

Nutrición Animal



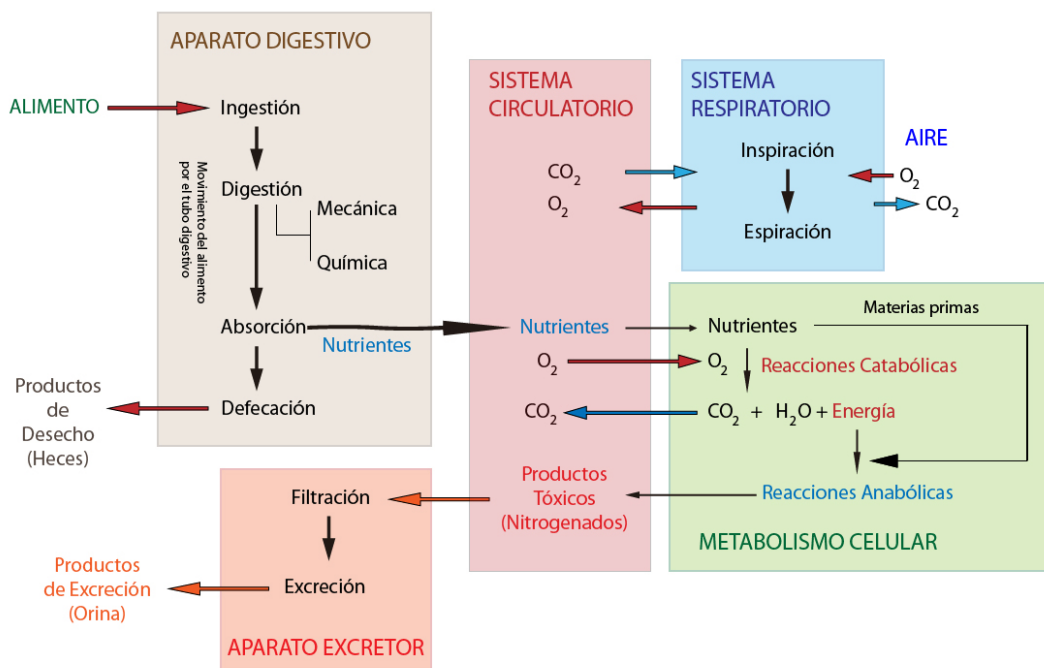
IES Sierra de San Quílez
(Binéfar-Huesca)

TEMA 10. NUTRICIÓN ANIMAL

La nutrición es un proceso complejo, en el cual el ser vivo toma materia del medio y la utiliza para su propio beneficio, transformando esta materia y expulsando todo aquello que no aprovecha.

Los animales incorporan materia orgánica, además de inorgánica, siendo su nutrición heterótrofa. Utilizan la materia orgánica para crear estructuras corporales (crecer), reparar otras ya formadas y para obtener energía. Una vez metabolizadas y degradadas las sustancias adquiridas, son expulsadas al exterior en forma de residuos.

En este complejo proceso intervienen los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. En los organismos más sencillos puede faltar alguno de estos aparatos.



1- EL APARATO DIGESTIVO

En el proceso de nutrición, el aparato digestivo realiza todas las funciones encaminadas a la captura, ingestión, digestión, absorción y expulsión de los residuos no absorbidos. Para ello, el animal cuenta con una serie de órganos propios del aparato digestivo y otros accesorios que ayudan a completar su función.

El modelo de aparato digestivo varía según el tipo de animal que estudiemos. Sin embargo, se pueden reducir a dos modelos básicos que son el de forma de saco y el de forma de tubo. En ocasiones, como en animales endoparásitos, puede no existir aparato digestivo.

Tipo saco

Es una estructura poco evolucionada en la que el orificio de entrada sirve también como vía de salida. Aparece en Poríferos, Cnidarios y Ctenóforos. Esta estructura aparece como deformación evolutiva de una estructura en forma de tubo, como es en el caso de muchos Equinodermos.

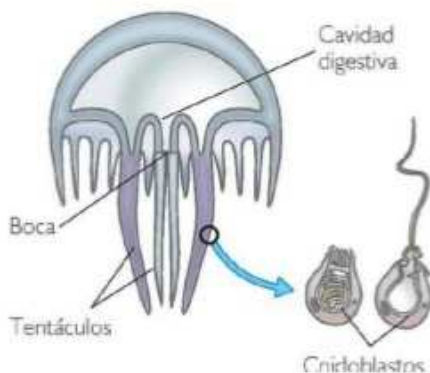
Tipo tubo

Consiste en una estructura más o menos alargada en la que existe un orificio de entrada, llamado boca, y un orificio de salida, llamado ano. El alimento recorre el tubo en un único sentido, desde la boca hasta el ano. Pueden aparecer glándulas asociadas, cuya misión consiste en facilitar la digestión del alimento.

Modelos de aparatos digestivos

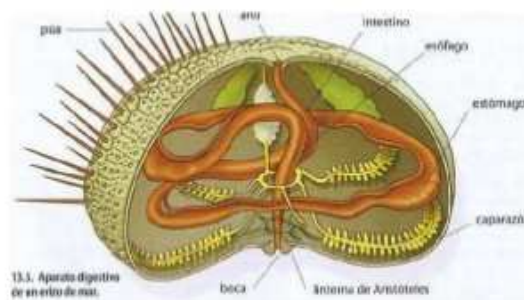
Tipo saco

- Cavity gastrovascular



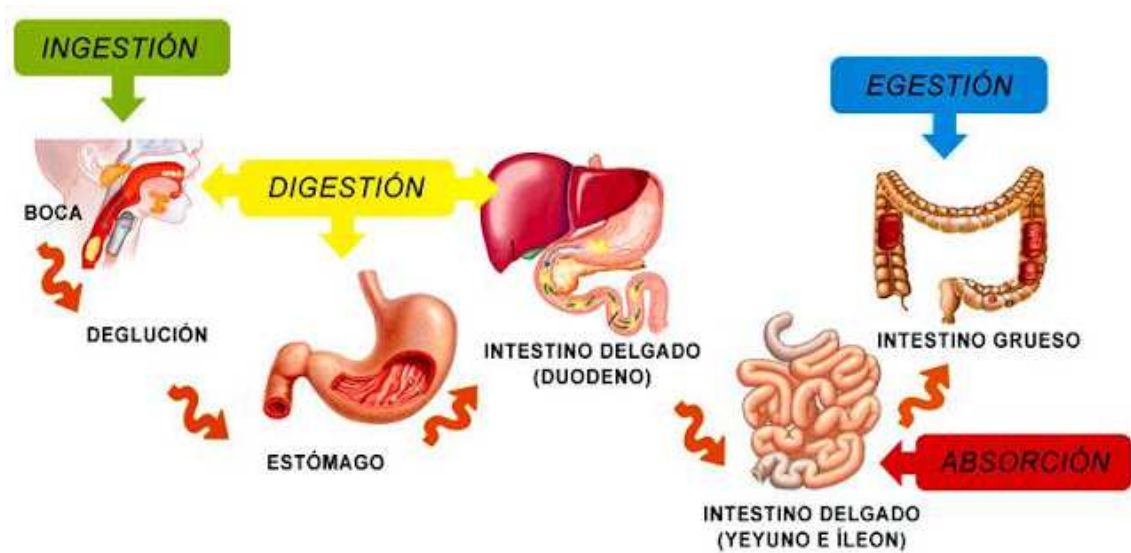
Tipo tubo

- Tubo digestivo



1.1- FASES DEL PROCESO DIGESTIVO

El aparato digestivo debe realizar una serie de actividades. Todas ellas están encaminadas a la adquisición, procesamiento e incorporación de las partículas alimenticias en el cuerpo, así como de la expulsión de todo aquello que no ha sido utilizado. Las fases del proceso digestivo son ingestión, digestión, absorción y egestión.



A- Ingestión

La adquisición del alimento se realiza por órganos especializados. La ingestión es la introducción del alimento en el aparato digestivo y se realiza a través de la boca. Para conseguir el alimento, existen diversos modelos de nutrición. Básicamente se ajustan a dos tipos, que son la nutrición macrofágica y la nutrición microfágica.

La macrofagia se produce en los animales que realizan de forma activa la selección y la captura del alimento. Es típica de depredadores y carroñeros.

Para llevar a cabo este tipo de alimentación se necesita algún tipo de estructura especial, como puede ser la existencia de distintos tipos de dientes o de pico, poseer veneno, zarpas, garras, musculatura potente, adaptación a la carrera, etc.



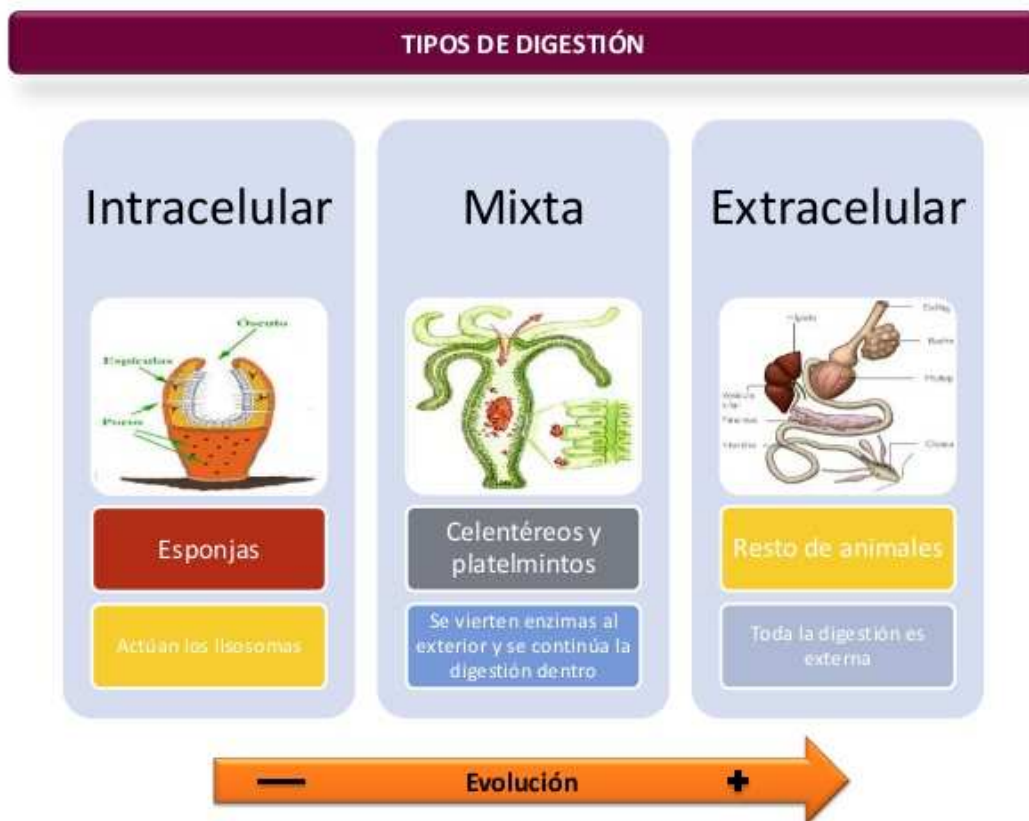
La microfagia es practicada por los animales que no seleccionan el alimento, como son aquellos que se nutren de líquidos, animales filtradores, sedimentívoros o micrófagos de superficie. Para este tipo de alimentación también se necesitan estructuras adecuadas, como piezas bucales especiales para la succión, espiritrompa de mariposas o redes filtradoras que tamizan el medio donde viven.



Animales herbívoros de gran tamaño poseen poderosos dientes que aplastan la abundante cantidad de masa vegetal. Pueden tener, incluso, modificaciones en su aparato digestivo para aprovechar mejor ese tipo de alimento, como en el caso de los rumiantes.

B- DIGESTIÓN

A lo largo de este proceso se transforma el alimento en materia que el organismo sea capaz de absorber. La digestión del alimento se realiza por procedimientos mecánicos y químicos. En el curso de este proceso se separa la materia asimilable, como glucosa, de materia no asimilable, por ejemplo pelos o uñas. El modelo más complejo de digestión se puede encontrar en los vertebrados superiores, tal es el caso de la digestión en Mamíferos.



Existen tres tipos de digestión:

La digestión intracelular. Consiste en digerir los nutrientes dentro de la célula, utilizando las enzimas digestivas de los lisosomas. Éste es el único sistema del que disponen animales poco evolucionados para digerir su alimento.

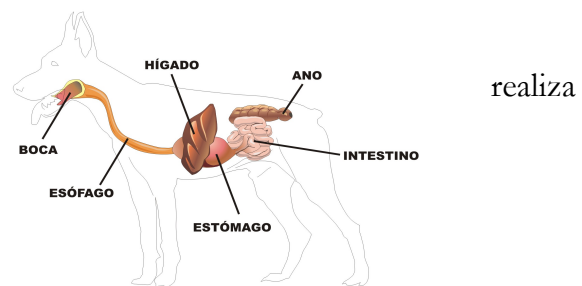
La digestión mixta. Comienza en la cavidad gastrovascular, segregando enzimas proteolíticas. Posteriormente, las sustancias nutritivas son atrapadas por las células que revisten la cavidad, mediante vesículas de endocitosis. Las macromoléculas fagocitadas sufren la digestión intracelular. Las partículas no digeridas se expulsan a través de la boca, único orificio existente.

La digestión extracelular. Es realizada por todos los vertebrados y por algunos invertebrados. Se produce en el exterior de las células, dentro del tubo digestivo. Este proceso supone la transformación del alimento en moléculas asimilables por el organismo; transformación que se consigue mediante una digestión mecánica y una digestión enzimática.

- **Digestión mecánica:** se tritura el alimento, fragmentándolo para que pueda ser atacado más fácilmente por enzimas digestivas. Algunos animales poseen pinzas que utilizan en el exterior del tubo digestivo, otros tienen pico o dientes. Algunos presentan un estómago musculoso, triturador, que comprime el alimento, machacándolo con estructuras endurecidas o, incluso, con piedras que ha tragado con antelación.
- **Digestión enzimática:** el alimento previamente machacado sufre el ataque de enzimas específicas. Su efecto produce moléculas más pequeñas, fácilmente asimilables.

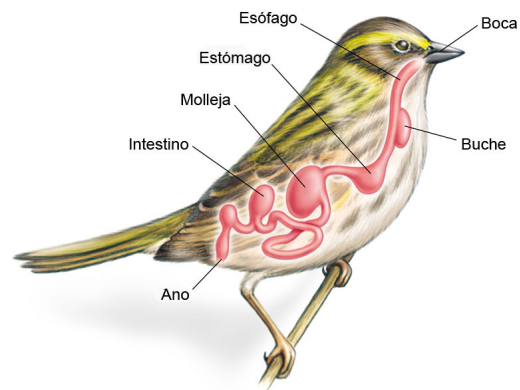
B.1- Digestión en vertebrados

La digestión en vertebrados se realiza en tres zonas diferenciadas del tubo digestivo, en la boca, en el estómago y en el intestino.

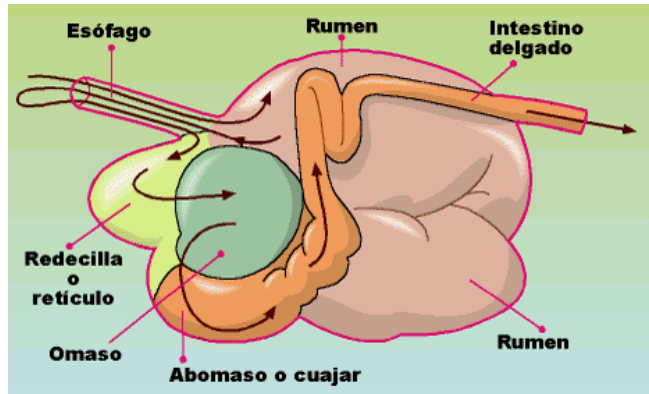
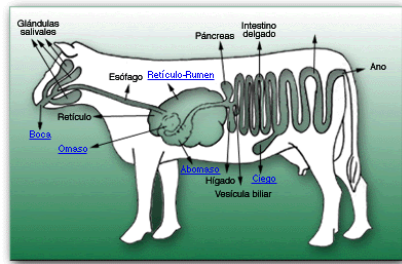


- **Boca:** en la cavidad bucal el alimento se transforma en el bolo alimenticio, mediante la masticación y la saliva. La masticación es una digestión mecánica en la que el alimento se reduce a fragmentos pequeños por acción de los dientes. La saliva es una secreción de las glándulas salivales. Contiene enzimas digestivas que actúan sobre los glúcidos. El alimento es mezclado con la saliva mediante los movimientos de la lengua. La deglución consiste en llevar el bolo alimenticio hacia el esófago.

- **Estómago:** en la digestión gástrica el bolo alimenticio se transforma en quimo. Los jugos gástricos están formados por mucina, ácido clorhídrico y pepsinógeno. La mucina protege la pared gástrica. El ácido clorhídrico evita el desarrollo de bacterias y actúa sobre el pepsinógeno transformándolo en pepsina, que es una enzima selectiva para las proteínas del bolo alimenticio. Las proteínas son transformadas en péptidos más pequeños. Las demás moléculas orgánicas no son atacadas por ningún tipo de enzima en el estómago.



- **Intestino:** En el duodeno del intestino se produce la digestión total de los alimentos. El quimo es transformado en quilo en los espacios de las vellosidades intestinales, mediante los jugos intestinales, jugos pancreáticos y bilis. Una vez formado el quilo acaba la digestión y empieza la siguiente fase, la absorción.



C- ABSORCIÓN Y EGESTIÓN

Absorción

En esta fase, las moléculas digeridas atraviesan la pared del tubo digestivo y se incorporan al metabolismo del animal. La absorción se produce en el intestino.

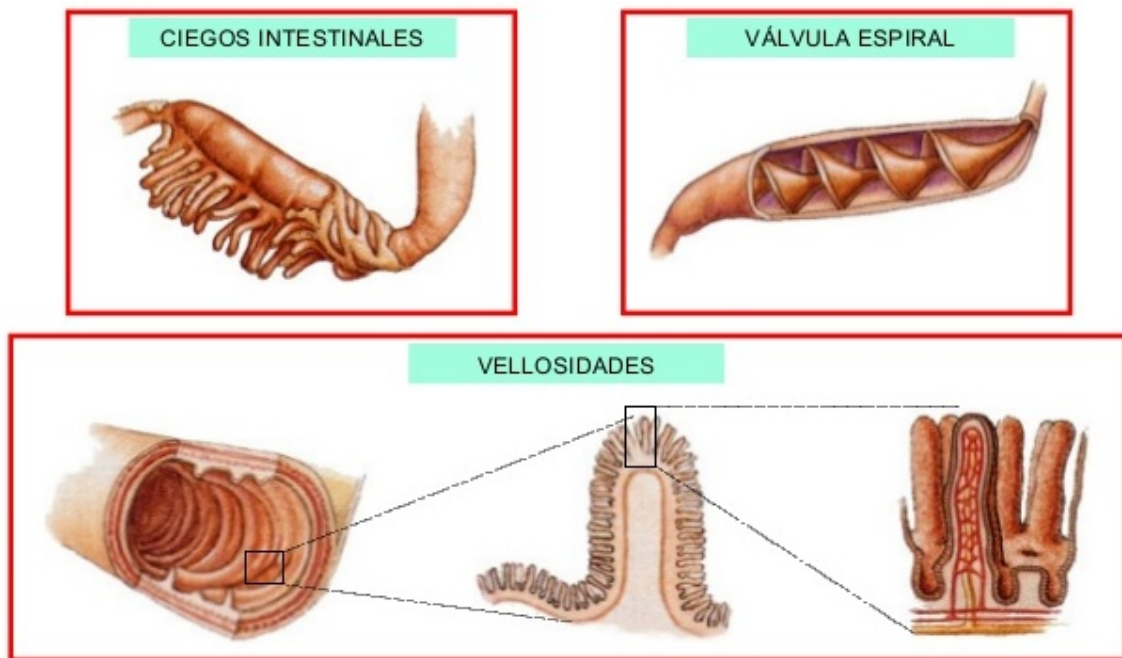
Para favorecer la mayor absorción posible los animales poseen distintos tipos de estructuras que aumentan la superficie del intestino. Los vertebrados tienen un sistema más complejo, utilizando vías de distribución distintas para los diferentes tipos de nutrientes. Las adaptaciones más características son:

- **Aumento de la longitud el intestino:** los animales herbívoros poseen un intestino mucho más largo que el intestino de carnívoros, debido a que la alimentación de herbívoros es energéticamente más pobre. Por ello, necesita mayor superficie de absorción.



- **Ciegos intestinales:** son tubos que surgen del tubo principal y que no tienen orificio de salida. En ellos se produce una lenta absorción de los nutrientes.

- **Existencia de vellosidades y microvellosidades:** Las vellosidades son repliegues de la pared del intestino. Las microvellosidades son repliegues de la membrana plasmática de las células epiteliales del intestino. Ambas estructuras aumentan la superficie de absorción.



- Válvula espiral: los elasmobranquios (tiburones) son carnívoros que tienen un intestino muy corto. Para aprovechar al máximo la capacidad energética de su alimento, principalmente proteico, deben retardar el paso del alimento a través del intestino. Disponen de una estructura en el interior del intestino, en forma de escalera de caracol, que obliga al quimo a reducir su velocidad de circulación, permitiendo al animal una mejor digestión y absorción.

El paso de las moléculas al interior celular se realiza mediante difusión de los nutrientes sin gasto de energía o mediante un transporte activo, con gasto energético.

Absorción en vertebrados

En los vertebrados, la mayor parte de los componentes absorbidos pasa a la sangre, por un circuito que conecta el riego intestinal con el hígado. El circuito sanguíneo se llama sistema porta-hepático. Sin embargo, los lípidos viajan por el sistema linfático para no obstruir los vasos sanguíneos. Esto es debido a que los lípidos son apolares y no se mezclan con el agua del plasma sanguíneo.

Las moléculas orgánicas son absorbidas en el tramo inicial del intestino. El agua, las sales minerales y vitaminas producidas por la flora intestinal son absorbidas en los tramos posteriores del intestino, principalmente en el intestino grueso. En este tramo intestinal, la pasta semilíquida que circula por el tubo digestivo se transforma en las heces fecales, reduciendo notablemente la cantidad de agua.

Tipo de transporte	Necesidad de transportador de membrana	Gasto de energía	Tipos de moléculas
<u>Difusión simple</u>	No	No	Fosfolípidos, ácidos grasos, colesterol, glicerina
<u>Difusión facilitada</u>	Sí	No	Fructosa, pentosas...
<u>Transporte activo</u>	Sí	Sí	Glucosa, galactosa, aminoácidos, bases nitrogenadas, iones

Egestión

Consiste en la expulsión de las sustancias que el organismo no ha absorbido. Esta expulsión se produce por:

- Defecación: expulsión de heces compactas que se eliminan a través del ano y que contienen poca cantidad de agua. Un ejemplo son los excrementos de mamíferos.

- Deyección: expulsión de heces líquidas, producidas en el intestino grueso, a través de la cloaca. Un ejemplo son las deyecciones de las aves.

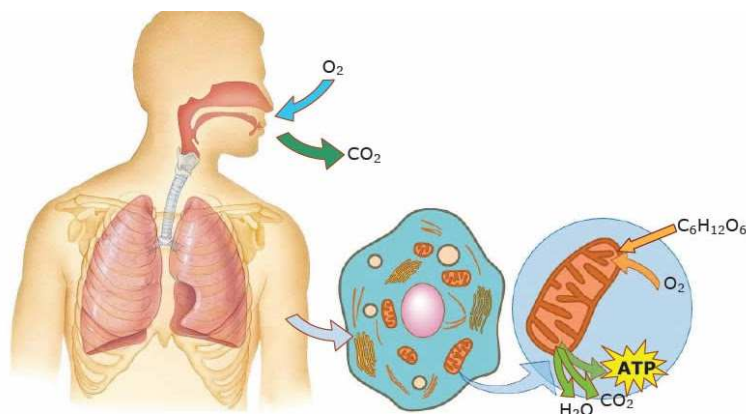
- Regurgitación: las aves rapaces suelen tragar sus presas enteras, con pelos, huesos, uñas. Son estructuras que no pueden digerir, y por tanto, tampoco absorber. Estas estructuras pueden producir escoriaciones en el tubo digestivo, ya que son duras y generalmente presentan zonas agudas o



cortantes. Las rapaces, habitualmente las nocturnas, expulsan estas estructuras inservibles a través de su boca expulsando egagrópilas.

2- LA RESPIRACIÓN

Los animales necesitamos energía para poder realizar todas nuestras actividades. Esta energía la obtenemos a partir de la oxidación de moléculas orgánicas en la respiración celular. Este proceso se realiza en las mitocondrias de nuestras células y necesita oxígeno para llevarse a cabo. A la vez, se desprende dióxido de carbono por la oxidación de esas moléculas orgánicas. Estos dos gases los intercambiamos con el medio que nos rodea.



La respiración se divide en tres fases:

- Respiración fisiológica: que consiste en captar oxígeno del exterior y expulsar dióxido de carbono.
- Intercambio de gases: el oxígeno captado del exterior difunde en el líquido interno que baña las células del animal y el dióxido de carbono sale al medio externo.
- Respiración celular o mitocondrial: oxidación de materia orgánica utilizando oxígeno y liberando dióxido de carbono.

Para realizar el intercambio gaseoso es necesario que la estructura implicada cumpla las siguientes condiciones:

- Las paredes del órgano donde se produce el intercambio de gases deben ser delgadas.
- La superficie debe estar húmeda, ya que el agua facilita la difusión.

- La zona adyacente debe estar muy irrigada, es decir, con mucho líquido del medio interno del animal, de forma que los gases puedan ser captados o expulsados rápidamente.

2.1- TIPOS DE SISTEMAS DE RESPIRACIÓN

En los animales se dan distintos sistemas de respiración. Estos sistemas presentan distintos grados de complejidad, dependiendo del tipo de animal, de sus necesidades energéticas y del medio en el que vive.

Los animales diblásticos, como las esponjas, o las medusas, no desarrollan estructura respiratoria alguna, debido a que son animales sencillos, que realizan el intercambio de gases de todas sus células con el medio acuático que las rodea. En animales triblásticos aumenta el número de capas celulares y aumentan los problemas para realizar el intercambio de gases con todas las células del cuerpo. Sin embargo, la mayoría de los gusanos planos son capaces de efectuar el intercambio de gases sin necesidad de un sistema específico de respiración, debido al escaso número de células que componen su cuerpo.

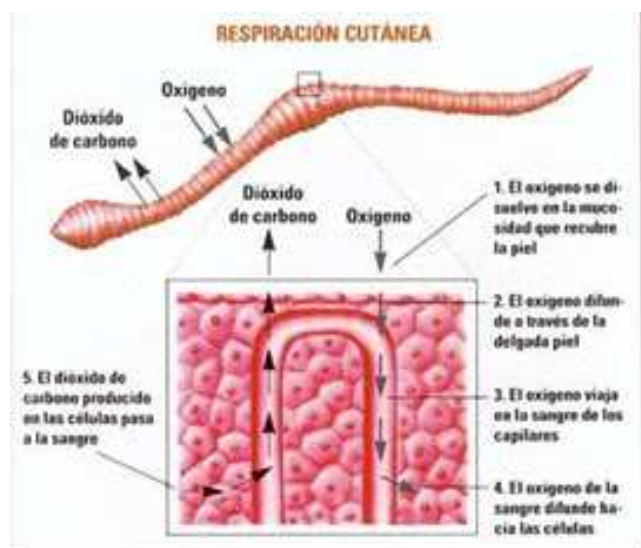
La mayor parte de los animales están constituidos por un número tan elevado de células que resulta imposible que todas ellas puedan realizar el intercambio gaseoso con el medio que los rodea. Por ello, es necesaria la presencia de un sistema respiratorio que capture el oxígeno suficiente para todas las células del cuerpo, recoja el dióxido de carbono liberado y se expulse fuera del animal.

Los tipos de sistemas respiratorios que podemos encontrar entre los distintos animales son la respiración cutánea, branquial, traqueal y pulmonar.

A-Respiración cutánea

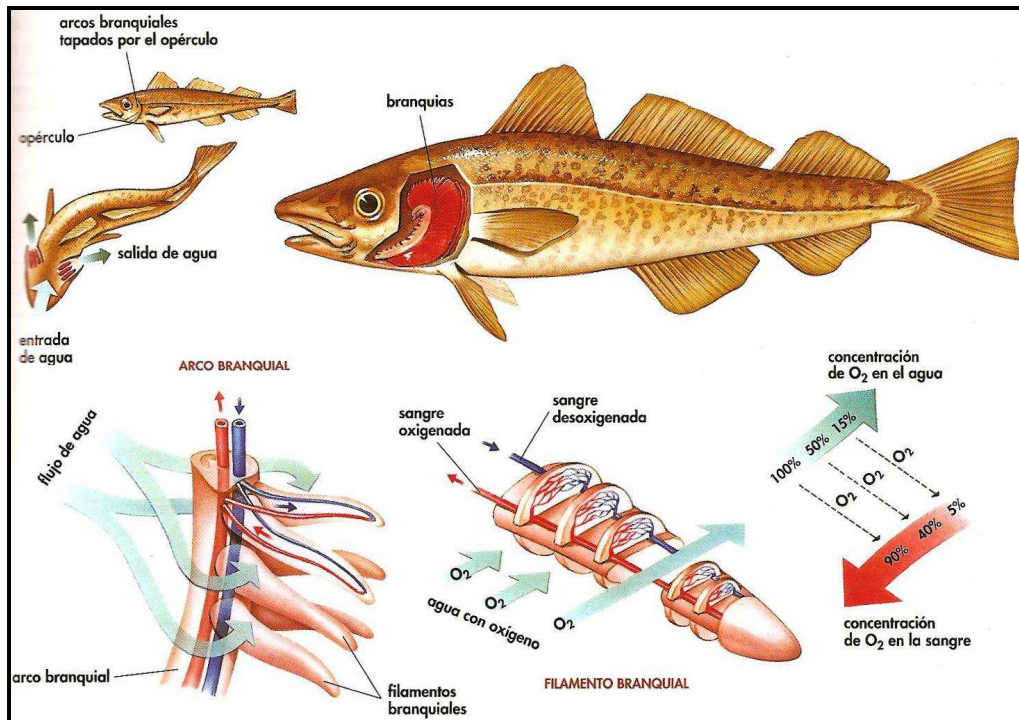
La estructura respiratoria es el tegumento corporal. La piel es la encargada de realizar el intercambio gaseoso. Para ello, la piel debe ser muy fina, estar húmeda y muy irrigada por el medio interno del animal.

Encontramos este sistema respiratorio en animales como los anélidos, algunos moluscos, y anfibios; incluso, en ciertos equinodermos. En moluscos y anfibios es necesario complementar su función con otros sistemas respiratorios.



B- Respiración branquial

Las estructuras respiratorias son las branquias, en forma de repliegues tegumentarios o estructuras muy finas que están muy irrigadas y envueltas por agua. Pueden ser



branquias externas, poco evolucionadas, o internas, más evolucionadas, ya que al encontrarse en el interior están más protegidas. Sin embargo, necesitan un mecanismo para producir movimiento en el agua que las baña. Las branquias aparecen en muchos animales de vida acuática, como anélidos, moluscos, crustáceos, peces y anfibios. Además se encuentran en crustáceos terrestres, como las cochinillas de humedad y las pulgas de playa.

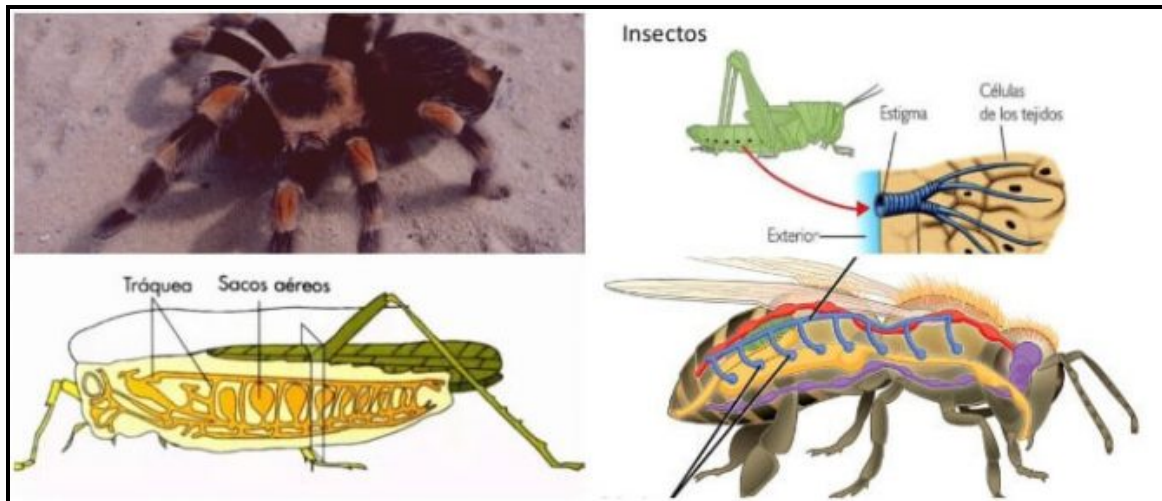
Los peces sujetan y extienden las branquias mediante arcos branquiales. En tiburones y rayas aparecen cinco arcos (seis en los menos evolucionados) y cuatro arcos en los peces óseos. Una estructura ósea llamada opérculo, protege estos arcos branquiales. El agua circula desde la boca a las hendiduras branquiales, presionada por la lengua y creando una corriente que favorece el intercambio gaseoso entre la branquia y el agua.

C-Respiración traqueal

Los insectos, miriápodos y, en menor medida, en los arácnidos con estructuras semejantes denominadas pulmones



en libro, utilizan un sistema de tubos, llamados tráqueas, que conectan las células de todo el cuerpo con el aire del exterior del animal. Este sistema respiratorio prescinde del sistema circulatorio para transportar el oxígeno a las células. Estos animales tienen un sistema circulatorio abierto, en el que la sangre (hemolinfa) circula demasiado lenta para aportar el suficiente oxígeno como para elaborar respuestas y movimientos tan rápidos como los producidos por estos seres. Los tubos se abren al exterior a través de unos orificios que se pueden cerrar mediante espiráculos.



D- Respiración pulmonar

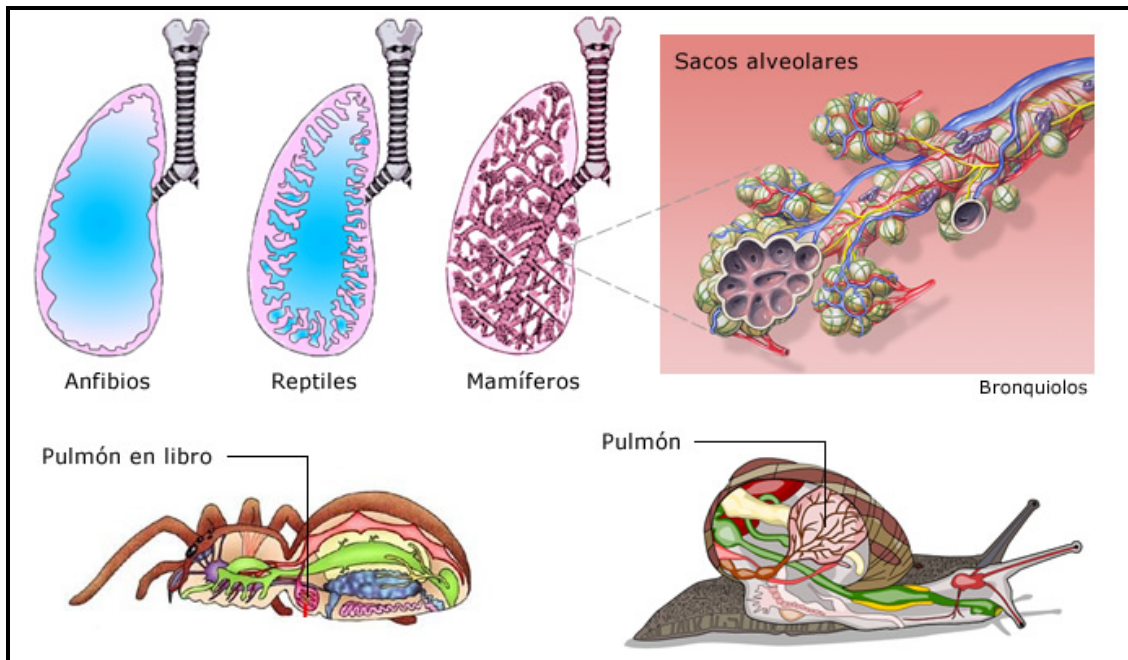
Los pulmones son las estructuras respiratorias, que conectan con el exterior mediante una serie de tubos. Son repliegues que se desarrollan en los vertebrados terrestres a partir del tubo digestivo. Existen dos tipos de pulmones. Unos tienen forma de saco: el pulmón sacular, presente en anfibios, reptiles y mamíferos muestra distintos grados de evolución. Otros, con forma tubular, conectan con unos sacos aéreos que se extienden por otras zonas del cuerpo y que se llenan de aire, disminuyendo la densidad del animal. Se encuentran en las aves.

En anfibios, el interior es casi liso, sin repliegues, por lo que la superficie de intercambio gaseoso es demasiado reducida. Esto implica la necesidad de otros sistemas respiratorios para satisfacer las necesidades de oxígeno de estos animales.

La respiración cutánea y el intercambio de gases a nivel bucofaríngeo en las ranas constituye un aporte de oxígeno vital, pues el intercambio pulmonar es insuficiente. La respiración pulmonar sólo se desarrolla en algunos adultos, puesto que en forma de renacuajo, la respiración es branquial. Este sistema puede perdurar, incluso, en adultos como sucede en las cecilias y tritones.

En reptiles, los pulmones presentan repliegues, con lo que la superficie de intercambio de gases aumenta respecto a los anfibios. Hay que tener en cuenta que los reptiles poseen una piel gruesa seca, con escamas e incapaz de producir

intercambio de gases con el exterior. Unos pulmones con más superficie interna permitieron la colonización, por parte de estos animales, de la tierra seca, sin la dependencia del agua.



Las serpientes poseen un único pulmón desarrollado, para evitar excesiva compresión en un cuerpo tan estrecho.

Las tortugas acuáticas manifiestan zonas de intercambio de gases con el agua en la zona rectal, en el tubo digestivo. Además, poseen modificaciones en su sistema circulatorio, que les permiten aguantar mucho tiempo bajo el agua sin necesidad de capturar oxígeno de la superficie.

En mamíferos, los pulmones muestran gran desarrollo de su superficie interna. Una serie de tubos ramificados transporta el aire a los sacos alveolares, compuestos por pequeñas cámaras, llamadas alveolos, que son los lugares donde se produce el intercambio gaseoso con la sangre.

En aves, los pulmones reciben el aire del exterior mediante unos tubos ramificados. Además, los pulmones reciben el aporte de oxígeno de los sacos aéreos, que han sido llenados de aire cuando el animal ha inspirado. Como el aire atraviesa los pulmones y llega a estos sacos, se dice que estos pulmones tienen estructura tubular, con entrada y salida.

Este tipo de respiración es muy eficaz ya que el animal, al coger el aire, llena los pulmones



y los sacos aéreos. Los pulmones se pueden vaciar en la siguiente espiración y volver a llenarse con el aire de los sacos sin necesidad de usar para respirar los músculos del vuelo, que son los mismos que sirven para inspirar. Además, el animal reduce su densidad al llenar su interior de aire. Hay que tener en cuenta que los sacos aéreos, dependiendo de las especies, se introducen incluso en los huesos.

El control de la respiración se efectúa en el bulbo raquídeo, activando o relajando los músculos que intervienen en la respiración. La variación de concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre son los estímulos químicos que necesita el bulbo raquídeo para controlar la velocidad e intensidad de la respiración.

3- SISTEMAS DE TRANSPORTE: LA CIRCULACIÓN

Los nutrientes adquiridos para el funcionamiento del metabolismo del animal se distribuyen entre todas las células de su cuerpo. Los productos de desecho se expulsan al exterior. Los animales con estructura sencilla no tienen necesidad de sistemas de transporte, ya que las células pueden adquirir o expulsar sustancias del medio en el que vive. Sin embargo, los animales con gran complejidad interior necesitan un medio circulante que sirva para distribuir los nutrientes y recoger los residuos metabólicos. En muchos casos es también necesaria la presencia de una bomba impulsora que movilice ese medio circulante a través de todo el cuerpo.

3.1-El medio interno

El medio interno es el líquido que transporta las sustancias nutritivas. Su composición y su color varía. Puede contener células en muchos casos. Los distintos medios internos que se pueden encontrar en animales son hidrolinfa, hemolinfa, sangre y linfa.

- Hidrolinfa: es el medio interno de Equinodermos. Su composición es muy similar a la del agua de mar. Transporta nutrientes y sustancias de desecho pero carece de pigmentos transportadores de oxígeno. Circula a través de un sistema de tubos que conectan con unas estructuras llamadas pies ambulacrales. Estas estructuras sirven para dar movimiento a las estrellas de mar y los erizos.

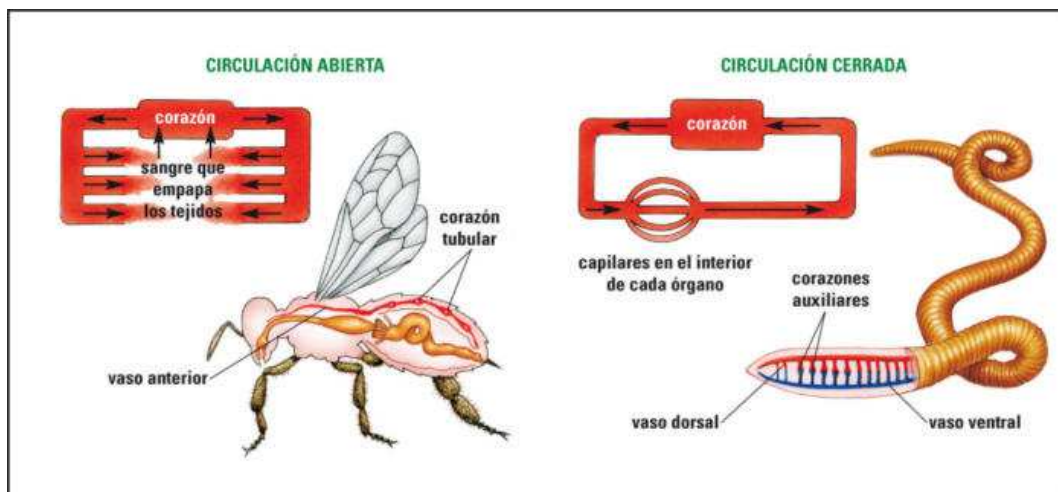
El sistema ambulacral funciona por presión hidrostática. El pie ambulacral se pega al sustrato cuando disminuye su presión hidrostática interna, debido a la forma que adquiere, semejante a una ventosa. Existen unas ampollas ambulacrales que, cuando se contraen, expulsan la hidrolinfa de su interior y va a los pies ambulacrales. Por este motivo aumenta la presión hidrostática del pie ambulacral y se despega del sustrato en el que está pegado. El sistema ambulacral, mediante reparto de esta hidrolinfa a distintas zonas, permite el desplazamiento del animal.

- **Hemolinfa:** se encuentra en moluscos y artrópodos. En los moluscos y crustáceos aparece un pigmento transportador de oxígeno. En arácnidos, miriápodos e insectos no existe la necesidad de transportar el oxígeno por el medio interno ya que su sistema de respiración traqueal no lo necesita, puesto que las tráqueas llevan directamente el aire a las células del cuerpo.
- **Sangre:** Anélidos y Vertebrados tienen un medio interno con pigmentos transportadores de oxígeno, que le proporciona un color rojo. En vertebrados el pigmento transportador se llama hemoglobina. La sangre en vertebrados es especialmente compleja, con gran cantidad de funciones y células. Las células presentes son eritrocitos, leucocitos y trombocitos.
- **Linfa:** está presente en Vertebrados. Carece de pigmentos transportadores de oxígeno. Está formada por células de tipo leucocitos.

	INVERTEBRADOS			VERTEBRADOS	
	Hemolinfa	Hidrolinfa	Sangre	Sangre	Linfa
Grupo animal	Anélidos, moluscos y artrópodos	Equinodermos	Anélidos		
Componentes		Parecida al agua de mar	Células y plasma	Células y plasma	Plasma y linfocitos
Pigmento respiratorio	Hemocianina	Sin pigmentos	Clorocruorina y hemoeritrina	Hemoglobina	Sin pigmentos respiratorios
Color	Azul		Verde y rojo violeta	Rojo	

3.2- TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

Los Poríferos y Cnidarios pueden utilizar su cavidad interior como sistema de distribución. Además, las células exteriores intercambian sustancias con el agua. Los Platelminos transportan las sustancias por difusión, de célula a célula.



Los animales con sistema de transporte interno utilizan un líquido circulante que puede transitar por un sistema circulatorio abierto o cerrado. Destaca la complejidad del sistema circulatorio en los vertebrados.

3.2.1- Sistema circulatorio abierto

Lo observamos en artrópodos y moluscos (excepto cefalópodos). El medio circulante no transita siempre encauzado. Existen zonas entre los tejidos donde se acumula el líquido, llamado hemolinfa. El conjunto de zonas donde se extravasa la hemolinfa se denomina hemocele. El corazón impulsor de la hemolinfa está abierto al hemocele por unos orificios denominados ostiolas. Este corazón presenta una forma tubular y se dispone en la zona dorsal del animal. La hemolinfa entra por succión y es expulsada hacia delante a través de una arteria que se ramifica y desemboca en el hemocele. La linfa se mueve lentamente, por lo que los animales que dependen de este sistema para abastecer de oxígeno a las células, no pueden tener movimientos rápidos. Los moluscos presentan unos corazones accesorios, formados por vasos sanguíneos con capacidad contráctil.

3.2.2- Sistema circulatorio cerrado:

En este modelo de sistema circulatorio el medio circulante, llamado sangre, pasa siempre a través de vasos sanguíneos. Se presenta en anélidos, cefalópodos y vertebrados.

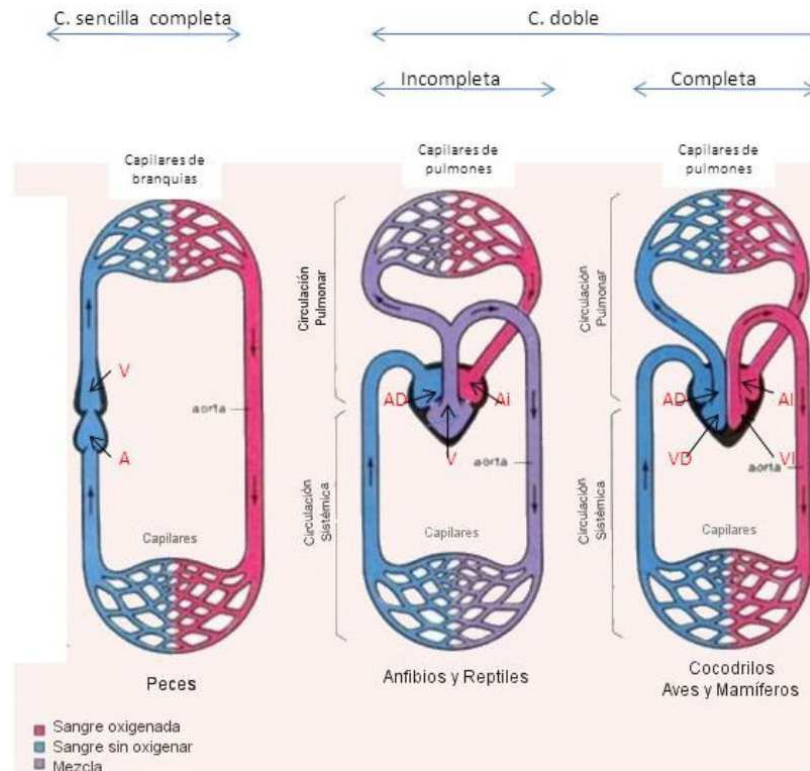
-En anélidos el corazón es tubular y se encuentra en la zona dorsal del animal.

-En vertebrados, el sistema circulatorio se denomina **cardiovascular** y alcanza diversos grados de complejidad, según el nivel de evolución que presente el animal. El sistema circulatorio puede ser simple o doble, con una circulación incompleta o completa.

- **Circulación simple:** Aparece en peces. En esta circulación la sangre sólo pasa una vez por el corazón en cada vuelta. El corazón es tubular y muestra un seno venoso que recoge la sangre, una aurícula y un ventrículo impulsor. La sangre viene de las venas del cuerpo cargada de CO₂ hacia el corazón. El ventrículo impulsa la sangre hacia las branquias, donde se oxigena y circula por arterias para repartirse por el cuerpo. El retorno de la sangre al corazón se realiza mediante venas.

- **Circulación doble:** la sangre pasa dos veces por el corazón por cada vuelta del circuito. Se encuentra en vertebrados terrestres. El recorrido se realiza desde el corazón, saliendo por el ventrículo izquierdo, a los tejidos del cuerpo, para volver a ingresar en el corazón por la aurícula derecha. Esta circulación se denomina circulación mayor. El circuito continúa desde el ventrículo derecho a los pulmones, para volver otra vez al corazón por la aurícula izquierda. Esta circulación es la

circulación menor. Este segundo circuito puede tener una oxigenación incompleta de sangre, en anfibios y reptiles, o completa en aves y mamíferos.

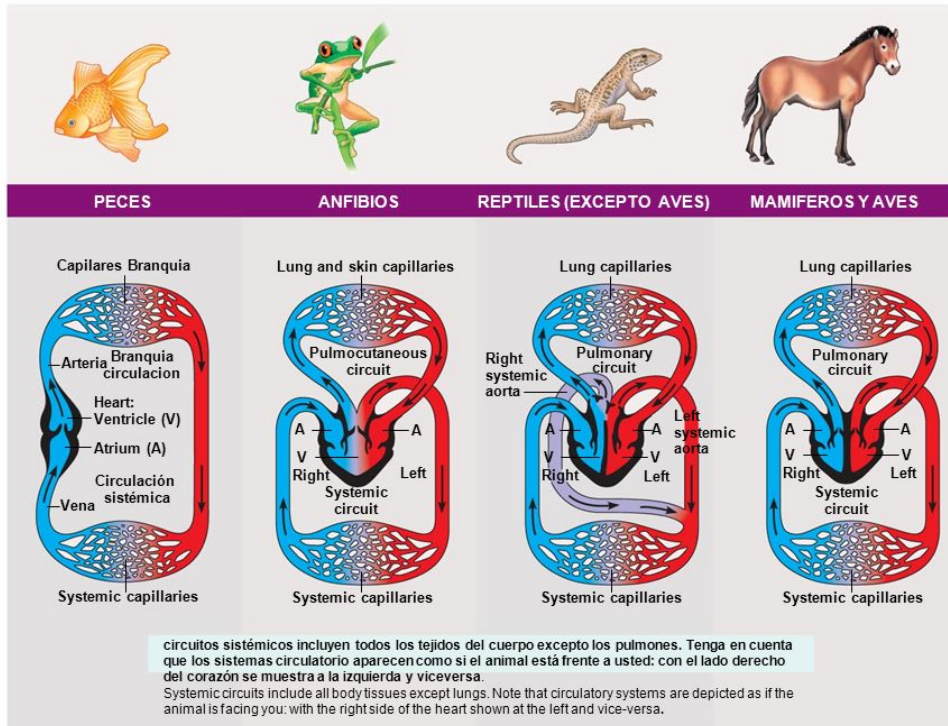


Circulación en anfibios: el corazón en renacuajos funciona como el corazón de un pez. En anfibios adultos está tabicado, formando tres cavidades, dos aurículas y un ventrículo. La sangre proviene de los tejidos llena de CO₂ y entra en el corazón por la aurícula derecha. Pasa al ventrículo y se expulsa fuera del corazón. La sangre que va a los pulmones se oxigena y vuelve por las arterias pulmonares de nuevo al corazón, entrando por la aurícula izquierda. En el único ventrículo se produce la mezcla de sangre oxigenada y carboxilada, por lo que el sistema es poco eficaz, al bombear sangre oxigenada a los pulmones y sangre carboxilada a las células del cuerpo.

Circulación en reptiles: tienen también una circulación doble e incompleta, semejante a los anfibios. Sin embargo, el ventrículo está parcialmente dividido, con lo que la mezcla de sangre oxigenada y carboxilada es menor y la eficacia del corazón es mayor. Los cocodrilos poseen un corazón con ventrículos divididos por un tabique completo, igual que aves y mamíferos.

Circulación en aves y mamíferos: Poseen una circulación doble y completa. La sangre entra carboxilada en el corazón por la aurícula derecha y atraviesa la válvula tricúspide para entrar en el ventrículo derecho. Emerge del corazón por las arterias pulmonares hacia los pulmones, donde se oxigena y vuelve al corazón por las venas pulmonares. Entra por la aurícula izquierda y atraviesa la válvula mitral para entrar

en el ventrículo izquierdo. Sale del corazón hacia los tejidos corporales transportando el oxígeno necesario para el funcionamiento aerobio de las células. El dióxido de carbono es vertido a la sangre y vuelve por las venas hacia el corazón, para entrar de nuevo, por la aurícula derecha.



4- SISTEMAS EXCRETORES

En el metabolismo celular se forma una serie de sustancias que deben ser expulsadas del organismo, pues algunas de ellas son muy tóxicas, como los desechos nitrogenados. Otras no lo son, pero pueden suponer un problema para el animal, dependiendo su hábitat, como son las sales minerales para animales acuáticos. Muchos desechos metabólicos se expulsan a través de la piel, incluso en animales muy evolucionados. Sin embargo, aparecen estructuras especializadas en la filtración del medio interno que, además de expulsar sustancias tóxicas, controlan los parámetros de agua, sales minerales y nutrientes en el interior del animal.

La expulsión de nitrógeno puede realizarse mediante distintas formas moleculares, como son el amoníaco, la urea o el ácido úrico.

- La expulsión en forma de amoníaco implica la posibilidad de capturar abundante cantidad de agua de manera constante, puesto que el amoníaco debe ser expulsado inmediatamente y disuelto en agua. Si esto no fuera así, el animal moriría. Por ello, los animales que expulsan amoníaco como producto de deshecho

nitrogenado son animales que viven en agua, como los peces osteictios. Este tipo de animales reciben el nombre de amoniotélicos.

- Los tiburones y las rayas, anfibios en fase adulta, tortugas y mamíferos expulsan urea como producto nitrogenado de desecho. Estos animales reciben el nombre de ureotélicos. La urea se forma cuando los radicales amino se unen al carbono. Esta sustancia, pese a ser tóxica, puede ser almacenada en el interior del animal siempre que esté disuelta en abundante agua.
- Animales que necesitan restringir la pérdida de agua, como insectos o reptiles, o que no pueden acumular grandes cantidades de agua debido a su modo de vida, como las aves, expulsan ácido úrico como sustancia nitrogenada de desecho. Estos animales reciben el nombre de uricotélicos. Esta sustancia se expulsa en forma sólida y no produce pérdida de agua.

4.1- SISTEMAS EXCRETORES EN INVERTEBRADOS

Los animales diblásticos eliminan las sustancias nitrogenadas por difusión. Este sistema también es seguido por animales triblásticos simples. Sin embargo, es más habitual la presencia de estructuras específicas que cumplen esa función. Podemos encontrar protonefridios, metanefridios, tubos de Malpighi, glándulas verdes y glándulas coxales.

A- Protonefridios

Son estructuras sencillas que aparecen en acelomados o pseudocelomados. Hay dos tipos de protonefridios:

- Células flamíferas: son células grandes con cilios. Conectan unas células del interior del cuerpo con el exterior mediante un pequeño conducto. Los productos nitrogenados pasan de una célula a otra, hasta llegar a la célula flamífera que lo expulsa al exterior, gracias a la corriente que crea el movimiento de los cilios.
- Solenocitos: son células grandes, flageladas, con un collarete. Se asocian unas células con otras formando una cámara a la que se expulsan las sustancias nitrogenadas, que salen al exterior, gracias a la acción de los flagelos.

B- Metanefridios

Aparece en anélidos, moluscos y algunos artrópodos. Son tubos enrollados, con dos aberturas. Un extremo es el nefrostoma, que está en contacto con la cavidad celómica y extrae de ésta todo tipo de sustancias. En el tubo del metanefridio, llamado nefroducto, se produce la reabsorción de los compuestos útiles para el animal. Las sustancias tóxicas se expulsan al exterior a través del nefroporo.

C- Tubos de Malpighi (o Malpigio)

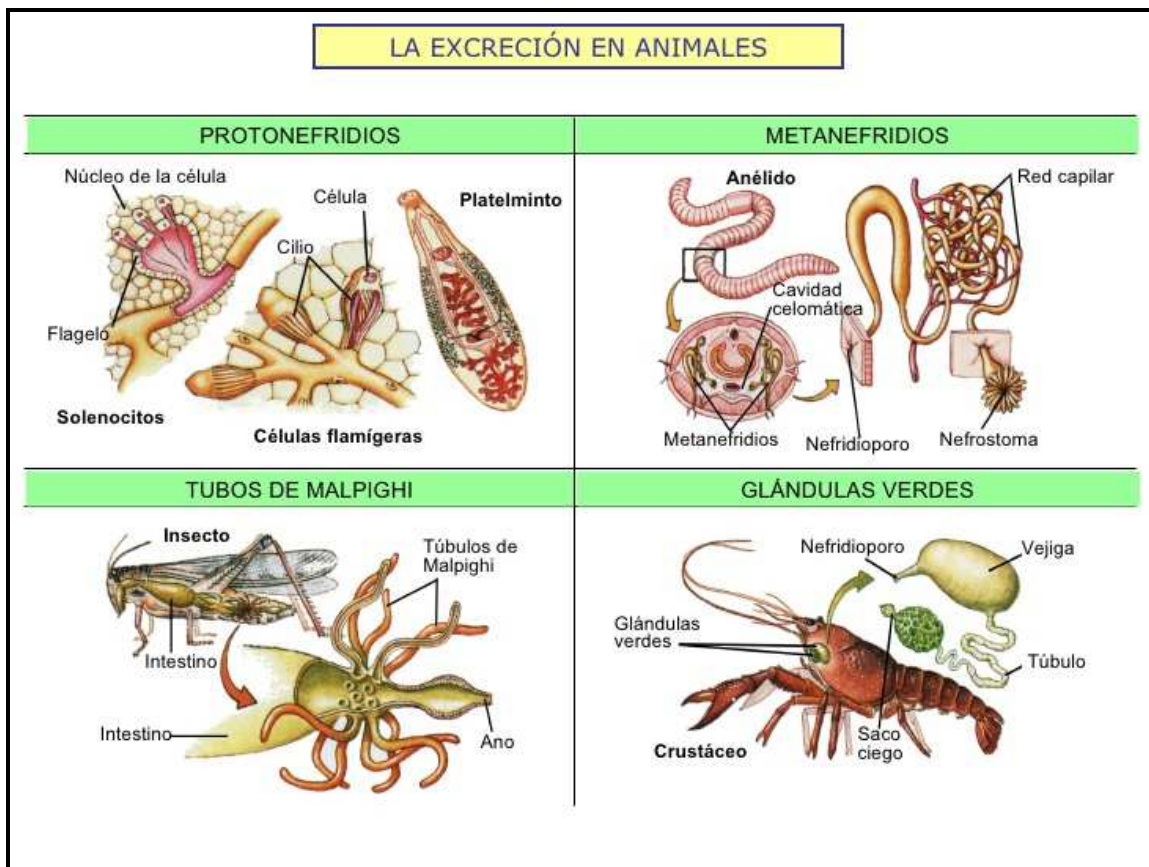
Esta estructura aparece en insectos. Son túbulos con un extremo cerrado y otro abierto al tramo final del intestino del animal. Capta sustancias de la cavidad interna y las expulsa al intestino. En esta zona se reabsorben las sustancias útiles y se expulsan al exterior los desechos nitrogenados.

D- Glándulas verdes (o antenales)

Aparecen en crustáceos. Se encuentran situadas debajo de las antenas. Están formadas por un saco que recoge los compuestos tóxicos, un largo tubo que termina en la vejiga, que es una zona ensanchada donde se acumulan las sustancias nitrogenadas, que se expulsan a través del nefridioporo.

E- Glándulas coxales

Son estructuras similares a las glándulas verdes de crustáceos, que aparecen en arácnidos. Se encuentran al lado de las coxas, que son los primeros artejos de las patas.



4.2- LA EXCRECIÓN EN VERTEBRADOS

Muchas estructuras corporales pueden cumplir la función de excreción de sustancias tóxicas. Entre ellas, cabe citar la piel, que mediante las glándulas exocrinas puede

verter disueltas sustancias al exterior. También, el aparato respiratorio, además de expulsar CO₂, residuo metabólico de la actividad celular, vierte, disperso en la humedad del aire, otras sustancias que el organismo no desea.

Sin embargo, los vertebrados poseen órganos específicos para la eliminación de sustancias nitrogenadas. Además, asociada con esta función, igual que en otros animales, el sistema excretor mantiene constantes en el medio interno los niveles de ciertas sustancias esenciales para la vida. Los órganos encargados de llevar a cabo estas funciones son los riñones. Son órganos pares, formados por túbulos renales. Existen tres tipos de estructuras filtradoras:

Pronefros

Son estructuras que aparecen en los embriones de vertebrados. Están constituidos por gran cantidad de nefrostomas que se unen a un tubo mayor, denominado uréter. Los nefrostomas recogen líquido filtrado de un glomérulo, formado por capilares.

Mesonefros

Aparecen en peces y anfibios en la fase adulta y en embriones de reptiles, aves y mamíferos. El riñón está constituido por un gran número de túbulos que, en su zona inicial, en contacto con el sistema circulatorio, poseen un tramo ensanchado denominado cápsula de Bowman. Cerca de esta cápsula aparece un nefrostoma atrofiado. La cápsula de Bowman absorbe el líquido que se filtra de los capilares del glomérulo.

Los anfibios, como otros animales, utilizan, además de sus estructuras renales, glándulas de la piel para expulsar sustancias tóxicas.

Los peces poseen unos riñones muy primitivos que recorren dorsalmente todo su cuerpo.

Las ranas poseen distintos tipos de riñones, según sean renacuajos o adultos. Ambos tipos son estructuras primitivas.

Metanefros

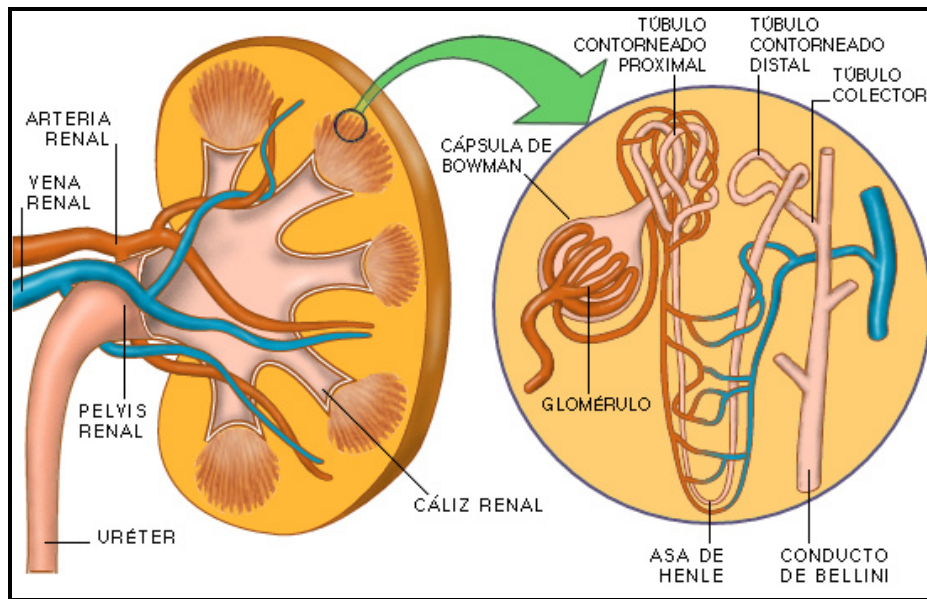
Aparece en reptiles, aves y mamíferos. El riñón está constituido por unos túbulos denominados nefronas. Las nefronas son tubos que se dividen en las siguientes partes:

-Cápsula de Bowman: es una zona inicial ensanchada, que recoge el líquido que se filtra de los capilares del glomérulo.

-Túbulo contorneado proximal: zona tortuosa donde se produce la reabsorción de sustancias disueltas en el líquido filtrado y que son necesarias para el organismo, por lo que pasan de nuevo a la sangre.

-Asa de Henle: es un tramo estrecho y curvado, donde se concentra el líquido que circula por la nefrona. Está rodeado de vasos sanguíneos.

-Túbulo contorneado distal: es otra zona tortuosa, donde continúa la reabsorción de sustancias y aumenta la concentración del líquido circulante. Desemboca en el túbulo colector.



5- RECUERDA: ESQUEMA GENERAL DE LA NUTRICIÓN ANIMAL

