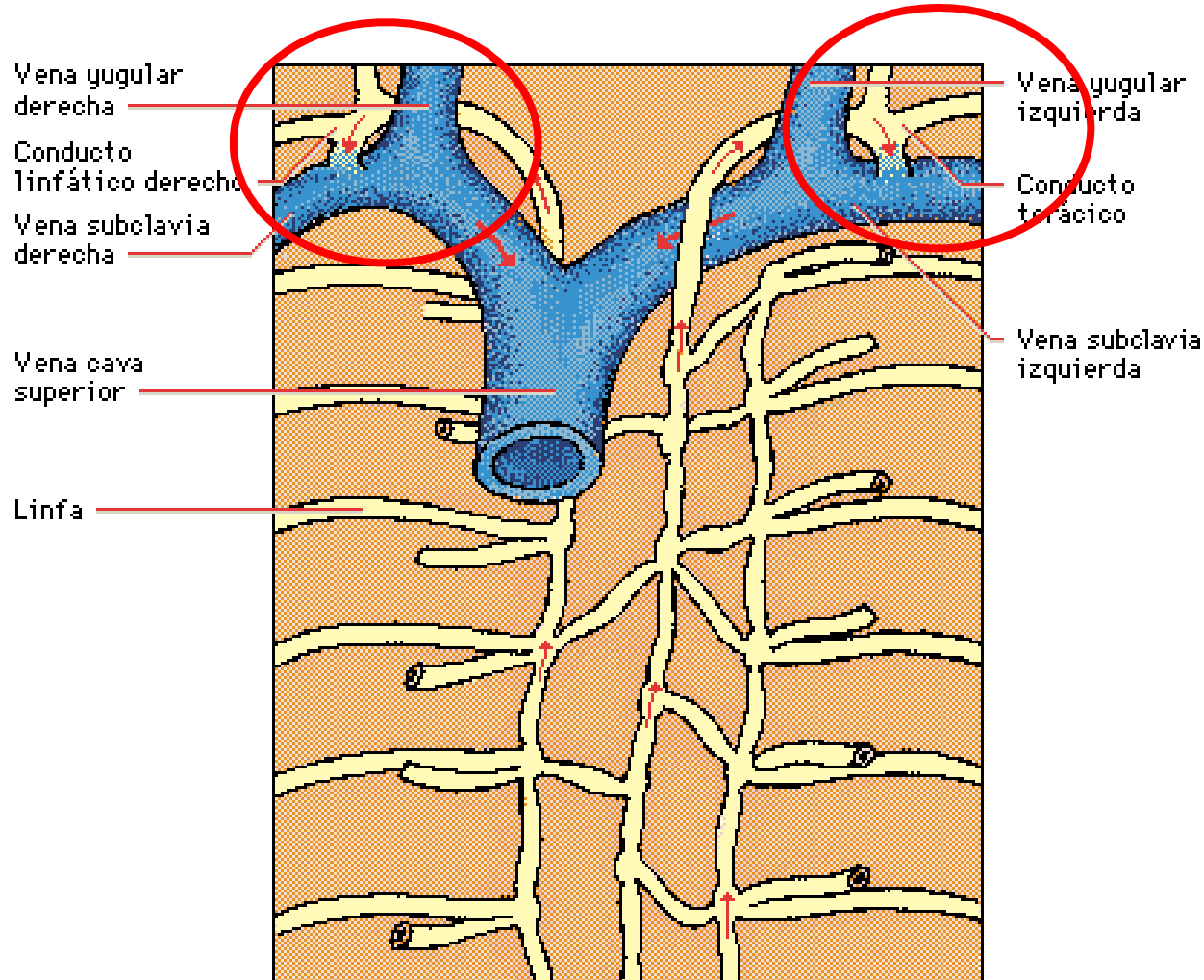
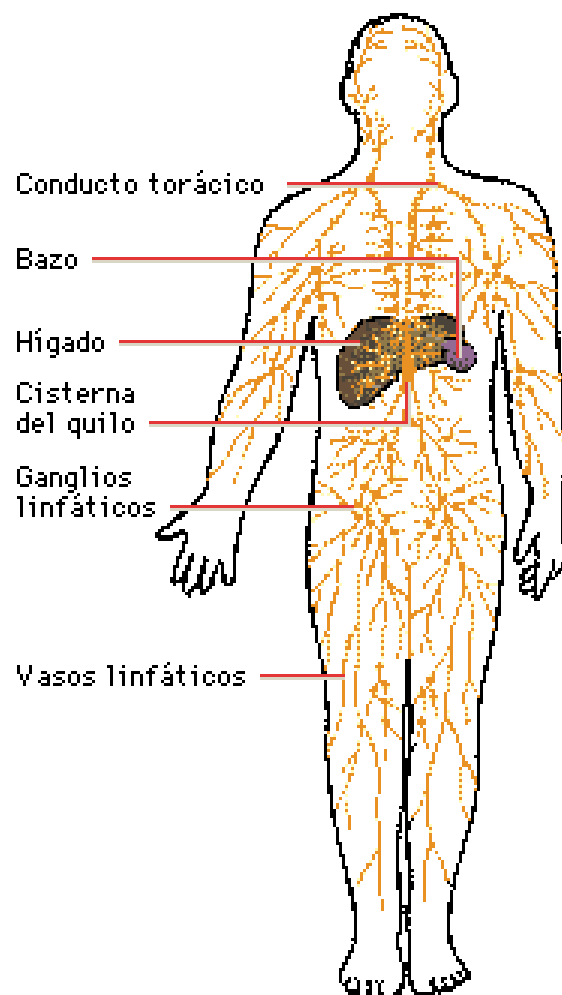
Transportan la linfa que se produce tras el exceso de líquido que sale de los capilares sanguíneos al espacio intersticial o intercelular, y es recogida por los capilares linfáticos

la linfa o líquido tisular, se deriva del líquido intersticial. Una vez que penetra a los vasos linfáticos, recibe el nombre de linfa.



Tipos de circulación: **Sistema Linfático**

En el sistema linfático se originan los glóbulos blancos.



Gracias!!!

