



COLEGIO DE BACHILLERES

BIOLOGÍA II

FASCÍCULO 2. METABOLISMO DEL INDIVIDUO

**Autores: Angélica Noemí Noguera Hernández
Marisa Eulogia Salinas Sánchez**



Colaboradores

**Asesor de contenido
Juan Luis Cifuentes Lemus**

**Asesora pedagógica
Olivia Hernández Romero**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

PROPÓSITO

CUESTIONAMIENTO GUÍA

CAPÍTULO 1 METABOLISMO DEL INDIVIDUO

1.1 NUTRICIÓN

- 1.1.1 NUTRICIÓN Y TRANSPORTE EN PLANTAS
- 1.1.2 NUTRICIÓN EN HONGOS
- 1.1.3 NUTRICIÓN EN ANIMALES
PRÁCTICA DE LABORATORIO NÚM. 1:
“DIGESTIÓN QUÍMICA”

1.2 RESPIRACIÓN

- 1.2.1 INTERCAMBIO GASEOSO EN ANIMALES
- 1.2.2 MECÁNICA DE LA VENTILACIÓN
PULMONAR
- 1.2.3 MECANISMO DE INTERCAMBIO GASEOSO
- 1.2.4 TRANSPORTE DE GASES
- 1.2.5 INTERCAMBIO DE GASES EN VEGETALES
PRÁCTICA DE LABORATORIO NÚM. 2:
“RESPIRACIÓN EN EL HOMBRE”

1.3 EXCRECIÓN

- 1.3.1 ESTRUCTURAS EXCRETORAS EN
ANIMALES
- 1.3.2 EXCRECIÓN DE LAS PLANTAS

1.4 TRANSPORTE

1.4.1 TRANSPORTE EN LOS ANIMALES

RECAPITULACIÓN

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

LINEAMIENTOS DE AUTOEVALUACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El tema Metabolismo del individuo pretende motivarte para que, a partir de una reflexión analítica y práctica, seas capaz de comprender cómo el intercambio de materia y energía entre el organismo y el medio determina sus etapas de crecimiento, desarrollo y producción, así como el mantenimiento de su organización.

Todos los seres vivos tomamos del medio externo los nutrientes necesarios para nuestras funciones vitales, luego los transformamos químicamente para utilizarlos como fuente de energía y como materiales para construir partes del cuerpo.

La suma de las reacciones químicas y energéticas que ocurren dentro de un organismo se denomina *metabolismo*. Este proceso comprende dos etapas: una anabólica o de síntesis que demanda energía y otra catabólica o de degradación que pone la energía a disposición del organismo.

El metabolismo depende principalmente de las funciones de nutrición, respiración y excreción, así como de un sistema de transporte que los relaciona.

En los organismos pluricelulares existen diversas estructuras que participan en los intercambios de materia y energía que se describen y analizan en este capítulo.

A través del aprendizaje de su contenido podrás vincular las actividades metabólicas con muchas de tu vida cotidiana, tales como comer, respirar y eliminar desechos. Dichas actividades te proporcionan la energía necesaria para tu buen desarrollo físico y mental; así mismo tendrás elementos para comprender las relaciones de alimentación entre los organismos y cómo fluye la materia y la energía en la Naturaleza.

PROPÓSITO

¿Qué vas a aprender?

El contenido de este capítulo te permitirá:

- Comprender cómo a través de *metabolismo* es posible la transformación de la materia y de la energía en los organismos.
- Establecer diferencias entre las diversas estructuras que intervienen en los procesos de *nutrición, respiración, excreción y transporte* en hongos, plantas y animales.
- Reconocer que estas diferencias son resultado de un largo proceso evolutivo que involucra una adaptación al medio.

¿Cómo lo vas a lograr?

- Identificando y analizando las estructuras que intervienen en los intercambios de materia y energía para que el individuo realice su proceso metabólico, considerando los grupos representativos de cada uno de los reinos: hongos, plantas y animales.
- Estableciendo comparaciones de estructura y función en cada uno de los reinos.
- Realizando las actividades teórico – prácticas que se proponen al final de cada tema o subtema.

¿Para qué te va a servir?

- Te permitirá reconocer cómo el proceso evolutivo influye y determina el grado de complejidad a que han llegado los seres vivos.
- Te facilitará entender que cada estructura y su función en el organismo está relacionada en forma directa con su capacidad de adaptación al medio.
- Te permitirá tener acceso a conocimientos biológicos más complejos.

CUESTIONAMIENTO GUÍA

Cuando observamos por primera vez algún organismo, cualquiera que sea, nos surge una serie de cuestionamientos referente a la morfología y funcionamiento de sus estructuras, que nos llevan a compararlo con algunos ya conocidos y preguntarnos: ¿De qué se alimentan? ¿A través de qué lo hacen? ¿Lo realizarán de la misma manera que el hombre?

Esto nos hace reflexionar que los organismos que observamos de manera cotidiana en nuestro entorno, en lo morfológico son distintos y, por lo tanto, pertenecientes a grupos diferentes, lo cual nos hace suponer que existen diferencias entre ellos en cuanto a sus estructuras y procesos fisiológicos como nutrición, respiración y excreción.

Si nos referimos a nutrición, ¿sabes cómo lo hacen las plantas o los animales? ¿Qué sucede con el alimento dentro de un tubo digestivo? ¿De qué manera llegan los nutrientes a todas las células de un organismo pluricelular?

Si analizamos que los alimentos son fuente de energía y materia para el organismo y que dicha energía es liberada de los alimentos por un proceso de oxidación de la célula denominado *respiración celular*, podemos percatarnos de que el proceso respiratorio con la participación del oxígeno tiene relación con el proceso nutritivo. ¿Sabes cómo llega el oxígeno a todas las células del organismo para que se concreten estas reacciones metabólicas?

Recordarás que como consecuencia de estas reacciones se forman compuestos químicos no útiles que deben ser eliminados o reabsorbidos de acuerdo con las necesidades del individuo y que esto se realiza a través de estructuras excretoras. ¿Recuerdas cuáles son esos compuestos? ¿Cuáles son las estructuras excretoras en plantas y animales? ¿De qué manera funcionan?

CAPÍTULO 1

METABOLISMO DEL INDIVIDUO

1.1 NUTRICIÓN

La nutrición se define como el proceso por el cual los seres vivos toman del medio las materias primas necesarias para efectuar su metabolismo, así como la distribución interna de las mismas a todas las células del cuerpo para que el organismo se alimente como un todo.

Los materiales que llegan a las células se utilizan para construir partes del cuerpo, por lo que crecen, reparan sus tejidos, sustituyen las células muertas por nuevas e intervienen en el desarrollo, reproducción y mantenimiento del cuerpo. Este proceso de síntesis requiere energía (anabolismo). Otros materiales al ser degradados liberan energía (catabolismo). Esta queda disponible tanto para los procesos de síntesis como para el movimiento y otras formas de trabajo.

Los nutrientes inorgánicos que todos los organismos toman del medio son el agua, las sales minerales, así como algunos gases del aire como el bióxido de carbono y el oxígeno.

En lo que a los nutrientes orgánicos se refiere los organismos son autótrofos o heterótrofos.

Los *autótrofos* elaboran nutrientes orgánicos a partir de los inorgánicos y una fuente de energía que puede ser química (quimiosintéticos) o luminosa (fotosintéticos).

Los *heterótrofos*, además de los suministros inorgánicos, requieren del consumo de carbono contenido en los nutrientes orgánicos, ya elaborados. Dentro de esta categoría hay tipos holozoicos, saprófitos y parásitos.

Los holozoicos se alimentan de trozos de material orgánico que ingieren, digieren y luego absorben. Comprenden de manera principal a los animales con sistemas digestivos.

Los saprófitos se alimentan de cualquier cosa no viva que contenga material orgánico como restos de cuerpos vegetales, animales o sus desechos. Descomponen la materia orgánica contenida en ellos para después absorberla. A este grupo pertenecen los hongos y algunas bacterias.

Los parásitos absorben el material orgánico directo de los tejidos de huéspedes vivos. Algunos hongos y lombrices intestinales (céstodos) corresponden a este grupo.

1.1.1 NUTRICIÓN Y TRANSPORTE EN PLANTAS

Las células vegetales que forman el cuerpo de una planta combinan las sustancias inorgánicas simples como bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) y sales minerales entre las que se encuentran los nitratos, para elaborar sus alimentos; éstos son compuestos orgánicos complejos como la glucosa, y a partir de ella sintetizan almidón, grasas, proteínas y vitaminas. Obtienen la energía necesaria para este proceso de la luz solar, del que depende toda vida en el planeta y que conocemos como *fotosíntesis*; como un subproducto de esa actividad, la planta libera oxígeno molecular (O_2), que los organismos aerobios utilizan en la respiración (figura 1). Si tienes alguna duda sobre el proceso de fotosíntesis, consulta el fascículo III de Biología I.

Las plantas habitan en diversos medios; por ejemplo, las algas, de estructura sencilla, viven en el agua; otras como las briofitas fuera de ella pero confinadas a ambientes húmedos; por último, existe un grupo cuya existencia es por completo terrestre, como las traqueofitas, situadas en una escala filogenética superior. Todas son pluricelulares y en el curso de su historia evolutiva han desarrollado estructuras para resolver los problemas que plantea el medio en que viven. Uno de estos problemas es la adquisición de nutrientes para la elaboración de sus alimentos, el cual solucionan de la siguiente manera:

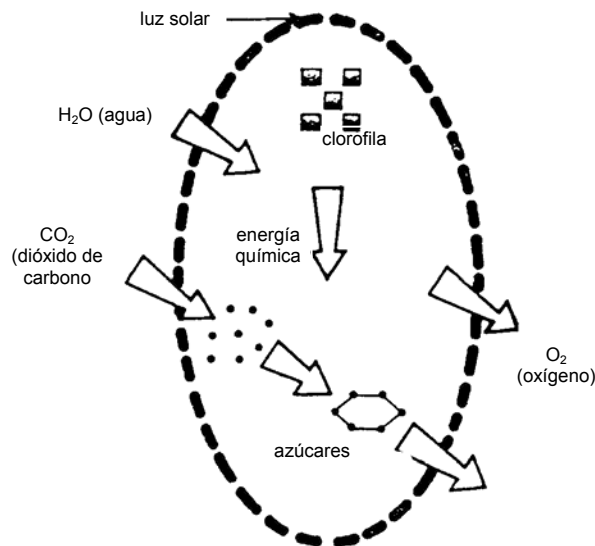


Figura 1. La fotosíntesis en el proceso mediante el cual las plantas verdes elaboran su alimento.

Las algas absorben sus nutrientes en forma directa del medio, a través de las membranas de sus células por difusión; en las briofitas, los nutrientes se difunden por la superficie del cuerpo. La fuente de agua es el suelo y, aunque no tiene raíces poseen estructuras semejantes a ellas llamadas *rizoides* que fijan la planta al suelo, de donde obtienen el agua y los minerales disueltos por difusión. El CO₂ lo absorben del aire, éste debe disolverse en la humedad que cubre su superficie y penetra a través de poros dispuestos en las hojas de donde pasa al interior de las células fotosintéticas.

Las plantas terrestres más complejas, como las traqueofitas, enfrentan problemas que las algas y las briofitas no tienen, pues en éstas los materiales básicos para la fotosíntesis llegan a las células por simple difusión, debido a su pequeño tamaño y a sus estructuras sencillas. Las traqueofitas son más grandes y muchas de sus células están aisladas del medio externo. En éstas los nutrientes penetran y se distribuyen a través de estructuras bastante especializadas; éstas son: *la raíz, el tallo y las hojas*, que describiremos brevemente para entender cómo funcionan.

Raíz. La mayoría de las plantas tienen un sistema de raíz consistente en muchas raíces secundarias y pelos radicales; las raíces secundarias se desarrollan a partir de la raíz primaria que se forma durante la germinación. La parte externa de la raíz es la *epidermis*, de ella se extienden numerosas vellosidades denominadas *pelos radicales*; cada pelo puede medir hasta un centímetro de longitud (figura 2).

El agua es absorbida del suelo y penetra a través de los pelos radicales por medio de ósmosis. La concentración de los minerales disueltos, los azúcares, los aminoácidos y otros compuestos es mayor en el citoplasma de los pelos radicales que en el suelo que los rodea; el suelo tiene más agua que los pelos radicales; por esa diferencia de concentración, el agua se mueve del suelo hacia ellos; ésta pasa a través de las células de la corteza hasta llegar a la endodermis; el agua que viene de la corteza pasa al citoplasma de dichas células y de ahí a la del xilema para comenzar a ascender por el tallo.

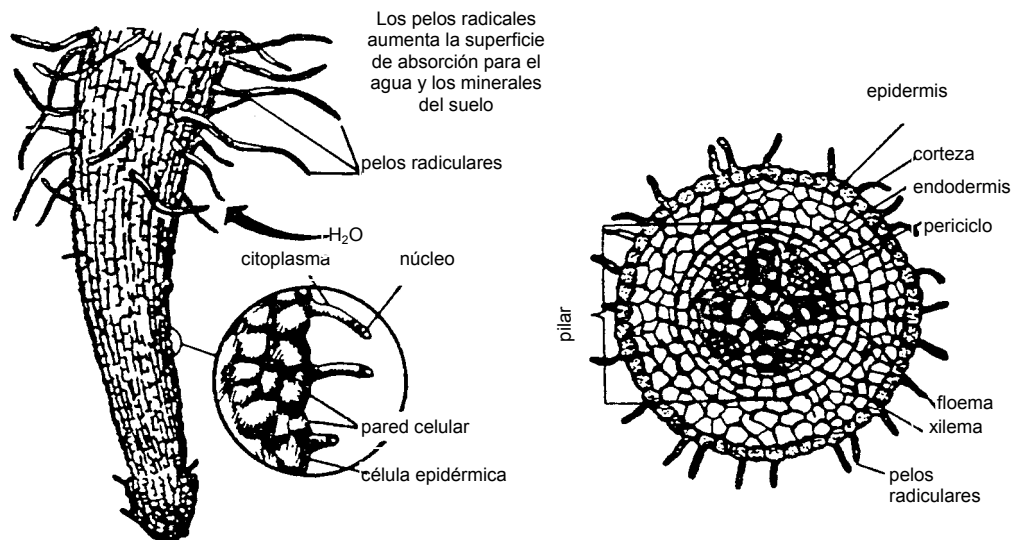


Figura 2.

Los minerales penetran a los pelos radicales por transporte activo; éste es un proceso que usa energía para mover sustancias a través de la membrana celular, de un área de baja concentración a otra de alta concentración. Ya dentro de la raíz, los minerales se mueven de una célula a otra por difusión hasta que alcanzan el xilema y son transportados dentro de la planta en solución con el agua. Otras funciones de la raíz son el anclaje de la planta al suelo y el almacenamiento de los alimentos.

Tallo. Es el eslabón entre las raíces que absorben agua y minerales, y las hojas que elaboran el alimento; los tejidos vasculares del tallo se continúan con los de éstos dos y son vía de paso para el intercambio de sustancias. El tallo y sus ramas sostienen las hojas exponiéndolas a la luz, a la vez que soportan flores y frutos. Algunos tallos contienen células con clorofila y efectúan la fotosíntesis, otros tienen células especializadas para almacenar almidón y otros nutrientes.

Hoja. La superficie superior e inferior de la hoja está cubierta por una capa continua de cera (cutícula) que protege a la hoja de la pérdida de agua. Por debajo de la epidermis superior, se encuentra el mesófilo, formado por dos tipos de tejido: el parénquima empalizada y el parénquima esponjoso (figura 3).

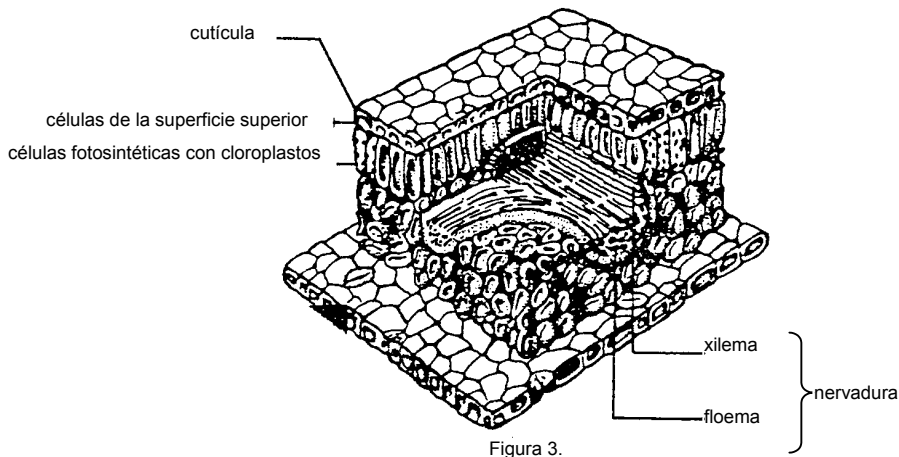


Figura 3.

El primero está formado por células alargadas dispuestas de modo vertical, con abundantes cloroplastos donde se efectúa con mayor eficiencia la fotosíntesis; el segundo, situado bajo el anterior, tiene células irregulares con cloroplastos que dejan espacios por los que circula el aire, constituyendo depósitos de oxígeno (O_2) y bióxido de carbono (CO_2). En esta capa están las venas que contienen los vasos de xilema y floema.

La epidermis inferior tiene numerosos poros, llamados *estomas*, por los que penetra el bióxido de carbono del ambiente externo hacia el mesófilo donde se utiliza para la fotosíntesis. El oxígeno se difunde a través de ellos hacia el ambiente exterior. Observa el esquema del corte transversal de la hoja y localiza las estructuras antes descritas.

En las algas y briofitas no existe un sistema de transporte, los nutrientes necesarios para la fotosíntesis se difunden a través de los espacios intercelulares y los desechos metabólicos se mueven al exterior de la misma manera.

En las *traqueofitas* aparece el *sistema vascular*, un sistema de transporte eficiente que satisface sus necesidades. Está formado por dos clases de tejidos vasculares especializados: el *xilema* y el *floema*, que se encuentran en todas las partes de la planta, raíces, tallos y hojas. El xilema está formado por un conjunto de células llamadas *traqueídas*, éstas son células muertas cuyas paredes tienen engrosamientos de lignina; están colocadas una a continuación de la otra formando conjuntos de tubos. El agua y minerales disueltos en ella forman una disolución que asciende por el xilema de la raíz y del tallo, hasta llegar a las hojas, para ser utilizados en la fotosíntesis (figura 4). El movimiento ascendente del agua se debe a varios fenómenos: presión radical, transpiración y fuerzas de cohesión.

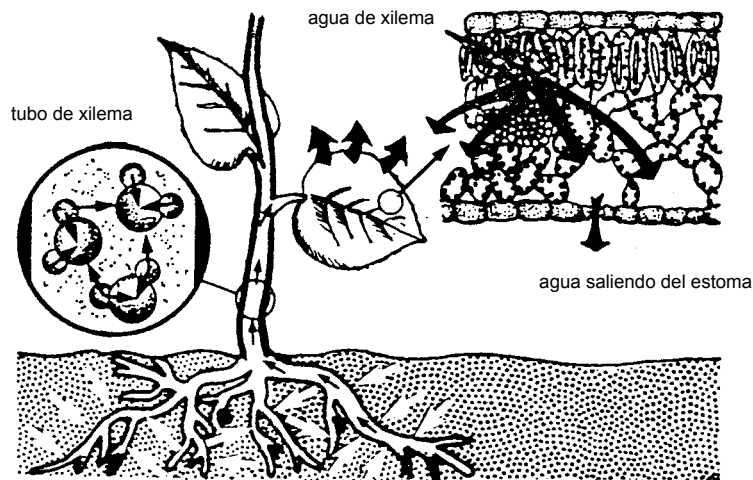


Figura 4. El movimiento del agua hacia las partes superiores de los tallos de los árboles se explica por la teoría de la cohesión – tensión. La cohesión entre las moléculas de agua (en el interior del círculo) proporciona al agua un aumento de densidad. La transpiración de las hojas proporciona un <<tirón>> de esta agua densa en los vasos del xilema.

Mediante la fotosíntesis, el agua y el CO_2 en la hoja se transforman en un líquido que contiene moléculas orgánicas, principalmente azúcares, que debe ser conducido a todas las células del vegetal. Este transporte corre a cargo del *floema*, formado por los *tubos cribosos*; cada uno de éstos consta de células largas colocadas una a continuación de la otra unidas por los extremos, y en éstos se localizan las placas cribosas, con orificios capaces de cerrarse para controlar el flujo del alimento. Alrededor de estos tubos están las células acompañantes, esenciales para la función del transporte.

A diferencia de las células del xilema (figura 5), los vasos cribosos y las células acompañantes son células vivas (figura 6), con abundante citoplasma y de paredes delgadas que participan en forma activa. El azúcar que entra en las venas de la hoja se bombea mediante transporte activo hacia los tubos cribosos del floema; así, aumenta la concentración de azúcar en el floema ubicado cerca de las células de la hoja. Al elevarse la concentración de azúcar en los tubos cribosos, el agua entra en ellos por ósmosis desde las células del xilema cercano; este movimiento hacia los tubos cribosos aumenta su presión de turgencia. Este fenómeno obliga a las moléculas de azúcar a pasar al siguiente tubo criboso donde se repite el mismo proceso.

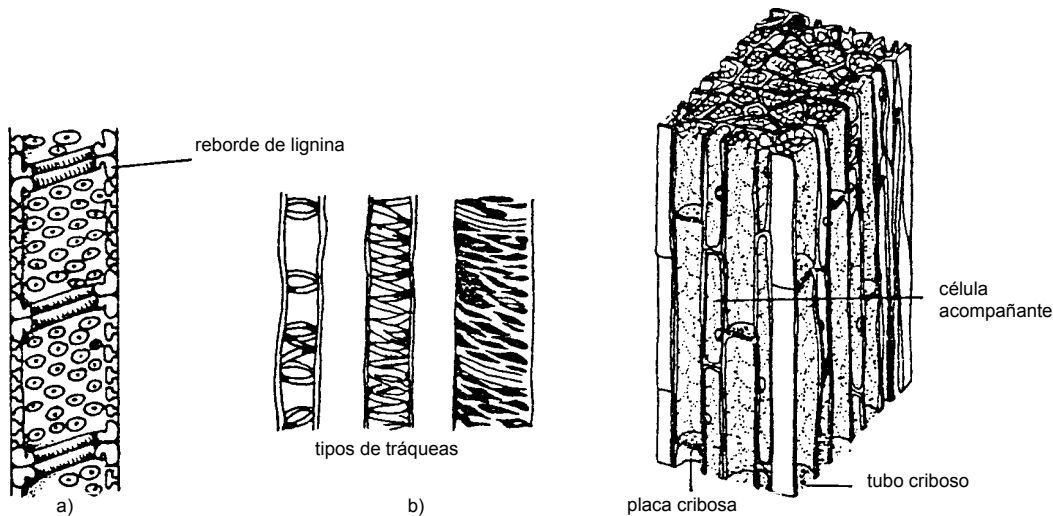


Figura 5. a) Estructura de un vaso leñoso;
b) distintos tipos de vasos leñosos.

Figura 6.

Cuando las moléculas de azúcar llegan a las raíces, pasan a las células, donde se almacenan en forma de almidón, y se utilizan de inmediato en la respiración y en los procesos de síntesis de otros compuestos (ácidos grasos, aminoácidos, proteínas, vitaminas y hormonas). El mecanismo de transporte del alimento en la planta se conoce como *translocación* y ocurre en dos sentidos.

Las sustancias orgánicas se originan en las hojas, por lo que la mayor parte del transporte es hacia abajo, es decir, de las hojas al resto de la planta. Sin embargo, en aquellas estaciones del año en que se pierden las hojas, la fotosíntesis se reduce, y el déficit de alimento promueve que el que está almacenado en las raíces y en el tallo se transporte a otras partes de la planta; entonces el movimiento del alimento se da hacia arriba por el floema.

1.1.2. NUTRICIÓN EN HONGOS

Los organismos pluricelulares que no elaboran sus propios alimentos pertenecen al grupo de los heterótrofos; éstos toman del medio moléculas orgánicas complejas (carbohidratos, grasas y proteínas) que necesitan digerir para asimilarlas; también incorporan agua, minerales y vitaminas. A este grupo corresponden los hongos y los animales cuya existencia depende directa o indirectamente de los autótrofos.

Éstos obtienen las moléculas orgánicas de su ambiente por absorción directa. Los hongos no tienen la capacidad de ingerir grandes partículas de alimentos, no presentan boca, intestinos o ano. Para transformar los alimentos en forma líquida, de manera que puedan absorber sus nutrientes, secretan enzimas digestivas, que se vierten sobre el sustrato (un trozo de pan, tortilla y restos de cuerpos animales o vegetales), descomponiéndolo; luego las hifas pueden absorber los productos líquidos y

provechosos de la digestión extracelular. El micelio es la parte digestiva y de absorción de los hongos. Observa la figura 7 y relacionala con lo que acabas de leer.

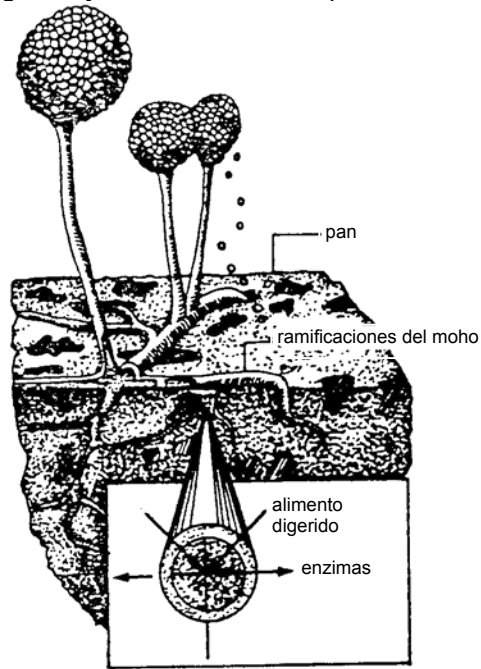


Figura 7. Las enzimas producidas por las ramificaciones filamentosas del moho del pan se difunden hacia éste y digieren el almidón. Los azúcares producidos por esta digestión son luego absorbidos por las células del moho.

1.1.3. NUTRICIÓN EN ANIMALES

Los animales toman del medio partículas vegetales o animales, las cuales ingieren, digieren, absorben y después eliminan como residuos de la digestión, por lo que requieren de un sistema digestivo que transforma las sustancias complejas en sustancias sencillas que puedan atravesar las membranas de sus células para ser asimiladas. La digestión es la función básica del aparato digestivo. Éste, por su forma general, difiere en los distintos animales por sus detalles anatómicos y en los procesos fisiológicos según la naturaleza del alimento, la forma de vida y otros factores. Todos los métodos para tomar el alimento y emplearlo se parecen en que las sustancias del ambiente externo se llevan al contacto íntimo con las membranas de superficies internas en las cuales se verifica la digestión y la absorción.

La *ingestión* se puede definir como la toma mecánica de los alimentos; en los animales más grandes incluye la deglución y el transporte hacia una cavidad digestiva (estómago o una estructura similar).

La *digestión* es un proceso en el que las moléculas complejas e insolubles se descomponen en moléculas simples y solubles de fácil difusión. De esta manera, pueden

ser absorbidas y atravesar las membranas celulares para incorporarse al metabolismo. La digestión puede ser física o química. La primera comprende la masticación, humedecimiento y mezcla los alimentos para formar una masa blanda que pueda deglutirse con facilidad; la digestión química implica reacciones químicas de hidrólisis, en las que intervienen enzimas específicas para cada tipo de alimento.

La *absorción* es el paso de los nutrientes digeridos en forma previa y directa a través de las membranas de las células en los animales más sencillos o bien por la pared del intestino donde se incorporan al sistema circulatorio en los animales de estructura compleja.

La *egestión* se refiere a la eliminación de residuos digestivos; estos desechos no se consideran productos de excreción ya que jamás pasaron a formar parte de las células del organismo.

La ingestión se realiza a través de una abertura llamada boca, u orificio por donde penetra el alimento para ser conducido a los órganos digestivos. Se originó durante el proceso evolutivo de los animales y se ha modificado de acuerdo con la complejidad del organismo, al tipo de alimento y modo de vida del animal.

Evolución del aparato digestivo

En los protozoarios como el paramecio (*Paramecium*) aparecen los primeros indicios en la formación del tubo digestivo. En estos organismos existe un surco oral permanente llamado *citofaringe*, tapizada por cilios que conducen las partículas hacia el citostoma (boca) de donde pasan a la vacuola digestiva y son digeridas.

Nota: Recuerda que los protozoarios no son animales, ya que pertenecen al reino Protista.

En las esponjas (*Porifera*) se distinguen células flageladas, los coanocitos, que tapizan unos conductos interiores del animal, éstos capturan y digieren su alimento; al igual que en los protozoarios, la digestión es intracelular.

En los celentéreos como la hidra (*Hydra*), aparece una boca rodeada de tentáculos que ayudan a la captura del alimento, ésta conduce a una cavidad digestiva en forma de saco tapizada de células digestivas que secretan enzimas hacia esta cavidad descomponiendo el alimento (digestión extracelular); algunas partículas son fagocitadas por las células de la cavidad para formar vacuolas digestivas y continuar la digestión (digestión intracelular).

En los demás animales se observa como tendencia evolutiva la formación de un tubo digestivo. Éste puede ser incompleto o completo.

En los platelmintos (excepto las tenias) aparece el aparato digestivo en forma de tubo ramificado que comunica al exterior por la boca, localizada en la parte ventral y media del animal y se abre hacia una cavidad muscular llamada *faringe*; éste órgano puede extenderse fuera de la boca para tomar el alimento, luego es conducido al intestino donde se efectúan la digestión y la absorción. El tubo digestivo es incompleto por la

ausencia de ano, ya que los alimentos entran por el mismo orificio por el que salen los residuos de la digestión; el tipo de digestión es intracelular y extracelular (figura 8).

En la mayor parte de los animales el tubo digestivo comunica al exterior por dos aberturas: boca y ano, y está separado de los espacios internos del cuerpo por membranas. Este tubo se denomina completo porque el alimento entra por la boca, pasa por varios órganos para ser almacenado, digerido y absorbido; los residuos digestivos que quedan son expulsados por el ano en el extremo opuesto. De esta manera, cada órgano es un especialista en la línea de ensamble del aparato digestivo. En los vertebrados, el aparato digestivo está constituido por los siguientes órganos (figura 9).

La *boca* y la cavidad bucal en general con dientes para coger, desgarrar y masticar el alimento, y la lengua puede ayudar a la captura y manejo del mismo; la mayoría de los vertebrados terrestres poseen glándulas salivales para lubricar el alimento e iniciar la digestión, en particular del almidón.

La *faringe* posee aberturas branquiales en los peces y anfibios acuáticos. Suele ser musculosa y su acción favorece la deglución.

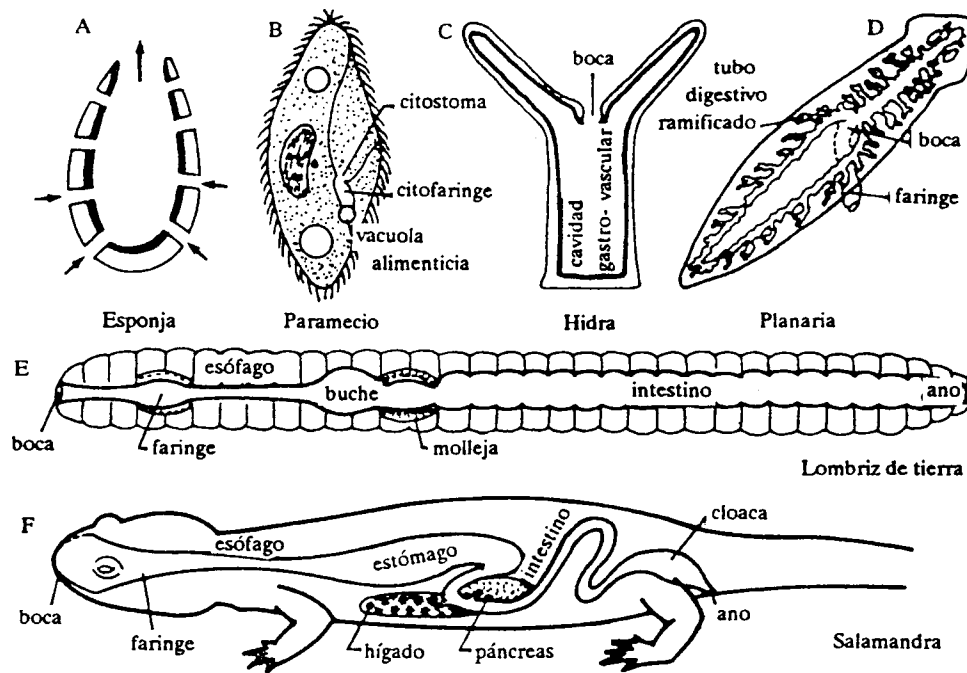


Figura 8. Tipos de sistema digestivo en los animales. A. *Esponjas*: las capas negras indican la posición de los coanocitos. B. *Paramecio*: con una boca definida. C. *Hidra*: boca y saco digestivo. D. *Planaria*: boca y tubo digestivo ramificado, pero sin ano. E. *Lombriz de tierra*: tubo digestivo con secciones diferenciadas, completo, con boca y ano terminales. F. *Vertebrado*: completo, tracto parcialmente arrollado con partes especializadas y glándulas digestivas, ano en la base de la cola.



Figura 9. Esquema de la estructura y actividad del tubo digestivo de un vertebrado.

El *esófago* se encuentra a continuación de la faringe; su longitud está relacionada con la del cuello del animal.

¿En qué animales es más corto? ¿En cuáles es más largo?

El *estómago* es una dilatación del tubo digestivo, por lo general es un saco y su forma está relacionada con la del animal y su tipo de alimentación.

El estómago es un órgano musculoso que origina movimientos peristálticos que contribuyen a la digestión mecánica de los alimentos. Su revestimiento interno presenta glándulas que vierten directamente a la cavidad los productos que elaboran. Estos productos son:

1. Moco que lubrica sus paredes y las protege de la acción de enzimas y del ácido clorhídrico (HCl).
2. Ácido clorhídrico con pH de 1.0 indispensable para transformar enzimas inactivas en activas para la digestión.
3. Enzimas digestivas (ver tabla 1).

Estas secreciones en conjunto constituyen el jugo gástrico.

El *intestino* es un tubo largo que ocupa la mayor parte del abdomen; su longitud se relaciona con el tipo de alimentación: es más corto en los carnívoros que en los herbívoros, y está separado del estómago por una válvula llamada *píloro*.

Los mamíferos presentan diferenciación entre intestino delgado e intestino grueso; el primero es más desarrollado que en el resto de los vertebrados y se divide en tres regiones: duodeno, yeyuno e íleon. El intestino grueso es más ancho y corto, termina en el recto que comunica al exterior por el ano. En los peces, anfibios, reptiles y aves la cloaca sirve como órgano de excreción, de eliminación de residuos digestivos y de expulsión de células sexuales; en los mamíferos existen orificios especiales para estas funciones.

Las funciones del intestino delgado son:

1. Completar la digestión química (ver tabla 1).
2. La absorción de los nutrientes a través de sus paredes hacia el sistema circulatorio.

Una vez que el alimento adquiere en el estómago una consistencia adecuada pasa a este órgano, el cual posee en sus paredes internas glándulas digestivas que secretan el jugo intestinal que también contiene moco para protección de sus paredes.

Tabla 1. Digestión química.

GLÁNDULAS	ENZIMAS	SUSTRATOS	PRODUCTOS
Salivales	amilasa salival	almidón	Maltosa
Estómago (jugo gástrico)	Pepsina	proteínas	polipéptidos
	lipasa	grasas	ácidos grasos y glicerina
Intestino delgado (jugo intestinal)	maltasa	maltosa	glucosa
	lactasa	lactosa	glucosa y galactosa
	invertina	sacarosa	glucosa y fructosa
	lipasa	grasas	ácidos grasos y glicerina
	erepsina	polipéptidos	Aminoácidos
Páncreas (jugo pancreático)	amilasa	almidón	maltosa
	lipasa	grasas	ácidos grasos y glicerina
	tripsina	polipéptidos	aminoácidos

En los vertebrados existen dos grandes glándulas digestivas accesorias del aparato digestivo: el *hígado* y el *páncreas*, unidas mediante conductos al intestino delgado en la región duodenal. Observa el esquema del aparato digestivo humano (figura 10), localiza las glándulas y la región donde se comunican con el intestino delgado.

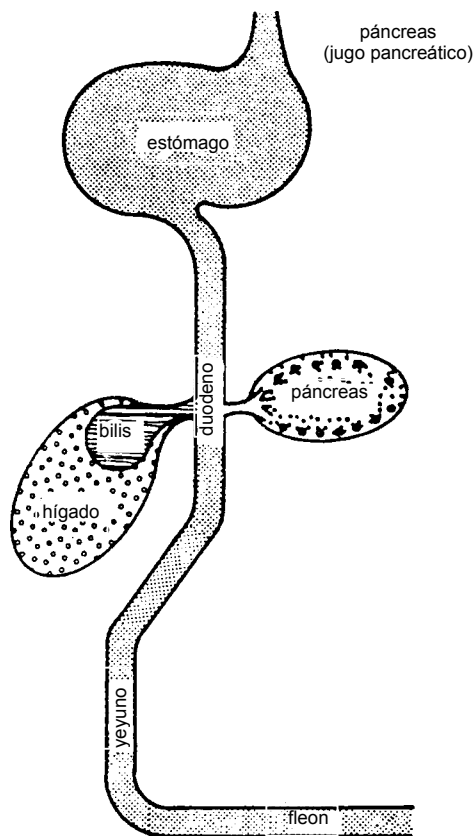


Figura 10. Aparato digestivo humano.

Como glándula digestiva, el hígado fabrica la bilis que se almacena en la vesícula biliar, y contribuye a la emulsión de las grasas, lo cual facilita la digestión. El páncreas sintetiza el llamado jugo pancreático formado fundamentalmente por agua, enzimas y bicarbonato de sodio; este jugo es alcalino (pH 178) y neutraliza la acidez procedente del estómago proporcionando un pH más apropiado para la acción de las enzimas. Para que los nutrientes puedan llegar a las células necesitan ser absorbidos y transportados.

La *absorción* es el paso de los nutrientes previamente digeridos a través de las paredes intestinales de donde ingresan al aparato circulatorio para su transporte y distribución. A medida que aumentó la complejidad del aparato digestivo, se incrementó la superficie de absorción y en forma paralela evolucionó la relación entre ésta y la sangre.

En las aves y mamíferos se incrementa la eficacia con la aparición de las microvellosidades intestinales. Cada microvellosidad tiene la forma de un dedo y puede medir hasta un milímetro, posee vasos sanguíneos y linfáticos donde son absorbidos los nutrientes. La glucosa, aminoácidos y minerales son absorbidos por los vasos sanguíneos; los vasos linfáticos absorben los ácidos grasos y el glicerol (figura 11). Una

vez que los nutrientes han entrado en la corriente sanguínea, son llevados en forma directa al hígado. Así, este órgano efectúa la selección para el procesamiento y el almacenamiento antes que sean distribuidos a las células del cuerpo. Los residuos de los alimentos que no se pueden digerir o absorber pasan a la parte posterior del intestino en invertebrados y algunos vertebrados. En los mamíferos entran al *intestino grueso*; aquí el agua, los minerales y las vitaminas que producen las bacterias intestinales son absorbidas y los materiales comprimidos para formar las heces fecales. Estas heces son una mezcla compacta de residuos alimenticios, restos de pigmentos biliares, minerales, células epiteliales de la mucosa intestinal y bacterias.

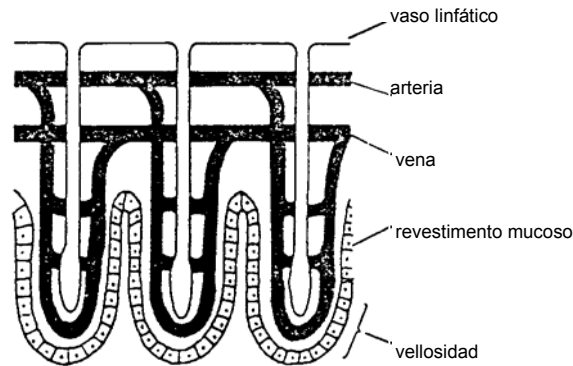


Figura 11.

Las sustancias no ingeridas son en su mayoría restos de vegetales como la celulosa. Estos materiales se acumulan en el recto y son expulsados por el ano; proceso que se conoce como *egestión* o *defecación*. De esta manera se completa la función del aparato digestivo.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

Las plantas, como organismos fotoautótrofos, tienen la capacidad de transformar la energía radiante del sol en energía química de los alimentos mediante la fotosíntesis. Esta energía química es la base de la existencia tanto para la planta misma como para los organismos heterótrofos. Como subproducto de la actividad fotosintética se libera oxígeno que las plantas y los animales utilizan en la respiración.

Dada la complejidad de las moléculas orgánicas que contienen los alimentos, un heterótrofo debe reducirlas a moléculas más sencillas para que sus células puedan absorberlas y asimilarlas. El proceso que realiza esta descomposición es la digestión química, en la que juegan un papel determinante las enzimas; ésta es común tanto en hongos como en animales, aunque las estructuras que las realizan son diferentes en ambos.

Asimismo, al comparar la estructura de los sistemas digestivos de los animales, encontramos grandes diferencias, pero se pone de relieve la semejanza química en todo el proceso. De igual manera, tanto la planta como el hongo y el animal utilizan estos materiales para crecer, reparar tejidos y como fuente de energía, que se libera durante la respiración celular, proceso que requiere oxígeno. La manera que los organismos pluricelulares intercambian estos gases con el medio se analizará en el siguiente tema.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. Completa el siguiente texto.

Las plantas elaboran sus alimentos durante la

_____.

Las sustancias que toman del medio son _____,

_____. La energía que absorben para efectuar dicho proceso es

_____.

_____. Los alimentos elaborados son moléculas orgánicas tales como

_____, que puede ser transformada en otros compuestos orgánicos; por

ejemplo: _____, _____, _____.

2. Investiga en qué consisten la presión radical, las fuerzas de cohesión y la transpiración. Contesta las siguientes preguntas.

a) ¿Qué función tienen las raíces en el transporte del agua y minerales?

b) ¿Cuál es la fuerza que jala el agua por el tallo?

c) ¿Cuál es la propiedad del agua que ayuda a su transporte?

3. Relaciona ambas columnas:

- | | |
|--------------------------------|---|
| _____ Xilema | a) Aberturas en la hoja que permiten el intercambio de CO ₂ y O ₂ . |
| _____ Pelos radicales | b) Vaso conductor de agua y minerales. |
| _____ Estomas | c) Evaporación a través de tallos y hojas. |
| _____ Parénquima en empalizada | d) Transporta moléculas orgánicas desde las hojas a través de la planta. |
| _____ Transpiración | e) Tejido formado por células. |
| _____ Floema | f) Absorción de agua y minerales. |

4. ¿A través de qué estructuras penetran los nutrientes en las algas y en las briofitas?

5. ¿Qué tipo de nutrición tienen las plantas?

6. Los hongos son: ()

- a) Autótrofos fotosintéticos.
- b) Autótrofos quimiosintéticos.
- c) Heterótrofos.
- d) Tanto autótrofos como heterótrofos.

7. La nutrición en los hongos implica: ()

- a) Reacciones químicas dependientes de la luz.
- b) Fagocitosis y digestión intracelular.
- c) Digestión extracelular y absorción.
- d) Ciclos de carencia y abundancia de nutrientes.

8. ¿Los hongos consumen los mismos alimentos que un animal?

¿Cuáles son estos alimentos?

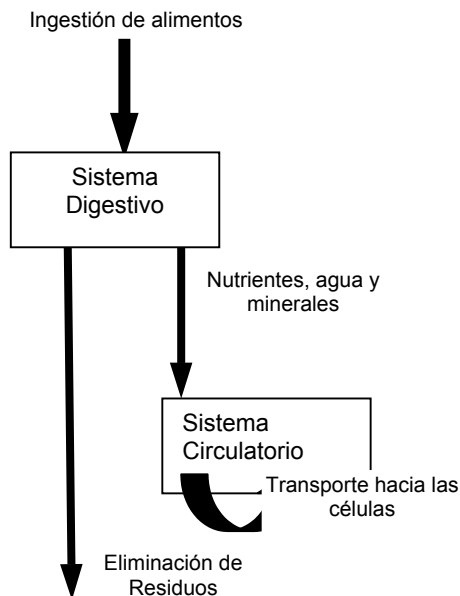
9. En el siguiente cuadro identifica con una X los órganos que están presentes y con un guión (-) los que están ausentes en los animales que se indican.

Órgano	Esponjas	Celenterados	Platelmintos	Lombriz	Vertebrados
Boca					
Faringe					
Esófago					
Estómago					
Buche					
Molleja					
Intestino delgado					
Intestino grueso					
Ano					

¿Qué animales son más sencillos?

¿Cuáles son los más complejos?

10. Explica cómo interpretas el siguiente esquema. Después contesta las preguntas que están a continuación.



¿En qué tipos de animales se da esta reacción y por qué?

¿Qué uso le dan a los nutrientes las células?

¿De qué manera se aprecia este uso en el organismo como todo?

PRÁCTICA DE LABORATORIO NÚM. 1: “DIGESTIÓN QUÍMICA”

Objetivos: Identificarás la acción de la amilasa salival en la digestión química y comprenderás que la digestión es un proceso básicamente enzimático.

Elementos antecedentes: Para la realización de esta práctica deberás recordar los conceptos de digestión y enzimas digestivas.

Problema: Los hongos y los animales se alimentan de grandes moléculas, principalmente de almidón, grasas y proteínas.

¿Por qué es necesario digerir estas moléculas?

¿Cuáles son los productos de la digestión de las mismas?

¿Qué enzimas participan en este proceso?

¿La digestión es un proceso similar en hongos y en animales?

¿En qué difiere?

¿En qué parte del aparato digestivo humano se inicia la digestión?

Material y equipo

4 tubos de ensaye de 15 x 150
1 pipeta de 5 ml
1 pinza para tubo de ensaye
1 lámpara de alcohol
1 mortero con pistilo
1 gradilla
1 caja de cerillos *

Sustancias

2 ml de saliva
Una galleta salada *
10 ml de solución de lugol
2 ml reactivo de Fehling, solución A
2 ml reactivo de Fehling, solución B

- Material que debe aportar el alumno

PROCEDIMIENTO

1. Desmenuza una galleta sin azúcar en un mortero y diluye en 15 ml de agua.
2. Etiqueta cuatro tubos de ensaye con las letras A, B, C y D. Vierte 1 ml de la solución del mortero en cada uno de los tubos de ensaye.
3. Realiza la prueba del almidón en el tubo A, agregando una gota de lugol.

¿Fue positiva? _____ ¿Cuál fue el color obtenido? _____

4. Comprueba si en el tubo B hay azúcar, agregando cinco gotas de la solución A del reactivo de Fehling y cinco gotas de la solución B. Calienta unos 30 segundos hasta observar si aparece un precipitado rojo ladrillo.

¿Es positiva la reacción? Sí () No ()

5. Toma el tubo C y mezcla con dos ml de saliva. Espera unos 20 minutos.

6. Realiza la prueba para el almidón, agregando una gota de lugol.

Compara con el tubo A. ¿Es igual el color en el tubo C? Sí () No ()

¿Cuál es la causa?

7. Toma el tubo D y mezcla con dos ml de saliva diluida. Espera 10 minutos.

8. Realiza la prueba para el azúcar, agregando cinco gotas de la solución A del reactivo de Fehling y cinco gotas de la solución B. Calienta unos 30 segundos.

¿Fue positiva? Sí () No ()

¿A qué se debe este cambio?

Anota tus resultados en el siguiente cuadro:

Solución probada	Prueba para el almidón (positiva o negativa)	Prueba para el azúcar (positiva o negativa)
Galleta diluida con agua		
Galleta mezclada con saliva		

Discusión

¿Qué alimento contiene la galleta?

¿Por qué en la solución mezclada con saliva encontramos azúcar?

¿Qué contiene la saliva que provocó éste cambio?

¿Qué significa éste para la actividad?

CONCLUSIÓN

Redacta las conclusiones con base en los resultados obtenidos y en relación con el problema planteado al principio de la actividad experimental y compara sus respuestas.

1.2 RESPIRACIÓN.

1.2.1 INTERCAMBIO GASEOSO EN ANIMALES

Todos los organismos necesitan oxígeno para vivir, elemento necesario para la oxidación biológica de la glucosa, reacción por la cual se obtiene energía química en forma de ATP necesaria para los procesos vitales de sus células. El oxígeno es tomado del ambiente y conducido a las células a través de un sistema de transporte (circulatorio).

Al mismo tiempo, durante la respiración celular se produce bióxido de carbono como un producto de desecho que debe ser eliminado hacia el medio. A este intercambio gaseoso entre el organismo y su ambiente se conoce como *respiración*.

La respiración es un proceso que puede dividirse en dos fenómenos: primero la respiración orgánica, que consiste en la introducción de oxígeno a las células y la extracción del bióxido de carbono que se expulsa al medio (intercambio gaseoso). Segunda, respiración celular, que es el conjunto de reacciones que tienen como fin oxidar moléculas orgánicas para obtener energía. Consulta el capítulo de Biología I que describe la respiración celular. En los organismos acuáticos unicelulares este mecanismo de intercambio es relativamente sencillo, el oxígeno se difunde hacia el interior de la célula a través de la membrana y sucede a la inversa con el bióxido de carbono que ingresa al agua.

Para los organismos pluricelulares acuáticos pequeños como la esponja (*Porifera*), hidra y platelmintos, cuyos cuerpos son delgados y membranosos, el intercambio gaseoso se realiza por difusión a través de la superficie del cuerpo, no necesitan sistemas especializados de transporte, ya que todas las células se encuentran cerca de la superficie (figura 12).

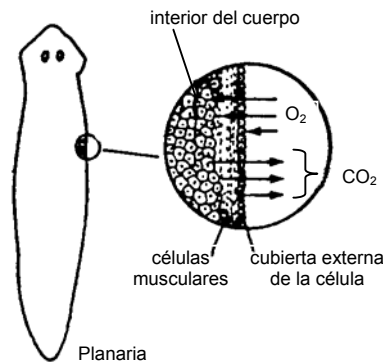


Figura 12. En las planarias el intercambio de gases se lleva a cabo por difusión directamente entre las células corporales y el agua que les rodea. Por lo tanto, no es necesario un sistema respiratorio especializado.

Entre los animales terrestres existen algunos que realizan el intercambio gaseoso a través de la superficie de su cuerpo, como los anfibios que tienen la piel delgada, altamente vascularizada y húmeda; la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*), cuya piel se encuentra recubierta por una sustancia mucosa que permite el intercambio gaseoso y evita que el cuerpo pierda agua y posee un sistema de transporte que conduce el oxígeno a todas las células del cuerpo.

En los animales de mayor tamaño existen superficies especializadas en donde se efectúa el intercambio gaseoso. Dichas estructuras tienen paredes delgadas que facilitan la difusión; además, es necesario que se mantengan húmedas para que el O_2 y el CO_2 puedan ser disueltos en agua; poseen una íntima relación con redes de vasos sanguíneos que aseguran el transporte de los gases hacia las células (con excepción del sistema traqueal). Estas estructuras son los tubos traqueales, las branquias y los pulmones.

El *sistema traqueal* consta de una red de tubos membranosos recubiertos en su interior por una capa de quitina que les da una consistencia rígida. El aire entra a los tubos por una serie de diminutos orificios llamados *espiráculos* situados entre los segmentos del tórax y el abdomen. Los tubos traqueales, a su vez, se ramifican en otros más pequeños llamados *traqueolas* que contienen agua y es donde se efectúa el intercambio gaseoso; la distribución del oxígeno a todas las células del cuerpo se hace en forma directa por las traqueolas sin la intervención de un sistema circulatorio. Los organismos que poseen este tipo de aparato respiratorio son los artrópodos como los insectos, ácaros y algunas arañas.

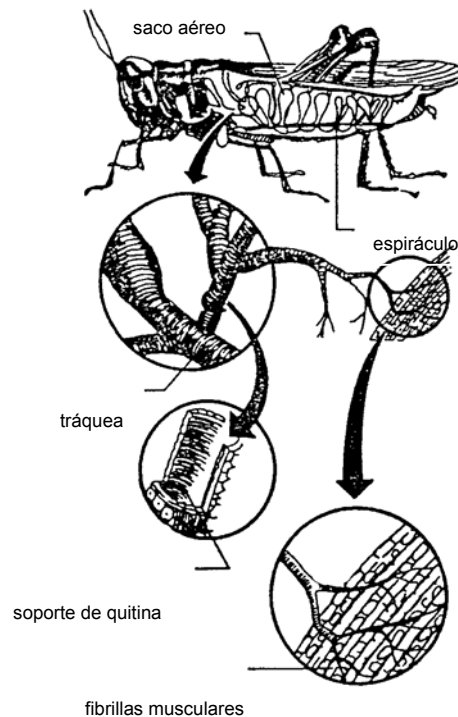


Figura 13. En los insectos, el oxígeno y el dióxido de carbono se intercambian a través de tubos ramificados llamados tráqueas.

En la mayoría de los animales acuáticos, los órganos responsables del intercambio gaseoso son las *branquias*; en los peces se encuentran a los lados de la cabeza. Cada branquia consta de un soporte principal formado por arcos branquiales de los que salen filamentos branquiales, cada uno de los cuales sostiene un conjunto de laminillas secundarias que constituyen la superficie de intercambio gaseoso. Todas estas estructuras están en íntimo contacto con una red vascular gracias a la cual la sangre llega muy cerca de la superficie externa, lo que facilita el intercambio rápido de gases. El conjunto de filamentos branquiales aumenta en gran medida la superficie para el intercambio rápido de gases. El conjunto de filamentos branquiales aumenta en gran medida la superficie para el intercambio gaseoso. En el caso de los peces, el agua entra por la boca, pasa a través de las hendiduras branquiales internas a las cámaras branquiales y sale por las hendiduras branquiales externas; las laminillas bañadas por esta corriente de agua toman por difusión el oxígeno disuelto en ella y liberan bióxido de carbono (figura 14).

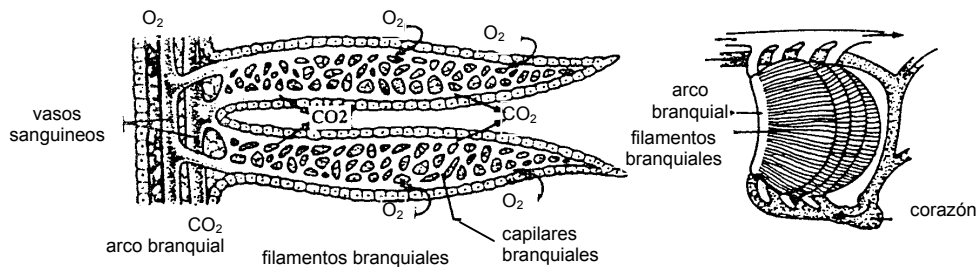


Figura 14. Las estructuras respiratorias (branquias) de un tiburón están íntimamente asociadas con los vasos sanguíneos. La imagen de la izquierda muestra en detalle los dos filamentos branquiales.

Un problema al que se enfrentan los organismos acuáticos es la disponibilidad de O_2 suficiente; como se sabe la concentración de éste en el agua es 20 veces menor que en el aire. Esta falta de disponibilidad la suplen al hacer pasar grandes volúmenes de agua a través de las laminillas branquiales y por la disposición del flujo sanguíneo en las laminillas secundarias en dirección contraria al flujo del agua que mejora de modo considerable la eficiencia de intercambio; esta disposición estructural recibe el nombre de *sistema de intercambio a contracorriente*.

El mecanismo se basa en que el agua que llega a las branquias es rica en oxígeno, mientras que la sangre que ingresa a la circulación branquial es muy pobre en ese gas. Conforme el agua pasa por encima de la superficie branquial pierde O_2 , pero se pone en contacto con sangre cada vez más pobre en él, de modo que la difusión continúa a pesar de la baja concentración de O_2 en el agua. Esto asegura que una buena parte de éste disuelto en el agua se difunda hacia la sangre.

Otros organismos que también presentan branquias son los moluscos, crustáceos, insectos acuáticos y algunos estados larvarios. Las branquias que poseen suelen ser diferentes a las que tienen los peces por el hecho de encontrarse fuera de su cuerpo (branquias externas), pero el mecanismo para obtener oxígeno es similar.

En sentido muy general, los pulmones son estructuras de intercambio gaseoso de un complejo aparato respiratorio. Se podría decir que los pulmones se originan como invaginaciones de la superficie del cuerpo o de las paredes de una cavidad corporal como la faringe. Esas estructuras no sólo se presentan en vertebrados terrestres como mamíferos, anfibios, reptiles, aves y algunos peces, sino también en invertebrados como en algunos arácnidos y moluscos terrestres como los caracoles (*Helix*). Entre los vertebrados pulmonados existe una amplia variedad de pulmones que van desde los sencillos, pulmones tipo saco de los anfibios, hasta los pulmones divididos de los mamíferos. En esto se observa una tendencia evolutiva general de aumentar las subdivisiones de los caminos aéreos y hacia una mayor área de las superficies de intercambio. Las divisiones se hacen más numerosas y complejas a medida que se asciende en la escala zoológica (figura 15).

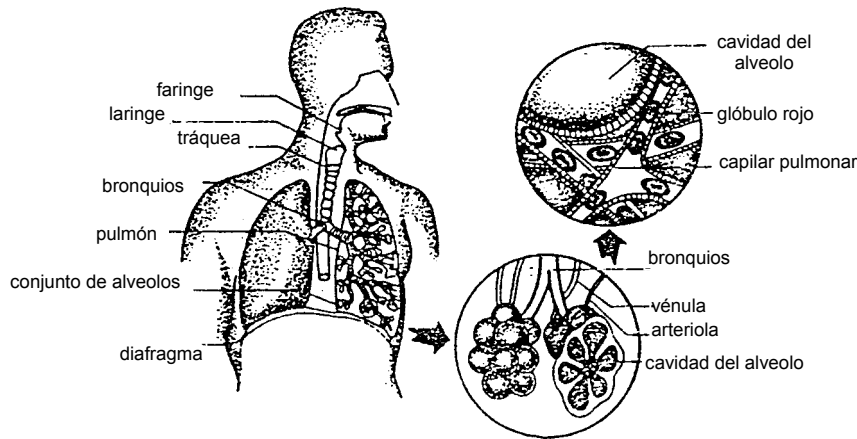


Figura 15

La superficie de intercambio eficaz del pulmón (excepto en aves) se compone de diminutas celdillas denominadas *alveolos*; éstas estructuras membranosas que tienen contacto directo con gran cantidad de vasos capilares que aseguran una rápida distribución del oxígeno. Mientras mayor es el número de alveolos, mayor será la superficie de intercambio total.

En los mamíferos la estructura pulmonar es muy eficiente; en ellos los brotes pulmonares se dividen repetidas veces para formar los bronquios primarios, secundarios, terciarios, etc.; los bronquios más pequeños dan lugar a los bronquiolos, los cuales suelen dividirse en conductos alveolares bordeados de alveolos. Los bronquiolos con sus ramificaciones forman unidades llamadas *lóbulos* que pueden estar separados o no por tejido conjuntivo; el número de lóbulos varía según la superficie, pero en general suele ser mayor en el lado derecho que en el izquierdo. Así, en el hombre hay tres lóbulos en el pulmón derecho y dos en el izquierdo.

La eficiencia pulmonar no es la misma en todos los organismos pulmonados y esto depende de la complejidad o grado de divisiones que posean. En la figura 16 se muestran varios tipos de pulmones de vertebrados.

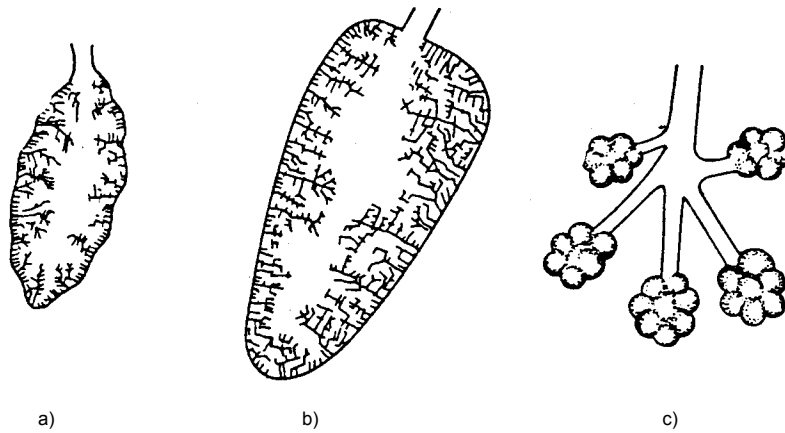


Figura 16. Aumento de la superficie de absorción de los pulmones: a) anfibios, b) reptiles, c) alveolo de mamíferos.

Otros conductos aéreos. Como ya se mencionó, los pulmones surgen de la pared ventral de la faringe que se divide en dos protuberancias que dan lugar a los bronquios y pulmones.

Existe un conducto impar llamada *tráquea* que conecta los pulmones con la faringe y sirve de entrada y salida a los pulmones; en algunos organismos es tan corta que de hecho no existe (anfibios) y en otros su extremo anterior se modifica en una caja sonora, la *laringe*, que se abre a la faringe a través de la glotis. El extremo inferior suele dividirse en *dos bronquios* que conducen a los pulmones.

La *laringe* es una estructura cartilaginosa que en algunos organismos se ensancha en forma de caja de resonancia, donde en posición paralela a la glotis se extienden unos pliegues de tejido, integrado en su mayoría por fibras elásticas llamadas cuerdas vocales, las cuales pueden vibrar al paso del aire, dando lugar a la producción de sonidos en anfibios, reptiles y mamíferos, siendo en este último grupo más compleja. En las aves está poco desarrollado y no interviene en la producción de sonido.

La *tráquea* es el tronco principal del sistema de conducción a través de la cual el aire va desde la laringe a los pulmones. Es un conducto cartilaginoso y membranoso cuyas paredes se componen de tejido fibroso y muscular sostenido por cartílago que evita el colapso.

La *tráquea* está revestida por células epiteliales y células secretoras de moco; se bifurca por su extremo inferior en dos bronquios cartilagosos que conducen en forma directa a los pulmones. La longitud de la *tráquea* en los vertebrados depende de la longitud del cuello; en algunos anfibios es tan corta que apenas existe y en algunos reptiles como cocodrilos y quelonios (tortugas) puede ser tan larga que se enrolla; en el hombre mide de 10 a 13 centímetros.

1.2.2 MECÁNICA DE LA VENTILACIÓN PULMONAR

La Ventilación es un proceso mecánico por el cual se introduce aire a los pulmones (inhalación) y se extrae de ellos (exhalación); éste mecanismo es variado en los vertebrados. En el caso de los anfibios que no poseen costillas, la inhalación y la exhalación se realizan con la boca (ventilación bucal).

En reptiles y mamíferos las costillas y músculos intercostales intervienen en el proceso. La elevación de las costillas y el incremento del tamaño de la cavidad pleuroperitoneal reducen la presión del interior de la cavidad, lo que a la vez permite la inhalación y expansión de los pulmones; a la inversa, cuando las costillas descienden la presión que se ejerce sobre los pulmones ocasiona la exhalación (figura 17).

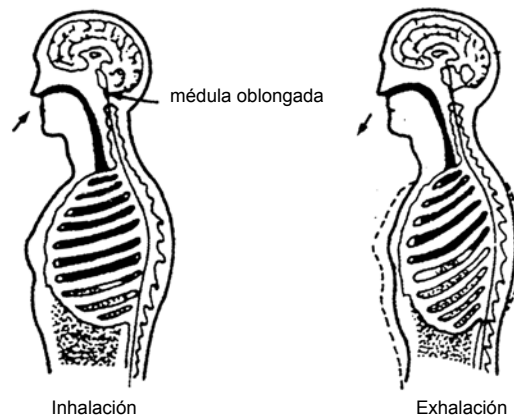


Figura 17. Durante la inspiración (inhalación), las costillas se levantan y expanden hacia fuera; el diafragma desciende, la frecuencia y profundidad de la respiración es controlada por medio de impulsos nerviosos que se originan en la médula oblongada.

En los mamíferos existe un músculo tensor llamado *diafragma* que se encuentra en la base de la cavidad pleural. El mecanismo de la ventilación consiste en el aumento y disminución alternados del tamaño de la cavidad pleural (torácica), lo que por lo común se realiza de dos formas: la abdominal y la torácica. La primera consiste en la contracción y relajación de los músculos abdominales, los que ejercen presión sobre el diafragma, que permite el aumento o disminución del volumen de la cavidad pleural, y la segunda, por movimientos de los músculos intercostales que elevan las costillas provocando la inhalación y su descenso, la exhalación.

1.2.3 MECANISMO DE INTERCAMBIO GASEOSO

El oxígeno que ha llegado a alguna superficie de intercambio (alvéolos, laminillas branquiales o piel) pasa a los capilares sanguíneos y el bióxido de carbono pasa de éstos a la superficie de intercambio por difusión, siempre de una zona de alta concentración a otra de baja concentración. El factor que determina el sentido y la velocidad de la difusión es la presión parcial del gas, basada en la ley de los gases de

Dalton que dice: “En una mezcla de gases la presión total de la mezcla es igual a la suma de las presiones de los gases individuales”, lo que significa que cada gas ejerce la misma presión que ejercería si estuviera solo.

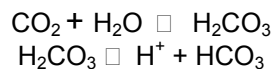
Sobre la base de este principio, el transporte a través de las membranas de intercambio sucede cuando existen diferencias de presiones de los gases involucrados. Dadas las circunstancias de ventilación adecuada y aire o agua de composición normal, existen gradientes favorables para la difusión hacia adentro del oxígeno y hacia fuera del bióxido de carbono, porque la P_{O_2} (presión parcial del oxígeno) de la sangre capilar de las membranas respiratorias es menor que en el ambiente y la P_{CO_2} (presión parcial del bióxido de carbono) mayor en la sangre que en el medio.

1.2.4 TRANSPORTE DE GASES

La hemoglobina se combina con facilidad con el oxígeno en las branquias o en los pulmones, formando un compuesto inestable llamado *oxihemoglobina* que va hacia los tejidos. La baja concentración de oxígeno en los tejidos promueve su disociación en hemoglobina y oxígeno, éste se difunde hacia las células incorporándose de inmediato al metabolismo, y la hemoglobina queda libre para volverse a cargar en la superficie respiratoria.



Una mínima porción del CO_2 se disuelve en el plasma; la mayoría se combina con el agua de los glóbulos rojos formando ácido carbónico (H_2CO_3), y la mayor parte de éste se disocia con rapidez, formando iones bicarbonato, que salen hacia el plasma, y iones hidrógeno.



Una vez que los iones bicarbonato se han formado como producto de la reacción antes descrita, salen los glóbulos rojos y se dispersan por el plasma. Cuando la sangre llega a los pulmones, estos iones entran de nuevo en los glóbulos rojos, se combinan ahí con los iones hidrógeno y forman ácido carbónico. Este último se disocia y produce CO_2 y agua, que son exhalados.

1.2.5 INTERCAMBIO DE GASES EN VEGETALES

El proceso respiratorio en plantas es muy similar a los animales en cuanto a los gases involucrados en el intercambio: toman oxígeno de su medio circundante y eliminan bióxido de carbono producto de su metabolismo.

Las plantas no poseen aparato respiratorio como los animales, por lo que el oxígeno se difunde de algunos sitios al resto de las células a través de los espacios intercelulares. Estos sitios de intercambio se encuentran en las raíces, tallos y hojas. En las raíces existen pelos radicales que aumentan la superficie sobre la cual pueden difundirse los gases para abastecer a la célula de la raíz. En los tallos leñosos y en raíces grandes que carecen de pelos radicales, a través del *corcho* o *suber* que los rodea, se establece comunicación con el exterior y los tejidos vivos del interior a través de pequeños orificios de células redondeadas muertas, por entre los cuales circula el aire, denominadas *lenticelas*. (figura 18).

En las partes verdes de la planta como hojas y tallos tiernos se encuentran estructuras formadas de dos células de forma afrijolada llamadas *estomas* que se pueden abrir o cerrar cuando aumenta o disminuye la turgencia de estas células. Por estas aberturas se elimina agua por transpiración y se efectúa el intercambio gaseoso tanto para la respiración como para la fotosíntesis. (figura 19).

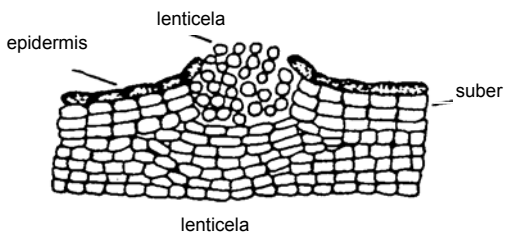


Figura 18.

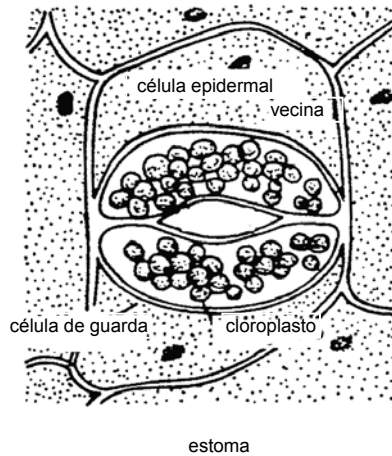


Figura 19.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

La respiración, al igual que la nutrición, son procesos catabólicos que tienen como fin proporcionar elementos necesarios para obtener energía.

La nutrición proporciona los compuestos ricos en energía y la respiración, el elemento necesario para oxidarlos y con ello liberarla. Pero como consecuencia de esto, también se producen sustancias que el organismo no utiliza y que al acumularlas pueden ocasionar problemas de intoxicación, incluso la muerte. Para esto, los organismos pluricelulares poseen estructuras excretoras que se encargan de seleccionar, reabsorber y desechar dichas sustancias y de esta manera mantener cierto saneamiento y equilibrio químico en el organismo.

Al revisar el tema de excreción, al igual que en temas anteriores se verá la relación que existe entre estructura y función y se estudiarán de manera comparativa tanto en animales con diferente grado evolutivo como en plantas.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. Si las plantas no poseen aparato respiratorio, ¿cuáles son las estructuras por donde se efectúa el intercambio gaseoso? ¿Cómo llega el oxígeno a todas las células de la planta?
3. ¿Qué diferencia existe entre una ventilación pulmonar y respiración?
4. ¿Por qué y cómo está relacionado el sistema circulatorio con la respiración en muchos animales pluricelulares?
5. ¿Por qué las superficies respiratorias en los animales terrestres son internas?
6. ¿Existe alguna diferencia en la forma en que toman el oxígeno los peces y las hidras, ambos organismos acuáticos?
7. ¿Por qué los pulmones son las estructuras más adecuadas para los vertebrados que toman el oxígeno del aire?
8. ¿Una planta y un animal necesitan la misma cantidad de oxígeno para realizar todas sus actividades metabólicas? ¿Por qué?

9. En la figura 20 se muestran tres tipos de pulmones de vertebrados. Explica el por qué de las diferencias y qué relación puede haber en cuanto a la eficiencia en cada uno.

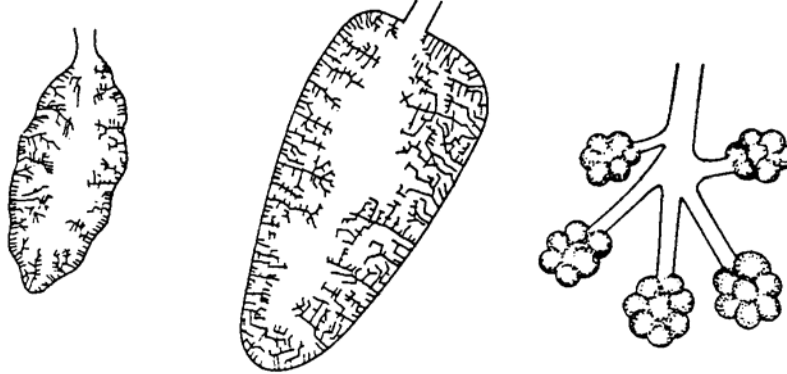


Figura 20.

9. En la figura 21 marca las vías a través de las cuales pasa el aire hasta llegar a los alveolos e indica el lugar en donde concreta el intercambio gaseoso.

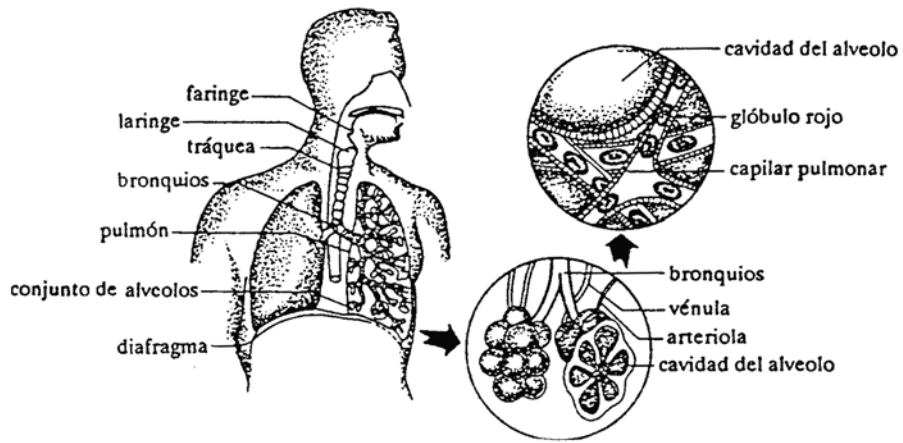


Figura 21.

11. ¿Por qué la altitud afecta el transporte de gases y en consecuencia a la respiración?

12. Consulta el libro Biología de SOLOMON, E. P., y C. Villée, e investiga cuáles son las adaptaciones que para la ventilación pulmonar presentan las ballenas y los hipopótamos.

PRÁCTICA DE LABORATORIO NÚM. 2: “RESPIRACIÓN EN EL HOMBRE”

OBJETIVOS

- Identificar el gas exhalado durante la respiración.
- Determinar la cantidad de bióxido de carbono producido por nuestro metabolismo en condiciones de reposo y actividad.
- Comprender el principio en el que se sustenta la mecánica de la ventilación pulmonar, mediante la elaboración de un modelo de bomba de aire.

ELEMENTOS ANTECEDENTES

Definir los siguientes conceptos:

- Respiración.
- Intercambio gaseoso.
- Exhalación e inhalación.
- Mecánica de la ventilación pulmonar.
- Concepto de ácido y base.

PROBLEMA

Si durante la respiración se efectúa un intercambio gaseoso, ¿qué gases se encuentran involucrados en este proceso?

¿El gas exhalado en la respiración es un producto del metabolismo celular?

Si la respuesta es afirmativa, ¿crees que exista alguna relación entre la cantidad de gas exhalado y la actividad metabólica del individuo? _____ ¿Por qué?

Debido a los movimientos de los músculos de las costillas y el diafragma, aumenta y disminuye el volumen de la cavidad torácica.

¿Qué sucede durante la exhalación?

¿Y durante la inhalación?

MATERIAL, EQUIPO Y SUSTANCIAS

Parte I

1 probeta graduada de 250 ml	100 ml de hidróxido de sodio al 0.04 %
1 vaso de precipitados de 500 ml	2 ml de solución de fenolftaleína **
1 popote	300 ml de agua destilada
2 goteros	
1 tubo de vidrio de 15 cm	
1 bureta de 25 ml	
1 reloj con segundero *	

Parte II

- 2 globos del número 7
- 2 envases de plástico no retornable de 1500 ml sin fondo*
- 1 conexión en "y"
- 2 tubos de vidrio de 5 cm de largo y 3 mm de diámetro
- 2 tapones horadados del número 4
- 2 tramos de tubo de hule de 5 cm de largo y 6 mm de diámetro
- 1 par de guantes de cirujano grandes*
- 1 m de masking tape*
- 1 soporte universal
- 1 pinzas para bureta

I. Desarrollo

1. Con la probeta mide 100 ml de agua en el vaso de precipitados. Agrega con un gotero de tres a cinco gotas de la solución de fenolftaleína. ¿Hay algún cambio de color? _____
Si no observas color, agrega unas gotas de hidróxido de sodio al 0.04% hasta obtener un color rosa. ¿La solución es ahora alcalina o ácida? _____

* Material que debe aportar el estudiante.

** La preparación de esta solución deberá hacerla el auxiliar de laboratorio. Se obtiene disolviendo 0.5 g de fenolftaleína en 300 ml de alcohol etílico y aforado a 500 ml con agua destilada.

2. Un compañero de equipo en estado de reposo, con ayuda del tubo de vidrio, burbujeará en la solución todo el aire exhalado durante un minuto exacto (inhalando normalmente, pero exhalando a través del popote). Al soplar, debe tener cuidado de que el agua no salpique fuera del vaso.
¿Qué cambios se observan en el color de la solución? _____
¿Qué indica esto con respecto al pH de la solución? _____
¿Qué compuestos se forman cuando se burbujea CO₂ en el agua? _____
¿Cuántos segundos tomó? _____
3. Con la bureta de 25 ml agrega lenta y cuidadosamente, gota a gota, la solución de NaOH al 0.04% a la solución contenida en el frasco agitando en forma constante. Agregar hasta que se obtenga un color rosa constante. Anota el número de mililitros de solución de NaOH empleados.
4. Para calcular el CO₂ producido y atrapado en el agua, se multiplica por 10 el número de mililitros de la solución de NaOH necesarios para volver rosa la solución del vaso; de esta manera se obtiene el número de micromoles de CO₂ exhalado en un minuto.
5. Lava el material, enjuagándolo con agua destilada; repite el procedimiento desde el punto número 1, pero ahora después de realizar algún ejercicio vigoroso durante 2 a 3 minutos antes de la prueba, y registra tus resultados en el cuadro correspondiente, incluyendo, si es posible, los de los demás equipos para que obtengas un promedio.

En el caso de los estudiantes del Sistema de Enseñanza Abierta, éstos pueden repetir el experimento a criterio del maestro.

¿Cuál es la diferencia en los resultados obtenidos en las dos actividades anteriores?

¿Cuál es el significado de las variaciones en la cantidad de bióxido de carbono calculadas?

¿Qué indican estos resultados acerca de la actividad metabólica?

II.

1. Se diseñará un aparato en el que se simule el mecanismo a través del cual se realiza la ventilación pulmonar. ¿Podrías anticipar el funcionamiento de esta <<bomba de aire>>?

2. Colocar dos globos en el interior de dos envases, previamente desfondados, y hacer las conexiones según se muestra en la siguiente figura 22. ¿Qué órganos del aparato respiratorio simulan los globos?

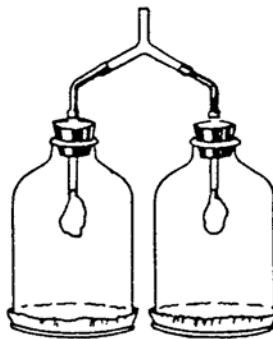


Figura 22.

MODELO GUÍA PARA LAS CONEXIONES

3. Al terminar las conexiones el fondo de los envases se sellará perfectamente con tela de hule (que recortarás de los guantes de cirujano) y masking tape. ¿Qué músculo representa la tela de hule?

4. Al jalar la tela de hule hacia abajo, la presión dentro de los globos disminuye y, debido a que la presión del aire es más grande afuera, ¿qué sucede con el aire? _____, ocasionando que los globos se _____

5. Al soltar la tela de hule, disminuye el volumen de la cavidad y, debido a que los globos son elásticos, éstos se _____, ocasionando la _____ del aire del aparato. ¿Qué relación se encuentra entre los fenómenos observados y la ventilación pulmonar? _____
-

RESULTADOS

- I. Registrar los resultados obtenidos en la primera parte en el siguiente cuadro.

En reposo	μ mCO ₂							
	Equipo	1	2	3	4	5	6	\bar{x}
En ejercicio	μ mCO ₂							
	Equipo	1	2	3	4	5	6	\bar{x}

μ mCO₂ = Micromoles de bióxido de carbono

\bar{x} = Promedio

- II. En la segunda parte esquematiza tus observaciones indicando con flechas la circulación del aire en el aparato durante las dos experiencias y concluye.

CONCLUSIÓN

Con base en los problemas planteados y tu actividad en el laboratorio ¿qué conclusión puedes obtener?

Parte I

Parte II

1.3 EXCRECIÓN

La excreción se define como el proceso por el cual se eliminan desechos producto del metabolismo celular. Los principales desechos generados de las actividades metabólicas son: *agua, bióxido de carbono y sustancias nitrogenadas*.

El bióxido de carbono que genera la oxidación de carbohidratos es eliminado en su mayoría por las estructuras respiratorias (tráqueas, branquias, pulmones, etc.). El agua y los compuestos nitrogenados se desechan a través de estructuras y sistemas excretores que, además, tienen la función de regular el medio interno, manteniendo constante la composición química (materiales disueltos y concentración de iones) y líquidos (agua) del medio intracelular con respecto a los cambios del medio externo (osmorregulación).

Debe tenerse cuidado al definir al concepto de excreción, porque a veces se confunde con el de egestión; este último consiste en la eliminación de materiales no ingeridos ni absorbidos en forma de heces; este proceso no puede ser de excreción puesto que el material jamás formó parte del metabolismo del organismo ni ingresó en sus células, sino que sólo pasó a lo largo del aparato digestivo. Los principales desechos nitrogenados son *amoníaco, ácido úrico y urea*, éstos se obtienen de reacciones de desaminación de los aminoácidos en donde el grupo amino se convierte en amoníaco. En los invertebrados sus compuestos nitrogenados son excretados en forma de amoníaco, pero en el caso de muchos otros ese compuesto se transforma de inmediato en otro menos tóxico como el ácido úrico o la urea. El ácido úrico se forma a partir del amoníaco o del metabolismo de los nucleótidos de los ácidos nucleicos. Es un precipitado de forma cristalina poco soluble, razón por la que se elimina con poca agua. Entre los organismos que eliminan sus desechos nitrogenados están los insectos, aves, caracoles pulmonados (*Helix sp*) y ciertos reptiles.

La urea es un compuesto que se forma en el hígado a partir del amoníaco y bióxido de carbono por una serie de reacciones que requieren enzimas específicas y energía que se conoce como *ciclo de la urea*; este compuesto es mucho menos tóxico que el amoníaco por lo que los organismos que la producen pueden acumularla de modo temporal sin que sus tejidos sufran daños y también puede ser excretada en forma más concentrada. Los organismos que eliminan este tipo de compuesto nitrogenado son anfibios y mamíferos.

Aunque el agua no es producto tóxico ni de desecho, su nivel debe ser regulado con cuidado tanto en las plantas como en los animales. En algunos casos el agua debe conservarse, en tanto que en otros es necesario eliminarla, proceso que en la mayoría de los animales está controlado por los aparatos excretores.

1.3.1 ESTRUCTURAS EXCRETORAS EN ANIMALES

Entre los animales más sencillos como las esponjas (*Porífera*) y la hidra (*Hydra*) no se presentan estructuras especializadas para eliminar desechos metabólicos, lo hacen por *difusión* desde el líquido intracelular hacia el medio externo.

En los invertebrados más grandes han evolucionado *órganos especializados* para la excreción que también ayudan a mantener un equilibrio hídrico; en estos animales los órganos se denominan *nefridiales*. En los platelmintos y nemertinos este órgano recibe el nombre de *protonefridio* (figura 23); estos órganos constan de túbulos cuyos extremos internos son ciegos, voluminosos y ciliados; esas estructuras terminales se conocen como *células en flama* (flamíferas). Hay un sistema de conductos exteriores ramificados que conectan los protonefridios con el exterior. Las células flama se encuentran inmersas en el líquido extracelular de modo que los desechos se difunden directamente hacia esas células y de ahí hacia los conductos excretores que se abren como poros en la superficie de la planaria. La principal función de la célula flamífera es regular el contenido del agua del cuerpo.

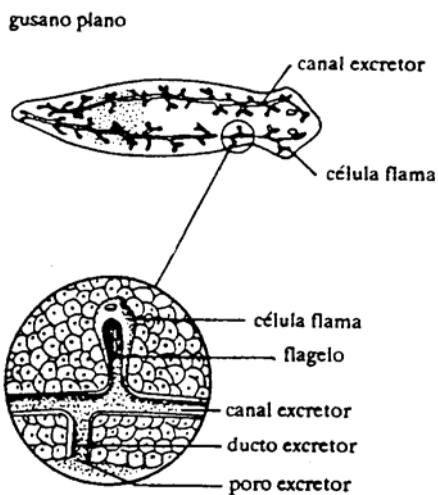


Figura 23. En una planaria, los flagelos de las células flama eliminan el exceso de agua del cuerpo.

Otro tipo de órgano nefridial es el que presenta la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*) llamado *metanefridio* (conocido también como nefridio). Se trata de un tubo abierto por los dos extremos; el extremo interno desemboca a la cavidad celómica en forma de embudo ciliado (nefrostoma) que permite que el líquido del celoma pase al interior; conforme ese líquido avanza por el largo y enrollado tubo, va sufriendo cambios en su composición, porque las sustancias como la glucosa y sales que aún pueden ser utilizadas son reabsorbidas hacia la sangre; los desechos, por el contrario, se concentran y eliminan por el otro extremo llamado *nefridioporo*. Cada uno de los tubos está rodeado de una red de capilares, lo que permite la eliminación de los desechos de la sangre y el regreso a la circulación de las sustancias todavía útiles (figura 24).

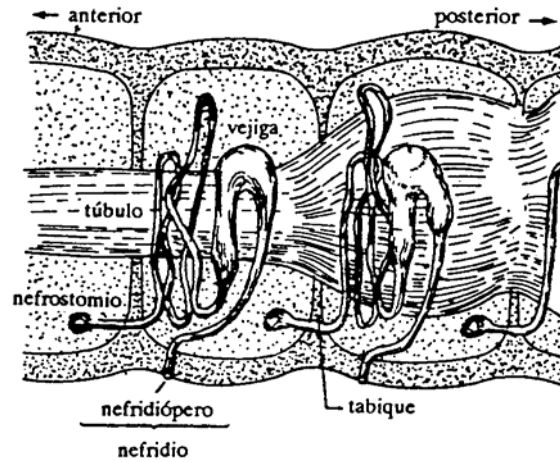


Figura 24. Sistema excretor de la lombriz de tierra. En cada segmento está presente un segundo nefrídio. Los nefridios recogen el fluido que contienen tanto los desechos como los materiales utilizados, los cuales son retenidos a medida que el fluido avanza a través del tubo excretor.

Los animales de agua dulce disponen de suficientes cantidades de agua para eliminar sus componentes nitrogenados en forma de amoniaco compuesto que se disuelve con facilidad, pero en los animales terrestres éste es su principal problema, la falta de agua, por lo que se ven en la necesidad de conservarla. Una medida de adaptación para este fin se observa en los artrópodos (insectos), que realizan un proceso bioquímico en donde el amoniaco se transforma en ácido úrico, compuesto nitrogenado mucho menos tóxico que el amoniaco. (la escasa toxicidad se debe en parte a su baja solubilidad); tan pronto como la concentración de ácido úrico comienza a incrementarse, se precipita; en este estado no ejerce ningún efecto bioquímico y puede eliminarse con poco agua. Esta transformación se realiza en unas estructuras membranosas que reciben el nombre de *túbulos de Malpighi*, colocadas sobre el tubo digestivo, las cuales guardan íntima relación con el sistema circulatorio (figura 25).

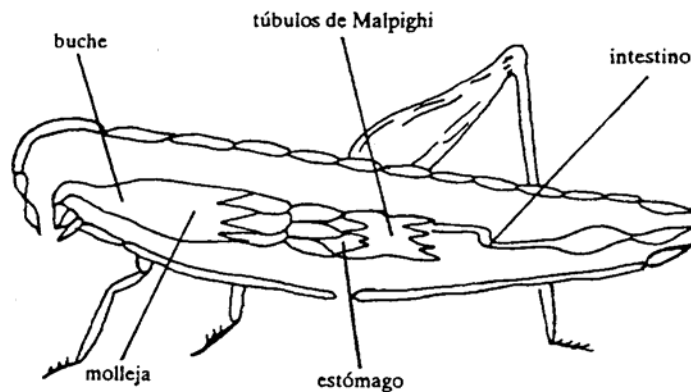


Figura 25. En un saltamontes los túbulos de Malpighi absorben ácido úrico y agua de la sangre. El agua se reabsorbe, pero el ácido úrico pasa al intestino y se excreta por el ano.

Las células de éstos extraen las sustancias solubles de la sangre y las traspasan a la cavidad de los túbulos en donde se efectúa la selección de los productos de desecho, la transformación bioquímica y la reabsorción de materiales útiles, entre ellos el agua. Los túbulos de Malpighi no abren al exterior, sino en el intestino, por lo que los desechos se eliminan junto con las heces. De este modo, los insectos se deshacen de sus compuestos nitrogenados sin perder agua.

Los principales órganos de excreción de los vertebrados son *los riñones*. No es fácil establecer homologías entre los diversos tipos de órganos excretores que se encuentran en los vertebrados, ya que todos ellos presentan variaciones relacionadas tal vez con los procesos de adaptación a las diferentes condiciones ecológicas, por lo cual se comenzará por hablar del aparato excretor de los mamíferos tomando como ejemplo el del hombre.

Los riñones humanos son órganos en forma de frijol cuyo tamaño aproximado corresponde al de un puño cerrado, situados contra la pared dorsal del cuerpo hacia ambos lados de la columna vertebral. Al igual que los demás órganos excretores, los riñones se relacionan con el sistema circulatorio; reciben una extraordinaria cantidad de sangre, más o menos el 20% de la sangre que bombea el corazón cada minuto. Ésta llega a través de las arterias renales y sale del riñón por las venas renales.

La corteza y la médula de un riñón están constituidas, en términos aproximados, por un millón de nefronas. La *nefrona* es la unidad estructural y funcional de los riñones; para comprender la fisiología del riñón en conjunto se requiere comprender la de la nefrona.

Una nefrona consta de dos partes principales: un corpúsculo renal y un túbulo renal. El corpúsculo está formado por un cáliz hueco con una doble pared de células llamado *cápsula de Bowman*, y un ovillo esférico de capilares sanguíneos, el *glomérulo*, que se proyecta dentro de la cápsula. El túbulo renal consta de tres regiones: El túbulo proximal (cerca del glomérulo), el asa de Henle y el distal (lejano). Cada túbulo distal envía su contenido hacia un conducto colector (figura 26).

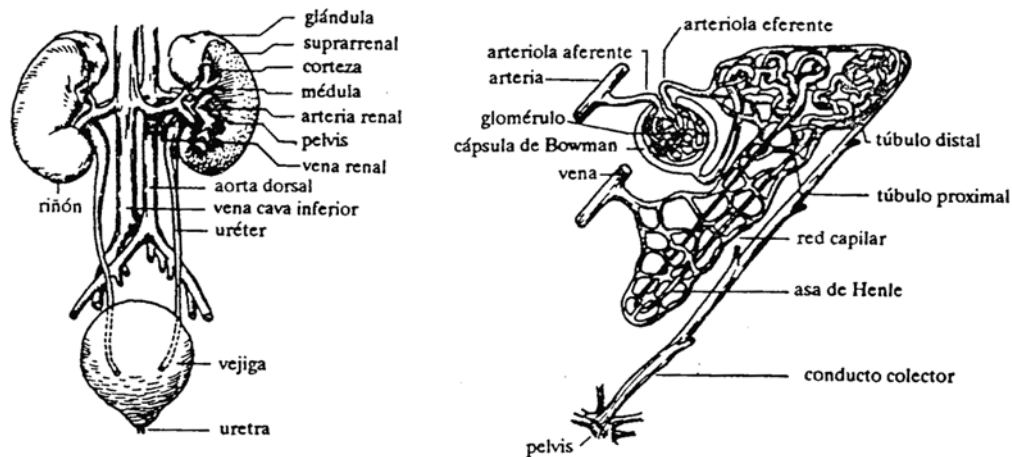


Figura 26. Sistema excretor humano. *Izquierda*: anatomía. *Derecha*: dibujo (ampliado de un solo nefrón. Hay aproximadamente un millón de nefrones en cada riñón.

El funcionamiento del nefrón está relacionado con el suministro de sangre que llega al riñón, y es a través de la arteria renal que al llegar a éste se ramifica para formar una serie de arteriolas que distribuyen la sangre a cada nefrona y forman los glomérulos donde se filtra la sangre. Ésta sale del glomérulo y fluye por otro lecho capilar que rodea la porción tubular de la nefrona, los vasos sanguíneos convergen y forman un sistema de venas que originan la vena por la cual sale la sangre del riñón.

Los capilares del glomérulo tienen paredes muy delgadas atravesadas por poros diminutos que permiten la *filtración* del agua, aminoácidos, glucosa, sales y urea de la sangre al túbulo. El resto de la sangre sale de los glomérulos por una arteriola (eferente). Luego que el filtrado glomerular entra en la cápsula de Bowman, pasa al sistema tubular de la nefrona, donde se realiza la resorción y secreción tubular que lleva a la formación de la orina.

Del 100% del filtrado glomerular sólo se excreta el 1%, el 99% se resorbe a la sangre mediante la red de capilares que rodean al túbulo. La resorción del agua ocurre por ósmosis y la de otras sustancias (iones de cloro y sodio, glucosa, aminoácidos y vitaminas) por transporte activo. Esto se realiza en la porción proximal del túbulo.

Una vez que el filtrado se procesa, éste continúa hasta el tubo colector de ahí a la pelvis del riñón, donde se une para formar una serie de embudos drenados por un conducto llamado *uréter*. La orina es transportada a lo largo de los uréteres hacia la vejiga mediante contracciones peristálticas espontáneas de las paredes uretrales ayudadas por la gravedad. La vejiga es una bolsa musculosa elástica situada en la cavidad pélvica arriba del hueso púbico; aquí la orina puede almacenarse de modo temporal. Ésta sale por un conducto, la uretra, que varía en longitud según el sexo.

Al igual que los riñones humanos, los de los demás vertebrados se componen de numerosas nefronas. Sin embargo, se presentan algunas diferencias estructurales que se relacionan con el medio en el cual viven estos animales.

En el proceso de mantener constante la composición química del medio interno, se eliminan muchos productos de desecho del metabolismo. En esta función los riñones son auxiliados por otros órganos.

Debido a la acción de las glándulas sudoríparas, la piel actúa como un órgano de excreción; éstas extraen el agua, la urea (en muy pequeñas cantidades) y algunas sales de la sangre, las que se liberan en la superficie de la piel. La excreción del agua por las glándulas sudoríparas forma parte del mecanismo de regulación de la temperatura del cuerpo.

Los pulmones son también órganos de excreción en cuanto eliminan el bióxido de carbono y el agua durante el intercambio gaseoso.

Ciertas sales como las de hierro y calcio son excretadas en forma directa a la cavidad del intestino por las células epiteliales que lo tapizan. Éstas abandonan el cuerpo a través del intestino junto con las heces fecales.

El hígado es también un órgano de excreción, pues fabrica los pigmentos biliares durante el proceso de descomposición de la hemoglobina a partir de los restos de los glóbulos rojos; los pigmentos biliares penetran en el intestino mediante los conductos biliares comunes. Junto con las sales metálicas mencionadas son los únicos componentes de las heces fecales que pueden ser considerados desechos metabólicos propiamente dichos.

1.3.2 EXCRECIÓN DE LAS PLANTAS

Por varias razones, la excreción en las plantas no es un problema de difícil solución. En primer lugar, la tasa catabólica en las plantas es mucho menor que en los animales; en consecuencia, los desechos metabólicos se almacenan más despacio. En segundo lugar, las plantas verdes utilizan gran parte de los productos de desecho del catabolismo en sus procesos anabólicos. El agua y el bióxido de carbono, productos de la respiración, se utilizan en la fotosíntesis; las plantas pueden emplear los desechos nitrogenados en la síntesis de nuevas proteínas, lo cual reduce su necesidad de excreción.

En las plantas acuáticas, los desechos metabólicos se difunden libremente del citoplasma al agua circundante ya que ninguna célula se halla a gran distancia de ésta y la concentración de desechos en el interior de la célula sobrepasa la concentración de ésta en el agua. El único producto metabólico que no cumple con lo anterior es el agua, que no se puede eliminar por ósmosis dadas las diferencias de concentraciones entre la célula y el medio, lo que favorece un flujo continuo de agua ambiental hacia el interior de la célula. A medida que el agua penetra, la presión en el interior de la célula llega a ser equivalente a la presión osmótica, se establece equilibrio hídrico entre el contenido celular y el medio.

En las plantas terrestres, los desechos como las sales de ácidos orgánicos se almacenan en la planta; estos desechos pueden ser almacenados en forma de cristales o disolverse en el fluido de la vacuola central. En las especies herbáceas, los productos de desecho permanecen en las células hasta que las hojas caen en el otoño. En las plantas perennes los desechos se depositan en el duramen no viviente del tallo o son eliminados al producirse la caída de las hojas.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

Como resultado de las reacciones metabólicas de las células se producen sustancias de desecho que los organismos eliminan al medio.

Las plantas no tienen órganos excretores especializados; los productos de la respiración los eliminan a través de estomas, pelos radicales y lenticelas; otros desechos se almacenan en el cuerpo de la planta.

En los animales sencillos la difusión es el principal mecanismo para eliminar los desechos; en los más complejos hay sistemas excretores que efectúan procesos de filtración, resorción y secreción para formar la orina; el bióxido de carbono es desalojado por las superficies respiratorias.

Los sistemas excretores no sólo contribuyen a desalojar del cuerpo las sustancias dañinas, también participan en el mantenimiento del equilibrio hídrico y en la regulación de la composición química de los líquidos corporales.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. ¿Qué relación existe entre el sistema excretor y el sistema circulatorio en organismos complejos?

2. ¿Cuál es la razón por la que algunos organismos eliminan amoníaco, otros ácido úrico y otros más urea?

3. ¿Por qué los sistemas excretores actúan como reguladores hídricos en los animales?

4. ¿Cuál es la reacción entre el funcionamiento del nefrón y el suministro de sangre que llega al riñón?

5. ¿Cuáles son los procesos involucrados en la formación de la orina?

6. ¿Cuál es la composición química de la orina?

7. ¿La composición y concentración de la orina es igual en todos los vertebrados?
¿Por qué?

8. ¿Por qué se siente sed?

9. En la siguiente figura 27 se muestran las diferencias que a nivel de las nefronas presentan algunos vertebrados. ¿A qué se deben dichas diferencias y qué relación existe con el medio en que habitan?

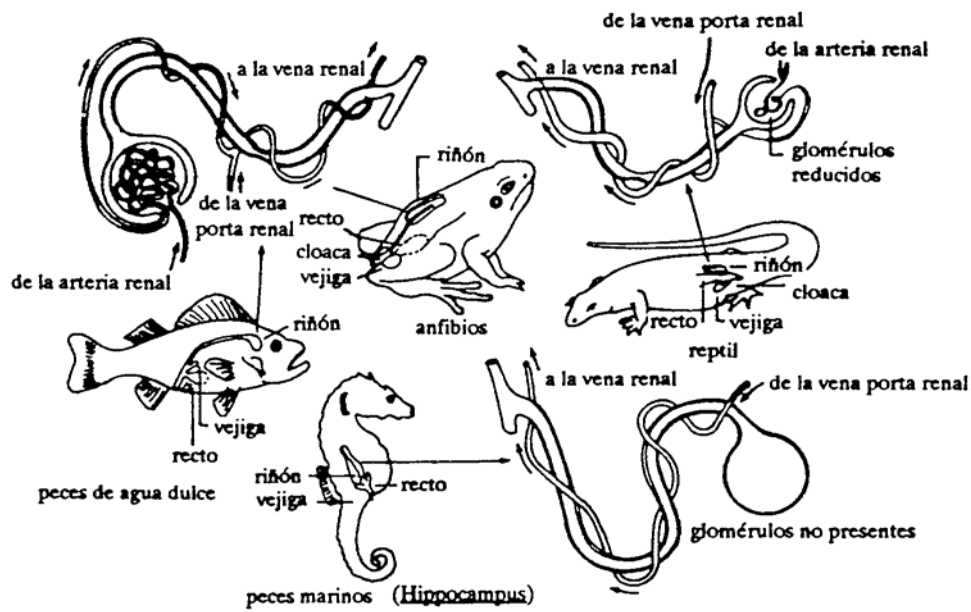


Figura 27. Comparación de los riñones de los vertebrados. En cada caso, la estructura del nefrón está relacionada con el papel que juega en el mantenimiento de un contenido de agua apropiado dentro del animal.

10. ¿Cuál es la función de los diuréticos?

11. Menciona otras estructuras que también funcionan como órganos de excreción.

12. ¿Por qué las heces fecales no son consideradas desechos metabólicos?

13. ¿Por qué las plantas no necesitan un sistema excretor como los animales?

1.4. TRANSPORTE

Uno de los problemas de los organismos pluricelulares es hacer llegar a sus células los nutrientes y el oxígeno; asimismo, remover de ellas las sustancias de desecho que se generan durante el metabolismo.

En los organismos más sencillos el problema se resuelve mediante la difusión y el transporte activo, ya que su cuerpo es delgado y ninguna célula queda muy alejada del medio. En los más complejos encontramos tejidos, órganos y sistemas especializados para efectuar el transporte de materiales.

1.4.1 TRANSPORTE EN LOS ANIMALES

En los animales, las células dejan espacios que ocupa el llamado líquido intersticial, el cual constituye un medio para el intercambio de nutrientes, oxígeno desechos metabólicos y otras sustancias.

En las esponjas este líquido circula mediante los flagelos que presentan algunas células. En hidras (*Hydra*) y platelmintos el transporte de dichas sustancias se realiza por difusión a través de este líquido, que circula por movimientos de contracción de las células musculares de su cuerpo. El transporte por este medio es eficiente para organismos pequeños y delgados. ¿Resultará eficiente este medio de transporte para los animales más grandes y más activos? Definitivamente no, ya que por ser éstos de mayor tamaño muchas células quedan alejadas de las superficies de intercambio (digestiva, respiratoria y excretora) y el movimiento de nutrientes a través de este líquido sería muy lento y no abastecería con rapidez a las células; lo mismo pasaría con los desechos, los que elevarían su concentración en los tejidos, dañándolos.

En el curso del desarrollo evolutivo de los animales aparece el sistema circulatorio que sirve de enlace entre las superficies de intercambio. Este sistema posee una sustancia líquida, la *sangre*, que se mueve a través del cuerpo en un sistema continuo de vasos, y recoge los nutrientes del tubo digestivo, el oxígeno de las superficies respiratorias, conduciéndolos hacia las células; asimismo, remueve de éstas los productos de excreción llevándolos hacia los órganos excretores. A medida que los animales se hacen más complejos, desarrollan un sistema de bombeo, *corazón* u órgano similar, para impulsar la sangre, lo que aumenta la velocidad y la eficacia del transporte (figura 28).

El sistema circulatorio es de dos tipos: abierto y cerrado.

En los *sistemas abiertos* el corazón impulsa la sangre a los vasos y desemboca en lagunas sanguíneas donde el líquido circulante baña las células, efectuándose los intercambios. De las lagunas, otros vasos la recogen y la envían de regreso al corazón; este sistema es característico de artrópodos (insectos, arañas, crustáceos) y moluscos. En estos organismos, la sangre se llama *hemolinfa* y puede contener pigmentos respiratorios.

Los *sistemas cerrados* son propios de anélidos y vertebrados y se denominan cerrados porque la sangre permanece en los vasos; las células están separadas de la sangre por las paredes de los vasos sanguíneos y por los espacios entre éstos y las células; estos espacios contienen la linfa, fluido acuoso donde se realiza el intercambio de materiales entre los tejidos y la sangre.

Una ventana de los sistemas cerrados es que la sangre puede ser bombeada del corazón al cuerpo a una presión más elevada; esto es importante para forzar el paso de las sustancias a través de los capilares al líquido intersticial y dentro de los túbulos del riñón (nefronas).

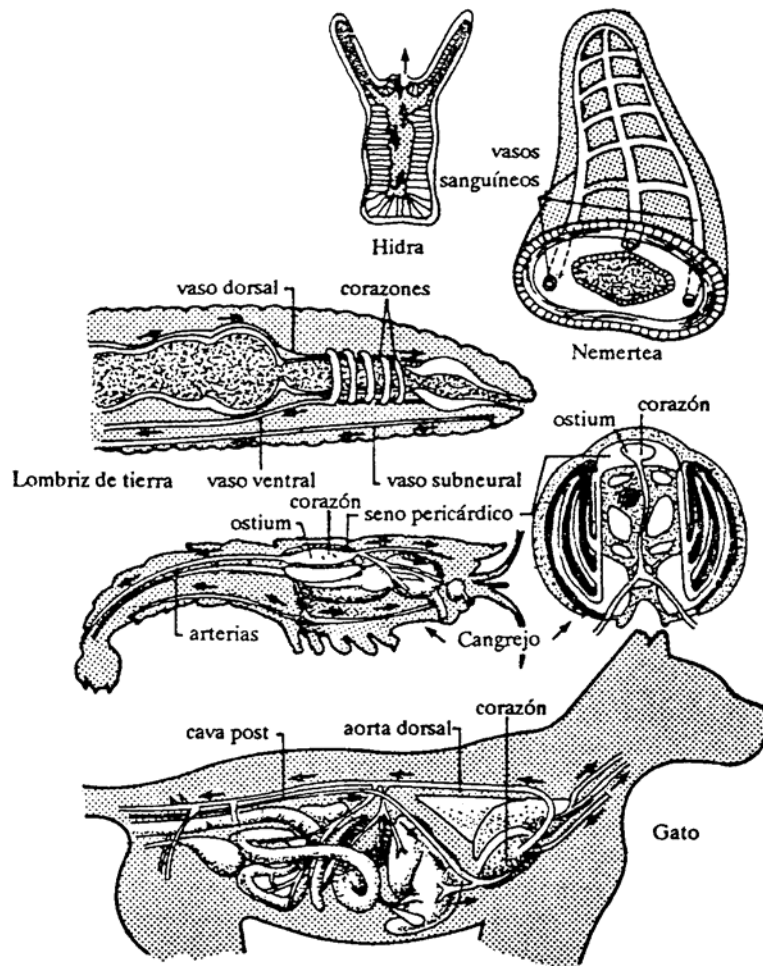


Figura 28. Sistemas circulatorios de hidra, nemertea, lombriz de tierra, cangrejo y gato.

La *sangre* está formada por una porción líquida y una porción sólida. La porción líquida constituye el plasma, que contiene agua y sustancias disueltas (azúcares, aminoácidos, proteínas y grasas), minerales, gases (O_2 y CO_2) y desechos nitrogenados (urea), así como sustancias reguladoras (hormonas).

La porción sólida está formada por células que en los vertebrados son de tres tipos principales: los *glóbulos blancos* o *leucocitos* encargados de la defensa del organismo; las *plaquetas* que participan en los mecanismos de la coagulación de la sangre y los *glóbulos rojos* o *eritrocitos* que contienen hemoglobina cuya función es transportar gases.

Los *vasos sanguíneos* son las arterias, venas y los capilares.

Las *arterias* conducen la sangre del corazón a los tejidos. Las *venas* regresan la sangre de los tejidos al corazón, éstas presentan válvulas que impiden el retorno de la sangre a través de la vena. Los *capilares sanguíneos* comunican las arterias con las venas, éstos tienen paredes muy finas; es a través de estos capilares que los tejidos y la sangre intercambian materiales por difusión y transporte activo.

El *corazón* es un órgano muscular que impulsa la sangre mediante movimientos de contracción a través de los vasos, formando un circuito cerrado (figura 29).

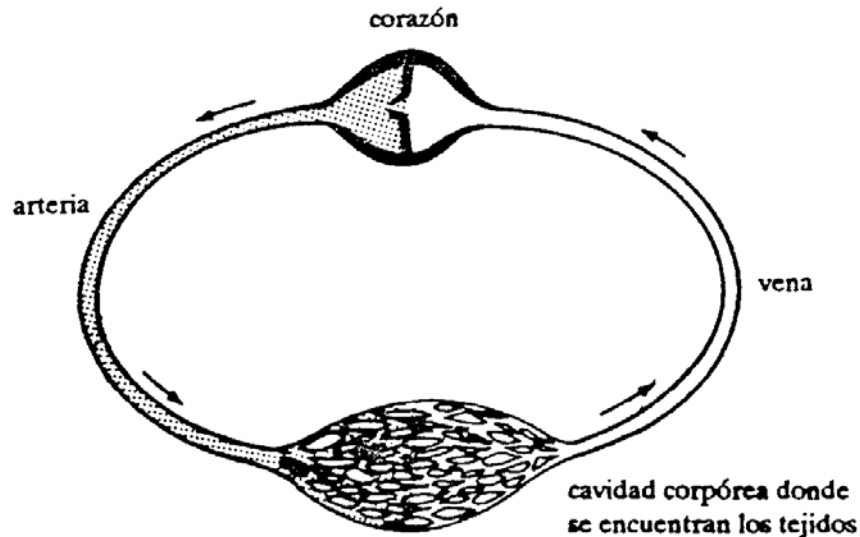


Figura 29. Esquema general de un aparato circulatorio.

Las modificaciones que se presentan en el sistema circulatorio atendiendo a la complejidad del organismo se observan principalmente en el corazón.

En los anélidos, moluscos y artrópodos el corazón ocupa la posición dorsal, mientras que en los vertebrados tiene una posición ventral, y existe una tendencia a dividirse en cavidades, las cuales se denominan *aurículas* y *ventrículos*. Las aurículas de paredes delgadas reciben la sangre que proviene de los tejidos (sangre venosa), y los ventrículos de paredes musculares impulsan la sangre del corazón hacia los tejidos (sangre arterial).

En los animales vertebrados se encuentra un segundo sistema de transporte denominado *sistema linfático*, que auxilia en sus funciones al sistema circulatorio.

Cuando la sangre circula en los capilares sanguíneos ejerce cierta presión sobre ellos, lo que fuerza la salida del agua y materiales disueltos en ella (líquido intersticial). Esta presión es mayor del lado arterial del capilar. En el extremo venoso del capilar la presión de la sangre es menor y, por lo tanto, al capilar regresa parte del líquido intersticial por ósmosis. Esto sucede porque dentro del capilar la concentración de proteínas es mayor que la del agua en comparación con el líquido intersticial que le rodea. Pero no todo el líquido regresa de esta manera a la sangre, parte de él pasa a pequeños tubos llamados vasos linfáticos que se localizan en los espacios intercelulares. Éstos se unen para formar vasos más grandes que vacían su contenido a la sangre muy cerca del corazón, en el llamado ducto torácico. De esta manera, el líquido que sale de los capilares es removido de los tejidos e incorporado de nuevo a la circulación sanguínea.

A través del sistema linfático se encuentran los *ganglios linfáticos* que actúan como filtros que retienen bacterias; éstas son fagocitadas por las células de los ganglios, atrapan cuerpos extraños y participan en la elaboración de anticuerpos.

Las microvellosidades del intestino delgado contienen vasos linfáticos que absorben las grasas y el colesterol, luego éstos conducen dichas sustancias al torrente circulatorio. Se puede decir que el sistema linfático complementa la función del sistema vascular sanguíneo.

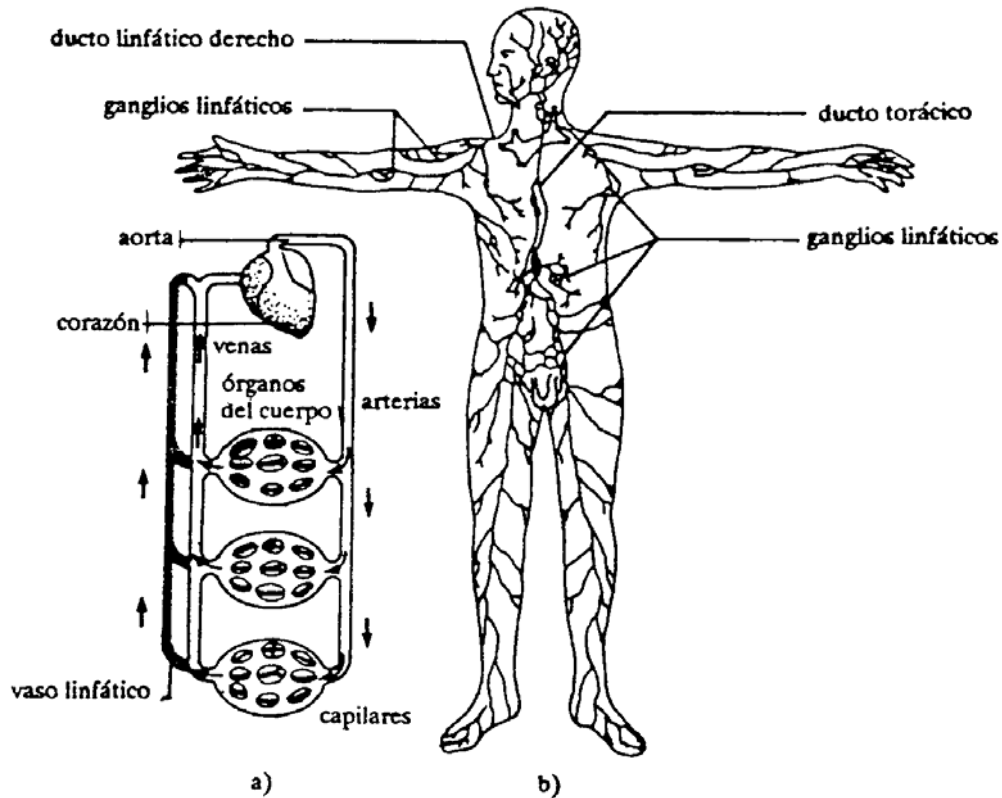


Figura 30. Sistema linfático. a) Diagrama de la relación entre el sistema linfático y el sistema circulatorio. b) Diagrama esquemático del sistema linfático.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

No sólo entre la superficie corporal y el ambiente hay intercambios de materia, también se presentan en el interior de un organismo pluricelular entre el líquido extracelular y las células en los animales sencillos, y en los más complejos entre la sangre; el líquido extracelular y las células. El sistema circulatorio mueve nutrientes y gases hacia ellas y remueve los desechos; por lo tanto, debido a la relación que existe entre éste y las superficies de intercambio constituye un eslabón entre las células y el medio externo.

Aunque las plantas no poseen un sistema circulatorio como el de los animales, sí presentan un sistema vascular que lleva los nutrientes hacia los sitios donde se realiza la fotosíntesis, así como alimentos a todas las células. Dicho sistema no recoge desechos ni realiza transporte de gases, pues como recordarás, algunos de estos se almacenan en la planta y se difunden a través de los espacios intercelulares en la misma.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. La figura 31 representa un modelo de sistema circulatorio abierto:
 - a) ¿Qué animales tienen este tipo de sistema circulatorio?
 - b) ¿Porqué es suficiente para ellos?

2. la figura 32 es un modelo de sistema circulatorio cerrado:
 - a) ¿Qué tipo de animales poseen este sistema circulatorio?
 - b) ¿Porqué es eficiente para ellos?
 - c) ¿Será eficiente un sistema abierto para un animal grande y muy activo?
¿Por qué?

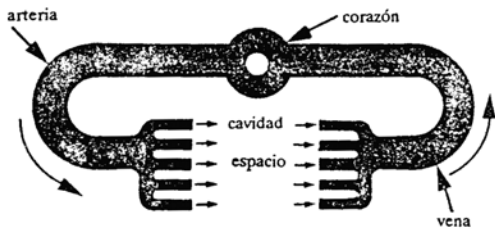


Figura 31

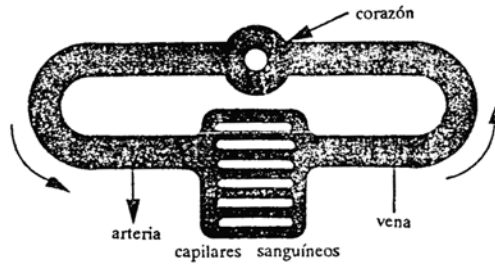


Figura 32

3. Señala qué función desempeñan los capilares sanguíneos en:

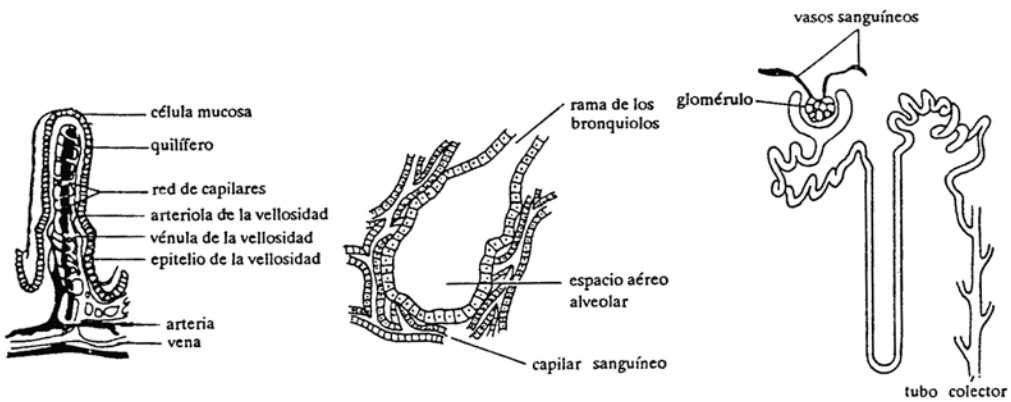


Fig. 33.

4. ¿Hacia dónde se conduce el oxígeno y los alimentos?

5. ¿De dónde recogen los capilares sanguíneos los desechos metabólicos?

6. ¿Qué funciones tiene una arteria y una vena?

7. ¿Cómo auxilia en sus funciones el sistema linfático el sistema circulatorio?

RECAPITULACIÓN

En la figura 34 se relacionan las actividades metabólicas de un organismo; analiza su contenido, lo cuál te permitirá hacer una síntesis del contenido de este fascículo.

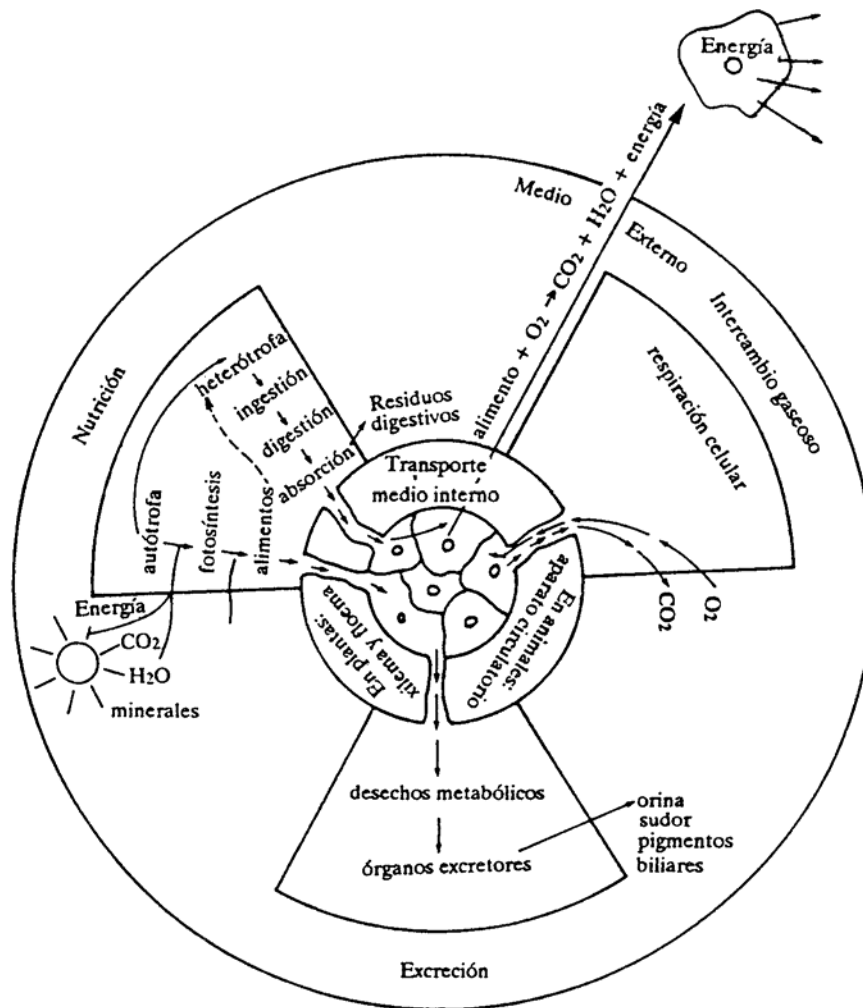


Figura 34.

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

Observa la figura 35 y después realiza las siguientes actividades:

1. Elabora una lista de las sustancias del medio que son nutrientes y otra de los desechos.

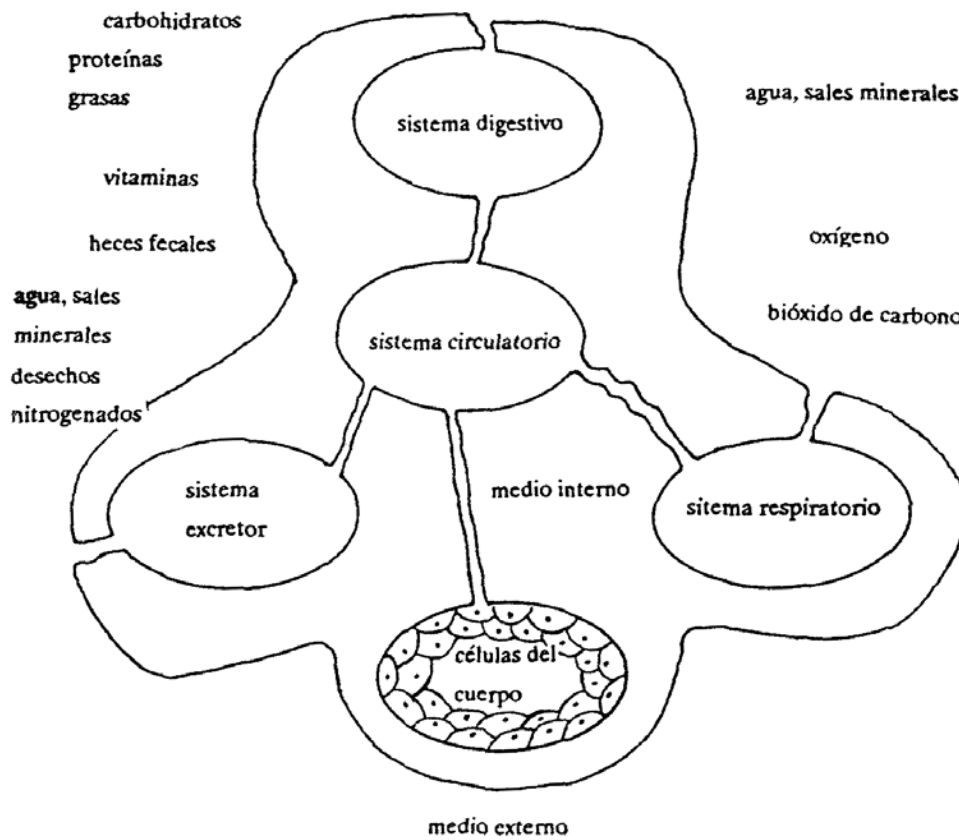


Figura 35.

Nutrientes

Desechos

2. ¿Cuáles son los sistemas que se comunican con el exterior?

3. Relaciona las sustancias del medio externo con los sistemas. Utiliza flechas que indiquen el sentido en que éstas entran y salen del organismo.

4. De la misma manera traza la ruta que dichas sustancias siguen para llegar a las células, así como para las sustancias que salen de ellas. Usa color rojo para las entradas y azul para las salidas.

5. ¿Por qué durante el proceso evolutivo las estructuras se han complicado en algunos organismos y en otros no?

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

Consigue algunas hojas de resultados de análisis clínicos de biometría hemática, química sanguínea y exámen general de orina.

Al analizar los datos que reporta la hoja de biometría hemática:

¿Qué información proporciona?

¿Cuál es la cantidad normal de glóbulos rojos y blancos?

¿Cuáles son los tipos de glóbulos blancos? ¿Qué porcentaje de cada uno son los normales?

En la hoja de química sanguínea:

- ¿Cuáles son los compuestos químicos que se determinan?
- ¿Cuál o cuáles identificas como compuestos productos del metabolismo?
- ¿Cuáles compuestos aún pueden metabolizarse?
- ¿Cuál es la concentración normal de glucosa en la sangre?
- ¿Qué indica que en un análisis de química sanguínea se encuentren compuestos producto de un metabolismo y compuestos aún no metabolizados?

En la hoja correspondiente al análisis general de orina:

- ¿Qué aspectos se examinan?
- ¿Qué tipo de elementos presentes en la orina puede indicarnos anomalías en el metabolismo del individuo?

AUTOEVALUACIÓN

En tus respuestas a las Actividades de Consolidación debiste considerar lo siguiente:

1. Como nutrientes aquellas sustancias del medio que el organismo incorpora para efectuar su metabolismo y como desechos las sustancias que resultan del metabolismo, que ya no son utilizadas por las células y los residuos digestivos.
2. Todos aquellos que presentan aberturas en el medio externo.
3. Las flechas deben relacionar los nutrientes con la superficie por la cual penetran, los gases con la superficie que los intercambia y los desechos metabólicos con el sistema que los elimina al exterior.
4. La relación que existe entre las superficies de intercambio y el sistema circulatorio para el transporte hacia y desde las células.
5. El grado de complejidad estructural del organismo y posibilidad de que sus células intercambien materiales entre ellas mismas y con el medio externo y la adaptación del organismo al medio que habita.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ESPINOZA**, F., y K. Miralles: Biología. Ed. Alambra, 1988.
- FRICA**, H.: Biología. Ed. Mc Graw-Hill, 1991.
- KIMBALL**, J. W.: Biología. Fondo Educativo Interamericano, 1980.
- NASON**, A.: Biología. Ed. Limusa, 1989.
- NELSON**, G. E.: Conceptos fundamentales de biología. Ed. Limusa, 1982.
- SHERMAN**, I., y V. Sherman: Biología. Ed. McGraw-Hill, 1987.
- SMALLWOOD**, N. L.: Biología. Ed. Publicaciones Cultural, 1991.
- SOLOMON**, E. P. Y C. Villée.: Biología. Ed. Interamericana, 1987.
- VILLÉE**, C.: Biología. Ed. Interamericana, 1987.
- WILCH**, C. A., D. I. Arnold y J. Fishleder: Ciencias biológicas-De las moléculas al hombre. CECSA, 1986.