

C.E.A. «Miguel Hernández»
Ceuta

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES

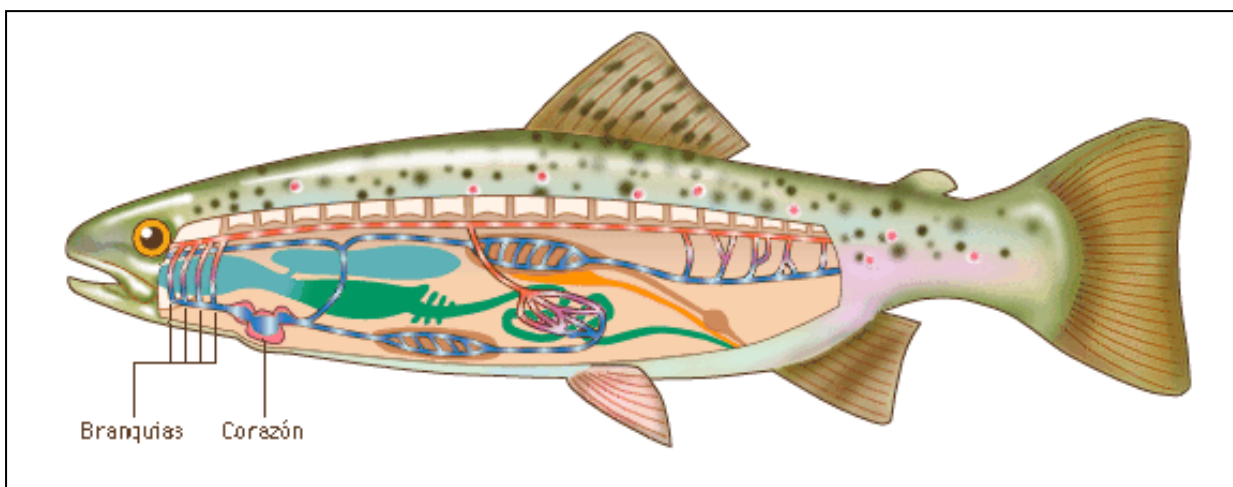
Acceso a:

□ Universidad mayores de 25 años

Biología

Tema 5: FUNCIONES:

+ Nutrición y Metabolismo.



1.- CONCEPTO DE NUTRICIÓN. VARIEDADES.

- ✚ La **nutrición** es el intercambio de materia y energía que todo ser vivo necesita realizar con el medio externo para poder desarrollar su actividad vital.
- ✚ Se llama **metabolismo** al conjunto de reacciones químicas que se llevan a cabo en los seres vivos, concretamente en el interior de las células.
- ✚ Se llama **anabolismo** a los procesos de asimilación o elaboración de principios inmediatos.
- ✚ Se llama **Catabolismo** a los procesos de desasimilación o descomposición de los principios inmediatos.
- ✚ La energía que el ser vivo necesita proviene de procesos catabólicos que constituyen la **respiración**. La descomposición de compuestos orgánicos libera la energía interna contenida. La no utilizada por el organismo se libera en forma de calor.
- ✚ Los procesos anabólicos (materia + energía) sirven para incrementar o reparar la masa orgánica de los mismos.

✚ Según la naturaleza de las sustancias y la forma de adquirir energía existen dos tipos de nutrición:

- ✚ **Autótrofa:** Toman energía libre y sustancias inorgánicas exoenergéticas y sintetizan sustancias orgánicas endoenergéticas. Toman las sustancias necesarias directamente por medio de la **absorción**.

- ✚ **Nutrición fotosintética:** Energía luminosa + clorofila (sólo vegetales)

- ✚ **Nutrición quimiosintética:** Reacciones de oxidación (algunas bacterias)

- ✚ **Heterótrofa:** No pueden captar energía libre ni sintetizar materia orgánica a partir de sustancias minerales. Necesitan materia orgánica endoenergética (materia + energía) (animales, plantas sin clorofila y bacterias). Pueden tomar directamente el oxígeno, el agua y las sales minerales, los compuestos orgánicos deben ser desdoblados mediante el proceso de la **digestión** en sus componentes esenciales.

Poseen diferentes modalidades de digestión y según ésta se clasifican en:

- ✚ **Organismo saprógenos:** Descomponen materia orgánica muerta, absorbiendo los componentes elementales y devuelven sustancias minerales producto de su metabolismo. Son los organismos descomponedores.

- ✚ **Organismo parásitos:** Se nutren a expensas de otro.

- ✚ **Organismo simbióticos:** Obtienen mutuo beneficio con otros organismos.

- ✚ **Organismos biófagos:** Se nutren de seres vivos. Depredadores.

- ✚ **Organismos necrófagos, coprófagos, xilófagos, saprófagos,...:** Se nutren de cadáveres, excrementos, madera, sustancias en descomposición

2.- NUTRICIÓN HETERÓTROFA DE ANIMALES.

- ✚ En los organismos unicelulares y pluricelulares de organización sencilla las células toman directamente los nutrientes y vierten los no utilizados o las sustancias de desecho de su metabolismo.
- ✚ Los pluricelulares de organización compleja deben tener órganos, aparatos o sistemas que desempeñen estas funciones: digestión (A. Digestivo), respiración (A. Respiratorio), excreción (A. Excretor) y transporte (A. Circulatorio).

2.1.- LA DIGESTIÓN EN ANIMALES: FASES DEL PROCESO DIGESTIVO

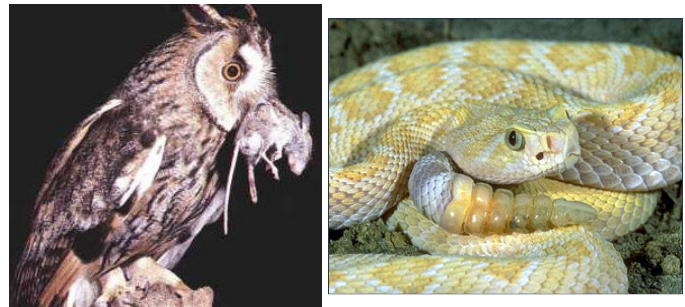
El aparato digestivo debe realizar una serie de actividades. Todas ellas están encaminadas a la adquisición, procesamiento e incorporación de las partículas alimenticias en el cuerpo, así como de la expulsión de todo aquello que no ha sido utilizado. Las fases del proceso digestivo son **ingestión**,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

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.

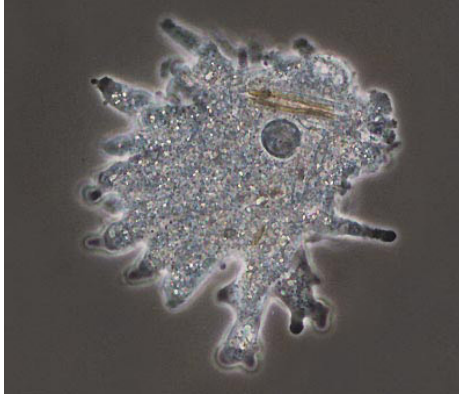


La **microfagia** es practicada por los animales que no seleccionan el alimento, como son aquellos que se nutren de líquidos, animales filtradores. Para este tipo de alimentación también se necesitan estructuras adecuadas, como piezas bucales especiales para la succión, espiritrompa de mariposas o redes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

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.

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 ameba lo hace por **fagocitosis**, formando una vacuola



digestiva.

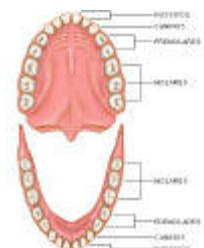
La digestión mixta. Se presenta en animales pluricelulares de organización sencilla. Comienza en la cavidad gastrovascular, segregando enzimas hidrolíticas. Posteriormente, las sustancias nutritivas son fagocitadas por las células que revisten la cavidad, mediante vesículas de endocitosis. Las macromoléculas 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.

Digestión en mamíferos

La digestión en Mamíferos 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** (mucina, amilasa) 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. Por la acción de movimientos peristálticos el quimo avanza hacia el píloro.
- **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**.



El jugo pancreático contiene las siguientes enzimas: **amilasa, lipasa** (descompone las grasas en glicerina y ácidos grasos), dos **proteinasas** y **peptidasas**.

Los jugos intestinales contienen las siguientes enzimas: **enterocinasa, dipeptinasas** y **carbohidrasas** (sacarasa, maltasa, lactasa)

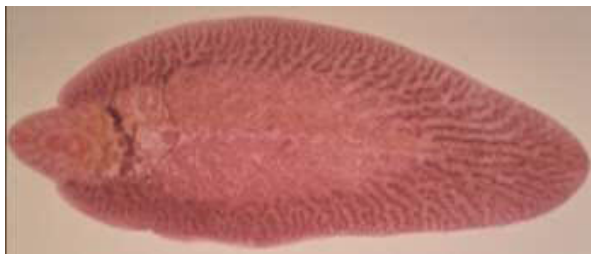
2.2.- INCORPORACIÓN DE OXÍGENO EN ANIMALES.

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.

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 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. 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**.

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.

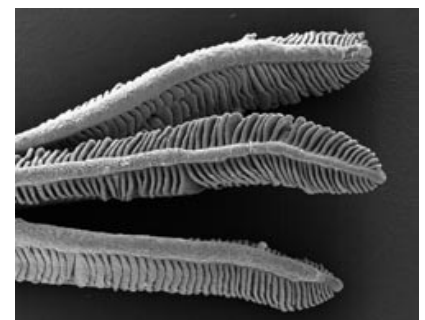
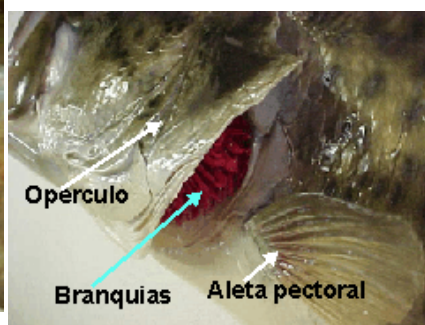
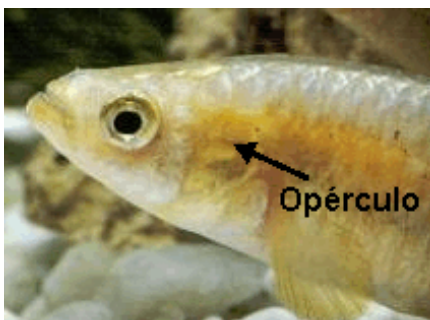
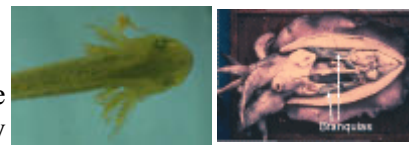
Encontramos este sistema respiratorio en animales como los anélidos, algunos moluscos, y anfibios; incluso, en ciertos equinodermos. En moluscos y anfibios es necesario complementar su función con otros sistemas respiratorios.



Respiración branquial

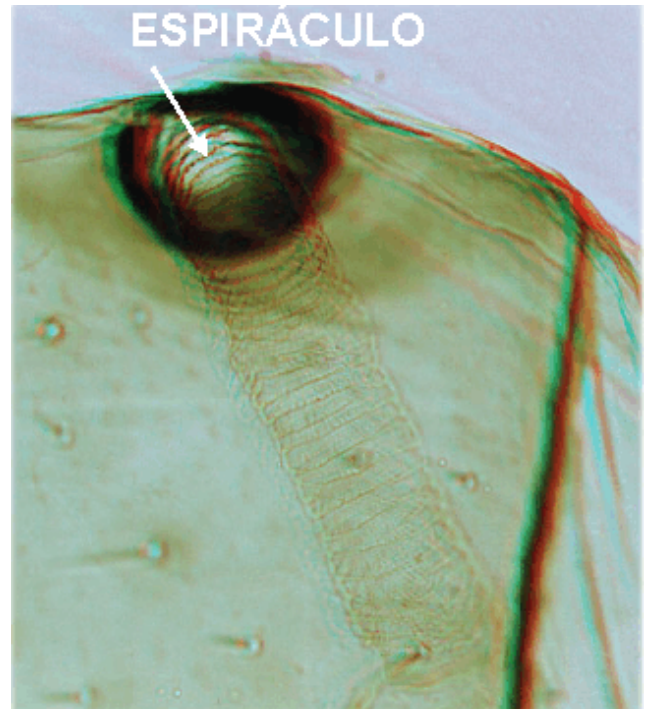
Las estructuras respiratorias son las **branquias**, en forma de repliegues tegumentarios o estructuras muy finas que están muy irrigadas y envueltas por agua. Pueden ser branquias **externas**, poco evolucionadas, o **internas**, más evolucionadas, ya que al encontrarse en el interior están más protegidas. 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.



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. Los tubos se abren al exterior a través de unos orificios que se pueden cerrar mediante **espiráculos**.



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.

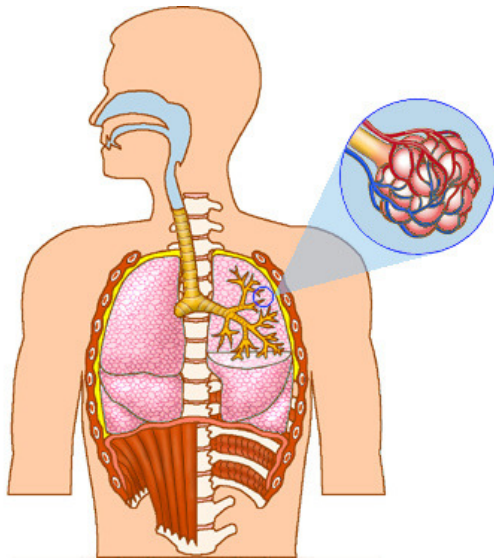
La **respiración cutánea** y el intercambio de gases a nivel **bucofaríngeo** en las **ranas** constituye un aporte de oxígeno vital, pues el intercambio pulmonar es insuficiente. La respiración pulmonar sólo se desarrolla en algunos adultos, puesto que en forma de renacuajo, la respiración es **branquial**.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



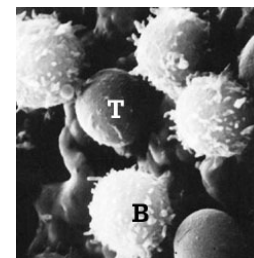
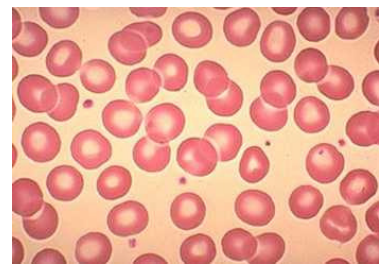
2.3.- EL TRANSPORTE DE NUTRIENTES EN LOS ANIMALES.

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 (corazón)** que movilice ese medio circulante a través de todo el cuerpo.

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 y contienen unas células llamadas **amebocitos**. 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.
- **Hemolinfa:** Contiene dos tipos de células: **amebocitos** y **hemocitos**. Se encuentra en **moluscos** y **artrópodos**. En los moluscos y crustáceos aparece un pigmento transportador de oxígeno, **la hemocianina**. 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 hematíes, leucocitos y plaquetas.
- **Linfa:** está presente en **Vertebrados** y está contenida en los vasos linfáticos, constituyendo el sistema linfático, conectado con el sistema sanguíneo. Carece de pigmentos transportadores de oxígeno. Está formada por células de tipo leucocitos llamados **linfocitos**. Realiza funciones de transporte de lípidos y de defensa.



TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

En función de que el medio líquido realice su recorrido siempre por el interior de vasos conductores o solamente lo haga en algunos tramos, los sistemas circulatorios se clasifican en:

- ✚ **Sistemas circulatorios abiertos o lagunares.**
- ✚ **Sistemas circulatorios cerrados.**

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 o lagunas celómicas**. El corazón impulsor de la hemolinfa está abierto al hemocele por unos orificios denominados **ostiolos**. 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.



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 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**.

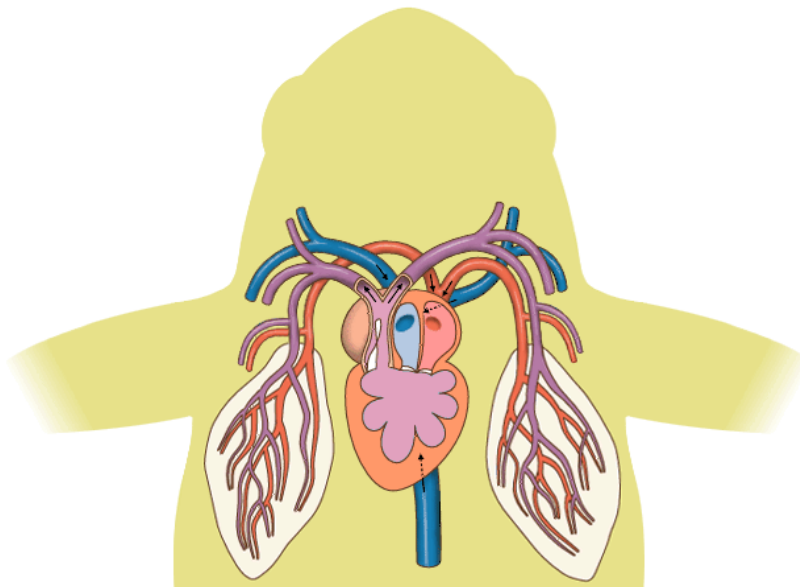
- **Circulación simple:** aparece en peces. En esta circulación la sangre sólo pasa una vez por el corazón en cada vuelta. El corazón es tubular y muestra un **seno venoso** que recoge la sangre, una **aurícula** y un **ventrículo** impulsor. La sangre viene de las venas del cuerpo cargada de CO₂ hacia 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.



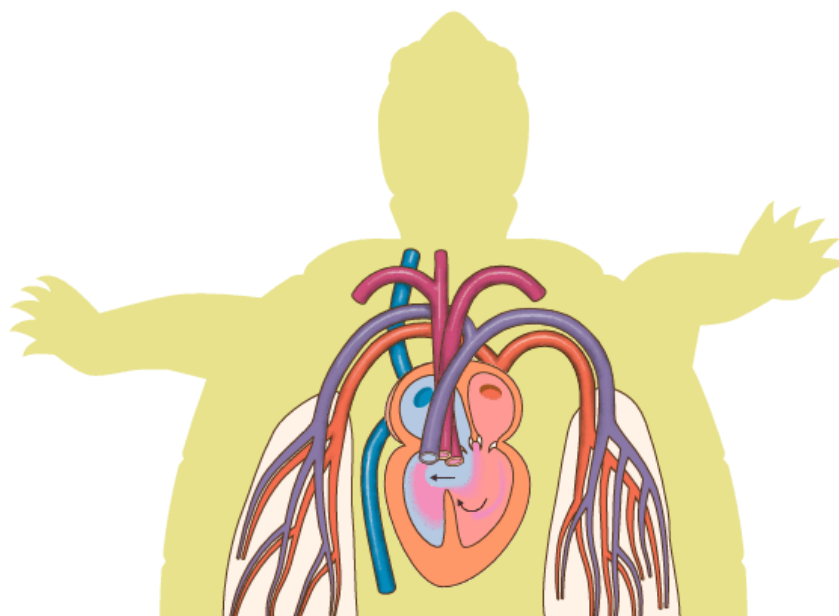
Circulación doble: la sangre pasa dos veces por el corazón por cada vuelta del circuito. Se encuentra en vertebrados terrestres. El recorrido se realiza desde el corazón, saliendo por el **ventrículo izquierdo**, a los tejidos del cuerpo, para volver a ingresar en el corazón por la **aurícula derecha**. 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.

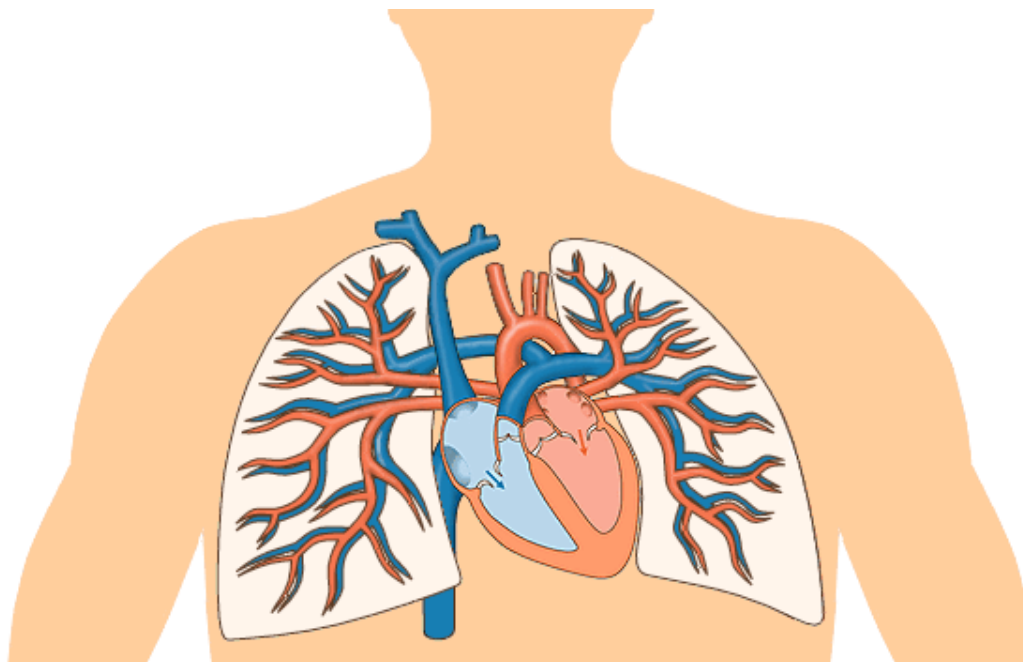


- **Reptiles:** tienen también una circulación doble e incompleta, semejante a los anfibios. Sin embargo, el ventrículo está parcialmente dividido, con lo que la mezcla de sangre oxigenada y carboxilada es menor y la eficacia del corazón es mayor. Los cocodrilos poseen un corazón con ventrículos divididos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



- **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.



2.3.- LA EXCRECIÓN EN LOS ANIMALES.

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**.

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

✚ **Protonefridios:** Son estructuras sencillas que aparecen en anélidos y moluscos. Hay dos tipos de protonefridios:

- **Células flamígeras:** 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 flamígera que lo expulsa al exterior, gracias a la corriente que crea el movimiento de los cilios.
- **Solenocitos:** son células grandes, flageladas, con un collarite. 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.

✚ **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**.

✚ **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.

✚ **Glándulas verdes (o antenas)**: Aparecen en **crustáceos**. Se encuentran situadas **debajo de las antenas**. Están formadas por un **sáculo** que recoge los compuestos tóxicos, un largo tubo excretor que termina en la vejiga, que es una zona ensanchada donde se acumulan las sustancias nitrogenadas, que se expulsan a través del **nefridioporo** o poro excretor.

✚ **Riñones**: son los órganos excretores característicos de los vertebrados. En ellos se elabora la orina, constituida por una disolución acuosa de sales minerales, urea y ácido úrico. También contiene pigmentos que le dan el color característico.

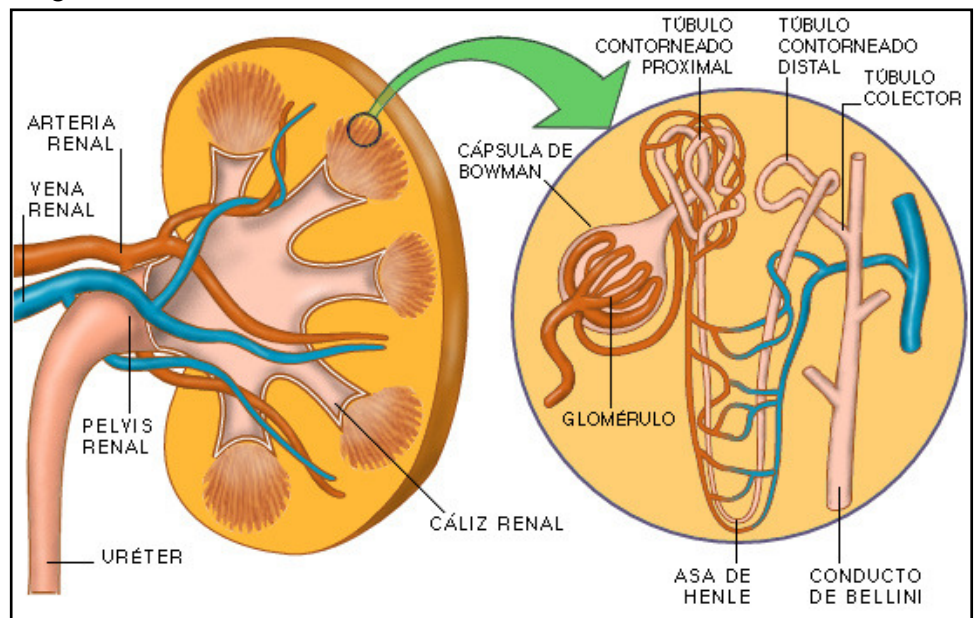
Son órganos pares, formados por túbulos renales. El riñón está constituido por unos túbulos denominados **nefronas**. Las nefronas son tubos que se dividen en las siguientes partes:

- **Corpúsculo de Malpighio**, compuesto por el **glomérulo** (conjunto de capilares en forma de ovillo) y la **Cápsula de Bowman**: es una zona inicial ensanchada que rodea al glomérulo y recoge el líquido que se filtra de los capilares del glomérulo.

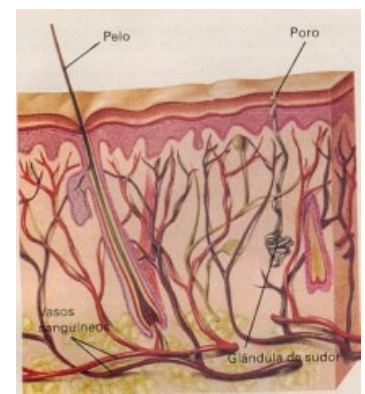
- **Túbulo contorneado proximal**:

continuación de la pared externa de la cápsula de Bowman; 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 **conducto colector**.



Glándulas sudoríparas: Conjunto de órganos tubulares localizados en la piel de algunos mamíferos. Cada glándula está constituida por un largo tubo que se inicia formando un apilotonamiento en la capa profunda de la



piel y termina abriéndose al exterior a través de un fino poro. Segrega un líquido semejante a la orina, pero más diluido: **el sudor**.

✚ **Hígado:** realiza también una función excretora ya que con la bilis se segregan ciertos productos de desecho al intestino.

ÓRGANOS IMPLICADOS EN LA EXCRECIÓN EN LOS VERTEBRADOS				
Productos de desecho	Origen del producto	Órgano productor	Órgano de excreción	Medio excretor
Urea	Por la degradación de aminoácidos	Hígado	Riñones	Orina
Ácido úrico	Por la degradación de purinas	Hígado	Hígado	Orina
Pigmentos biliares	Por la degradación de hemoglobina	Hígado	A. digestivo	Heces
Agua	Respiración celular	Conjunto de células del organismo	Riñones Piel Pulmones	Orina Sudor Vapor de agua
CO ₂	Respiración celular	Conjunto de células del organismo	Pulmones	Aire espirado

3.- METABOLISMO DE AZÚCARES, GRASAS Y PROTEÍNAS.

3.1.- RESPIRACIÓN Y FERMENTACIÓN.

La **respiración** se define como la fase oxidativa del catabolismo, a través de la cual los seres vivos obtienen la energía que necesitan para realizar sus actividades vitales; es pues, el metabolismo energético de los seres vivos.

Todos los organismos necesitan realizar la respiración para así aportar energía para realizar todas las actividades.

Los organismos fotosintéticos (plantas con clorofila) captan esta energía del exterior, pero ésta sólo es utilizada para realizar la transformación en energía química mediante la síntesis de materiales orgánicos. El resto de energía debe proceder de la descomposición de la materia orgánica en los procesos de respiración.

En la respiración la materia orgánica se **oxida** y se **deshidrogena** perdiendo electrones y protones. Estos son ganados por otras sustancias **reduciéndose e hidrogenándose**. La respiración es un proceso **redox: proceso de oxidación - reducción**. Las reacciones químicas no se producen de manera instantánea sino que se dan de manera progresiva para que la energía liberada no sea tan intensa como para destruir la célula.

Según la participación o no del oxígeno libre en la respiración se distinguen dos tipos de respiración:

- ✚ **Aerobia:** oxidación completa transformándose en material inorgánico con contenido energético escaso.
- ✚ **Anaerobia:** oxidación incompleta. El rendimiento energético es mayor al quedar sustancias orgánicas con un potencial energético. Se llama también **respiración intramolecular**.

Se denomina **fermentación** a la descomposición de la materia orgánica mediante organismos anaerobios, los cuales toman del exterior la materia orgánica, devolviendo los productos finales de su proceso respiratorio.

La respiración anaeróbica no es exclusiva de los organismos causantes de las fermentaciones; incluso algunos animales homeotermos a consecuencia de un trabajo intenso no reciben oxígeno en los músculos, realizando éstos una fermentación láctica de la glucosa.

ENZIMAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA RESPIRACIÓN	
NAD / NADP / FAD ¹	Transporte de electrones y protones
A(CoA)	Activa el ácido acético.
ADP	Capta energía y se convierte en ATP
ATP	Capta y almacena la energía, luego la libera al convertirse en ADP

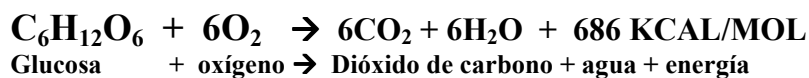
3.2.- METABOLISMO CATABÓLICO Y ANABÓLICO DE LOS CARBOHIDRATOS.

En los procesos anabólicos que conducen a la síntesis de los carbohidratos existen dos fases:

- ✚ **La elaboración de la glucosa:** La elaboración de la glucosa a partir de componentes minerales sólo la pueden realizar los organismos autótrofos (con clorofila). Las células de los organismos heterótrofos pueden sintetizar la glucosa a partir del **ácido pirúvico**. Este proceso es denominado: **gluconeogénesis**, realizado en el interior de las mitocondrias.
- ✚ **Obtención de polímeros (polisacáridos)** a partir de la glucosa. Se necesitan enzimas y energía suficiente para llevar a cabo las reacciones químicas necesarias. Se inicia siempre por **fosforilización de la glucosa**.

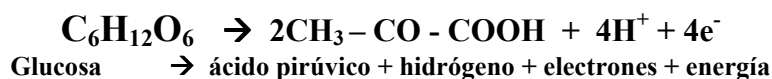
3.2.1.- CATABOLISMO DE LA GLUCOSA: RUTA AEROBIA. RUTA ANAEROBIA.

La glucosa es el material respiratorio más importante para todos los seres vivos. La mayor parte de la energía que utilizan las células proviene del catabolismo(degradación) de la glucosa. La degradación total de la glucosa que se lleva a cabo durante la respiración aerobia (en presencia de oxígeno) responde a la siguiente ecuación:

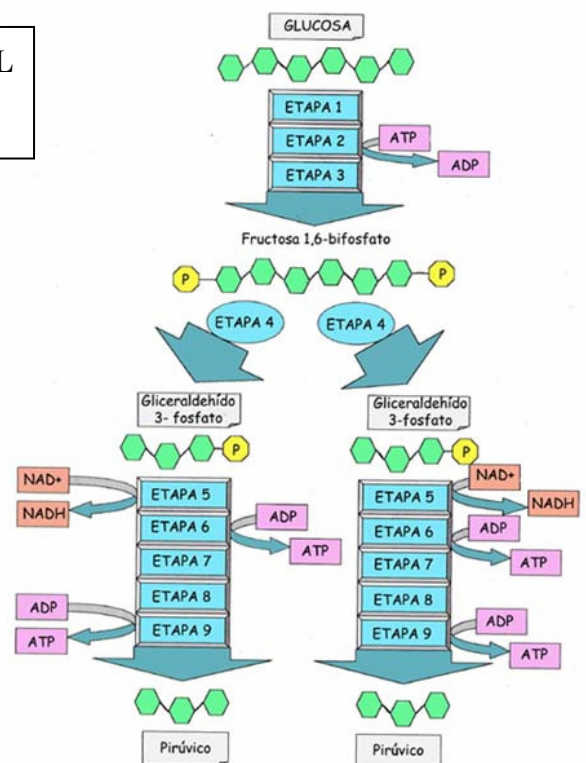
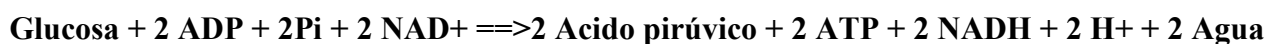


Esta reacción se realiza en las mitocondrias y conlleva la realización de tres fases:

- ✚ **Glucólisis:** Se desarrolla fuera de las mitocondrias, en el hialoplasma sin intervención de oxígeno. Durante la glucólisis cada molécula de glucosa se desdobra en dos moléculas de **ácido pirúvico**.



Se produce en todas las células vivas, desde procariontas hasta eucariotas animales y vegetales. Se necesita la energía de 2 moléculas de ATP para iniciar el proceso, pero una vez iniciado se producen 2 moléculas de NADH y 4 de ATP por lo que el balance final es de: 2 NADH y 2 ATP por molécula de glucosa:

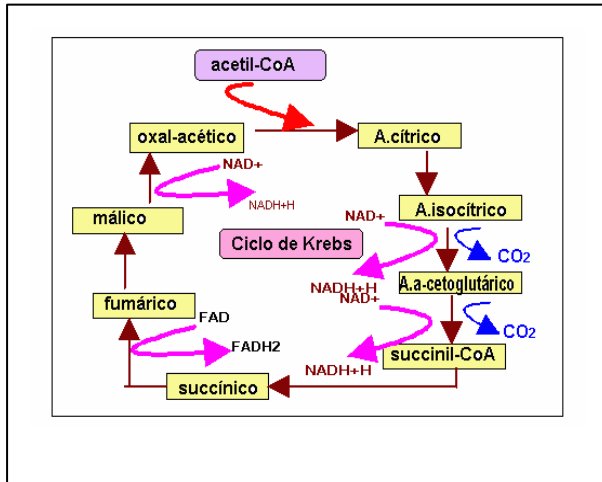
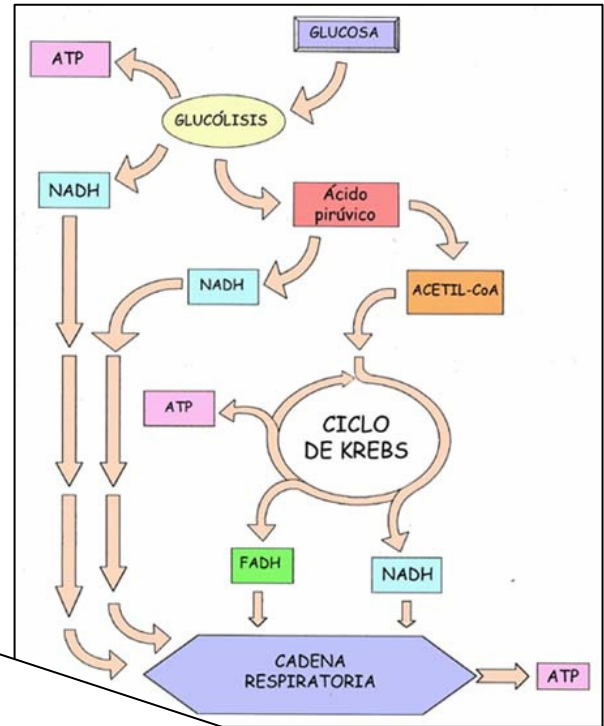


¹ NAD = Nicotinamida-adenina-dinucleótido.
NADP= Nicotinamida-adenina-dinucleótido-fosfato.

A partir del **ácido pirúvico** el catabolismo de la glucosa puede seguir dos caminos: uno **aeróbico** que conduce al **ciclo de Krebs**, y otro **anaeróbico** que conduce a las **fermentaciones**.

RUTA AERÓBICA:

- ✚ **Ciclo de Krebs:** tiene lugar en la matriz de la mitocondria en presencia de oxígeno. El **ácido pirúvico** debe transformarse en **ácido acético**; éste mediante reacciones químicas se transforma en **ácido cítrico** con el que comenzará el Ciclo de Krebs.



- ✚ **Cadena respiratoria:** También llamada **cadena de transporte electrónico**. La cadena respiratoria acontece en las crestas mitocondriales, donde se encuentran las enzimas necesarias y específicas que permiten el acoplamiento energético y la transferencia de electrones. Para este proceso se necesita oxígeno en la célula.

La molécula de glucosa que inició la glucólisis está completamente oxidada. Parte de su energía se ha invertido en la síntesis de ATP. Sin embargo, la mayor parte de la energía está en los electrones capturados por el NAD^+ y el FAD.

Cuando los electrones se mueven por la cadena transportadora van liberando energía. Esta energía se emplea para fabricar ATP, a partir de ADP, en el proceso de **fosforilación oxidativa**.

RUTA ANAERÓBICA: FERMENTACIONES. Cuando el catabolismo se realiza en condiciones anaeróbicas, es decir cuando el último aceptor de hidrógenos o electrones no es el oxígeno, sino una molécula orgánica sencilla, las rutas de degradación de la glucosa se llaman **fermentaciones**.

Los tipos de fermentaciones más conocidas son:

FAD = falvin-adenina-dinuclótido.

- ✚ **Fermentación alcohólica:** A través de ésta, el ácido pirúvico se transforma en **alcohol etílico** ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} + \text{NAD}$)
- ✚ **Fermentación láctica:** El ácido pirúvico se reduce formando **ácido láctico**.

3.3.- METABOLISMO CATABÓLICO Y ANABÓLICO DE LAS GRASAS.

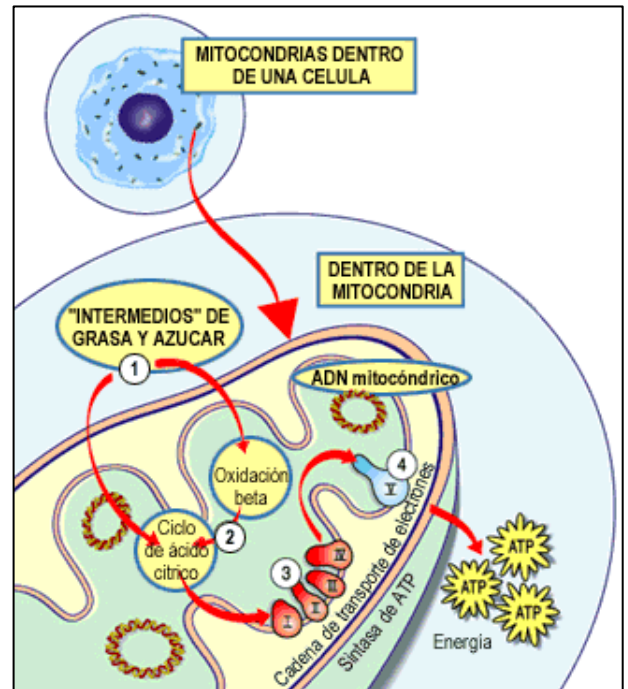
En el catabolismo de las grasas ha de producirse la **hidrólisis** mediante la acción de enzimas **lipasas** que las desdoblarán en **ácidos grasos** y **glicerina**.

Los ácidos grasos se oxidan completamente en un proceso conocido como: **β -oxidación**.

Los ácidos grasos son moléculas que suponen importantes depósitos de energía para la célula. En un primer término los triglicéridos deben ser hidrolizados en el citoplasma por la acción de las lipasas, originándose glicerol y sus correspondientes ácidos grasos. Los ácidos grasos inmediatamente son degradados en la mitocondria en la **β -oxidación** y el glicerol pasa a la ruta catabólica glucolítica incorporándose al Ciclo de Krebs.

Antes de ser oxidados, los ácidos grasos reaccionan con acetilCoA en la membrana de la mitocondria. Una vez han penetrado en la matriz mitocondrial, los ácidos grasos se degradan secuencialmente eliminando dos carbonos en cada vuelta del ciclo de la llamada Hélice de **Lynnen**.

El anabolismo de las grasas se produce en la pared intestinal donde reaccionan los ácidos grasos con la glicerina ingresando en el sistema linfático y de aquí pasarán al sistema sanguíneo. Las no utilizadas se almacenarán como reserva en el tejido adiposo.



3.4.- METABOLISMO CATABÓLICO Y ANABÓLICO DE LAS PROTEÍNAS.

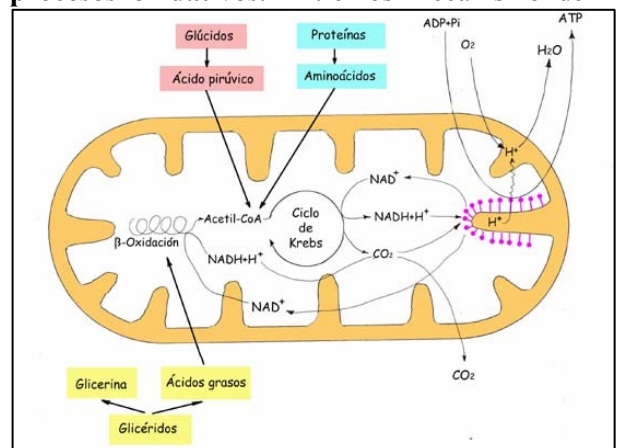
El catabolismo de las proteínas tiene dos fases independientes:

- ✚ **Descomposición de la proteína hasta la liberación de aminoácidos integrantes.**
- ✚ **Desintegración de los aminoácidos mediante procesos oxidativos.** Entre los mecanismo de oxidación destacamos:
 - **La transaminación:**
 - **La desasimilación oxidativa:**

Respecto al anabolismo de los aminoácidos cabe destacar que son las plantas las únicas que pueden sintetizar todos los aminoácidos. Los animales sólo sintetizan algunos, otros sólo pueden ser adquiridos mediante la ingestión de vegetales, son los llamados **aminoácidos esenciales** o **indispensables**.

4.- NUTRICIÓN AUTÓTROFA EN VEGETALES: FOTOSÍNTESIS.

La nutrición autótrofa se caracteriza porque partiendo de sustancias inorgánicas (carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno) obtenidas del anhídrido carbónico, nitratos y agua e incorporando a las mismas energía libre sintetizan la materia orgánica.



Se pueden distinguir dos tipos fundamentales:

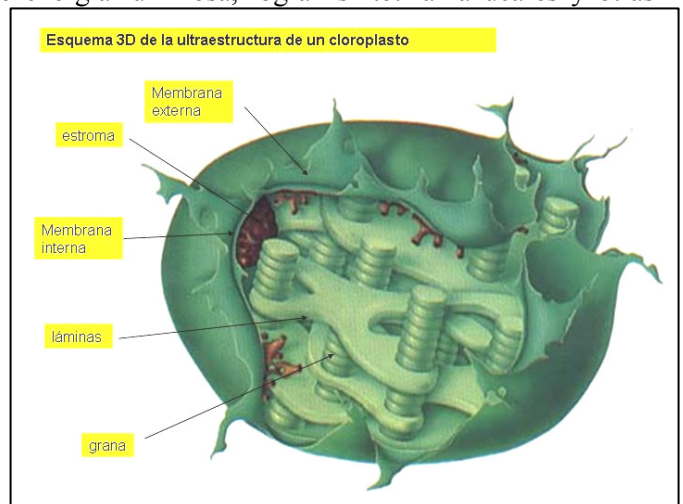
- ✚ **El del Carbono:** Se produce simultáneo al del Hidrogeno y el Oxígeno. Se forman **monosacáridos, glicerina y ácidos grasos**
- ✚ **El del Nitrógeno:** Se forma amoniaco que mediante reacciones químicas puede llegar a transformarse en aminoácidos.

4.1.- FOTOSÍNTESIS DEL CARBONO.



La **fotosíntesis**, también llamada **función clorofílica** es el proceso de nutrición por el cual éstas , a partir del anhídrido carbónico y agua, y con la incorporación de energía luminosa, logran sintetizar azúcares y otras sustancias orgánicas con desprendimiento de oxígeno.

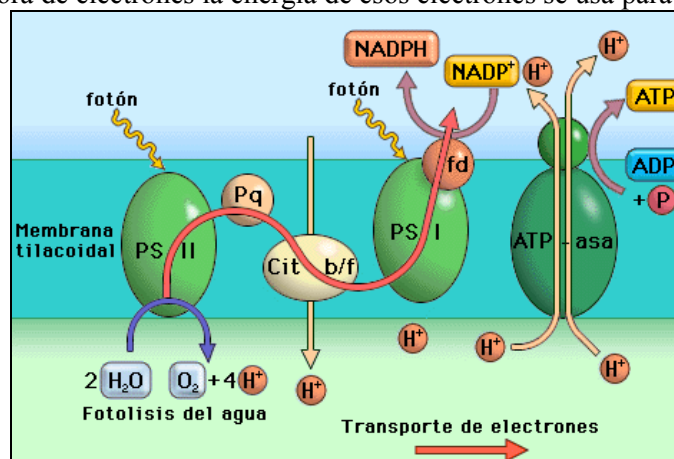
La fotosíntesis permite que las células capten la energía luminosa del sol y la transformen en energía química, la única energía útil para cualquier ruta metabólica. La energía es aprovechada para la síntesis de moléculas y la que no se utiliza se almacena en moléculas energéticas. El proceso de transformación de energía del sol en energía química se realiza en los **cloroplastos**.



Para que la energía de la luz sirva para algo en el ser vivo, debe ser capturada por moléculas que sean capaces de absorberla. Estas sustancias que capturan la luz se llaman pigmentos y se encuentran en los **tilacoides** de los cloroplastos. Estos pigmentos pueden ser: **clorofilas** (a y b), **xantofilas**, **carotenoides**, etc.

La fotosíntesis consta de dos fases:

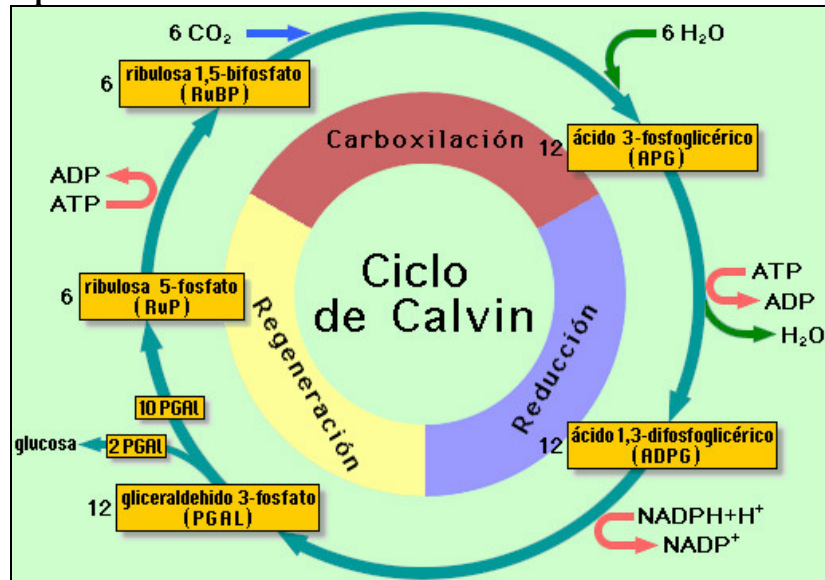
- ✚ **La fase lumínica** que depende de la luz y se realiza en los tilacoides de la **grana** de los cloroplastos. Los electrones liberados tras la incidencia de la luz en los fotosistemas se usa para formar NADPH. En la cadena transportadora de electrones la energía de esos electrones se usa para sintetizar ATP.



- ✚ **La fase oscura**, independiente de la luz y sin utilizar la clorofila. Se realiza en el **estroma** y en ella se usa la energía (ATP y NADPH) de la fase luminosa para fijar dióxido de carbono y obtener moléculas

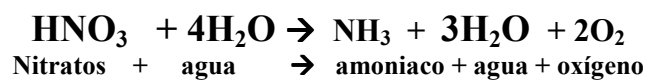
orgánicas. La fuente de carbono es el CO₂, la fuente de nitrógeno son los nitratos y nitritos y la de azufre los sulfatos. Todo este proceso se realiza mediante un ciclo cerrado que recibe el nombre de **Ciclo de Klabin** que posee tres fases:

- Fase de carboxilización:
- Fase de reducción.
- Fase de recuperación:



4.2.- FOTOSÍNTESIS DEL NITRÓGENO.

El nitrógeno incorporado por las plantas debe ser transformado en amoníaco para poder ser incorporado a los aminoácidos. Este proceso necesita la luz y se desarrolla de manera semejante a la fotosíntesis del carbono. Su fórmula química sería:



La síntesis de compuestos orgánicos nitrogenados y azufrados se lleva a cabo mediante la reducción de iones, nitrato y sulfato del suelo, gracias al ATP y al NADPH sintetizados en la fase luminosa.

Se distinguen dos fases: **Fase luminosa**, **Fase oscura**.

