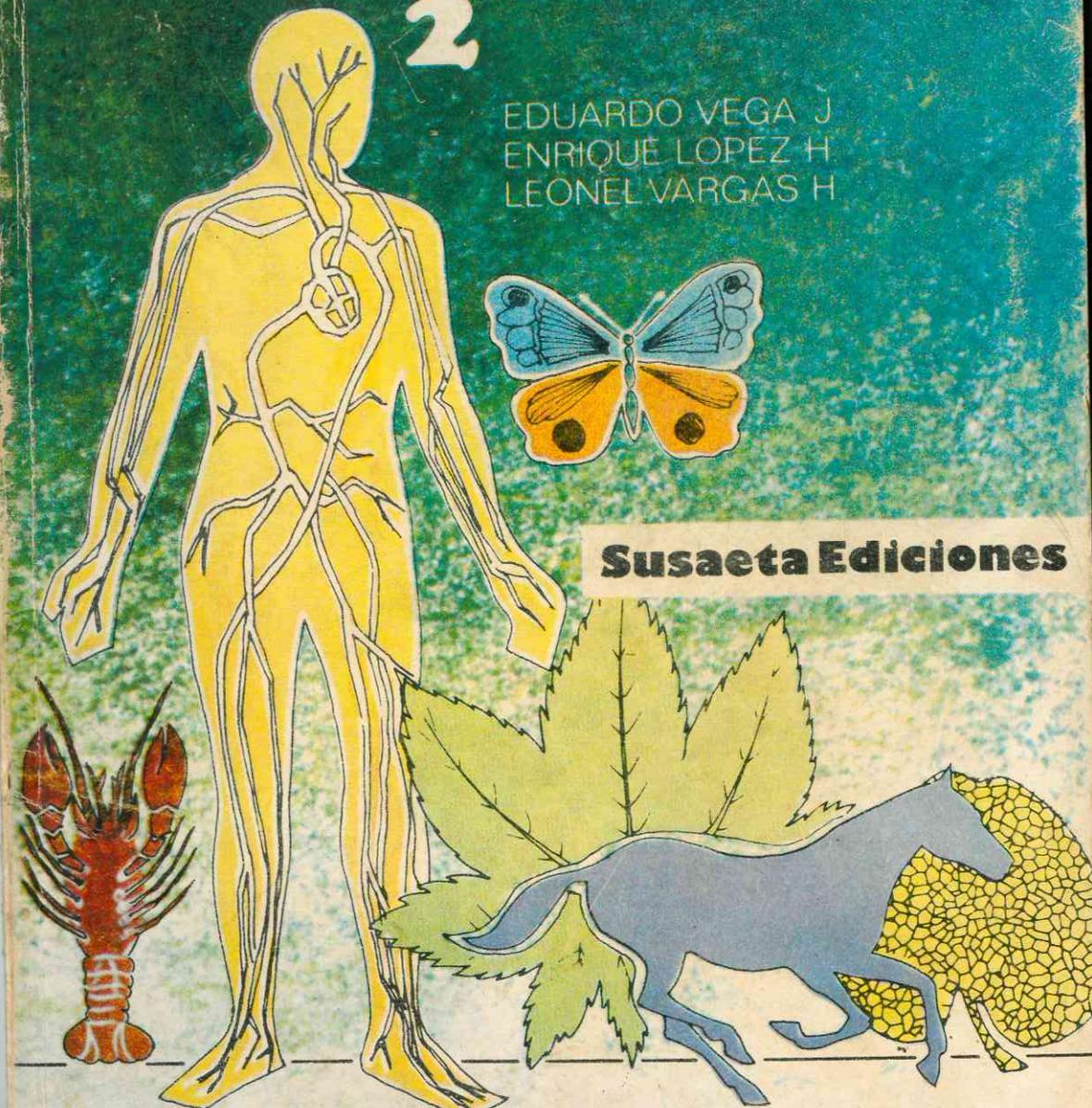


# BIOLOGIA INTEGRADA

## 2

EDUARDO VEGA J  
ENRIQUE LOPEZ H  
LEONEL VARGAS H



**Susaeta Ediciones**

Eduardo Vega J. : Profesor de la Universidad Nacional  
Enrique López H. : Profesor de la Universidad de Antioquia  
Leonel Vargas H. : Profesor de la Universidad Nacional

# Biología Integrada 2

Miembros de la Asociación de Autores Colombianos  
de Obras Didácticas (AUCOLDI)

Desarrollo del Programa del Ministerio de Educación Nacional

3<sup>o</sup> De  
enseñanza  
media

**susaeta**  
EDICIONES & CIA. LTDA.

Cra. 46 A x Calle 50 Sur, Envigado (Ant.)  
Tels. 77-37-52 y 77-49-50 Apdo. Aéreo 1742 y 5962  
MEDELLIN-COLOMBIA  
Tel. 205-16-42  
Apdo. Aéreo 13136  
MADRID-ESPAÑA

OFICINAS EN:

BOGOTÁ (Col.)  
Apdo. Aéreo 222-88  
Tel. 46-70-51

BARRANQUILLA (Col.)  
Apartado Aéreo 42-57  
Tel. 135-73

CALI (Col.)  
Apdo. Aéreo 5762  
Tel. 66-10-77

CARACAS (Venezuela)  
Apdo. Aéreo 10-389  
Tel. 81-94-75

QUITO (Ecuador)  
Casilla 63-01 Tels:  
45-06-73 - 45-06-74

STO. DOMINGO (Rep. Dom.)  
Apdo. Postal 313-21  
Tel. 688-3021

## PRESENTACION

*La enseñanza dinámica de las Ciencias Biológicas requiere de los conocimientos teóricos de los temas por desarrollar y del carácter práctico que a ellos se les imprima; de la concordancia de estos dos factores depende en gran medida la actitud del estudiante hacia el aprendizaje de esta ciencia.*

*Ha sido nuestra principal preocupación en el desarrollo de esta obra que cada uno de los aspectos tratados se complementen mediante actividades cuidadosamente planeadas, que susciten el interés del estudiante por la experimentación y la observación científica de los fenómenos biológicos.*

*Estamos convencidos de que el presente Texto de Biología recoge en forma dinámica y moderna los temas propuestos en el programa integrado del Ministerio de Educación Nacional y será de gran ayuda para profesores, estudiantes y las personas interesadas en el estudio de las Ciencias Biológicas.*

Los Autores

ES PROPIEDAD  
Derechos Reservados

# Nutrición en los seres vivos

## CONTENIDO

### Introducción

*Nutrición Celular: Generalidades. Ingestión, Digestión y Absorción. Entrada y salida de Sustancias. Permeabilidad, Difusión y Osmosis.*

*Fagocitosis y Pinocitosis. Relación con vacuolas. Digestión Intra y Extracelular.*

*Nutrición Vegetal: Organismos quimiosintéticos. Microorganismos fijadores de nitrógeno. Nutrición en Hongos y Líquenes.*

*Organos de absorción en vegetales: Rizoides, Raíces y Estomas. Absorción de Nutrientes, agua, oxígeno y anhídrido carbónico.*

*Nutrición en Animales: Ingestión, digestión y absorción. Sistemas digestivos en Protozoos, Invertebrados y Vertebrados. Sistemas digestivos completos e incompletos.*

*Aparato digestivo del Hombre: Partes que lo forman. Glándulas salivares, Páncreas e Hígado. Localización, conformación y funciones.*

*Funcionamiento del aparato digestivo del hombre. Proceso digestivo. Hipercloridea y gastritis.*

*Alimentos. Ración alimenticia. Valor energético. Vitaminas.*

*Glosario.*

*Evaluación.*

*Bibliografía*

1

## REFERENCIAS

- Alexopoulos, C. 1952. *Introductory Micology*. New York, John Wiley Sons.
- Hardin, G. 1966. *Biology Its Principles and implication*. Second Edition W. H. Freeman and Co.
- Novikoff, A. y Holtzman, F. 1972. *Estructura y dinámica celular*. Editorial Interamericana.
- Rustand, R. 1961. *Pinocytosis*. Sci. Amer, 204 (4).
- Weisz P. B. 1969. *La ciencia de la Biología*. Editorial Omega.

## NUTRICION EN LOS SERES VIVOS

### INTRODUCCION

*La nutrición tiene como función principal la conservación del individuo, mediante ella obtiene la energía necesaria para el desarrollo de actividades como el crecimiento, la síntesis de energía, la división celular, etc., es decir, el mantenimiento de la organización biológica. Tomando como base la nutrición, los seres vivos se dividen en Autótrofos y Heterótrofos. Los primeros son organismos capaces de fabricar sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas; los heterótrofos son organismos que no pueden sintetizar su propio alimento y tienen que nutrirse de las sustancias orgánicas producidas por los autótrofos.*

#### 1. Nutrición Celular: Generalidades. Ingestión, Digestión y Absorción. Entrada y Salida de Sustancias. Permeabilidad, Difusión y Osmosis.

La palabra célula fue empleada por vez primera en 1665 por el científico inglés Robert Hooke al observar los espacios vacíos de tejidos muertos de corcho.

A la célula se le considera como la unidad orgánica de los seres vivos, tanto en estructura como en función.

Una de las funciones de la célula es la nutrición a través de la cual la célula toma del medio externo sustancias alimenticias que transforma, absorbe y elimina mediante un proceso llamado Metabolismo.

Al observar una célula al microscopio se nota que no es una cavidad vacía; en su interior presenta inclusiones que desempeñan diferentes funciones las cuales están contenidas en una sustancia gelatinosa llamada protoplasma.

vegetales y membrana celular en los animales. Esta envoltura o membrana celular actúa como una barrera entre la célula y su medio externo; todas las sustancias que llegan a la célula deben pasar a través de dicha membrana por medio de la difusión. Cuando la difusión de las moléculas se realiza a través de una membrana semipermeable o sea membranas que permiten el paso de ciertas sustancias, el proceso se conoce como Osmosis.

La ósmosis se observa experimentalmente al colocar una solución azucarada separada por una membrana semipermeable (celofán, vejiga de cerdo, etc.) en un recipiente con agua; como te ilustra, la figura No. 1.

En este experimento después de algún tiempo se nota que el agua pura del recipiente atraviesa la membrana y el nivel del agua en el tubo aumenta; las moléculas de azúcar, no atraviesan la membrana porque ésta es impermeable al azúcar. Las moléculas de agua de la solución azucarada también pasan a través de la membrana en menor cantidad.

El proceso osmótico continúa hasta cuando la solución azucarada se haya diluido por la entrada de agua pura, lo cual conduce a equilibrar el sistema. Fig. No. 1

El paso de las moléculas de agua pura a través de una membrana semipermeable de una solución concentrada a una de poca concentración, se conoce como Presión Osmótica.

Las células son capaces de realizar transporte de sustancias en contra del

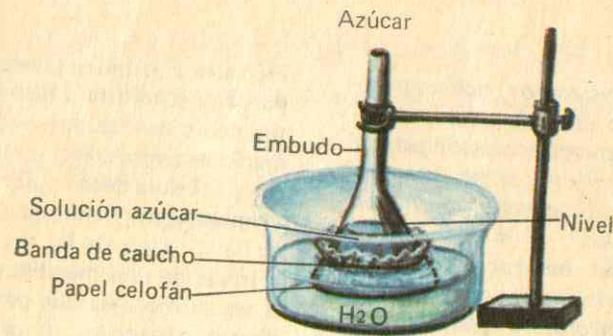


Fig. 1. Ósmosis y Presión Osmótica

gradiente de difusión, es decir, movilizar sustancias de una región de baja concentración a una de alta concentración mediante el transporte activo que involucra un gasto de energía por parte de la célula.

### 2. Fagocitosis y Pinocitosis. Relación con Vacuolas. Digestión Intra y Extracelular.

En los fenómenos de pinocitosis y fagocitosis interviene la membrana plasmática, la cual se pliega para permitir la incorporación de partículas alimenticias al interior de las vacuolas que se han formado por este plegamiento. Las partículas en las vacuolas son sometidas a procesos de digestión intracelular mediante la acción de enzimas.

La mayoría de las células animales poseen lisosomas que se relacionan directa o indirectamente con la digestión intracelular; los lisosomas contienen enzimas hidrolíticas catalizadoras de los procesos digestivos celulares; además estas enzimas al ser liberadas en células lesionadas contribuyen a su digestión y destrucción.

Cuando las enzimas son vertidas al exterior, para producir procesos digestivos cuyos productos son luego absorbidos por la célula, la digestión se conoce como extracelular.

### 3. Nutrición Vegetal: Organismos Quimiosintéticos. Microorganismos fijadores de Nitrógeno. Nutrición de Hongos y Líquenes.

**MATERIAL DIDÁCTICO:** Microscopio, láminas porta y cubre objeto, raíces de trébol.

**ACTIVIDAD:**

*Bacterias Nitrificantes (Fijadoras de Nitrógeno).* Toma una raíz de trébol, separa un nódulo, colócalo en una lámina porta-objeto con una gota de agua, cúbrelo con una lámina porta-objeto, ejerce presión hasta cuando se macere el nódulo.

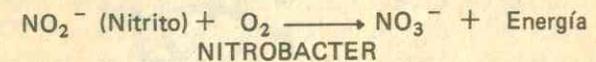
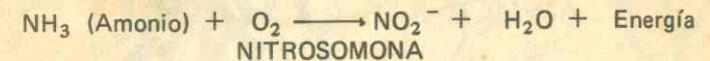
Retira la segunda lámina, lleva la preparación al microscopio. Observa y contesta las preguntas del cuaderno.

Los vegetales según su nutrición son autotróficos o sea que fabrican su propio alimento a partir de agua, bióxido de carbono, sales inorgánicas y energía. Según la fuente de energía utilizada, los organismos se dividen en fotosintéticos y quimiosintéticos; en los primeros la energía empleada para la síntesis de alimentos es la energía solar. Los quimiosintéticos son los que obtienen la energía para fabricar moléculas orgánicas (alimentos) a partir de la oxidación de moléculas inorgánicas; dentro de

los organismos quimiosintéticos están las bacterias Nitrosomonas y Nitrobacter que derivan su energía al oxidar moléculas de amonio en nitrito y este en nitrato; así las bacterias nitrificantes agregan nitratos al suelo, forma iónica en la cual las plantas absorben el nitrógeno.

En la siguiente reacción se observa el proceso de oxidación y síntesis (quimiosíntesis) utilizado por las bacterias antes mencionadas.

#### REACCION DE OXIDACION



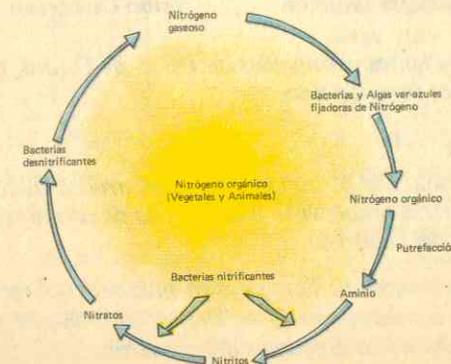
#### REACCION DE SINTESIS



Existen bacterias y algas verde-azules que fijan el nitrógeno atmosférico y forman compuestos nitrogenados en asocio de agua, oxígeno, sales minerales y carbohidratos. Un ejemplo de bacterias nitrificantes son las encontradas en raíces de leguminosas (trébol, fríjol, etc.) formando los llamados nódulos, como lo observaste en la actividad.

También se encuentran bacterias desnitrificantes, es decir, bacterias que transforman los nitratos en nitritos, los nitritos en amonio y el amonio en nitrógeno libre y gaseoso.

Las bacterias autotróficas y heterotróficas son de gran utilidad en el reciclaje de la materia orgánica. Fig. No. 2.



### Nutrición de Hongos y Líquenes

Los hongos son vegetales carentes de clorofila, por lo cual no pueden fabricar sus propios alimentos; dependen de los autótrofos para su nutrición, es decir, son organismos heterótrofos.

Según su tipo de nutrición heterótrofo los hongos se dividen en saprobios y parásitos.

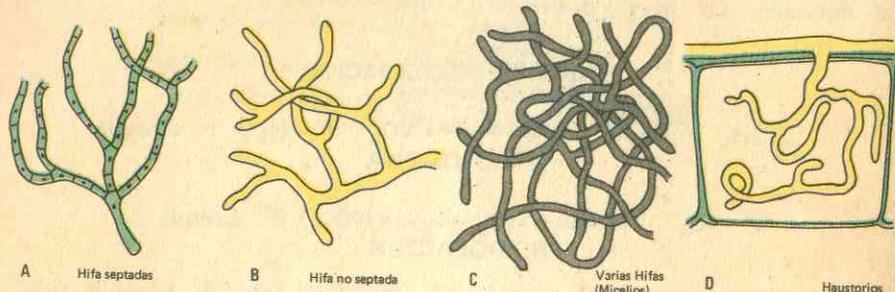


Fig. 3. Partes del cuerpo de los Hongos

El micelio en los hongos realiza las actividades de absorción, digestión, respiración y secreción. El micelio absorbe los alimentos en forma líquida, el cual se difunde por las paredes celulares hasta alcanzar el protoplasma.

Algunos hongos presentan hifas especializadas que penetran las células vivas de otros organismos para obtener nutrientes; estas hifas reciben el nombre de haustorios. Los líquenes son el resultado de la unión

**MATERIAL DIDACTICO:** Plantas germinadas de frijol, de Elodea, tubos de ensayo, aceite, bicarbonato de sodio al 10%, fenolftaleína.

#### ACTIVIDADES

- Regiones o zonas de la raíz. Del germinador de clase arranca cuidadosamente una plántula de frijol. Detalla su raíz a simple vista o con ayuda de una lupa. Dibuja la raíz, observa y responde las preguntas del cuaderno.
- La raíz como órgano de absorción. Toma dos plantas de frijol recién germinadas, colócalas en un recipiente que contenga agua y aceite, como te ilustra la figura No. 4. Observa durante varios días y responde las preguntas del cuaderno.

sitos. Los hongos saprobios, se alimentan de los tejidos de otros organismos o de los productos orgánicos de plantas y animales; los hongos parásitos obtienen su alimento de plantas o animales vivos. Los hongos están conformados por una masa conocida como hifa la cual puede ser alargada, multinucleada, septada o filamentososa; el conjunto de hifas forman el micelio o cuerpo del hongo. Fig. No. 3

íntima de un alga y un hongo; este tipo de relación en que dos organismos obtienen un beneficio recíproco se denomina simbiosis o mutualismo, en el cual el alga, mediante la fotosíntesis, provee al hongo de nutrientes orgánicos y el hongo aporta al alga agua y sales minerales.

#### 4. Organos de Absorción en Vegetales: Rizoides, Raíces y Estomas. Absorción de Nutrientes, Agua, Oxígeno y Anhídrido Carbónico.

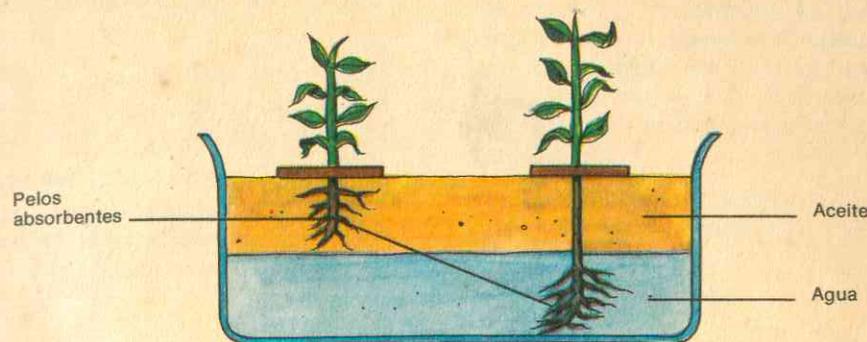


Fig. 4. La Raíz como Organo de Absorción

- Absorción de anhídrido carbónico por los vegetales. Toma dos tubos de ensayo, llénalos con solución de bicarbonato de sodio al 10%. En uno de los tubos coloca una rama de elodea como te ilustra la figura No. 5. Deja ambos tubos por una o dos horas cerca de una bombilla de luz fuerte y agrega a cada tubo una o dos gotas de indicador de fenolftaleína. Observa y contesta las preguntas del cuaderno.

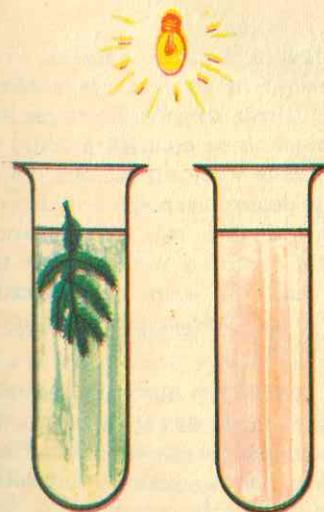


Fig. 5. Absorción de Anhídrido Carbónico

El tipo de nutrición de las plantas verdes (con clorofila) es autótrofo; para llevar a cabo sus funciones nutricionales necesitan incorporar del medio que las rodea, agua, sustancias minerales y anhídrido

En las plantas cormofitas, las raíces son los órganos de absorción de agua y de sustancias minerales; son órganos subterráneos, con geotropismo positivo. En el cuerpo de una raíz se pueden reconocer varias regiones importantes como lo observaste en la actividad. Figura No. 6. Estas regiones son:

- REGION APICAL:** En ella se localiza el punto vegetativo integrado por tejido meristemático; dicha región se halla protegida por un conjunto de células vivas que se conocen con el nombre de cofia, caliptra o piloriza.
- REGION DE CRECIMIENTO O DE ALARGAMIENTO:** Denominada así porque en ella tiene lugar el crecimiento longitudinal de las células, por consiguiente el de la raíz. Esta región es corta, su longitud oscila entre 2 y 10 milímetros. Si esta región fuera más larga, la raíz, al penetrar al suelo sufriría doblamiento en la región apical.

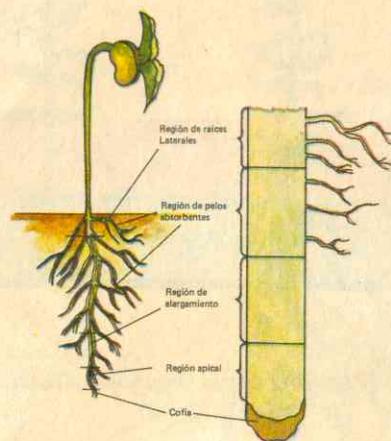


Fig. 6. Regiones de la Raíz

que se originan de células epidérmicas y son de vida corta; su número es grande y varía según el tipo de planta; son unicelulares. La función principal de los pelos absorbentes es la absorción de sustancias nutritivas.

- d. **REGION DE RAICES LATERALES O SECUNDARIAS:** Se forman en aquellas zonas donde desaparecen los pelos absorbentes. Las raíces laterales o secundarias presentan las mismas regiones que la raíz que les dio origen.

#### Estructura Primaria y Secundaria de la Raíz

La raíz es una estructura axial, simple y no presenta, como el tallo, divisiones en nudos y entrenudos. Su organización interna es variable; en un corte transversal de raíz con estructura primaria se localizan tres sistemas de tejidos que son: la epidermis, la corteza y el cilindro vascular. Fig. No. 7.

desprovista de cutícula aunque en raíces jóvenes se ha verificado la presencia de una cutícula delgada. En raíces jóvenes la epidermis se especializa como tejido absorbente y se halla cubierta por pelos, que se desarrollan mejor en zonas donde el xilema está más estructurado. En plantas como las orquídeas, la epidermis desarrolla varios estratos celulares que se denominan epidermis múltiple o velamen.

- b. **LA CORTEZA.** Se halla compuesta, en la mayoría de los casos, por tejido parenquimático que se caracteriza por la presencia de espacios intercelulares y la ausencia de cloroplastos.

La corteza comprende los tejidos que van desde la epidermis hasta el cilindro vascular; la capa más interna de la corteza se denomina endodermis y contiene una estructura extendida alrededor de toda la célula, conocida como banda de Caspari.

vistas de banda de Caspari llamadas células de paso.

La corteza, hacia la periferia, se especializa en una o varias capas de células vivas que reciben el nombre de exodermis.

- c. **EL CILINDRO VASCULAR:** Comprende una o más capas de tejidos no conductor el periciclo que se localiza debajo de la endodermis. A continuación

del periciclo se localizan los tejidos conductores: el xilema y el floema primarios. El xilema primario está constituido por una serie de cordones que alternan con los filamentos del floema primario.

En algunas plantas la región central de la raíz presenta una capa de tejido conocida como médula.

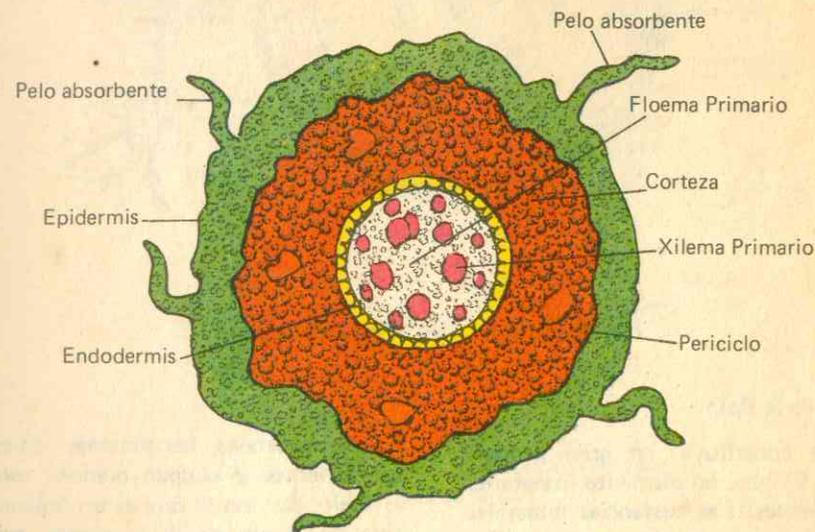


Fig. 7. Corte Transversal de Raíz con Estructura Primaria

Las raíces y tallos de plantas dicotiledóneas y gimnospermas, experimentan una serie de cambios que se manifiestan externamente por un aumento en espesor. Estos cambios son provocados por la actividad de los siguientes meristemas: el cambium vascular que origina tejidos vasculares o conductores secundarios; el cambium suberígeno o felógeno que origina externamente el corcho e internamente la felodermis. Al practicar un corte transversal de una raíz con estructura secundaria se observa, de afuera hacia dentro, los siguientes tejidos: Figura No. 8.

de corcho y felodermis se denomina peridermis, que es una epidermis secundaria.

- b. **ZONA CORTICAL.** Disminuida debido al desarrollo de los haces vasculares, especialmente el xilema.
- c. **HACES CONDUCTORES O VASCULARES.** Constituidos por xilema y floema secundarios.
- d. **MEDULA,** que puede o no existir; en caso de existir lo hace internamente a los haces vasculares. También se encuentran en las raíces secundarias otros teji-

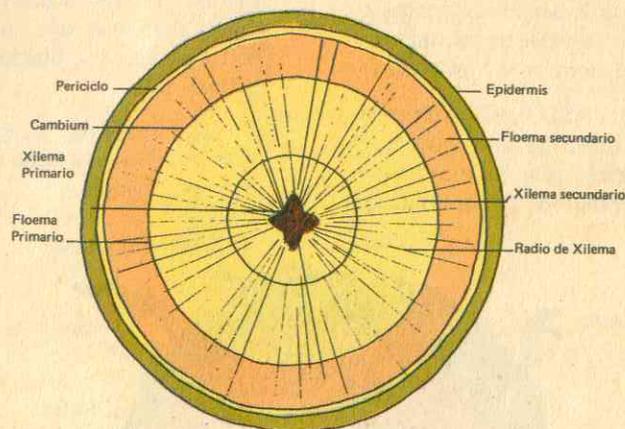


Fig. 8. Estructura Secundaria de la Raíz

### Funciones de la Raíz

El agua constituye, en gran proporción (70 a 95%), un elemento integrante de los vegetales. Las sustancias minerales que sirven de materia prima a la planta para fabricar sus propios alimentos se encuentran disueltas en el agua. En las plantas, el agua y las sustancias minerales son absorbidas por la raíz mediante difusión o transporte activo; gran cantidad del agua absorbida penetra a través de los pelos absorbentes y otra proporción lo hace por medio de células epidermales.

La figura No. 9 indica las relaciones entre la absorción de agua y las regiones de la raíz.

En la actividad observaste que una de las plántulas se marchitó debido a que los pelos absorbentes, la vía más importante para la entrada del agua, no estaban en contacto con ella.

La raíz también tiene como función...

En los vegetales, los sistemas radiculares son extensos y ocupan grandes zonas en el suelo; por eso la raíz es un órgano efectivo en el anclaje de la planta, ayuda a mantener unidas las partículas del suelo y previene la erosión.

Las raíces generalmente almacenan alimentos, a veces en grandes cantidades como ocurre con la zanahoria, la yuca, la remolacha, etc., alimentos que el hombre y los animales utilizan.

Existen plantas desérticas con raíces carnosas que almacenan agua en cantidades considerables para ser utilizadas por las plantas durante los períodos secos.

En las talofitas, como las algas pardas, los musgos y las hepáticas, la función de absorción de agua y sustancias minerales es realizada por unas estructuras semejantes...

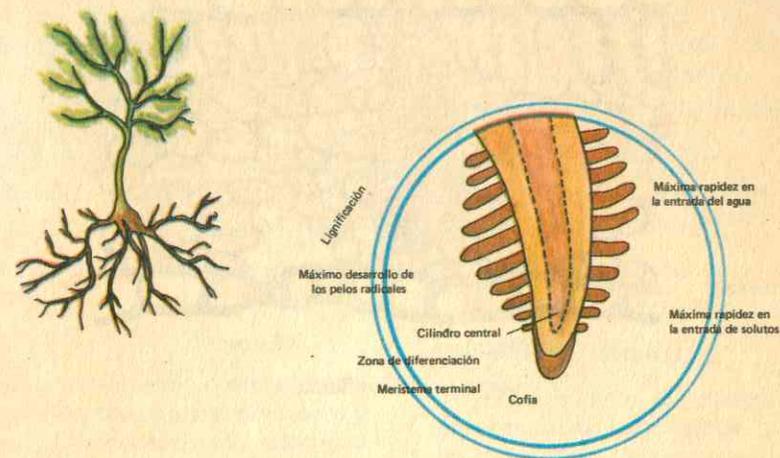


Fig. 9. Relación entre la absorción de agua y las regiones de la raíz

### Estomas y Difusión de gases

Las hojas son los órganos foliares más completos de los vegetales, de color oscuro en la cara superior o haz y claro en la cara inferior o envés.

En un corte transversal de hoja se identifican varios sistemas de tejidos: epidermal, fundamental (parénquima) y vascular o conductor. Fig. No. 10.

El tejido epidermal cubre la superficie completa de la hoja y se continúa con la epidermis del tallo. En la epidermis se diferencian dos zonas: la epidermis superior que corresponde al haz de la hoja y la epidermis inferior en la cual se encuentran los estomas que son pequeñas aberturas comunicadas con el parénquima esponjoso...

Los estomas, mediante cambios en su forma, realizan la difusión de gases así: el anhídrido carbónico que la planta requiere en la fotosíntesis penetra a través del estoma y pasa a la cámara subestomática conectada con pasajes aéreos por los cuales el anhídrido carbónico se difunde en el mesófilo de la hoja. También a través de los estomas las plantas permiten la salida de agua en forma de vapor (transpiración) y del oxígeno que se forma en la fotosíntesis; el cierre de los estomas impide este intercambio gaseoso.

5. Nutrición en Animales: Ingestión, Digestión y Absorción. Sistemas Digestivos en Protozoos, Invertebrados y Vertebrados. Sistemas Digestivos Completos...

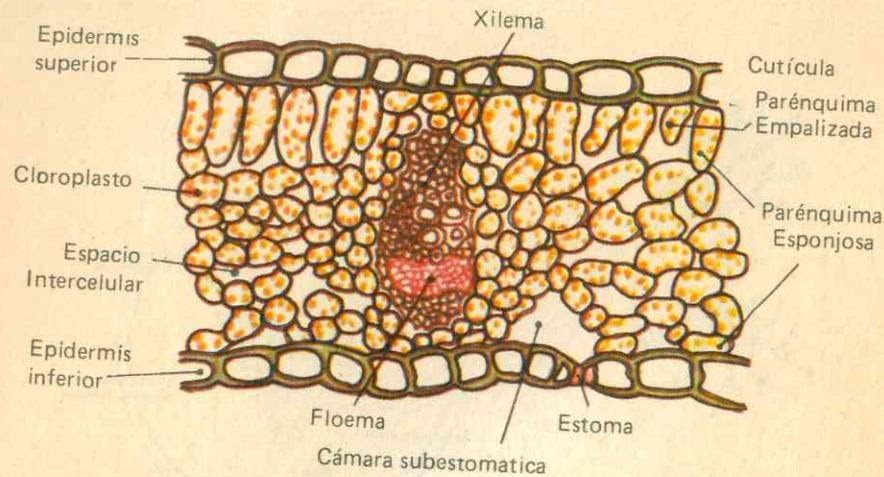


Fig. 10. Corte Transversal de Hoja

**MATERIAL DIDACTICO:** Microscopio, láminas porta y cubre-objeto, tubos de vidrio o goteros, bisturí, tijeras, alfileres, cultivo de protozoos, lombrices de tierra, saltamontes y ranas.

### ACTIVIDADES

- Nutrición en Protozoos (Amibas).** Con la ayuda de un gotero toma una gota de agua del frasco que contiene el cultivo de amibas, colócala en una lámina porta-objeto, lleva la preparación al microscopio y localiza una amiba.
- Nutrición en Protozoos (Paramecio).** Sigue los pasos de la actividad anterior y toma la muestra del cultivo de paramecio. Observa, dibuja y responde las preguntas del cuaderno.
- Sistema Digestivo en Lombriz de Tierra.** Toma una lombriz de tierra, extiéndela dorsalmente (lado más oscuro) sobre una tabla de disección. Coloca cuidadosamente un alfiler en el primer segmento y otro alfiler en la región del clitelo (anillo coloreado en la región media).

Practica una incisión poco profunda desde el clitelo hasta el prostomio con ayuda de un bisturí o de unas tijeras; separa las paredes y fíjalas mediante alfileres como te ilustra la figura del cuaderno.

Observa: La boca que se localiza debajo del prostomio y se abre a una corta cavidad bucal, que termina en una faringe muscular; el esófago alargado y delgado, el buche agrandado, la molleja de paredes gruesas, el intestino que se extiende a través del resto del animal y desemboca a un ano en el último segmento.

Utiliza la figura del cuaderno y dibuja en ella las estructuras observadas. Responde las preguntas del cuaderno.

- Observación de piezas bucales en Artrópodos. Toma un saltamontes, con la ayuda de una lupa, identifica las diferentes piezas que integran el aparato bucal. Observa y compara con la figura del cuaderno; contesta las preguntas del mismo.
- Sistema Digestivo de Vertebrados. Toma una rana, con unas tijeras corta los ángulos de la mandíbula; examina la lengua y los dientes. Coloca la rana en posición ventral y con la ayuda de unas tijeras corta la piel en la región medio-ventral desde la región posterior a la anterior. En las terminales de este corte practica dos cortes laterales para dejar al descubierto la cavidad abdominal (si la rana es hembra, esta cavidad se encuentra llena de huevos, remuévelos sin dañar otras estructuras). Con la ayuda de la figura 18. A, del manual identifica el estómago y observa su forma y extensión, el intestino, el duodeno, el recto que se abre a una cloaca y el ano. Responde las preguntas del cuaderno.

**NOTA:** Para realizar las anteriores actividades consulta la guía que aparece en el cuaderno al final de la unidad.

### Nutrición de Protozoos

El nivel de organización divide a los animales en dos grandes grupos: protozoos y metazoos. Los protozoos están integrados por los animales unicelulares y los metazoos por los animales pluricelulares.

La nutrición de los animales es heterotrófica, es decir, se alimentan de autotróficos.

El proceso de nutrición en los animales comprende tres etapas: ingestión, digestión y absorción. La ingestión es el proceso mediante el cual las partículas alimenticias son incorporadas en el interior de cavidades digestivas en donde son sometidas a ruptura o a procesos digestivos, es decir, las moléculas de gran tamaño son transformadas en moléculas pequeñas. Las partículas digeridas abandonan el canal digestivo y son incorporadas por células mediante la absorción.

La mayoría de los protozoos carecen de estructuras permanentes para ingerir los alimentos; en los sarcodarios, como las amibas, la ingestión de las partículas alimenticias se realiza a través de pseudópodos o prolongaciones del protoplasma. En el interior del citoplasma la partícula alimenticia ingerida es rodeada junto con el agua del medio por una vacuola digestiva como lo observaste en la actividad. Fig. No. 11.

En otros protozoos como en el paramecio, existen estructuras permanentes para la ingestión de alimentos. El paramecio ingiere los alimentos a través de una boca rodeada de cilios, conocida como surco oral o citostoma, conectada a una citofaringe en cuya base se forma una vacuola digestiva en donde el alimento es digerido enzimáticamente. Los materiales no digeridos son expulsados a través del citopigio o poro anal. Fig. No. 11.



Seudópodo

Plasmalio

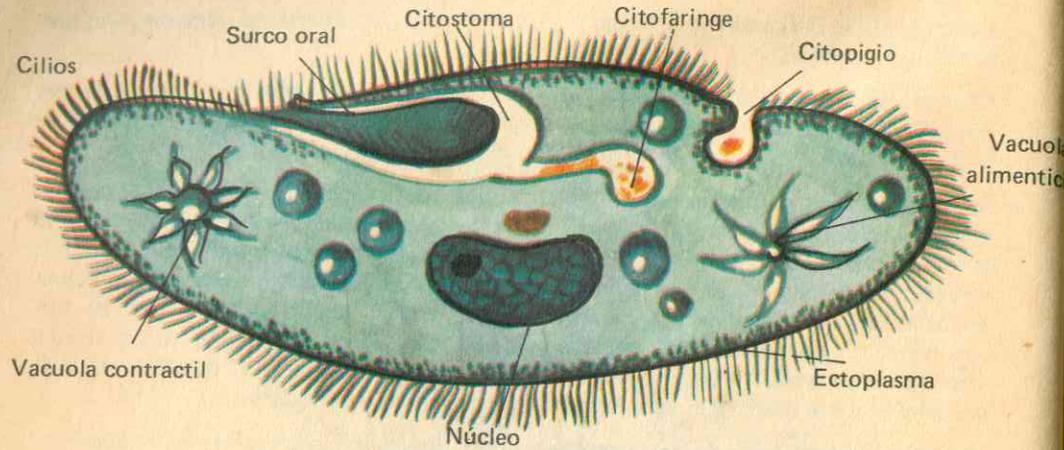


Fig. 11. Amiba y Paramecio

En los protozoos se distinguen los siguientes tipos de nutrición:

- a. HOLOZOICA, nutrición que comprende la ingestión de partículas sólidas (bacterias, algas, etc.) que son digeridas en el interior de vacuolas digestivas mediante la acción de enzimas. Este tipo de nutrición lo presentan la mayoría de los animales.
- b. HOLOFITICA, se presenta cuando los animales ingieren del medio, compuestos inorgánicos que posteriormente transforman, mediante fotosíntesis, en compuestos orgánicos.
- c. SAPROZOOICA (Véase numeral 3.)
- d. PARASITISMO. (Véase numeral 3.)

**Nutrición en Metazoos**

En los metazoos el alimento ingerido es llevado a cavidades en donde se realizan los procesos de digestión y de absorción. Los sistemas digestivos de los metazoos pueden ser completos o incompletos; un sistema digestivo completo es aquel en el cual existe una abertura o ano para la expulsión de los materiales de desecho; si el sistema digestivo carece de ano se dice que es incompleto.

**Sistemas Digestivos de Invertebrados**

se alimentan de partículas alimenticias que extraen del agua, para lo cual están dotadas de células flageladas o coanocitos. El movimiento de los coanocitos hace que el agua penetre por los porocitos o aberturas de la pared celular, la cual pasa a la cavidad central o espongiocele y sale por una abertura conocida como ósculo.

Las partículas alimenticias que penetran con el flujo de agua son capturadas por las vacuolas alimenticias de los coanocitos en donde son sometidas a procesos digestivos intracelulares que se completan en los amebocitos de la mesoglea o mesénquima. El agua también elimina los productos de desecho. Fig. No. 12.

b. CELENTERADOS (Hidra). Las hidras son animales carnívoros, presentan la boca rodeada de tentáculos que al ser tocados por una presa provoca la descarga de unas estructuras conocidas como nematocistos que contienen un líquido que produce parálisis. La presa paralizada es llevada a la boca mediante la curvación de los tentáculos.

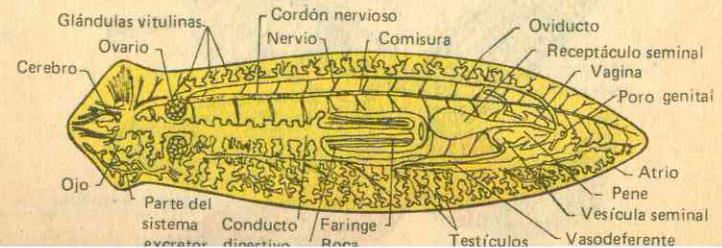
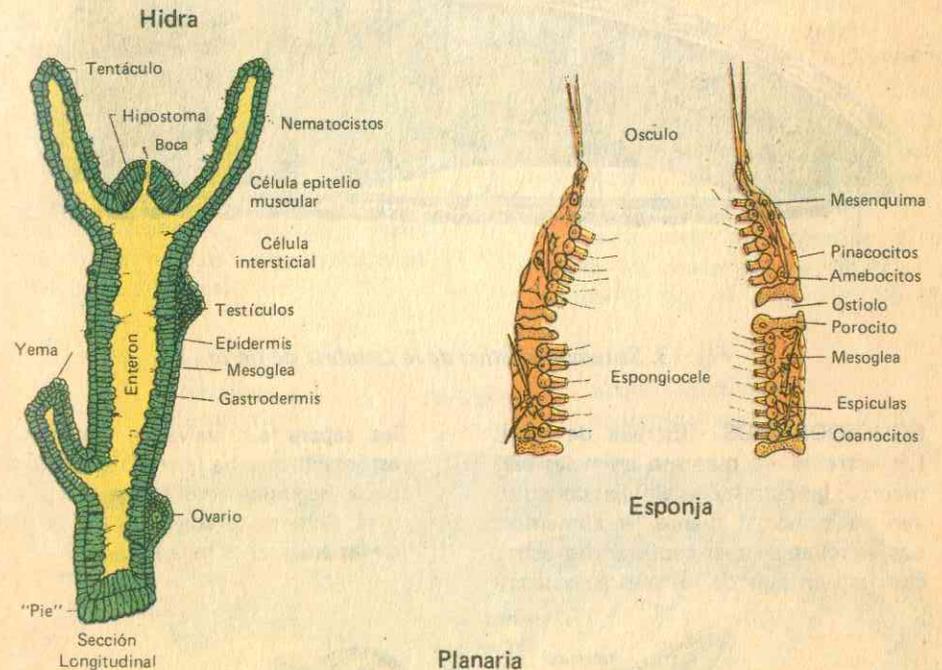
La digestión en las hidras puede ser extracelular o intracelular; la primera se realiza en la cavidad gastrovascular o enterón mediante la secreción de enzi-

en vacuolas en el interior de las células. Los materiales no digeridos son expulsados a través del mismo orificio de entrada de los alimentos, es decir, la boca. Fig. No. 12.

c. PLATELMINTOS (Planarias). El sistema digestivo de las planarias consta de una boca, de una estructura muscular o farínge y de una cavidad digestiva ramificada. Cuando una planaria detecta los alimentos se dirige hacia ellos colocándose en posición ventral y extiende a través de la boca la faringe muscular hasta colocarla en contacto con el ali-

mento que posteriormente introduce a la boca. La digestión de la planaria es intracelular y se realiza en la cavidad digestiva ramificada de donde los alimentos digeridos son absorbidos gradualmente por otros tejidos. Los productos de desecho son expulsados por la boca. Fig. No. 12.

Además de las planarias que son de vida libre existen otros platelmintos de vida parásita como la tenia solium y la tenia saginata que parasitan en el intestino del hombre.



d. ANELIDOS (Lombriz de tierra). La lombriz de tierra tiene un sistema digestivo constituido por la boca, la faringe, el esófago, el buche, la molleja, el intestino y el ano, como lo observaste en la actividad.

Los anélidos se alimentan de vegetales que ingieren del sustrato por la acción de la faringe; los ácidos orgánicos presentes en estos alimentos son neutrali-

zados por el carbonato de calcio segregado por los tres pares de glándulas calcíferosas que se encuentran a los lados del esófago. El alimento se almacena en el buche, luego pasa a la molleja que lo tritura; la digestión se realiza por la acción de enzimas digestivas del intestino, en el cual también se realiza el proceso de absorción. Los materiales no digeridos son expulsados por el ano. Fig. No. 13.

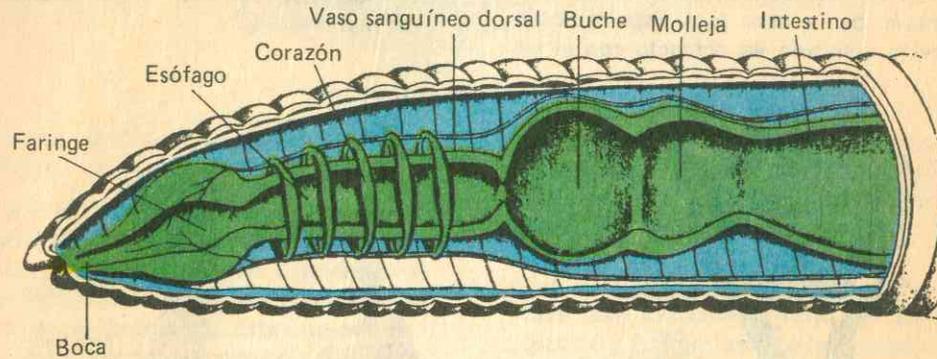
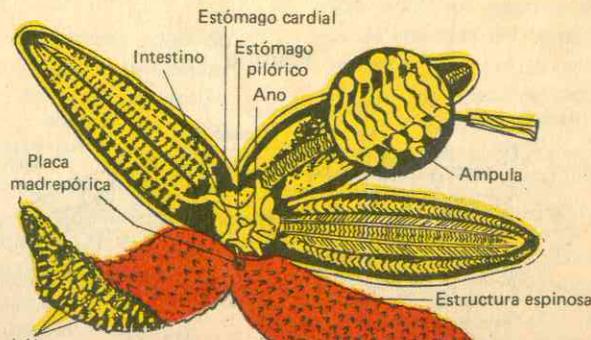


Fig. 13. Sistema digestivo de la Lombriz de tierra

e. EQUINODERMOS. (Estrella de mar). Las estrellas de mar son animales carnívoros; las ostras y las almejas constituyen su principal fuente de alimentos. Las estrellas de mar capturan las ostras con las ventosas de los pies ambulacra-

les separa sus valvas e introduce su estómago que ha lanzado a través de la boca, seguidamente retrae el estómago y el alimento predigerido por la acción de las enzimas es ingerido.



El sistema digestivo de la estrella de mar consta de una boca situada en la región inferior o ventral y un estómago dividido en dos porciones: una porción cardíaca localizada en la región inferior, conectada a la boca y una porción pilórica colocada en la región superior que desemboca en un intestino que termina en un ano colocado en la región superior o dorsal. Como glándulas anexas al sistema digestivo de la estrella de mar están los cinco pares de ciegos hepáticos (glándulas digestivas) dos pares por cada brazo del animal; dichas glándulas vierten su contenido en el estómago pilórico pero la actividad digestiva la desarrollan en el estómago cardíaco. Los desechos de gran tamaño son expulsados por la boca. Fig. No. 14.

SISTEMA DIGESTIVO EN CRUSTACEOS (Cangrejos). Los crustáceos presentan un sistema digestivo con boca rodeada de apéndices, un esófago corto, un estómago complejo y dividido en dos cámaras: una anterior o cardíaca y otra posterior o pilórica. En el estómago se encuentra el molinete gástrico, con dientes calciformes que completan la masticación de los alimentos, seguido de un intestino y de un ano.

Como estructuras anexas al sistema digestivo se encuentran las glándulas digestivas o hepáticas.

Los cangrejos son omnívoros, se alimentan de animales o vegetales acuáticos; los alimentos los toman con los quelíceros y los trituran en el estómago con la ayuda del molinete gástrico. Las glándulas digestivas producen secreciones enzimáticas que digieren las partículas alimenticias; la absorción se efectúa a nivel del intestino o del hígado; los materiales de desecho son expulsados por el ano. Fig. No. 15.

f. ARTROPODOS. Es un grupo amplio y numeroso que comprende los arácnidos (arañas), los quilópodos (ciempies), los crustáceos (cangrejo, langosta y camarones) y los insectos (saltamontes, mariposas, cucarachas, etc.).

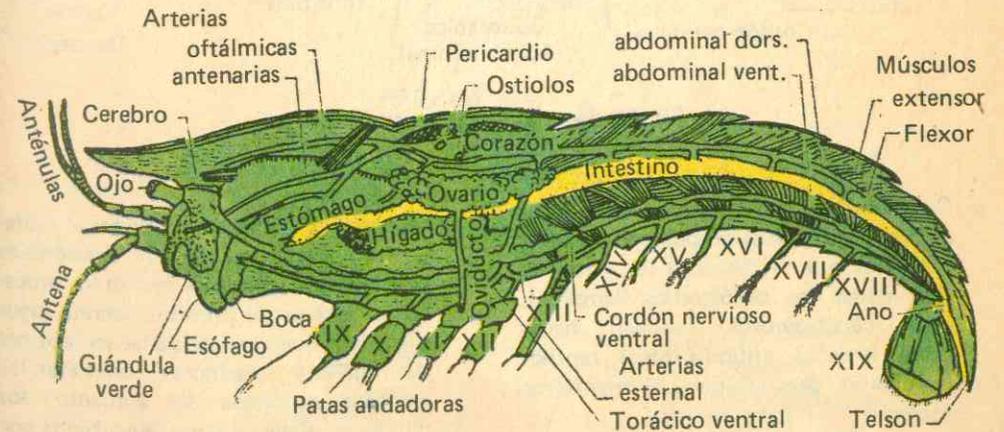


Fig. 15. Sistema Digestivo en Crustáceos

SISTEMA DIGESTIVO EN INSECTOS. En los insectos el sistema digestivo

la base de la cavidad pre-oral o sea el espacio que comprende las piezas del

porción engrosada conocida como buche, donde desembocan las glándulas salivales. El buche se abre en un proventrículo o molleja que en los insectos que comen alimentos sólidos presenta el molinete gástrico que ayuda a triturar los alimentos. La porción media del tracto digestivo donde los procesos digestivos tienen lugar, se conoce como intestino medio, estómago o ventrículo que presenta en la región anterior los ciegos gástricos. La porción posterior del intestino es variable en los diferentes grupos de insectos, pero

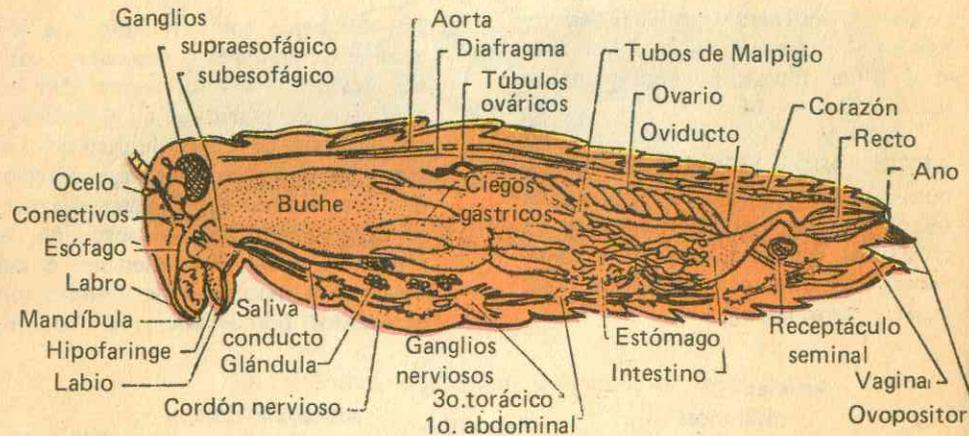


Fig. 16. Sistema Digestivo en Insecto

g. **CORDADOS:** Los cordados están integrados por diversos grupos de animales, entre los que se destacan los vertebrados, como los ciclóstomos (lamprea), peces cartilagosos (tiburón), peces óseos (trucha), anfibios (rana), reptiles (serpiente), aves (paloma) y mamíferos (perro).

Los vertebrados presentan dividido el sistema digestivo en boca, faringe, esófago, estómago, intestino y ano, órganos que cumplen funciones específicas.

generalmente se dividen en un intestino anterior tubular y en un intestino posterior o recto que se abre directamente en un ano. La alimentación de los insectos es diversa; de allí la variedad que se observa en las piezas bucales como lo observaste en la actividad. Las piezas bucales en los insectos pueden ser del tipo masticador como en los saltamontes, chupadores como las moscas domésticas o picadora —chupadora como en los mosquitos o zancudos. Fig. No. 16.

recoger sustancias alimenticias; el esófago transporta los alimentos; el estómago es el sitio en donde se inician los procesos digestivos; el intestino secreta jugos digestivos que asociados a las secreciones del hígado y del páncreas completan los cambios químicos del alimento, los cuales así digeridos son absorbidos por el intestino y los desechos son expulsados a través del recto, última porción del intestino grueso que desemboca en el ano.

Los vertebrados presentan diferencias en

con dientes córneos en hilera, lengua musculosa con dientes y glándulas bucales que secretan sustancias anticoagulantes; faringe corta, dividida en un esófago superior y en un tubo respiratorio inferior que aloja las branquias; no presentan estómago. El esófago, mediante una válvula, se abre a un intestino recto, en el cual se presenta la válvula espiral (Tiflosol), que es un pliegue de epitelio y tejido conjuntivo que recorre de uno a otro extremo el intestino y aumenta su superficie interior. El intestino desemboca en un ano pequeño. Fig. No. 17. A.

Las lampreas se alimentan pegándose a los peces mediante una ventosa oral y succionan fluidos corporales a través de aberturas practicadas con los dientes linguales, es decir, su régimen alimenticio es parásito.

**LOS PECES CARTILAGINOSOS.** (Tiburón) y demás vertebrados presentan mandíbulas. En los tiburones la boca presenta mandíbulas provistas de dientes agudos; les sirven para la captura de

presas pequeñas que son engullidas enteras. Los dientes del tiburón son homólogos a las escamas placoides de la piel; en el piso de la cavidad oral los tiburones presentan una lengua que es un simple plegamiento de tejido. La faringe desemboca lateralmente en las hendiduras branquiales y luego lo hace en el esófago que, a su vez, desemboca en un estómago en forma de jota (j) que remata en una válvula pilórica. A continuación del estómago se encuentra el intestino que, como en la lamprea, presenta una válvula espiral para alargar y aumentar la superficie de absorción del intestino. El intestino comunica con la cloaca y con el ano. El hígado y el páncreas se abren en la porción anterior del intestino o duodeno por medio de un conducto biliar y pancreático común. En la región dorsal del intestino se inserta una glándula rectal de función desconocida. Fig. No. 17. B. Los tiburones son depredadores, se alimentan de peces, algunos se pueden alimentar con presas de mayor tamaño.

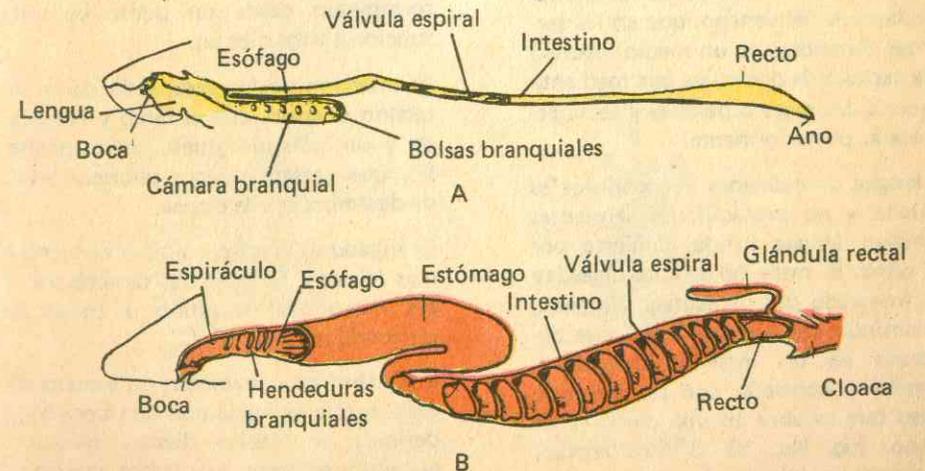


Fig. 17. Sistemas Digestivos:

EN LOS ANFIBIOS (rana) el sistema digestivo consta de una boca con numerosos dientes a nivel de la mandíbula superior; en el paladar se observa el diente vomeriano. La cavidad oral presenta una lengua bifurcada en la punta, prensil y glandular, o adherida por la parte anterior al piso de la boca. El esófago es corto y desemboca en un estómago alargado, dividido en dos regiones: una anterior o cardíaca y otra posterior o pilórica.

El intestino está formado por el intestino delgado, que es alargado y enroscado y por un intestino grueso o recto que desemboca en una cloaca. El hígado y el páncreas tienen conductos que desembocan en la porción anterior del intestino, con vesícula biliar, como lo observaste en la actividad. Fig. No. 18. A.

La rana y otros anfibios se alimentan de animales en movimiento como insectos, crustáceos y gusanos.

En los reptiles el sistema digestivo presenta una boca provista de dientes, con excepción de las tortugas. Los dientes son variados y pueden ser fuertes como en los caimanes que les sirven para la defensa y captura de presas o dientes inoculadores del veneno, que en las serpientes venenosas es un medio efectivo en la captura de presas, ya que mediante su acción las mata o paraliza y las ingiere enteras posteriormente.

La lengua de caimanes y cocodrilos es pequeña y no protáctil; las serpientes presentan lengua bífida, cubierta por una vaina. El resto del aparato digestivo está integrado por un esófago alargado, se continúa con un estómago que desemboca en un intestino delgado y alargado y continúa con un intestino grueso que se abre en una cloaca y en el ano. Fig. No. 18. B. Los reptiles presentan un hígado de gran tamaño, un páncreas y una vesícula biliar.

En las aves el sistema digestivo está formado por las siguientes partes: la boca, rodeada por un pico córneo cuyas partes suaves se localizan en los ángulos. El pico consta de dos mandíbulas estrechas sin dientes y variable de acuerdo con la alimentación de las aves. La cavidad oral está tapizada con numerosas glándulas mucosas; la lengua en las aves es de diferente forma y tamaño.

El esófago o tubo por donde descienden los alimentos presenta una dilatación conocida como buche que permite el almacenamiento momentáneo de granos y otros alimentos. La pared del buche de las palomas tiene glándulas que secretan una sustancia lechosa conocida como leche de paloma que es regurgitada para alimentar a sus crías.

El esófago se abre a un estómago o proventrículo que en las aves que se alimentan de granos presenta un compartimiento de paredes musculares gruesas conocido como molleja; en las aves que ingieren alimentos blandos la molleja presenta paredes suaves. En la molleja se almacenan piedrecitas con las cuales se trituran los alimentos y reemplazan desde un punto de vista funcional a los dientes.

El intestino de las aves se divide en intestino delgado, que es largo y enroscado y un intestino grueso que es pequeño, que presenta ciegos pilóricos antes de desembocar a la cloaca.

El hígado es grande, rojizo y con uno o más lóbulos. El páncreas desemboca al asa mayor del intestino a través de un conducto. Fig. 18. C.

Los mamíferos presentan un sistema digestivo que se inicia con una boca bien definida, con labios, dientes, lengua y glándulas salivares. Los rasgos anteriores son más concretos en el hombre y serán

El esófago de los mamíferos, como el de otros vertebrados, está estratificado con epitelio escamoso y sirve para el transporte de los alimentos.

El estómago presenta variedad de formas y a partir del extremo del esófago, dirige y desciende hacia la izquierda para formar la región cardíaca hasta alcanzar una gran bolsa o fondo, luego asciende por la derecha para formar la región pilórica. En los rumiantes (vaca, oveja, cabra, etc.) el estómago es voluminoso y está dividido en cuatro bolsas: el rumen o panza, el retículo o bonete, el omaso o libro y el abomaso, cuajar o verdadero estómago. La figura No. 19 muestra que el abomaso se continúa con el intestino delgado.

El rumen y el retículo son las porciones más grandes del aparato digestivo que

retienen el alimento que es devuelto a la boca para ser remasticado (rumiar), luego lo envían por el omaso al abomaso donde en asocio con los jugos digestivos pasan al intestino delgado que realiza la absorción de nutrientes.

El intestino de los mamíferos está claramente dividido en un intestino delgado y alargado y en un intestino grueso de menor longitud. El intestino grueso, mediante un recto, se abre en el ano que contiene numerosas glándulas. En la mayoría de los carnívoros el ano presenta glándulas que secretan sustancias fétidas. Fig. 16. D.

En los mamíferos como el caballo, una de las divisiones del intestino grueso (el ciego), contiene abundantes bacterias que desdoblan las celulosa en sustancias simples de fácil absorción.

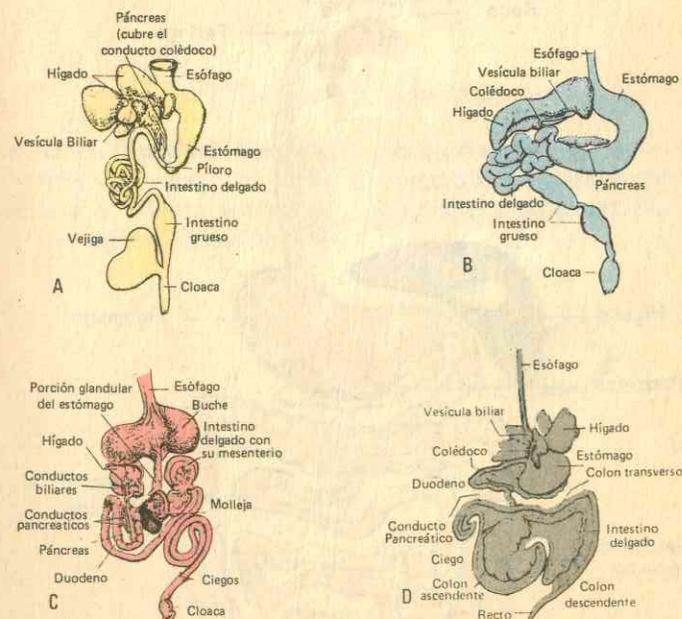


Fig. 18. Sistema Digestivo en:  
A: Anfibios; B: Reptiles; C: Aves;  
D: Mamíferos

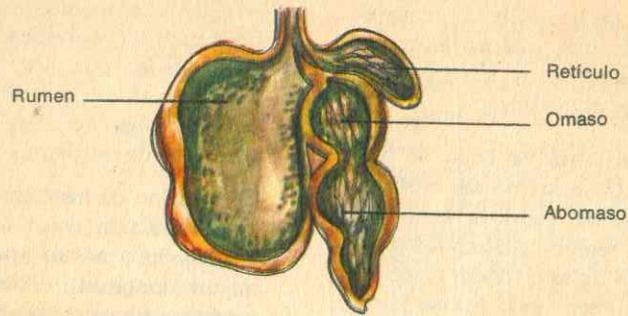


Fig. 19. Estómago en Rumiantes

**6. Aparato Digestivo del Hombre: Partes que lo forman. Glándulas Salivares. Páncreas e Hígado. Localización, Conformación y Funciones**

El aparato digestivo del hombre está dividido en regiones especializadas que

realizan distintas fases en el proceso digestivo y consta de las siguientes partes: La boca, la faringe, el esófago, el intestino delgado, el intestino grueso, el recto, el ano y las glándulas anexas (glándulas salivares, hígado y páncreas). Fig. 20.

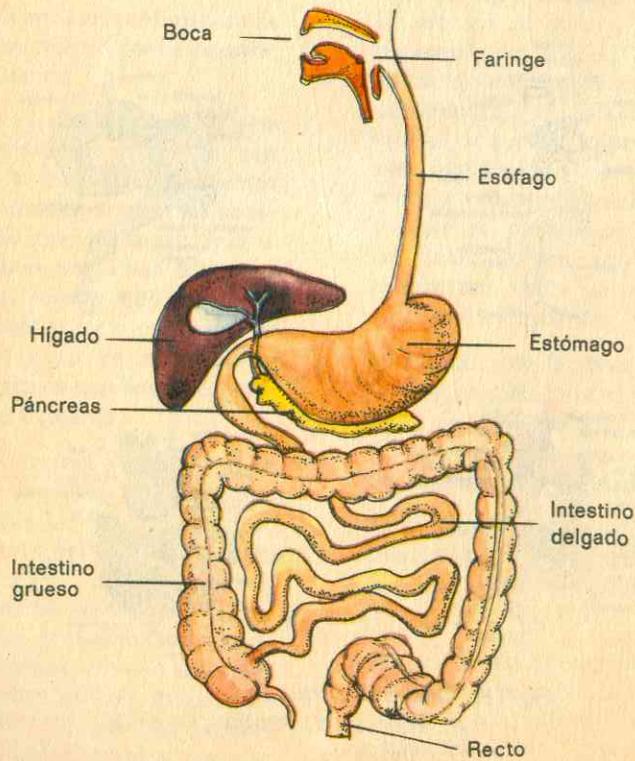


Fig. 20. Sistema Digestivo en el Hombre

La boca es una cavidad ovoide que conduce a la faringe, limitada por los maxilares superior e inferior y por los labios. En el piso de la cavidad bucal se encuentra la lengua, en el techo los paladares duros y blandos. La boca y el resto del aparato digestivo están cubiertos por epitelio y contienen los órganos de la masticación que

son los maxilares, los dientes y la lengua; además recibe el producto de las glándulas salivares.

Los dientes son partes modificadas de las sustancias esqueléticas dérmicas, colocados en dos hileras en los alvéolos o cavidades de los maxilares. Fig. 21.

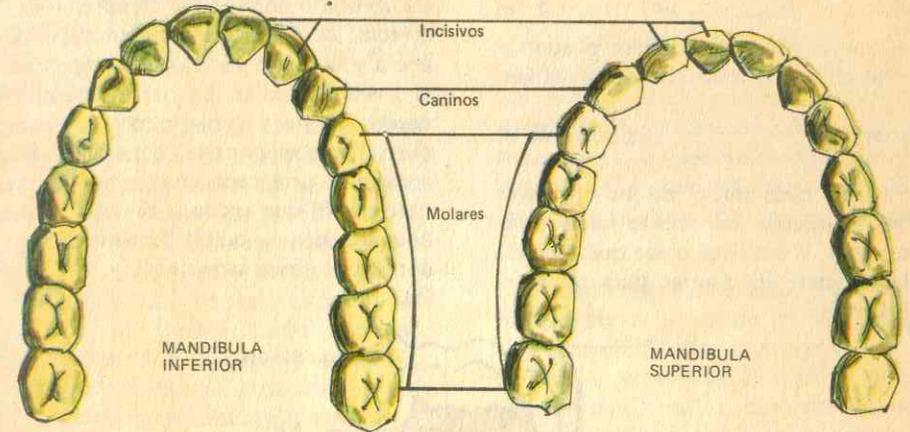


Fig. 21. Maxilares y Clases de Dientes

Los dientes se clasifican en: Incisivos, caninos, premolares y molares. Los incisivos son biselados y se utilizan para cortar los alimentos; los caninos agudos y cóni-

cos sirven para desgarrar los alimentos; los premolares y molares presentan grandes superficies trituradoras. Fig. 22.

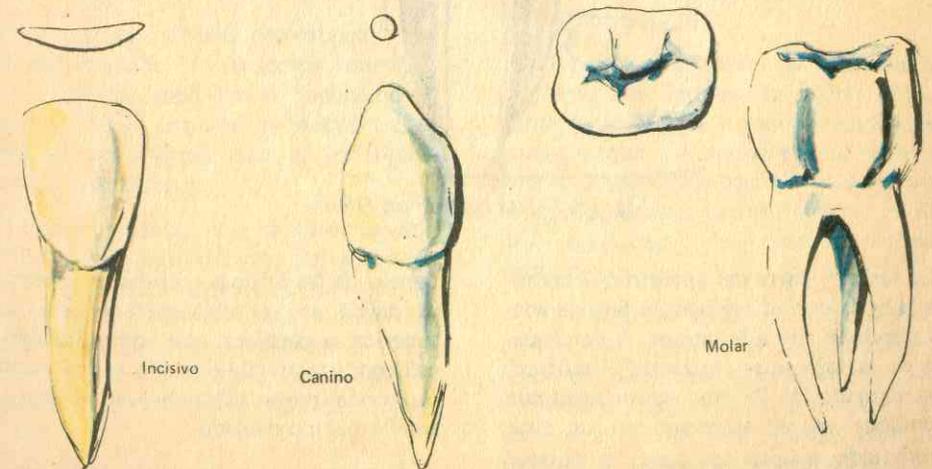


Fig. 22. Clases de Dientes

El número de dientes se representa por medio de fórmulas dentarias en donde el numerador indica los dientes superiores y el denominador los inferiores. En la fórmula dentaria sólo se cuenta el número de dientes de la mitad de ambos maxilares. La fórmula dentaria del hombre es:

$$I \frac{2}{2} + c \frac{1}{1} + Pm \frac{2}{2} + M \frac{3}{3}$$

la anterior fórmula dentaria se puede representar en forma abreviada de la siguiente

manera:  $\frac{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}$ , es decir, en el

hombre en cada mitad de los maxilares superior e inferior del frente hacia atrás se presentan: 2 incisivos o sea que en cada maxilar existen 16 dientes para un total de 32 dientes.

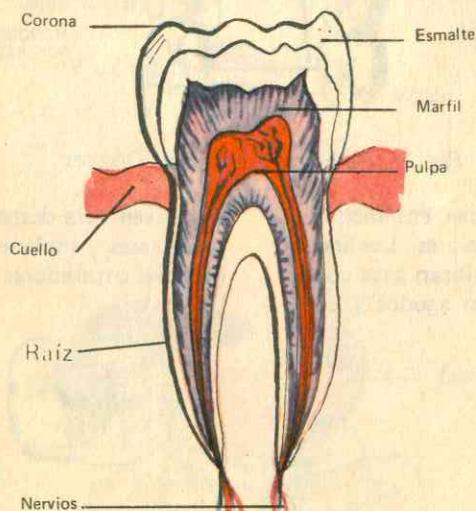


Fig. 23. Estructura de un Diente

La faringe, parte del aparato que comunica la boca con el esófago; la faringe además conduce aire a la laringe. A continuación de la faringe se encuentra el esófago, tubo alargado de 26 cm., de longitud que desemboca en el estómago en un sitio denominado esfínter cardíaco o cardías, por su proximidad al corazón.

Los dientes aparecen aproximadamente a los seis meses de edad y la primera dentición se llama de leche que dura hasta los seis años, época en la cual se caen para dar inicio a la segunda dentición. El último molar recibe el nombre de muela del juicio que generalmente no es funcional.

Un diente típico consta de tres regiones: La corona o porción del diente que sale del alvéolo; el cuello que está rodeado por la encía y la raíz o parte oculta empotrada en el alvéolo maxilar. La parte externa de la corona se halla cubierta por un material duro llamado esmalte; debajo de éste se encuentra una capa gruesa llamada dentina o marfil que rodea la cavidad del diente ocupada por la pulpa formada por tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios. Fig. 23.

debajo de las últimas costillas. El estómago se divide en las siguientes regiones: una superior o cardíaca que comunica con el esófago, una media o fondo y una inferior o pilórica que se extiende hasta la abertura en el intestino delgado.

El estómago, al igual que todas las re-

epiteliales; estas contienen las glándulas gástricas que segregan mucus y jugo gástrico; el jugo gástrico es una mezcla de diversas sustancias como agua, mucina (mucoproteína) pepsina (enzima digestiva) y el ácido clorhídrico. La capa media del estómago presenta tres tipos de fibras musculares que contribuyen al peristaltismo y a la función trituradora del estómago. La túnica externa es fibrosa formada por tejido conectivo y su última parte forma el peritoneo.

El intestino delgado es un tubo enroscado de siete metros de longitud y 2.5 cm. de diámetro, adherido a la pared dorsal abdominal por medio de membranas llamadas mesenterios. En el intestino delgado tiene lugar la digestión y absorción de los alimentos y está dividido en tres porciones: la primera se conoce como duodeno, comunica con el estómago y recibe los jugos digestivos biliares y pancreáticos; la segunda porción del intestino delgado se conoce como yeyuno y la tercera, la más larga, se denomina ileón. En la unión del intestino delgado con el grueso se presenta la válvula o esfínter ileocecal.

El intestino grueso tiene formas de U invertida y se divide en 3 regiones que son: el colon, el ciego y el recto.

El intestino delgado desemboca a un lado del intestino grueso (colon ascendente) y forma un saco que se conoce como ciego en cuyo extremo se encuentra el apéndice vermiforme que al inflamarse produce la apendicitis.

El colon ascendente se dirige en sentido vertical por el lado derecho del abdomen hasta el nivel del hígado de donde se dirige, en sentido transversal (colon transversal), hacia la izquierda para descender en ángulo recto como colon descendente hasta el recto, el cual se abre al exterior a través del ano.

Glándulas Anexas al Aparato Digestivo

y el hígado. Las glándulas salivares, localizadas alrededor del maxilar inferior, suministra la saliva, líquido viscoso que contiene dos enzimas: La amilasa salival (tialina) y la maltosa salival. La amilasa salival desdobla los almidones en maltosa, que es convertida en azúcar por la maltosa salival.

Las glándulas salivales son seis, distribuidas así: Dos Parótidas localizadas a ambos lados de la cabeza, debajo y delante de los oídos. La inflamación de las parótidas produce la enfermedad conocida como parotiditis o papera; dos submaxilares localizadas en la región intermedia del maxilar inferior y dos sublinguales muy pequeñas y localizadas debajo de la lengua. Fig. 20.

El páncreas, glándula de forma alargada situada detrás y debajo del estómago, de doble función, ya que segrega el jugo pancreático y la insulina. El jugo pancreático, al igual que la saliva, contiene numerosas enzimas indispensables en la digestión de los animales; dichas enzimas son: La lipasa, que desdobla las grasas en ácidos grasos y glicerol; la tripsina, la quimi tripsina y la carboxipeptidasa, que desdoblan las proteínas y polipeptidos en peptidos; la ribonucleasa y la desoxirribonucleasa, que desdoblan los enlaces fosfáticos de RNA, DNA en nucleótidos.

El páncreas a través de los conjuntos celulares que forman los islotes de Langerhans, segrega la hormona insulina y el glucagón que son vertidos al torrente sanguíneo y esenciales para el metabolismo de los carbohidratos. La insuficiencia de insulina produce la enfermedad conocida como diabetes.

El hígado, es la glándula más grande del cuerpo, localizada en la parte superior derecha del abdomen, segrega la bilis, líquido indispensable en la digestión de los alimentos y no contiene enzimas digestivas, pero como es alcalina ayuda a neutralizar el ácido clorhídrico procedente del estó-

Los principales componentes de la bilis son: el agua, los pigmentos biliares rojo y el verde que le dan el color amarillo anaranjado de la bilis; las sales biliares, que actúan como agentes emulsivos o suspensión de pequeñas gotas de lípido, que aumenta la superficie de las grasas para que las lipasas actúen; el colesterol, que por su baja solubilidad en agua puede formar en la vesícula biliar, los cálculos biliares que obstruyen los canales conductores y detienen el flujo de bilis. Otros componentes de la bilis son las sales inorgánicas y la mucina.

### 7. Funcionamiento del aparato Digestivo del Hombre. Proceso Digestivo. Hipercloridea y Gastritis.

En el aparato digestivo del hombre se realiza la digestión o transformación de los alimentos en sustancias nutritivas. La digestión comienza en la boca con la masticación de los alimentos que los divide en pedazos pequeños, al mezclarse con la saliva forman el bolo alimenticio que, es empujado por la lengua a la parte posterior, de la cavidad bucal. A través de la deglución o contracciones de las paredes musculares de la faringe, el bolo alimenticio es forzado hacia el esófago que está próximo a la tráquea; sin embargo el bolo alimenticio no penetra a ella debido a que lo impiden los movimientos musculares de la garganta y de la faringe que hacen que la epiglotis se eleve y cierre la tráquea. El bolo alimenticio pasa por movimientos peristálticos del esófago al estómago; el esfínter cardíaco, ordinariamente cerrado, evita que el contenido estomacal regrese al esófago. En el estómago los jugos gástricos actúan sobre el bolo alimenticio y lo transforman en una sustancia más digerida llamada quimo que se conserva en el estómago durante cuatro o cinco horas.

Entre los componentes del jugo gástrico se encuentra el ácido clorhídrico que maceza y descompone los alimentos. En situaciones normales el ácido clorhídrico es secretado solamente cuando el alimento está presente o está por llegar al estómago;

así se protegen las paredes estomacales de la acción corrosiva del ácido clorhídrico ya que éste se diluye en el agua de los alimentos. Bajo condiciones de tensiones nerviosas y otros factores como el comer a prisa, tomar alimentos demasiado calientes, el abuso de las bebidas alcohólicas, el fumar en ayunas, etc., el ácido clorhídrico puede ser producido en grandes cantidades (hiperclorhídea), lo que puede producir gastritis o úlcera gástrica. El ardor en el estómago suele ser un síntoma de la gastritis hiperclorhídrica. Las contracciones peristálticas de la región pilórica hacen que el quimo pase progresivamente al intestino delgado donde el quimo recibe la acción de la bilis, el jugo pancreático y el jugo intestinal o mucus entericus. Estos jugos transforman el quimo en otra sustancia llamada quilo, que contiene las sustancias nutritivas de los alimentos; el organismo utiliza estas sustancias en la nutrición al ser absorbidas por las paredes del intestino delgado, donde pasan a la sangre que las distribuye por todo el cuerpo.

A todo lo largo del intestino delgado se encuentran millares de vellosidades en cuyo interior hay vasos sanguíneos (vasos quilíferos) y linfáticos que realizan la absorción mediante difusión o por transporte activo.

La digestión y la absorción se realizan durante cuatro o siete horas; luego las sustancias no digeridas abandonan el intestino delgado y pasan al intestino grueso lo cual es controlado por la válvula ileocecal que impide su regreso al intestino delgado.

En el intestino grueso se verifica la absorción del agua que, cuando se hace en forma no adecuada por irritación física, acción de drogas, etc., causa actividad intensa de la pared muscular y se produce un trastorno llamado diarrea; si por el contrario la absorción de agua es excesiva se produce estreñimiento o costipación.

La porción no absorbida de los alimentos es eliminada por el recto a través del ano con el nombre de materias fecales o

heces fecales, los cuales son una mezcla de residuos alimenticios no digeridos (generalmente sustancias celulósicas vegetales) mucus, células epiteliales y bacterias.

En el siguiente cuadro se sintetizan las principales enzimas que actúan en el proceso de la digestión.

Glándula	Secreción	Enzima	Sustancia en la que Actúa	Producto
Salivares	Saliva	Amilasa Salival (Ptialina) Maltosa Salival	Almidón Maltosa	Maltosa Azúcar
Páncreas	Jugo Pancreático	Lipasa	Grasas	Acidos Grasos y Glicerol
		Tripsina Quimiotripsina Carboxipeptidasa	Proteínas y Polipéptidos	Peptidos
		Ribonucleasa y Desoxiribonucleasa	Enlaces Fosfático de DNA y RNA	Nucleotidos
Glándulas Gástricas del Estómago	Jugo Gástrico	Pepsina	Enlaces Peptidicos	Peptidos
Glándulas Intestinales	Jugo Intestinal	Peptidasas	Polipeptidos	Aminoácidos
		Disacaridasas	Maltosa Sucrosa Lactosa	Azúcares Simples

### 8. Alimentos. Ración Alimenticia. Valor Energético. Vitaminas

Se llama alimento a todas las sustancias de que se vale el organismo para nutrirse. Los alimentos proporcionan a los seres vivos la energía necesaria para desarrollar sus actividades vitales, formar y reparar tejidos y regular los procesos metabólicos.

Entre los alimentos se cuentan los hidratos de carbono (azúcares y almidones), las Grasas, las Proteínas, el Agua, las Sales Minerales y las Vitaminas. Los tres primeros alimentos se consideran como fuentes

de energía, la cual liberan mediante procesos oxidativos o de descomposición metabólica.

El valor energético de los alimentos se mide en calorías que son de dos tipos: La pequeña caloría (c) y la gran caloría o Kilocaloría (C).

La caloría se define como la cantidad de calor necesaria para elevar a un grado centígrado (1°C) la temperatura de un gramo de agua. La kilocaloría equivale a 1.000 calorías y se utiliza para medir el valor energético de los alimentos.

El valor energético de los alimentos se ha fijado experimentalmente así: carbohidratos 4.1 calorías por gramo, grasas 9.3 calorías por gramo y proteínas 4.1 calorías por gramo, valores que corresponden a promedios, pues se sabe que algunos carbohidratos producen 3.75 calorías por gramo en tanto que otros carbohidratos producen 4.3 calorías por gramo.

Las grasas y las proteínas producen experimentalmente valores calóricos altos, pero al ser incorporados al organismo presentan valores calóricos menores, debido a que no siempre son oxidadas completamente.

Los requerimientos energéticos diarios varían entre 2.500 y 5.000 calorías de acuerdo con factores como la talla, el sexo, la edad, la temperatura y la actividad desempeñada.

Un hombre de 70 kilogramos de peso con una actividad sedentaria requiere de unas 2.500 calorías diarias, de 3.000 calorías si la actividad es moderada y de 5.000 calorías si la actividad es intensa. El hombre necesita un mínimo de 1.600 calorías para mantenerse vivo; el excedente de calorías del ejemplo anterior constituye las calorías necesarias para realizar trabajo (Véase Unidad No. 4).

### Vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas requeridas por el organismo para su normal funcionamiento y la mayoría de ellas se forman en los vegetales.

Las vitaminas se dividen en dos grupos: vitaminas hidrosolubles (solubles en agua) como la vitamina C y el complejo B y vitaminas liposolubles (solubles en grasa o en los solventes de las grasas) como las vitaminas A, D, E y K.

### Vitaminas Hidrosolubles

Entre las vitaminas de este grupo tenemos: La vitamina C (Ácido ascórbico) presente en frutas frescas, especialmente cítricos (naranja, limón, mandarina, etc.);

su ausencia produce el escorbuto, enfermedad que se manifiesta en una fragilidad capilar que ocasiona hemorragias en encías y articulaciones. El complejo B, formado por grupos diferentes de vitaminas que tienen en común solo su solubilidad. El complejo B, comprende la vitamina B<sub>1</sub> (tiamina) presente en levaduras, cereales, granos enteros (maíz, nueces, etc.), hígado y carne de cerdo, y tiene como función en el organismo la formación del pirofosfato de tiamina que participa en el metabolismo de los carbohidratos.

La falta de vitamina B<sub>1</sub> produce la enfermedad conocida como Beri-Beri que se manifiesta por medio de inflamación dolorosa de los nervios y debilidad muscular que conduce a la parálisis.

La vitamina B<sub>2</sub> o G (Riboflavina), presente en la levadura, el trigo, la carne, los huevos y la leche; es una vitamina esencial para el crecimiento y su ausencia, se manifiesta en el agrietamiento de los ángulos de la boca, lengua rojiza y en la detención del crecimiento. El ácido nicotínico o niacina, se encuentra en el trigo germinado, la yema de huevo, la carne, el hígado y la levadura; la falta de niacina produce la pelagra, enfermedad que se caracteriza por dermatitis y perturbaciones del sistema nervioso.

La vitamina B<sub>6</sub> (Piridoxina), abunda en la carne, los huevos, la leche, la levadura y los frijoles. En animales de experimento su falta produce síntomas de dermatitis, lesiones nerviosas y anemia.

La vitamina B<sub>12</sub> (Cobalamina o factor antianémico), presente en el hígado, el pescado, la carne, la leche y en la yema de huevo; su deficiencia causa la enfermedad conocida como anemia perniciosa.

### Vitaminas Liposolubles

Pertenecen a este grupo la vitamina A, presente en productos animales como la mantequilla, los huevos, los aceites de hígado de pescado. El caroteno de ciertos vegetales puede desdoblarse en el hígado

La vitamina A, es necesaria para conservar los tejidos epiteliales de la piel, ojos, vías digestivas y respiratorias y su carencia provoca la hemeralopía o ceguera nocturna y la xeroftalmia o córnea seca.

La vitamina D, se encuentra en los aceites de hígado de pescado, los huevos y la leche, además el organismo puede sintetizarla en presencia de la luz solar; su carencia produce el raquitismo.

La vitamina E (tocoferol), se presenta en los aceites vegetales. La carencia de tocoferol en animales machos produce esterilidad y en las hembras la gestación no se completa; en el hombre no se ha demostrado que su ausencia produzca esterilidad.

La vitamina K, (antihemorrágica), abunda en las plantas verdes y es esencial para la formación de la protombina en el hígado para producir coagulación sanguínea.

## GLOSARIO

*Fagocitosis*: Englobamiento de partículas extrañas por parte de una célula.

*Pinocitosis*: Fenómeno semejante al anterior, lo que varía es el tamaño de la partícula.

*Cutícula*: Sustancia cerosa impermeable que recubre la epidermis de la hoja.

*Clitelo*: Abultamiento glandular que se presenta en la lombriz de tierra, segrega un líquido que forma cápsulas para alojar los huevos.

*Protactil*: Lengua de los reptiles que puede proyectarse mucho más afuera de la boca.

*Regurgitar*: Vomitar sin esfuerzo.

*Peristaltismo*: Contracción rítmica de órganos tubulares como el digestivo; tiene como misión desplazar el contenido a través del tubo digestivo.

*Dermatitis*: Inflamación de la piel.

## EVALUACION

### I. Múltiple Selección:

En la hoja de respuestas del cuaderno marca con una X debajo del número del enunciado y al frente, de la letra que indica la respuesta correcta:

- En los seres vivos se realizan diferentes funciones:  
La función mediante la cual los seres vivos toman del medio externo sustancias alimenticias que luego transforman, se conoce como:
  - Fagocitosis
  - Reproducción
  - Nutrición
  - Pinocitosis
- Las bacterias tienen nutrición autótrofa, es decir, a partir de sustancias

simples y con ayuda de la energía proveniente de la oxidación de moléculas inorgánicas fabrican sus propios alimentos. Dicho proceso se denomina:

- Fotosíntesis
  - Digestión
  - Quimiosíntesis
  - Asimilación
- La planta necesita absorber el agua y las sales disueltas en ella, para fabricar su propio alimento. La función de absorción del agua se realiza en:
    - La Hoja
    - El Tallo
    - La Raíz
    - La flor

4. En el cuerpo de una raíz se pueden reconocer varias regiones importantes. La región en la cual se localizan los tejidos meristemáticos se conoce como:
- Región de Crecimiento
  - Región Apical
  - Región Pilífera.
  - Región de Raíces Laterales
5. La mayoría de los protozoos no tienen estructuras permanentes para ingerir los alimentos. En los sarcodarios la ingestión de partículas alimenticias se realiza a través de:
- Flagelos
  - Seudópodos
  - Cilios
  - Citostoma
6. La digestión de las esponjas es intracelular. La estructura de las esponjas donde se realiza la digestión se conoce como:
- Osculo
  - Porocito
  - Espangiocytele
  - Coanocito
7. El sistema digestivo de las aves se divide en diferentes partes, una de ellas se denomina buche. El buche es una dilatación que hace parte de:
- El estómago
  - El esófago
  - El intestino
  - La molleja
8. El número de dientes de los mamíferos se representa mediante fórmulas dentarias.Cuál de las siguientes fórmulas corresponde a la del hombre:
- $\frac{2 . 2 . 2 . 3}{2 . 2 . 2 . 3}$
  - $\frac{1 . 2 . 3 . 2}{1 . 2 . 3 . 2}$
  - $\frac{2 . 1 . 2 . 3}{2 . 1 . 2 . 3}$
  - $\frac{2 . 1 . 3 . 2}{2 . 1 . 3 . 2}$

9. El sistema digestivo del hombre tiene glándulas anexas que producen secreciones que ayudan al metabolismo de los alimentos. Las secreciones que desdoblan los almidones en azúcares y las grasas en ácidos grasos son:
- Maltosa y tripsina
  - Amilosa y pepsina
  - Amilasa y lipasa
  - Pepsina y lipasa
10. La enfermedad conocida como escorbuto la produce la deficiencia de una vitamina. Dicha vitamina es:
- La vitamina A
  - La vitamina B
  - La vitamina C
  - La vitamina K

## II. Falso o Verdadero:

En la hoja de respuestas del cuaderno escribe una X debajo del número que indica el enunciado y al frente de la letra V o F si el enunciado es verdadero o falso.

- El paso de moléculas a través de una membrana semipermeable se conoce como Osmosis.
- La pinocitosis es el fenómeno mediante el cual una célula engloba partículas que luego somete a procesos de digestión.
- Las bacterias desnitrificantes fijan el nitrógeno atmosférico.
- Los hongos son vegetales con clorofila.
- El anhídrido carbónico necesario en la fotosíntesis penetra en la planta a través de los estomas.
- El tipo de nutrición que comprende la ingestión de partículas sólidas se conoce como holofítica.
- Los anfibios presentan un intestino que se abre al exterior a través del ano.
- El abomaso se considera como el verdadero estómago de los rumiantes.
- En el hombre el ciego presenta bacterias que desdoblan la celulosa en sustancias simples de fácil absorción.
- La enfermedad conocida como paperas es producida por la inflamación de las parótidas.

## III. Identificación:

En la figura que aparece en el cuaderno se representa un diente típico. Coloca los nombres en las flechas correspondientes.

# La circulación en los seres vivos

## 2

### CONTENIDO

#### *Introducción*

*Movimiento de líquidos en el endoplasma a causa de diferencias de fluidez.*

*Circulación en Vegetales desde Bacterias hasta Cormófitos. Tallo: Organización General. Estructura primaria del Tallo. Clasificación de haces vasculares. Estructura secundaria del tallo. Tallo de monocotiledóneas.*

*Funcionamiento del Tallo: Soporte, Síntesis, Almacenamiento de Sustancias y Conducción. Utilidad del tallo.*

*Circulación en Animales: Protozoos, Poríferos, Celenterados y Platelmintos.*

*Tipos de Sistemas circulatorios en Invertebrados y Vertebrados. Clases de sistemas: Abierto y Cerrado.*

*Sistema Circulatorio en Anélidos, Equinodermos y Artrópodos.*

*Sistema circulatorio en Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos*

*El sistema circulatorio en el Hombre. La sangre: Composición, Coagulación, Grupos sanguíneos y Transfusiones.*

*Sistema circulatorio en el Hombre: El Corazón, la Circulación, Latidos y Ruidos cardíacos. Vasos sanguíneos: Arterias, Venas y Capilares. Presión y Pulso arterial. Sistema linfático. Enfermedades del sistema circulatorio.*

*Glosario.*

*Evaluación.*

## REFERENCIAS

- Biddulph, S. y Biddulph, O. 1959. *The circulatory sistem of plants*. Sci. Amer. 200 (2).
- Wiggers, Carl, 1957. *The hearth*. Sci. Amer. 196 (5).
- Zweifach, B. 1959. *The microcirculation of the Blood*. Sci. Amer. 200 (1).

## LA CIRCULACION EN LOS SERES VIVOS

### INTRODUCCION

La circulación en los seres vivos tiene como función transportar sustancias nutritivas, agua, oxígeno y otros elementos a las diferentes regiones del organismo.

Existen animales y vegetales con siste-

mas circulatorios complejos y eficientes en el transporte de sustancias y demás elementos. Algunos seres vivos no presentan sistema circulatorio por lo que se hallan supeditados a habitats especiales como sucede con ciertos vegetales y animales de estructuras simples.

### 9. Movimiento de Líquidos en el Endoplasma a causa de Diferencias de Fluidez

**MATERIAL DIDACTICO:** Cultivo de amibas, plantas de elodea, láminas porta y cubre-objeto, goteros, microscopio.

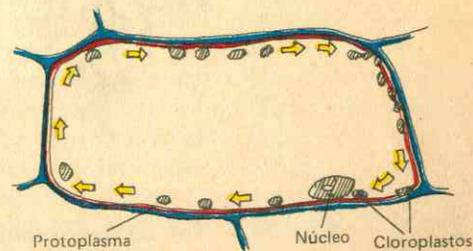
#### ACTIVIDADES:

- Movimiento Fluviforme en Amiba.* Toma una gota de agua con la ayuda de un gotero, del frasco que contiene el cultivo de amiba, colócala en una lámina porta-objeto, lleva la preparación al microscopio y localiza una amiba. Observa la formación de pseudópodos, dibuja y responde las preguntas del cuaderno.
- Movimiento de Ciclosis.* Toma una hoja joven de elodea, colócala en una lámina porta-objeto, agrégale una gota de agua, cubre la preparación con una laminilla. Lleva el preparado al microscopio y localiza una célula en la que la corriente citoplasmática sea activa. Observa la dirección que toman los cloroplastos, dibuja y responde las preguntas del cuaderno.

Las células animales y vegetales presentan movimientos protoplasmáticos internos o intrínsecos (endoplasmáticos) debido a la actividad metabólica celular. Algunos movimientos celulares son visibles al microscopio, ya que producen el desplazamiento de estructuras protoplasmáticas, como el movimiento Fluviforme, que consiste en que una corriente citoplasmática abandona el cuerpo celular para dirigirse a una zona en donde se forma un pseudópodo, para luego invertirse en la extremidad del pseudópodo y regresar por la periferia del mismo. El movimiento fluviforme produce la locomoción de organismos unicelulares como la amiba, así lo observaste en la actividad.

Existe otro movimiento celular circunscrito al protoplasma que no produce deformación de la célula, denominado Ciclosis o de circulación, el cual se produce a lo largo del eje longitudinal y en la parte in-

El fenómeno de Ciclosis se observa con facilidad en numerosas células vegetales y hace que el núcleo, los cloroplastos y demás inclusiones celulares sean arrastradas en forma pasiva por esta corriente citoplasmática en forma circular, como lo observaste en la actividad.



La ciclosis se modifica por la temperatura, por lesiones mecánicas, por choques eléctricos, por la acción de iones, o por variaciones en el Ph. La causa de la ciclosis no es bien conocida, pero parece estar relacionada con la actividad respiratoria celular. En algunas células vegetales la ciclosis se inicia bajo la influencia de un es-

**MATERIAL DIDACTICO:** Tallos de frijol, calabaza, maíz, ramas de plantas leñosas (limonero, manzano, pino, ciprés, caucho, etc.), tinta china, matero, caja de petri, pincel, lámina porta-objeto, solución de tiónina, microscopio.

#### ACTIVIDADES:

- a. **Crecimiento en Longitud del Tallo.** En tallos jóvenes de frijol, maíz, etc. del germinador, marca con tinta china distancias iguales en cada uno de ellos como te ilustra la figura 25. Observa durante varios días y anota en tu cuaderno.

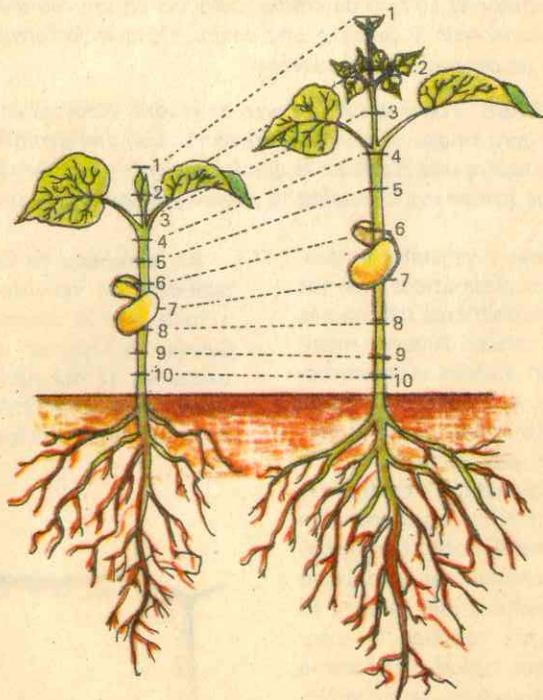


Fig. 25. Crecimiento en Longitud del Tallo

- b. **Estructura Primaria del Tallo:** Toma tallos de frijol, calabaza, etc., practica cortes transversales muy finos, recógelos en una caja de petri con agua, y con un pincel colócalos en una lámina porta-objeto. Colorea el corte con solución de tiónina durante 2 ó 3 minutos,

tímulo químico o lumínico. Fig. 24.

10. **Circulación en Vegetales desde Bacterias hasta Cormófitos. Tallo: Organización General, Estructura Primaria del Tallo. Clasificación de Haces Vasculares. Estructura Secundaria del Tallo. Tallo de Monocotiledóneas.**

- c. **Estructura Secundaria del Tallo:** Toma ramas terminales de plantas leñosas, con una cuchilla de afeitar practica cortes transversales muy finos. Coloca uno de dichos cortes en una lámina porta-objeto, coloréalo con tiónina durante 2 ó 3 minutos. Observa al microscopio y responde las preguntas del cuaderno.
- d. **Tallo de Monocotiledónea.** Sigue los pasos de la actividad anterior y prepara un corte de tallo de maíz o pasto. Observa al microscopio, dibuja y responde las preguntas del cuaderno.

La presencia o carencia de sistema circulatorio divide a las plantas en 2 grandes grupos: Plantas Vasculares y Plantas no Vasculares.

Entre las plantas vasculares se destacan las pteridofitas (helechos), las gimnospermas (pinos) y las angiospermas (plantas con flores). Los anteriores grupos vegetales se hallan constituidos por 3 elementos que son: la raíz, el tallo y las hojas.

En las plantas vasculares o traqueofitas el sistema circulatorio está conformado por un xilema que transporta agua y sustancias minerales, desde la raíz hacia el tallo y las hojas, y por un floema que transporta alimentos. Las plantas no vasculares carentes de sistema circulatorio son poco eficientes en el transporte de líquido, por lo que tienen que desarrollarse en el agua o en medios muy húmedos, son plantas muy variadas y entre ellas podemos agrupar en forma general a las bacterias, los hongos, las algas, los musgos y las hepáticas. Las plantas no vasculares pueden ser muy simples en su forma o tan complejas que presentan el cuerpo organizado en estructuras análogas a la raíz, el tallo y las hojas de las plantas vasculares, es decir, con talo como es el caso de algas marinas (pardas), hongos, musgos y de hepáticas.

#### El Tallo: Organización General

El tallo o vástago se halla organizado en nudos o porciones abultadas en donde se insertan las hojas y en entrenudos o porciones de tallo comprendida entre dos nudos. Los entrenudos son de longitud variable, presentan alargamientos periódicos, propiedad fácilmente observable debi-

tienen la misma longitud; el alargamiento periódico de los entrenudos determina el denominado crecimiento primario de los tallos, como lo observaste en la actividad.

Antes de que los entrenudos se alarguen se observa un crecimiento en espesor de los mismos que se denomina crecimiento es espesor primario y se debe a la actividad del meristema apical, el cual es mínimo al comienzo y aumenta con la edad de la planta.

El fenómeno en virtud del cual el eje caulinar produce ramas se conoce como ramificación.

#### Estructura Primaria. Clasificación de Haces Vasculares

Un tallo con estructura primaria consta de los siguientes sistemas de tejidos: La epidermis, el tejido fundamental y los tejidos vasculares, como lo observaste en la actividad.

La epidermis o capa más externa puede presentar pelos o tricomas. El tejido fundamental constituye la corteza y la médula; las partes periféricas de la corteza frecuentemente contienen colénquima en capas más o menos continuas. La capa más interna de la corteza se denomina endodermis, generalmente no bien definida en la de los tallos, lo cual dificulta una diferenciación clara entre la corteza y el cilindro vascular. En las plantas vasculares inferiores (helechos) la endodermis se halla bien desarrollada.

La médula está compuesta comúnmente de parénquima y se observa hacia la región central del tallo.

Los tejidos conductores (haces vasculares) se localizan entre la corteza y la médula; en algunos tallos se presenta en forma de un cilindro continuo, pero en la

mayoría de los tallos lo hacen en forma de haces vasculares, los cuales se separan unos de otros por paquetes de parénquima. Fig. 26.

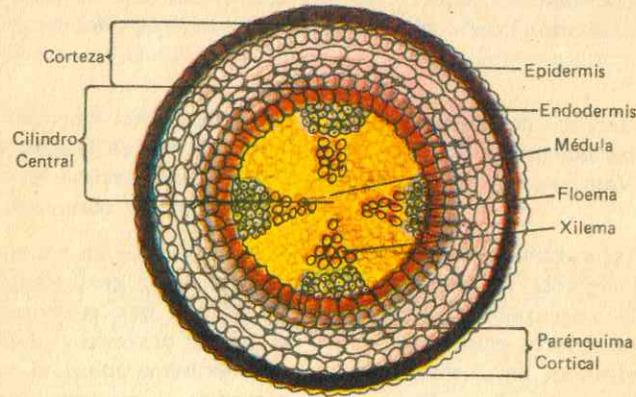


Fig. 26. Estructura Primaria del Tallo

**Clasificación de Haces Vasculares**

Los haces vasculares asumen patrones de organización diferente y se clasifican en: Haces vasculares colaterales, en los cuales el floema se localiza externamente al xilema; Haces vasculares bicolaterales, con floema localizado a ambos lados del

xilema y haces vasculares concéntricos en donde uno de los tejidos vasculares rodea completamente al otro: Si el xilema rodea al floema se denomina haz concéntrico anfigasal; si el floema rodea al xilema se conoce como haz concéntrico anficrival. Fig. 27.

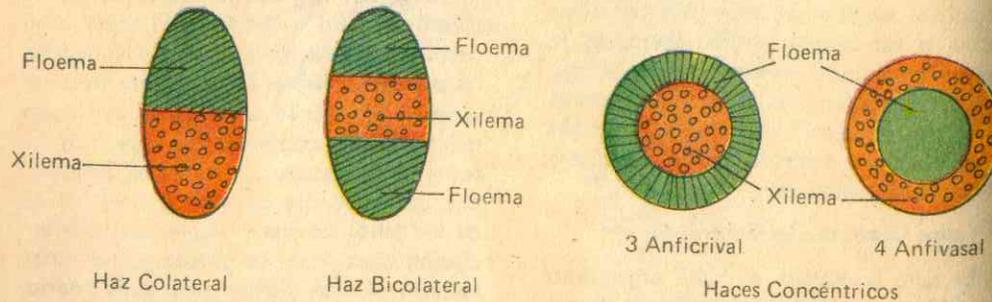


Fig. 27. Tipos de Haces Vasculares

**Estructura Secundaria del Tallo**

El crecimiento secundario del tallo incrementa la cantidad de tejido vascular y contribuye al engrosamiento del tallo y es característico de gimnospermas y de dicotiledóneas leñosas, aunque es factible encontrarlo en algunas dicotiledóneas herbáceas. El crecimiento secundario se produce al igual que en la raíz, por la acción del cambium vascular que produce xilema y floema secundario.

La cantidad de xilema secundario producido por el cambium vascular es muy grande comparado con la cantidad de floema secundario; el xilema secundario se presenta en forma de radios medulares dispuestos en forma de anillos que en países con estaciones forman los denominados anillos anuales de crecimiento.

En un tallo con estructura secundaria encontramos de afuera hacia dentro, como lo observaste en la actividad, los siguientes tejidos: La Epidermis, capa de tejido agrietada debido al crecimiento en espesor del tallo, que es reemplazada por la peridermis, la cual formará el suber o corcho hacia

la parte externa y la felodermis hacia la parte interna.

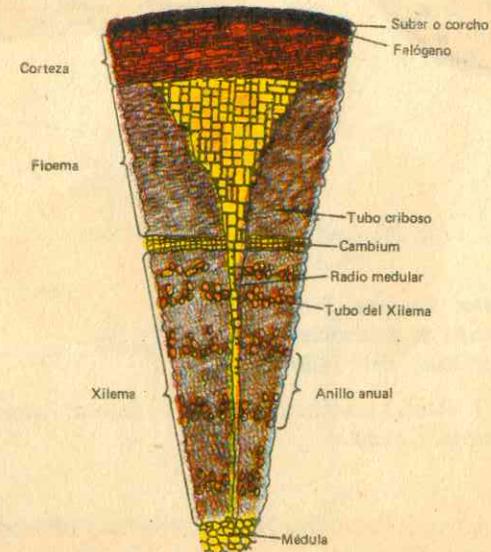
En el suber o corcho se observan unas aberturas que corresponden a las lenticelas, las cuales reemplazan en función a los estomas.

El floema secundario o Líber, por fuera de este se localiza el floema primario.

El cambium vascular, se presenta en forma de un anillo delgado, difícil de identificar.

El xilema secundario o Leño, fácilmente diferenciable debido a que se presenta en forma de anillo. Los incrementos tempranos del xilema secundario se convierten en no funcionales (no transportan savia bruta) y constituyen, lo que se conoce como duramen o corazón, el cual es más oscuro que el xilema activo o albura. El xilema secundario es la madera aprovechable comercialmente.

La médula, localizada en la región central del tallo y constituida por tejido parénquimatoso. Fig. 28.



### Tallo de Monocotiledóneas

Las monocotiledóneas a diferencia de las dicotiledóneas y de las gimnospermas, no presentan cambium vascular, de modo que los tejidos vasculares siempre están representados por xilema y floema primario.

En un corte transversal de tallo de monocotiledónea, como lo observaste en la actividad, se encuentra de afuera hacia dentro los siguientes tejidos:

La Epidermis, constituida por una capa simple de células en la que se pueden localizar estomas.

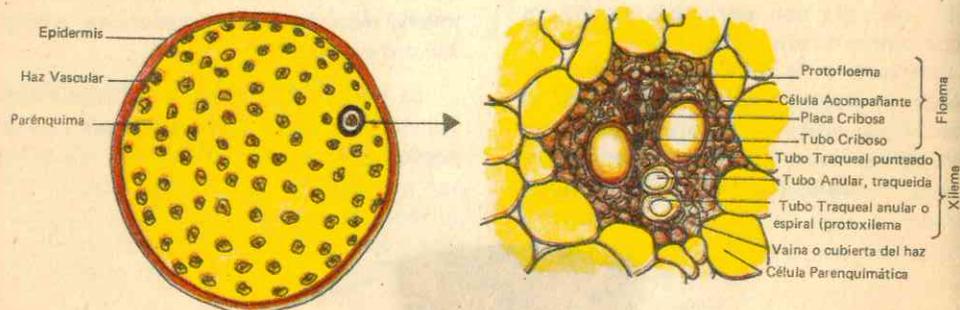


Fig. 29. Corte Transversal del Tallo Monocotiledónea

### 11. Funciones del Tallo: Soporte, Síntesis, Almacenamiento de Sustancias y Conducción. Utilidad del Tallo

**MATERIAL DIDACTICO:** Ramas terminales de plantas leñosas (naranja, limonero, caucho, manzano), parafina, recipiente con agua.

#### ACTIVIDADES:

a. **Conducción de Agua a Través del Tallo.** Toma dos ramas terminales de plantas leñosas y en la región inferior de ambas ramas practica un corte de corteza para dejar al descubierto el leño (xilema). A una de las ramas cúbrele la corteza con parafina, a la otra la región leñosa, como te ilustra la figura 30. Coloca las ramas en un recipiente con agua.

Los tejidos de Sostén (colénquima y Esclerénquima) que se localizan debajo de la epidermis.

El Parénquima, en el cual se encuentran los haces vasculares primarios en forma dispersa, caracterizados por una envoltura que se denomina vaina vascular.

En algunas monocotiledóneas se presenta engrosamiento secundario del tallo debido al crecimiento primario en longitud, como en las palmeras.

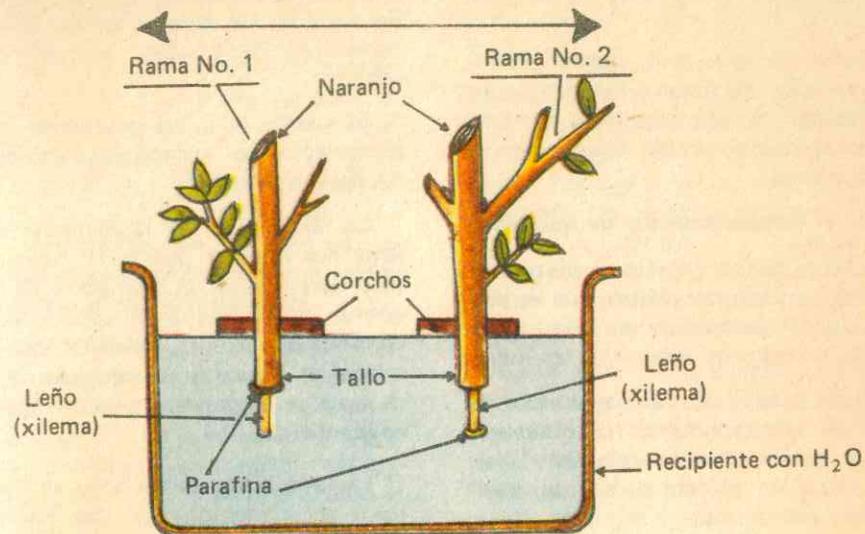


Fig. 30. Conducción de agua a través del tallo

b. **Circulación y Redistribución de Alimentos a Través del Tallo.** Toma una rama leñosa, practica un descortezamiento anular, como te ilustra la figura 31. Coloca la rama en un recipiente con agua. Observa cuidadosamente durante dos semanas y responde las preguntas del cuaderno.

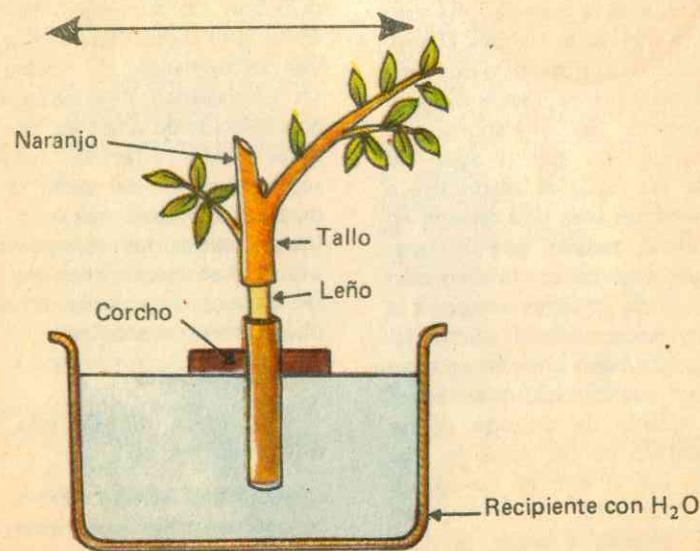


Fig. 31. Circulación y Redistribución de Alimentos a Través del Tallo

El tallo presenta las siguientes funciones:

**Soporte:** El tallo es el órgano que soporta las hojas, las flores y los frutos y en la realización de esta función es ayudado por los tejidos de sostén (colénquima y esclerénquima).

#### Síntesis y Almacenamiento de Sustancias

Los tallos por ser órganos aéreos presentan en su corteza cloroplastos, que les permiten realizar la función de fotosíntesis, pero en proporción inferior a las hojas.

El tallo, al igual que la raíz, sirve como órgano de almacenamiento de diferentes tipos de sustancias como azúcares y almidones, agua en plantas suculentas, taninos, latex, resinas, etc.

#### Conducción

La raíz es el órgano encargado de absorber del suelo el agua y las sales disueltas en ella (savia bruta) que pasa directamente a los elementos del xilema, los cuales la conducen hasta las hojas. El fenómeno por el cual la savia bruta es capaz de ascender por el tallo hacia las hojas en contra de la fuerza de la gravedad, ha sido explicado por el fisiólogo irlandés Dixon, a través de una serie de principios que reciben el nombre conjunto de Teoría Cohesivo-Tenso-Transpiratorio del transporte del agua, teoría basada en que el agua del parénquima de las hojas al evaporarse a través de los estomas crea una tensión en el agua del xilema, tensión que se transmite a las células que realizan la absorción de agua en la raíz. Es en última instancia la energía solar la responsable de dicho fenómeno, ya que las hojas al ceder agua en forma de vapor (transpiración) elevan el déficit de la presión de difusión de las células del mesófilo de las hojas, lo cual determina a su vez la entrada de agua a los elementos vasculares de la hoja en donde queda sometida a cierta tensión.

El agua en el xilema se extenderá para formar una columna continua desde la

hoja hasta la raíz, por lo cual, la tensión del agua en las zonas altas del xilema se transmitirá hacia abajo a través de la columna.

El xilema es la vía por donde el agua asciende, lo cual se demuestra con base en los siguientes hechos:

La observación de la anatomía del xilema nos muestra que es la mejor adaptada para realizar el transporte del agua, además, si el floema se separa, el agua continúa su ascenso, mientras que si el xilema se separa o se obstruye el flujo de agua se suspende, como lo observaste en la actividad.

La savia bruta en las hojas es transformada en alimentos, que son transportados por el floema, hacia los diferentes tejidos en crecimiento del vegetal, los frutos, semillas y demás regiones en donde se acumulan sustancias de reserva.

La distribución de alimentos a través del floema se explica mediante la hipótesis de flujo, por una diferencia de presión.

El floema, es el tejido encargado de redistribuir los alimentos (savia elaborada). En el tallo al cual separaste la corteza junto con los elementos del floema se le observa un crecimiento e hinchazón debido a la acumulación de azúcares, fabricados por las hojas verdes y activas localizadas en la región superior del tallo. Los azúcares al desplazarse hacia abajo y al encontrar interrumpidos los elementos del floema por el descortezamiento anular, se acumulan en la región superior del anillo, como lo observaste en la actividad.

#### Utilidad del Tallo

El tallo es utilizado por el hombre en diferentes fines así:

**ALIMENTACION:** En la alimentación se utilizan tallos que tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de alimentos. Ejemplo: La papa, los bulbos de cebolla, el ajo, el espárrago, etc.

En la alimentación de animales se utilizan los tallos de alfalfa, trébol, etc.

**MEDICINA:** En la medicina se emplean los tallos con fines curativos. Ejemplo: La quina, utilizada para curar las fiebres intermitentes (paludismo); el bálsamo de Tolú, cuya resina se emplea como expectorante; el ruibarbo, utilizado como laxante; el higuero, de cuya corteza se extrae un líquido lechoso que se utiliza para expulsar parásitos intestinales.

**INDUSTRIA:** En la industria se utilizan los tallos como materia prima en textiles (lino, cáñamo, etc.); como colorantes, (palo campeche); en la construcción, ebanistería, carpintería, las maderas más empleadas son: el cedro, el pino, el abarco, el roble, el caoba, el ébano, el nogal, etc. Los tallos también son utilizados industrialmente en la fabricación de pulpa de papel, carbón vegetal, combustible y extracción de taninos.

#### 12. Circulación en Animales: Protozoos, Poríferos, Celenterados y Platelminetos.

Los protozoarios no presentan sistema circulatorio y sus necesidades de alimentos, oxígeno y demás sustancias penetran a través del citoplasma por difusión del medio acuático. Los productos de desecho, son expulsados al medio externo igualmente por el citoplasma.

En algunos protozoarios como el paramécio, las vacuolas contráctiles que se presentan en los extremos, tienen la función de expulsar el exceso de agua que en forma permanente penetra del medio acuático en que estos organismos viven. Fig. 11.

En organismos pluricelulares inferiores como los Poríferos (esponjas) y los Celenterados (hidra), sin un sistema circulatorio verdadero, la cavidad central actúa como sistema digestivo y como sistema circulatorio, ya que los alimentos y el oxígeno que trae el agua en que viven pasan a las células que tapan esta cavidad. Los pro-

ductos de desecho como el anhídrido carbónico, son removidos igualmente por el agua.

Los Platelminetos (planarias) presentan como sistema circulatorio un líquido o hemolinfa que circula en las regiones anterior y posterior del cuerpo de la planaria, entre los espacios celulares. Los alimentos digeridos por la planaria se difunden y llegan a la hemolinfa que los distribuye a todas las células por la acción de movimientos musculares.

En los grupos de animales mencionados anteriormente al no presentar sistema circulatorio, el transporte de materiales nutritivos, el intercambio gaseoso y la remoción de productos de desecho se realiza mediante mecanismos de difusión.

#### 13. Tipos de Sistemas Circulatorios en Invertebrados y Vertebrados. Clases: Abierto y Cerrado

En los organismos pluricelulares superiores se presentan sistemas circulatorios de mayor complejidad, así encontramos que en los artrópodos (cangrejos, saltamontes, etc.) y en casi todos los moluscos (pulpo, caracol, etc.) la sangre es impulsada por medio de tubos que llenan los espacios internos del cuerpo de estos animales; la sangre así bombeada se mueve lentamente en contacto con los tejidos para retornar al centro de bombeo por otra hilera de tubos. Este sistema circulatorio incompleto se conoce como Sistema Circulatorio Abierto.

En los anélidos (lombriz de tierra) presentan un sistema circulatorio simple y cerrado debido a que la sangre durante su flujo lo hace siempre por medio de tubos.

Los vertebrados presentan un sistema circulatorio completo y cerrado, ya que la sangre se mueve en el cuerpo por medio de un sistema de vasos, los cuales son de cuatro tipos: un corazón muscular con dos o más cámaras que mantiene la sangre en movimiento; las arterias, vasos de paredes mus-

culares gruesas, encargadas de llevar sangre del corazón; las venas, vasos de paredes musculares delgadas, las cuales llevan san-

#### 14. Sistema Circulatorio en Anélidos, Equinodermos y Artrópodos.

*MATERIAL DIDACTICO: Bisturí, tijeras, lombriz de tierra.*

##### ACTIVIDAD:

*Sistema Circulatorio en Lombriz de Tierra. Para la realización de esta actividad, sigue los pasos de la actividad C, del numeral 5, e identifica el vaso sanguíneo dorsal, que se presenta a lo largo de la región dorsal del intestino de la lombriz de tierra. Observa las regiones que recorre este vaso y los cinco pares de vasos pulsátiles (corazones) localizados entre los segmentos 7 a 11, dibuja y responde las preguntas del cuaderno.*

El sistema circulatorio de los anélidos es de tipo cerrado, ya que la sangre circula por un sistema de vasos y capilares. La sangre está formada por una parte líquida o plasma con corpúsculos libres e incoloros, conocidos como amebocitos.

La sangre en la lombriz de tierra es roja debido a la existencia en el plasma del pigmento respiratorio denominado hemoglobina.

En el sistema circulatorio de la lombriz de tierra no se presenta un verdadero corazón, sino cinco arterias o vasos pulsátiles localizados entre los somitas 7 a 11 que rodean al esófago; además, el sistema circulatorio de la lombriz de tierra presenta cinco vasos principales longitudinales que se extienden por todas las regiones del cuerpo.

Los corazones o vasos pulsátiles conectan el vaso sanguíneo dorsal con el vaso sanguíneo ventral, como lo observaste en la actividad. Fig. 13.

El sistema circulatorio en los equinodermos (estrella de mar) es pequeño y difícil de observar y está formado por una serie de vasos que rodean la boca y cinco vasos radiales uno por cada brazo del animal; este sistema circulatorio no es funcional debido a que la circulación se realiza por el líquido que llena la cavidad celómica.

gre al corazón y los capilares, vasos de paredes muy delgadas que conectan a las arterias y a las venas.

La sangre, en la estrella de mar, es semejante en su composición al agua de mar, pero se diferencia de ella por la presencia de células ameboides, proteínas y nutrientes en pequeñas cantidades. Fig. 14.

**ARTROPODOS:** Los artrópodos de la clase crustácea, presentan sistema circulatorio lagunar o abierto, formado por un corazón muscular localizado dorsalmente en un pericardio. La sangre en los crustáceos llega al corazón por medio de tres pares de aberturas valvulares u ostíolos e impulsada por el corazón a siete arterias que desembocan en espacios abiertos o senos, de donde pasa a las branquias por medio de capilares. En las branquias, la sangre realiza el intercambio gaseoso y retorna nuevamente al corazón a través del pericardio. Fig. 15.

En los artrópodos de la clase Insecta, el sistema circulatorio es abierto y está conformado por un corazón dorsal, al cual entra la sangre por medio de cinco pares de aberturas diminutas u ostíolos. El corazón bombea la sangre desde la región posterior por una aorta dorsal hacia la cavidad interna de la cabeza, de donde fluye lentamente hacia atrás bañando los órganos internos para regresar al corazón, de donde es nuevamente bombeada.

La sangre o hemolinfa de los insectos consta de una parte líquida o plasma y de

células libres que flotan en el plasma, denominadas hemocitos. La cavidad del cuerpo, en la cual la sangre circula se denomina hemoceloma.

#### 15. Sistema Circulatorio en Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos

*MATERIAL DIDACTICO: Ranas, tijeras, alfileres, lámina porta y cubre-objeto, microscopio.*

##### ACTIVIDAD:

*Sistema Circulatorio en Rana. Para la siguiente actividad sigue los pasos de la actividad E, numeral 5 y observa: el corazón de la rana, que se encuentra envuelto en un saco transparente de peritoneo llamado pericardio; identifica el ventrículo y las dos aurículas. Entre las dos aurículas y continuas con el ventrículo se presenta el tronco arterial; trata de identificar algunas arterias (pulmonares, carótidas, etc.) y la aorta dorsal.*

*A nivel de las aurículas identifica el seno venoso y con cual de las dos aurículas se une. Dibuja y responde las preguntas del cuaderno.*

En los peces, el corazón consta de dos cámaras: una aurícula común y un ventrículo. La aurícula recibe sangre del seno venoso y el ventrículo bombea sangre pobremente oxigenada mediante una arteria ventral hacia las arterias branquiales eferentes, en donde se oxigena en los capilares branquiales y deja en libertad el anhídrido carbónico. Los capilares branquiales se recogen en arterias branquiales eferentes para formar la aorta dorsal que distribuye la sangre a todo el cuerpo. La sangre impura (desoxigenada) retorna al corazón por el seno venoso, por las venas cardinales anteriores y por las venas cardinales posteriores. Fig. 32.

En los peces la sangre circula en un solo ciclo (circulación simple) y la sangre arterial no se mezcla con la venosa (circulación completa). La sangre de los peces es de color rojo pálido; el plasma sanguíneo presenta en suspensión glóbulos rojos o eritrocitos y glóbulos blancos o leucocitos.

En los anfibios (rana), el corazón consta de un ventrículo de forma cónica y de dos aurículas en las que se localizan el seno

El sistema circulatorio de los insectos les sirve fundamentalmente para el transporte de alimentos, ya que el intercambio respiratorio se realiza en un sistema independiente. Fig. 16.

venoso, separadas por un tabique interarticular. La sangre es bombeada por un ventrículo al tronco arterial, el cual se bifurca en arterias pulmo-cutáneas que van a los pulmones y a la piel; en arterias carótidas que irrigan la cabeza y en arterias sistémicas que irrigan diversas partes del cuerpo; las arterias anteriores se unen para formar la aorta dorsal.

La sangre en los anfibios pasa de las arterias pulmonares a los capilares del pulmón, en donde se oxigena y cede el anhídrido carbónico; esta sangre oxigenada regresa a la aurícula izquierda por medio de venas pulmonares. La sangre no oxigenada, llega a la aurícula derecha y de allí pasa al ventrículo a donde también llega la sangre oxigenada, es decir, no existe separación entre sangre arterial y sangre venosa.

El sistema venoso en los anfibios está formado por dos venas cavas anteriores que devuelven al seno venoso sangre procedente de la cabeza, extremidades anteriores y piel y por una vena cava posterior que recoge sangre de los riñones, de los músculos y de las gónadas. La sangre va al hígado por medio de la arteria hepática o

de la vena porta-hepática; también existe en los anfibios un sistema venoso porta-renal que reúne sangre de las extremidades posteriores y de la región media del cuerpo, como lo observaste en la actividad. Fig. 32.

En algunos reptiles inferiores el corazón está formado por dos aurículas y por dos ventrículos no completamente separados, es decir, esencialmente se presenta un solo ventrículo; en algunos reptiles superiores como el cocodrilo, los ventrículos están completamente separados.

La circulación sanguínea de los reptiles es similar a la de los anfibios, aunque la sangre oxigenada y la no oxigenada de los reptiles no se mezclan en el corazón, sino que lo hacen parcialmente en la aorta dorsal.

En los anfibios y en los reptiles la circulación es doble e incompleta; es doble porque existe una circulación pulmonar y otra circulación aórtica e incompleta porque la sangre arterial se mezcla con la venosa.

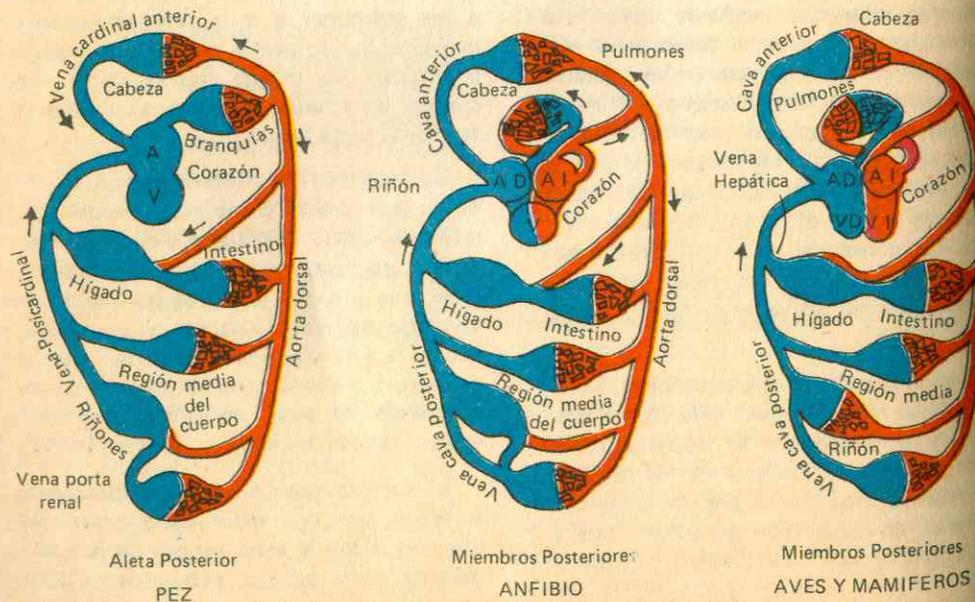


Fig. 32. Circulación Sanguínea en Peces, Anfibios, Aves y Mamíferos

En las aves y en los mamíferos la separación entre circulación venosa (sangre desoxigenada) y circulación arterial (sangre oxigenada) es completa, lo cual, redundará en beneficio de la regulación de la temperatura del cuerpo, ya que existe mayor producción de calor.

Las aves y los mamíferos poseen sangre caliente por tener la temperatura del cuerpo más alta que la del medio ambiente, en cambio los peces, los anfibios y los reptiles son animales de sangre fría o con la temperatura del cuerpo igual a la del medio en que viven.

En las aves y en los mamíferos el corazón es una bomba doble, con sus lados derecho e izquierdo conectados a venas y a arterias; está dividido en dos aurículas, una derecha y otra izquierda y en dos ventrículos, uno derecho y otro izquierdo. El lado derecho del corazón recibe sangre de todas las partes del cuerpo, que es enviada a los pulmones en donde se oxigena y pasa al lado izquierdo para ser bombeada a todas las partes del cuerpo. Fig. 32.

## 16. El Sistema Circulatorio en el Hombre. La Sangre: Composición, Coagulación, Grupos Sanguíneos y Transfusiones.

**MATERIAL DIDACTICO:** Láminas porta y cubre-objeto, suero fisiológico, suero anti A, anti B y anti Rh, lancetas esterilizadas, microscopio, alcohol y algodón.

### ACTIVIDADES:

- Observación de Sangre Humana.** Toma una lanceta esterilizada y practica con ella una pequeña incisión en la yema del dedo, el cual debe ser limpiado previamente con alcohol. Coloca una gota de sangre en una lámina porta-objeto, agrégale una gota de suero fisiológico, mezcla y cubre la preparación con una laminilla. Observa al microscopio, dibuja y contesta las preguntas del cuaderno.
- Determinación de Grupos Sanguíneos.** En una lámina porta-objeto coloca separadamente una gota de suero anti A y una gota de suero anti B; a cada una de ellas agrégale una gota de sangre extraída según la técnica de la actividad anterior. En otra lámina porta-objeto realiza lo mismo, pero con el suero anti Rh. Observa a simple vista y al microscopio, contesta las preguntas del cuaderno.

### La Sangre: Composición

La sangre en el hombre se halla compuesta por dos partes: una parte líquida que forma el 55% conocida como plasma, en el cual se hallan suspendidas varias células microscópicas denominadas elementos figurados que constituyen el 45% restante. Los elementos figurados incluyen: glóbulos rojos o eritrocitos, glóbulos blancos o leucocitos y las plaquetas o trombocitos, como lo observaste en la actividad. Fig. 33.

El plasma sanguíneo está formado por 90% de agua y 10% de sustancias sólidas, como proteínas, grasas, carbohidratos, sales minerales, etc. Los glóbulos rojos o eritrocitos se forman en la médula ósea de los huesos, razón por la cual la médula ósea de los animales recién muertos se observa de color rojo, debido al almacenamiento de los eritrocitos en diferentes estados de formación. En un hombre adulto están presentes 5.400.000 glóbulos rojos por milímetro cúbico y en la mujer 5.000.000 por milímetro cúbico.

El bazo es un almacenador de glóbulos rojos, es de color rojizo y localizado cerca del intestino, comunicado con el sistema circulatorio mediante una arteria y una

vena. En el brazo tiene lugar la destrucción o fagocitosis de glóbulos rojos y de glóbulos blancos. Los glóbulos blancos o leucocitos deben su color característico a la carencia del pigmento respiratorio hemoglobina y se presenta en la sangre entre 7.000 a 10.000 por milímetro cúbico. Los glóbulos blancos se originan en la médula ósea de los huesos, el bazo, las amígdalas y los ganglios; su función principal es proteger al organismo contra los microorganismos patógenos, los cuales eliminan por fagocitosis.

Las plaquetas o trombocitos son incoloras, de forma esférica y se forman en la médula ósea. Las plaquetas se cuentan en la sangre entre 250.000 por milímetro cúbico y su función es iniciar los procesos de coagulación sanguínea para evitar pérdida de sangre.

La función principal de la sangre es la de transportar oxígeno a todas las regiones del cuerpo, lo cual se debe a la presencia de una sustancia química denominada hemoglobina, que se encuentra incluida en los glóbulos rojos o eritrocitos. La hemoglobina es el pigmento respiratorio de la sangre y le da su color rojo característico, toma el oxígeno en los pulmones, el cual cede a los tejidos y a su vez contribuye a remover

el anhídrido carbónico producido en la respiración intracelular.

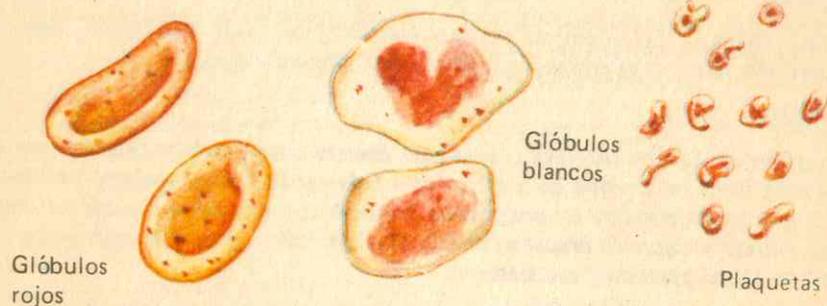


Fig. 33. Elementos Figurados de la Sangre

**Coagulación Sanguínea**

Una de las propiedades de la sangre es la coagulación, que consiste en el paso de la sangre de su estado líquido al estado sólido. El mecanismo de la coagulación es muy importante en los casos de heridas, ya que evita la pérdida considerable de sangre. No toda la sangre se solidifica (coagula), una parte permanece líquida, se conoce como suero y es de color amarillento. El mecanismo de coagulación implica la transformación del fibrinógeno, proteína plasmática, en la fibrina insoluble por la acción de la trombina. La trombina no existe en la sangre circulante, pero al extraer sangre se forma rápidamente por la transformación de la protrombina, globulina plasmática formada en el hígado mediante la acción de una sustancia llamada tromboplastina, el ión calcio y un acelerador de la protrombina. En la enfermedad conocida como hemofilia, caracterizada por la carencia del factor antihe-mofílico, la sangre coagula tan lentamente que cualquier herida simple puede convertirse en amenaza mortal. En otros casos la sangre puede formar un coágulo o trombo en un vaso sanguíneo o en una arteria, lo que impide la distribución de sangre, esto se conoce como trombosis. Si el coágulo o trombo es arrastrado por

la corriente sanguínea y obstruye una porción vascular distinta donde se originó, el coágulo se conoce como émbolo; la peligrosidad de las embolias o de las trombosis dependen de los vasos obstruidos; así por ejemplo la trombosis coronaria puede ocasionar la muerte en forma instantánea.

**Grupos Sanguíneos y Transfusiones**

Desde tiempos remotos se intentó suplir la sangre perdida por accidentes, por enfermedades, por intervenciones quirúrgicas, etc., con sangre de otras personas o con sangre de animales; en algunos casos las transfusiones tenían éxito, pero la mayoría de las veces se producía el fenómeno de aglutinación o amontonamiento de los glóbulos rojos del receptor, acompañado de reacciones en ocasiones mortales.

En el año de 1900 el médico austriaco Karl Landsteiner descubrió que la sangre del hombre difería en su capacidad de aglutinar glóbulos rojos debido a las reacciones antígeno-anticuerpo. Dicho científico observó que una muestra de suero sanguíneo aglutinaba los glóbulos rojos de una persona del grupo A, pero no a los de una persona del grupo B; en tanto que una muestra de suero sanguíneo podía

del grupo B, pero no los de una persona del grupo A. Las anteriores observaciones condujeron a Landsteiner a dividir la sangre humana en cuatro grupos: A, B, AB y O, caracterizados por la presencia de aglutinógenos o antígenos A o B en los glóbulos rojos y de aglutininas o anticuerpos a, o, b, en el plasma. El grupo sanguíneo A, tiene aglutinógenos A en los glóbulos rojos y aglutininas b en el plasma; el grupo B tiene aglutinógenos B en los glóbulos rojos y aglutininas a en el plasma; el grupo AB

tiene aglutinógenos A y B en los glóbulos rojos y no tienen aglutininas en el plasma; el grupo O no tiene aglutinógenos en los glóbulos rojos y presenta aglutininas a y b en el plasma, como lo observaste en la actividad.

El siguiente cuadro presenta un resumen de los grupos sanguíneos, con los grupos dadores y receptores que se deben tener presentes al afectar una transfusión sanguínea.

Grupo Sanguíneo	Agutinógeno En Glóbulo Rojo	Agutinina En el Plasma	Dador a los Grupos:	Receptor de los Grupos:
A	A	b	A y AB	A y O
B	B	a	B y AB	B y O
AB	A y B	—	AB	A - B - AB y O
O	.....	a y b	O-A-B y AB	O

GRUPOS SANGUINEOS

El grupo sanguíneo O se conoce como dador universal, ya que con él se pueden hacer transfusiones a los otros grupos, en tanto que el grupo AB se conoce como receptor universal por la capacidad de recibir sangre de los otros grupos. Además de los anteriores grupos sanguíneos existen los grupos sanguíneos M y N.

Factor Rh. En las transfusiones con sangres compatibles, basadas en la identificación de los grupos sanguíneos A, B, AB y O se presentaban accidentes de aglutinación de los glóbulos rojos. En el año de 1940 Landsteiner y Weiner encontraron un tercer grupo aglutinógeno hereditario en los glóbulos rojos de los monos Rhesus, por lo cual lo denominaron Rh, y dieron así una explicación científica a los accidentes presentados con sangre compatible. El 85% de las personas de raza blanca presentan el antígeno Rh en los glóbulos rojos, es decir, son Rh positivos (Rh +) y el 15% no presenta este antígeno, o sea,

El factor Rh también explicó la enfermedad hemolítica del recién nacido, conocida como eritroblastosis fetal; se origina del entrecruzamiento de una mujer con Rh negativo con un hombre Rh positivo, dando un feto que podrá ser Rh positivo por herencia paterna.

La sangre del feto Rh positivo al pasar por la placenta y mezclarse con la sangre Rh negativo de la madre, estimula la formación de anticuerpos, los cuales en un segundo período de gestación y al pasar a la sangre del segundo feto producen aglutinación de los glóbulos rojos o eritroblastosis fetal. La eritroblastosis no se presenta en todos los casos, en el primer embarazo solo ocurre si la madre ha recibido sangre con un Rh incompatible.

El tratamiento de la eritroblastosis consiste en aplicar transfusiones masivas que reemplacen los glóbulos rojos del recién nacido, los cuales no son afectados por los anticuerpos existentes en la sangre del

17. Sistema Circulatorio del Hombre: El Corazón, La Circulación, Latidos y Ruidos Cardíacos. Vasos Sanguíneos: Arterias, Venas y Capilares. Presión y Pulso Arterial. Sistema Linfático. Enfermedades del Sistema Circulatorio.

*MATERIAL DIDACTICO: Láminas didácticas de corazón, arterias y venas del hombre.*

**ACTIVIDADES:**

a. *Observación del Sistema Circulatorio del Hombre. Observa en una lámina didáctica del corazón humano las aurículas derecha e izquierda, los ventrículos derecho e izquierdo, las arterias aorta y pulmonares, las venas cava y pulmonares. Detalla en esta misma lámina la válvula tricúspide, colocada entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho, la válvula mitral, colocada entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo.*

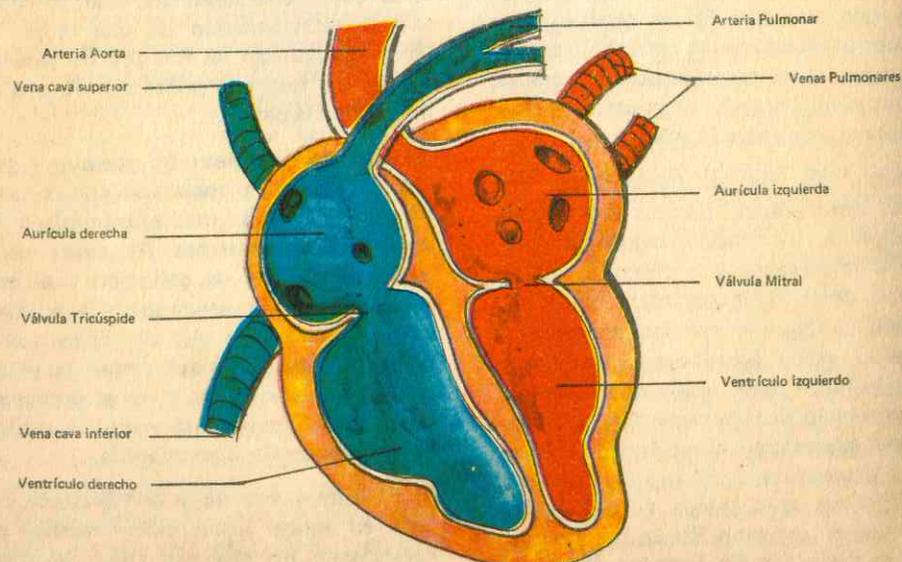
*Examina en una lámina didáctica la localización y el recorrido de las arterias y de las venas en el hombre. Responde las preguntas del cuaderno.*

b. *La Percepción del Pulso. Toma el pulso a uno de tus compañeros colocando la mano derecha a la altura de la muñeca para presionar la arteria radial. Con un reloj o un cronómetro mide el número de pulsaciones por minuto. Responde las preguntas del cuaderno.*

**El Corazón y la Circulación Sanguínea**

El sistema circulatorio del hombre es de tipo cerrado, se halla formado por el corazón, que es un órgano propulsor, por las arterias, las venas y los capilares.

El corazón, es un órgano muscular con forma de pera, localizado al lado izquierdo de la caja torácica, entre los dos pulmones, y recubierto por una membrana resistente de tejido conectivo conocido como peri-



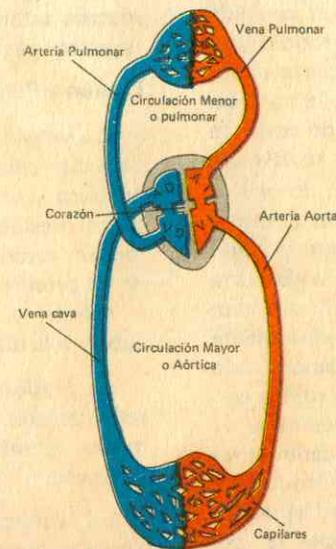
cardio. El corazón se halla dividido en cuatro cavidades: dos superiores o aurículas, una derecha y otra izquierda; dos cavidades inferiores o ventrículos, uno derecho y otro izquierdo, como lo observaste en la actividad. La aurícula derecha se comunica con el ventrículo derecho mediante la válvula tricúspide y la aurícula izquierda se comunica con el ventrículo izquierdo por medio de la válvula bicúspide o mitral.

En el nacimiento de las arterias aorta y pulmonar, que salen de los ventrículos derecho e izquierdo respectivamente, se encuentran las válvulas semilunares, que tienen como función, al igual que otras válvulas, impedir que la corriente sanguínea se devuelva. Fig. 34.

La sangre que retorna de los tejidos al corazón llega a la aurícula derecha a través de dos grandes venas: la cava superior que recoge la sangre de la cabeza, de los brazos y de la región superior del cuerpo y la cava inferior que recoge la sangre de los miembros inferiores y de la región inferior del cuerpo. La aurícula derecha al contraerse abre la válvula tricúspide y permite el paso

de la sangre al ventrículo derecho, que al contraerse abre la válvula semilunar e impulsa la sangre a los pulmones mediante la arteria pulmonar, la sangre fluye en los pulmones a través de capilares pulmonares, los cuales se unen para formar la vena pulmonar, encargada de traer la sangre de los pulmones a la aurícula izquierda, cuya contracción produce la apertura de la válvula mitral, lo cual permite el paso de la sangre al ventrículo izquierdo. El ventrículo izquierdo al contraerse y mediante la arteria aorta, impulsa la sangre a todo el cuerpo, con excepción de los pulmones. En el proceso de circulación sanguínea descrito anteriormente se diferencian: La Circulación Mayor o aórtica, que lleva la sangre desde el ventrículo izquierdo a todas las partes del cuerpo para nutrirlo y retorna la sangre a la aurícula derecha; la Circulación Menor o pulmonar, que lleva la sangre del ventrículo derecho a los pulmones en donde se oxigena, devolviéndola a la aurícula izquierda. Fig. 35.

La sangre oxigenada sale del corazón por las arterias y retorna desoxigenada por las venas.



### Latidos y Ruidos Cardíacos

El corazón se contrae y se relaja rítmicamente para producir la circulación sanguínea.

La contracción del corazón que impulsa la sangre fuera de los ventrículos se conoce como Sístole y la fase opuesta que permite una dilatación de los músculos cardíacos y que da como resultado una expansión de las cámaras se denomina Diástole.

El corazón en sus ciclos de contracción y de reposo (sístole y diástole) produce los latidos o pulsaciones, que sentimos cuando colocamos la mano sobre el lado izquierdo del pecho o mediante un aparato especial denominado estetoscopio.

El número de latidos cardíacos varía con la edad, en los niños es de 90 a 95 latidos por minuto, en tanto que en los adultos es de 70 a 80 latidos por minuto. En el curso de la vida y según la actividad desarrollada, el corazón puede latir alrededor de 4.000 millones de veces.

El corazón por ciclo cardíaco produce dos ruidos en todas las personas, que por su orden de aparición se denomina 1o y 2o ruidos. El primer ruido que coincide con la sístole ventricular es de tono bajo y de larga duración, se debe al cierre de las válvulas tricúspide, mitral y a la contracción ventricular; el segundo ruido coincide con la finalización de la sístole, se describe como de corta duración y duro, lo produce el cierre de las válvulas aórticas y pulmonares. Entre el primero y el segundo ruido cardíaco se presenta un silencio de corta duración conocido como pequeño silencio; entre el segundo y el primero subsiguiente hay otro silencio prolongado denominado gran silencio. La calidad de los ruidos cardíacos sirven para interpretar médicamente el estado de las válvulas, así el daño en las válvulas aórticas y pulmonares produce el soplo, que se caracteriza porque el segundo ruido queda reemplazado por un silbido suave.

### Vasos Sanguíneos: Arterias, Venas y Capilares

Las arterias son tubos elásticos que tienen la propiedad de dilatarse y de contraerse; nacen en un ventrículo y llevan la sangre del corazón a los tejidos. Las paredes de una arteria consta de tres capas: Una capa externa formada por tejido conectivo, una media casi completamente elástica, compuesta por fibras musculares lisas y una capa interna constituida por epitelio simple y tejido conectivo.

Entre las principales arterias tenemos: La Arteria Pulmonar y el Sistema de la Arteria Aorta. La Arteria Pulmonar nace en el ventrículo derecho, se divide en Arteria Pulmonar derecha y en Arteria Pulmonar izquierda. La arteria pulmonar es la única arteria que transporta sangre venosa o desoxigenada a los pulmones, las demás arterias transportan sangre oxigenada del corazón a los tejidos.

El sistema de la Arteria Aorta, nace en el ventrículo izquierdo, en él se distinguen tres regiones: La aorta ascendente, el cayado aórtico y la aorta descendente. De las regiones anteriores se desprenden muchas arterias que llevan sangre a las diferentes regiones del cuerpo. Fig. 36.

### Presión y Pulso Arterial

La sangre circula en las arterias sometida a cierta presión debido a la contracción cardíaca y al volumen de sangre circulante; dicha presión se conoce como presión o tensión arterial. La presión arterial se divide en presión alta o sistólica, motivada por la sístole, y en presión baja o diastólica debida a la diástole.

La presión arterial se mide con un aparato llamado tensiómetro o esfigmomanómetro, la medida se da en milímetros de mercurio.

En el hombre la presión sistólica o presión alta tiene un valor aproximado de 120 milímetros y la presión diastólica o pre-

sión baja 75 milímetros. Las anteriores medidas se expresan en forma de quebra-

do así:  $\frac{120}{75}$ , donde el numerador co-

rresponde a la presión sistólica y el denominador a la presión diastólica.

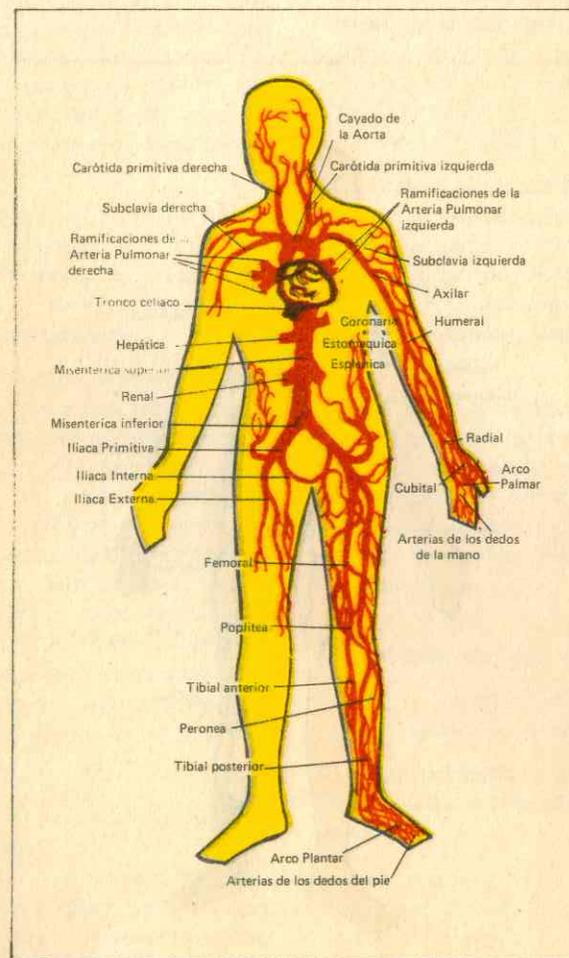


Fig. 36. Sistema Arterial

### El Pulso

El corazón al impulsar la sangre por la arteria aorta, durante la sístole ventricular, ocasiona la dilatación y contracción de las paredes de esta arteria, lo cual origina una onda alterna de contracción y relajamiento que se transmite a las arterias y las arteriolas, fenómeno conocido como Pulso.

El pulso se percibe al comprimir la arteria radial de la muñeca del brazo izquierdo contra el hueso; normalmente el pulso en el hombre es de 70 pulsaciones por minuto, es decir, es igual al número de latidos cardíacos, como lo observaste en la actividad.

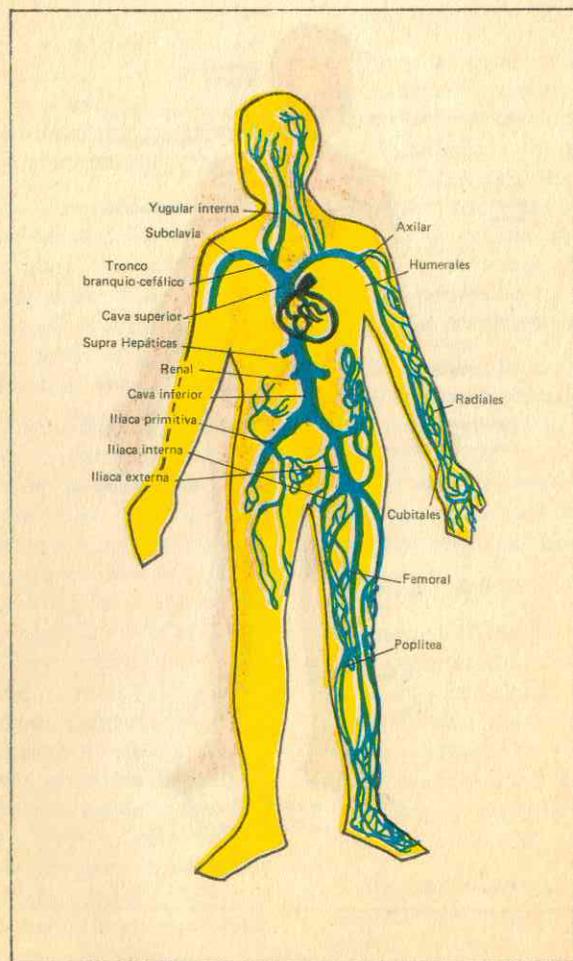


Fig. 37. Sistema Venoso

### Las Venas y los Vasos Capilares

Las venas son tubos similares a las arterias, no elásticas en su capa media, nacen en los tejidos y terminan en las aurículas. Las venas poseen en su interior válvulas que impiden que la sangre se devuelva; a través de las venas llega al corazón la sangre proveniente de los tejidos. Las principales venas son: las venas pulmonares, la vena cava superior, la vena cava inferior y la vena porta. Las venas pulmonares se forman por los capilares pulmonares, son las encargadas de llevar sangre oxigenada a la aurícula izquierda del corazón, en tanto que las demás venas transportan sangre no oxigenada al corazón.

La vena cava superior, formada por la unión de las venas yugulares y subclavia, es la encargada de transportar la sangre de la cabeza, del cuello y de las extremidades superiores a la aurícula derecha.

La vena cava inferior, constituida por las venas ilíacas y femorales, transporta la sangre de las extremidades inferiores a la aurícula derecha. La vena cava inferior en su ascenso recibe las renales procedentes de los riñones. La vena porta, se forma de la unión de las venas del intestino, del estómago y del bazo, termina en el hígado en donde se capilariza; estos capilares se unen nuevamente para formar la vena hepática que desemboca en la vena cava inferior. La vena porta transporta sustancias nutritivas recién absorbidas en los procesos digestivos. Fig. 37.

Los capilares son vasos microscópicos de paredes delgadas, localizados en la intimidad de los tejidos; los capilares son los encargados de unir las arterias con las venas y de intercambiar los materiales nutritivos, los gases y las sustancias de desecho entre la sangre y los tejidos.

### Sistema Linfático

El sistema linfático constituye un sistema anexo al sistema circulatorio y está

formado por los vasos, ganglios linfáticos y por un líquido claro e incoloro derivado de la sangre conocido como linfa.

La linfa tiene una composición semejante a la de la sangre, contiene la mitad de las proteínas sanguíneas y glóbulos blancos. La linfa se filtra por las paredes de los capilares a los espacios intercelulares para fluir a los capilares linfáticos, enlazados con venas linfáticas de paredes delgadas provistas de válvulas. Las venas linfáticas llegan a la gran vena linfática que desemboca en la vena subclavia izquierda del sistema venoso y retorna materiales sanguíneos al sistema circulatorio general.

A nivel de la unión de los vasos linfáticos se presentan aglomeraciones conocidas como ganglios linfáticos, encargados de elaborar linfocitos, de la filtración y eliminación de los microorganismos, de partículas extrañas, como polvo, desechos y de células cancerosas.

El sistema linfático tiene las siguientes funciones: ayudar a que los fluidos intersticiales retornen al torrente sanguíneo, la producción de linfocitos, la filtración de bacterias, la absorción y transporte al torrente sanguíneo de moléculas grasas y proteínas, etc.

### Enfermedades del Sistema Circulatorio

Entre las enfermedades que afectan las vías circulatorias tenemos:

La pericarditis o inflamación de la membrana (pericardio) que recubre al corazón.

La anemia o disminución de los glóbulos rojos, producida por la absorción deficiente de vitamina B<sub>12</sub>.

La leucemia o cáncer de la sangre, enfermedad caracterizada por el aumento progresivo de glóbulos blancos, acompañada por anemia.

## GLOSARIO

*Duramen:* Madera no apta para la conducción de agua; también se le conoce como corazón por su localización central en los troncos. Su color es más oscuro que el de la madera apta para la conducción del agua conocida como albura.

*Suculenta:* Plantas que almacenan agua en sus tejidos.

*Taninos:* Grupo de sustancias astringentes disueltas en la savia celular; se usa en la preparación de tintas para la curtumbre de pieles.

*Látex:* Líquido producido por muchas plantas que sale en forma de jugo lechoso de las superficies cortadas.

*Aferente:* Vaso que trae un líquido a un órgano.

*Eferente:* Vaso que saca un líquido.

*Pericardio:* Membrana que recubre al corazón.

## EVALUACION

## I. Falso o Verdadero:

En la hoja de respuestas del cuaderno escriba una X debajo del número que indica el enunciado y al frente de la letra V o F si el enunciado es verdadero o falso.

- El movimiento de ciclois hace que el núcleo, los cloroplastos y otras inclusiones celulares cambien de posición en el interior de la célula.
- La conducción de la savia elaborada es característica del tallo.
- El crecimiento primario de los tallos los determina el alargamiento de los entrenudos.
- Las plantas monocotiledóneas presentan crecimiento secundario.
- Un sistema circulatorio abierto es aquel en que la sangre circula por medio de vasos capilares.
- El corazón de los peces consta de dos aurículas y de dos ventrículos.
- La circulación completa es aquella en que la sangre venosa y arterial no se mezclan.
- El grupo sanguíneo O, se conoce como dador universal.
- En el hombre la circulación mayor es la que lleva la sangre desde el ventrículo izquierdo a todas las regiones del cuerpo.
- Las arterias y las venas son elásticas.

## II. Apareamiento:

En la columna A, se da una expresión que está íntimamente relacionada con una de las palabras de la columna B. En la hoja de respuestas del cuaderno escribe al frente de cada número de la columna A la letra correspondiente de la columna B.

## Columna A

- Plantas carentes de sistema circulatorio.
- Tejido que distribuye los alimentos en las plantas.
- Vertebrado con el corazón dividido en dos aurículas y un ventrículo.
- Glóbulos rojos.
- Enfermedad caracterizada por coagulación sanguínea deficiente.
- Enfermedad producida por la formación de un coágulo en un vaso sanguíneo.
- Grupo sanguíneo denominado receptor universal.
- Válvula que separa la aurícula derecha del ventrículo derecho.
- Circulación que permite la oxigenación de la sangre en los pulmones.
- Contracción del corazón que impulsa la sangre fuera de los ventrículos.

## Columna B

- Sístole
- Circulación mayor
- Válvula tricúspide
- Peces
- Plantas no vasculares
- Floema
- Leucocitos
- Xilema
- Anfibios
- Eritrocitos
- Grupo A
- Válvula sigmoidea
- Hemofilia
- Circulación completa
- Trombosis
- Grupo A B
- Diástole
- Embolia
- Plantas vasculares
- Grupo O
- Anemia

## III. Interpretación y Discusión:

Completa el cuadro sobre los grupos sanguíneos (página 40 del cuaderno) y explica el proceso de transfusión sanguínea.

# La respiración en los seres vivos

## 3

### CONTENIDO

*Respiración: Tipos, provisión de oxígeno del aire y del oxígeno disuelto en el agua.*

*Fenómeno de oxidación. Liberación de energía y su uso en los procesos celulares.*

*Respiración Aerobia y Anaerobia. Respiración en vegetales: Función de estomas y lenticelas.*

*Respiración en animales: Protozoos, Poríferos, Celenterados, Plelmintos, Anélidos, Moluscos, Crustáceos e Insectos acuáticos y terrestres.*

*Respiración en Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos.*

*Respiración en el hombre: Vías respiratorias y Pulmones. Mecánica Respiratoria: Inspiración y espiración. Capacidad Respiratoria y Ritmo respiratorio.*

*Fenómenos Físico-Químicos de la respiración. Transporte de Oxígeno y Anhídrido Carbónico por la sangre. Enfermedades del Aparato Respiratorio. Problemas Respiratorios por diferencias de presión.*

*Glosario.*

*Evaluación.*

*Bibliografía.*

## REFERENCIAS

- Bonner, J. y Galston, A. 1967. *Principios de Fisiología vegetal*. Ed. Aguilar.
- Montagna, W. 1959. *Comparative anatomy*. N.Y. John Wiley and Sons, Inc.
- Storer, T. y Usinger, R. 1961. *Zoología General*. Ed. Omega.

## LA RESPIRACION EN LOS SERES VIVOS

### INTRODUCCION

Los seres orgánicos, para llevar a cabo funciones metabólicas, necesitan intercambio gaseoso, es decir, transportan oxígeno al interior de las células y remueven el anhídrido carbónico, subproducto de las reacciones de oxidación suscitada en su interior.

Algunos seres vivos tienen estructuras complejas para realizar el intercambio gaseoso, mientras que otros lo hacen por simples procesos de difusión.

### 18. Respiración: Tipos, Provisión de Oxígeno del Aire y del Oxígeno Disuelto en el Agua. Fenómenos de Oxidación. Liberación de Energía y su uso en los Procesos Celulares.

La mayoría de los seres vivos toman del medio en que viven el oxígeno necesario para realizar los procesos metabólicos celulares y eliminan el anhídrido carbónico, intercambio gaseoso conocido como respiración.

La respiración puede ser: respiración interna y respiración externa. La respiración interna es aquella mediante la cual las células animales y vegetales utilizan el oxígeno para oxidar las sustancias alimenticias y aprovechar la energía necesaria para el desarrollo de actividades vitales.

Por respiración externa se entiende el intercambio de oxígeno y de anhídrido carbónico entre los organismos y su ambiente físico externo; dicha respiración tiene como fin satisfacer las necesidades de oxígeno celular y producir cambios energéticos mediante mecanismos de oxidación. Los organismos como un todo respiran externamente y a su vez sus células respiran internamente en forma individual.

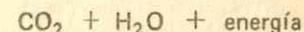
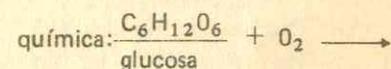
El oxígeno utilizado en la respiración

El oxígeno que forma parte de la molécula de agua no es utilizable en la respiración de los animales que viven en el agua. El escaso porcentaje en que se presenta el oxígeno disuelto en el agua, o sea el oxígeno que proviene de la mezcla de las capas de aire con el agua hace que los animales acuáticos sean hábiles para obtener oxígeno disuelto o estén restringidos a zonas oxigenadas cercanas a la superficie.

### 19. Respiración Aerobia y Anaerobia.

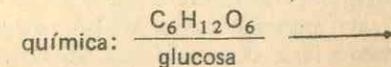
La mayoría de los organismos son aerobios, es decir, sus células necesitan oxígeno para llevar a cabo los procesos de respiración interna, con la eliminación del anhídrido carbónico como subproducto.

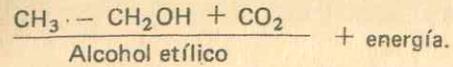
El proceso de respiración aerobia se puede representar con la siguiente reacción



Existen algunos organismos que pueden desarrollarse en un medio carente de oxígeno, conocidos como anaerobios; entre ellos tenemos a ciertas bacterias y hongos que obtienen la energía mediante el metabolismo anaeróbico de ácidos aminados o carbohidratos, lo cual da como resultado productos intermedios parcialmente oxidados.

Los hongos, como la levadura alcohólica, (*Saccharomyces*) al colocarse en un medio azucarado carente de oxígeno (medio anaerobio) se desarrolla y degradan el azúcar para obtener energía con producción de alcohol etílico y anhídrido carbónico; el proceso anaerobio se representa en forma simplificada en la siguiente reacción





El proceso de degradación de los carbohidratos en forma anaerobia se conoce

## 20. Respiración en Vegetales: Función de Estomas y Lenticelas.

**MATERIAL DIDACTICO:** Plantas de hojas anchas (capuchina, fríjol, girasol, etc.), campana de cristal, tela o cartulina negra, vaso de precipitado, agua de cal, plástico o papel de celofán, cera y balanza.

### ACTIVIDADES:

a. **Respiración en Vegetales:** Toma dos plantas y realiza lo siguiente: la planta 1 colócala debajo de una campana de vidrio cerrada herméticamente; cúbrela con cartulina o tela negra. A los dos días levanta cuidadosamente la campana e introduce un fósforo encendido, como te ilustra la figura 38. Observa.

A la planta 2 colócala debajo de una campana de vidrio; dentro de ella coloca un vaso de precipitado con agua de cal, como te ilustra la figura 38. Cierra herméticamente la campana, exponla a la luz solar durante dos días, observa el agua de cal. Responde las preguntas del cuaderno.

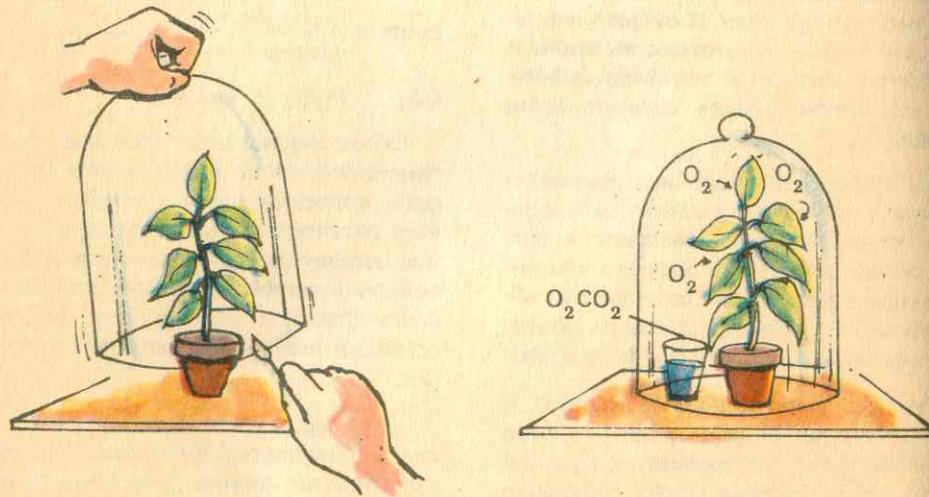


Fig. 38. Respiración en Vegetales

b. **Transpiración en Vegetales:** Toma una materia barnizada que contenga una planta de hojas anchas y abundantes, cubre con plástico o celofán la tierra en que se encuentra sembrada la planta, como te ilustra la figura 39. El agujero de la base de la materia debe cerrarse con cera u otro material. Coloca la planta así preparada debajo de una campana de vidrio completamente seca. Observa y responde las preguntas del cuaderno. En el platillo de una balanza coloca la materia con la planta de la actividad anterior, equilibra la balanza con pesas. Observa después de 24 horas y responde las preguntas del cuaderno.

como fermentación y el de las proteínas y aminoácidos se denomina putrefacción (véase figura 2. Ciclo del Nitrógeno).

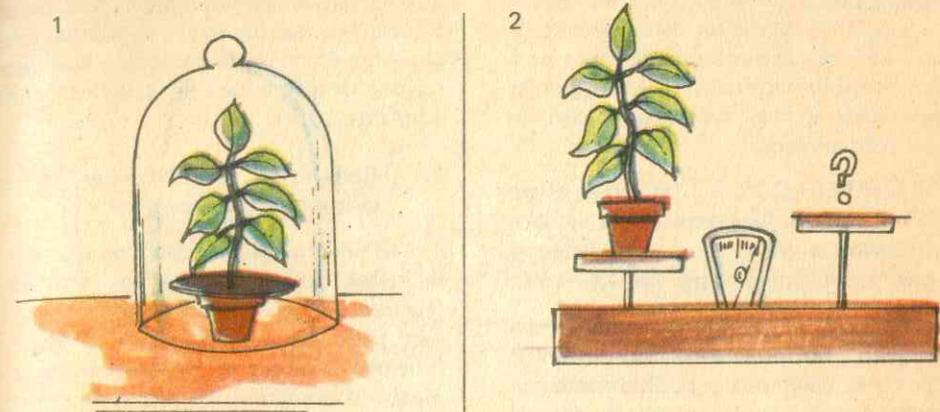


Fig. 39. Transpiración en Vegetales

La respiración en las plantas vasculares o traqueofitas es aerobia, no tienen órganos especializados para realizar el intercambio gaseoso, participan todos los órganos de la planta; el oxígeno llega así por varios caminos al interior de la planta.

Las raíces a través de los pelos radiculares toman por difusión el oxígeno que se encuentra disuelto en el suelo; las células de la raíz pueden retener parte de este oxígeno y el resto llega al xilema. El anhídrido carbónico producido por las células de la raíz sale por difusión.

Los tallos con estructura secundaria realizan el intercambio gaseoso a través de poros pequeños denominados lenticelas, las cuales permiten la entrada de oxígeno y la salida de anhídrido carbónico hacia la atmósfera. En los árboles viejos las grietas de la corteza permiten la entrada de aire. En los tallos verdes y en las hojas, el intercambio gaseoso se realiza mediante poros pequeños denominados estomas. Fig. 10.

Los estomas permiten la entrada de oxígeno gaseoso, el cual se difunde en el jugo celular y abastece de oxígeno a los demás órganos de la planta.

El anhídrido carbónico que se produce en la planta como subproducto respiratorio, puede difundirse hacia el medio externo o ser utilizado por las hojas verdes del vegetal en el proceso de fotosíntesis. Los estomas también permiten la entrada del anhídrido carbónico atmosférico necesario en la fotosíntesis y la salida del oxígeno, subproducto de la fotosíntesis como lo observaste en la actividad.

La transpiración o pérdida de agua en forma de vapor se realiza a través de los estomas como lo observaste en la actividad. (Véase numeral 4).

## 21. Respiración en Animales: Protozoos, Poríferos, Celenterados, Platelminfos y Anélidos.

**PROTOZOOS.** La mayoría de los protozoos son aerobios, carecen de órganos especializados para realizar el intercambio gaseoso. El oxígeno es absorbido del medio externo por difusión a través de la membrana celular y el anhídrido carbónico es liberado mediante el mismo mecanismo.

**PORIFEROS.** Las esponjas no presentan órganos respiratorios, por lo cual el intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico

se realiza por difusión en todos los tejidos expuestos a las corrientes de agua, las cuales proveen de excelentes condiciones para el intercambio respiratorio. Las esponjas son aerobias y muy sensibles al bajo suministro de oxígeno.

**CELEENTERADOS.** En las hidras (figura 12) el intercambio respiratorio se hace por difusión a través de la superficie del cuerpo, especialmente por la epidermis.

**PLATELMINTOS.** Las planarias toman el oxígeno y liberan el anhídrido carbónico mediante la epidermis y posiblemente por la gastrodermis. Las planarias en general requieren de altas concentraciones de oxígeno, por lo cual se les localiza en habitats acuáticos bien oxigenados.

**ANELIDOS.** La lombriz de tierra carece de sistema respiratorio; el intercambio gaseoso lo realiza por la piel, la cual se encuentra irrigada por capilares sanguíneos.

### 23. Respiración en Insectos Terrestres.

**MATERIAL DIDACTICO:** Saltamonte y lupa.

**ACTIVIDAD:**

*Observación de Espiráculos:* Toma un saltamonte, mediante una lupa observa a nivel del tórax y del abdomen pequeños agujeros o espiráculos; compara con la figura 40. Contesta las preguntas del cuaderno.

Los insectos de vida terrestre realizan el intercambio gaseoso por medio de tráqueas, especie de tubos que llevan aire fresco al interior de las células, el cual penetra por pequeños orificios del exoesqueleto denominados espiráculos como lo observaste en la actividad.

Las tráqueas en los insectos se dividen en tres troncos: el tronco traqueal lateral, el tronco traqueal ventral y el tronco traqueal dorsal; las tráqueas se dividen en capilares finos o traquéolas encargadas de transportar el oxígeno a los tejidos y remover en ellos el anhídrido carbónico.

Algunos insectos, como el saltamonte,

que toman el oxígeno para transportarlo a los diferentes tejidos, mediante la hemoglobina; el anhídrido carbónico es colectado por la sangre para difundirse en el aire mediante la piel.

### 22. Respiración en: Moluscos, Crustáceos e Insectos Acuáticos.

Los invertebrados acuáticos, como los moluscos (ostra, pulpo) los crustáceos (camarón, langosta) y los insectos que tienen parte de su ciclo de vida acuática (libélula) realizan el intercambio gaseoso mediante branquias, las cuales están irrigadas por capilares sanguíneos. El agua con el oxígeno disuelto llega a las branquias para ser transportado por la sangre a los tejidos del cuerpo; el anhídrido carbónico es colectado por la sangre y llevado a las branquias, de donde pasa al agua por difusión.

Los espiráculos, generalmente son diez pares, dos pares colocados en la región anterior (tórax) y ocho pares en la región posterior (abdomen); el aire penetra por los cuatro primeros espiráculos, que se abren durante la inspiración, mientras que los seis pares restantes permanecen cerrados. Durante la espiración los seis pares de espiráculos posteriores se abren y los cuatro primeros se cierran; el aire en la respiración fluye en un solo sentido por lo cual el aire pobre en oxígeno no se mezcla con el aire rico en oxígeno. Fig. 40.

Los insectos adultos y acuáticos tienen respiración traqueal: algunos artrópodos de

monares (pulmones en librillo), constituidos por laminillas horizontales que contienen un líquido en su interior encargado de

transportar el oxígeno a los tejidos y de remover el anhídrido carbónico.

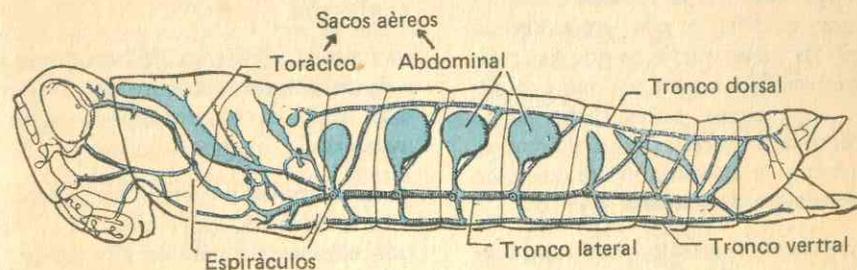


Fig. 40. Sistema Respiratorio en Insecto

### 24. Respiración en Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos

**MATERIAL DIDACTICO:** Peces, pulmones de res o de cerdo, lupa y bisturí.

**ACTIVIDADES:**

- Observación de Branquias en Peces (agallas).* Toma un pez recién muerto o conservado en formol, localiza el opérculo en la región anterior, levántalo para dejar al descubierto la cámara branquial, observa las branquias, su consistencia, su forma y la manera de adherirse al cuerpo del animal. Separa cuidadosamente las branquias, analiza su estructura morfológica y los arcos branquiales. Dibuja y contesta las preguntas del cuaderno.
- Observación de Pulmones.* Toma un pulmón de res o de cerdo fresco o conservado en formol, observa su forma, su consistencia y el sitio en que se une con la tráquea. Con un bisturí practica un corte fino y con una lupa observa su estructura. Contesta las preguntas del cuaderno.

Los vertebrados presentan dos tipos de sistemas respiratorios: branquial y pulmonar. Dichos sistemas respiratorios son morfológicamente diferentes y fisiológicamente idénticos; las branquias obtienen el oxígeno disuelto en el agua y los pulmones el oxígeno del aire.

En los peces, la faringe es alargada y ancha; se abre al exterior por medio de branquias; los peces cartilaginosos (tiburón) tienen las branquias localizadas en cinco pares de hendiduras branquiales y los peces óseos (trucha) las tienen locali-

Las branquias están formadas por una serie de laminillas profusamente irrigadas, sostenidas por arcos branquiales cartilaginosos.

En el proceso respiratorio de los peces, la boca se abre y las hendiduras branquiales o el opérculo se cierran para permitir la entrada de agua con oxígeno disuelto; luego la boca se cierra para que el agua salga por las hendiduras branquiales o el opérculo y entre en contacto con las branquias; así se absorbe el oxígeno disuelto por la sangre y se elimina el anhídrido

Los peces óseos presentan una bolsa o vejiga natatoria llena de gases, unida dorsalmente a la faringe; la bolsa natatoria actúa como órgano de flotación.

La vejiga natatoria al llenarse o vaciarse de gases, modifica el peso específico de los peces, los cuales mediante este mecanismo logran mantenerse en óptimas profundidades; en algunos peces dicha vejiga actúa, como sistema respiratorio y en otros como sistema de orientación, ya que hace resonancia de sonidos (sonar).

Los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) realizan el intercambio gaseoso mediante los pulmones.

Los anfibios, como la rana, presentan una faringe ancha, una glotis que se abre directamente en unos pulmones relativamente simples pero profusamente irrigados por capilares sanguíneos.

La respiración en la rana, está acompañada por movimientos sincronizados que elevan o bajan el piso bucal y abren o cierran las aberturas nasales, así toman el oxígeno por carecer de costillas; posterior-

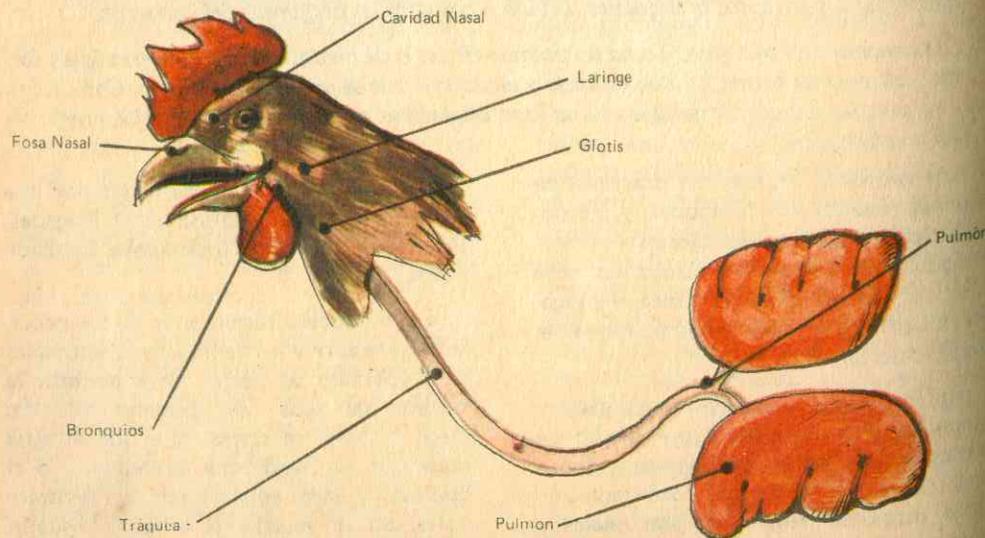
mente el oxígeno es transportado por la sangre, mezclado con la hemoglobina, a todos los tejidos donde es liberado; el anhídrido carbónico es colectado por la sangre que lo lleva a los pulmones, de donde pasa al aire.

La mayoría de los anfibios tienen la piel irrigada por vasos sanguíneos, que humedecida actúa como un órgano respiratorio accesorio.

Los reptiles presentan un sistema respiratorio formado por: la glotis, la laringe, una tráquea alargada en algunos grupos y corta en otros y los pulmones; en algunos reptiles se presentan cuerdas vocales que les permiten emitir sonidos.

Los reptiles presentan pulmones rodeados por costillas que se dilatan y contraen mediante sistemas musculares para permitir el intercambio gaseoso.

Las aves tienen un sistema respiratorio conformado por una faringe ancha y angosta que se abre a una glotis, una laringe que no produce sonidos mecánicos, una tráquea larga difurcada en dos bronquios que pene-



tra a los pulmones; cerca de los bronquios se encuentra una estructura productora de sonidos por la presencia de músculos vocales conocida como siringe.

En las aves, los pulmones son pequeños; por fuera de ellos se desarrollan sacos aéreos que se extienden a diferentes regiones del cuerpo y tienen como función almacenar aire para el vuelo y disminuir el peso específico de ellas; los sacos aéreos también se encuentran en algunos huesos huecos de las aves.

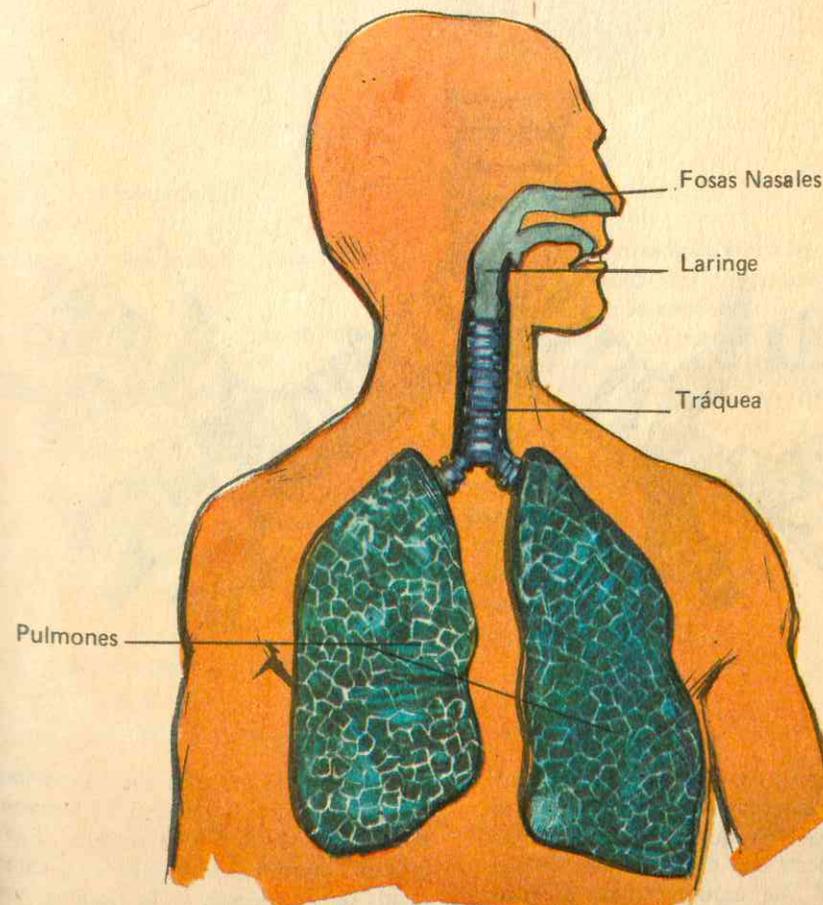
El intercambio respiratorio en las aves se realiza por la elevación de las costillas,

que permiten la entrada de aire a la cavidad pulmonar; el tórax, al contraerse, invierte la corriente de aire. Fig. 41.

## 25. Respiración en el Hombre: Vías respiratorias y Pulmones.

El sistema respiratorio del hombre se compone de una serie de canales por donde circula el aire; dicho sistema está formado por: las vías respiratorias y por los pulmones.

Las vías respiratorias comprenden: la nariz y los conductos o fosas nasales, la faringe, la laringe (manzana o nuez de Adán) y la tráquea.



La nariz se halla dividida por un tabique o septo para formar las fosas o conductos nasales, tapizadas por mucosa. El aire penetra a través de las nostrilas u orificios nasales anteriores; el aire que penetra es frío y seco y al pasar por los orificios nasales se calienta, se humedece y se libera del polvo por medio de la membrana mucosa. El aire continúa su paso y llega a la faringe por los orificios nasales posteriores.

La faringe es muscular, cubierta por mucosa; es el sitio donde los sistemas digestivo y respiratorio se entrecruzan; los alimentos pasan de la faringe al estómago mediante el esófago, en tanto que el aire penetra a los pulmones a través de la laringe y la tráquea.

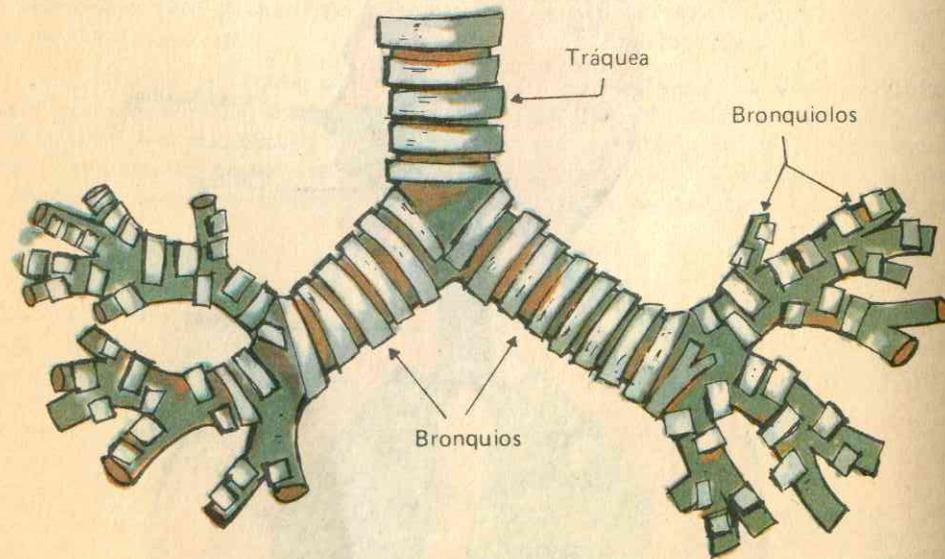


Fig. 43. La Tráquea

Los pulmones son dos: uno a la derecha y otro a la izquierda del corazón, formados por sacos pequeños, que permanecen llenos de aire y hacen que los pulmones tengan semejanza a una esponja. Cada pulmón se encuentra recubierto por una membrana de epitelio fino conocida como pleura, que

La laringe está formada por cartílagos; es una estructura especializada de la tráquea, en la cual se encuentran bandas fibroelásticas conocidas como cuerdas vocales, cuyas vibraciones, por el paso del aire, producen la voz o sonido.

La tráquea es una estructura tubular protegida por anillos cartilaginosos con una longitud de 10 a 12 centímetros y un diámetro de 2.5 centímetros; la tráquea, en su región inferior se divide en dos bronquios, derecho e izquierdo, que a su vez se subdividen en varias ramas llamadas bronquiolos, cuyas terminaciones se abren en los alvéolos pulmonares. Fig. 43.

se conserva húmeda para que los movimientos respiratorios se realicen sin fricción; la inflamación de la pleura produce la enfermedad conocida como pleuresia, caracterizada por la segregación de líquidos que se acumulan en la cavidad intratorácica. Fig. 44.

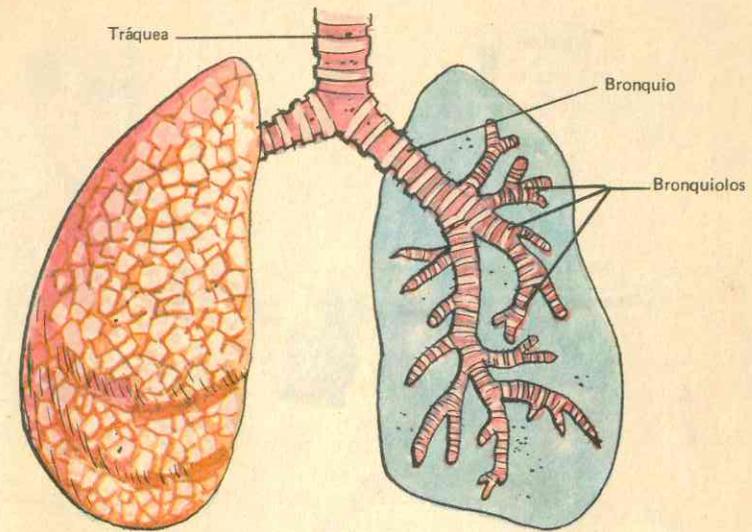


Fig. 44. Los Pulmones

## 26. Mecánica Respiratoria: Inspiración y Espiración.

La respiración es un fenómeno mecánico por medio del cual el aire llega hasta los pulmones; consta de dos tiempos: inspiración y espiración, que tienen como función la renovación constante del aire.

La inspiración se produce cuando los músculos intercostales se contraen y el diafragma se aplana, lo cual trae como consecuencia el ensanchamiento de la caja

torácica y la entrada de aire a los pulmones. En la inspiración los pulmones se inflan y la sangre que se encuentra en los capilares de los alvéolos pulmonares toma oxígeno y lo transporta a los tejidos. En la espiración los músculos intercostales se relajan, el diafragma vuelve a su forma de cúpula, lo cual unido a la elasticidad de los pulmones hace que se expulse el aire que había sido inhalado empobrecido en oxígeno y cargado de anhídrido carbónico; al final de la espiración la caja torácica vuelve a su volumen normal.

## 27. Capacidad Respiratoria y Ritmo o Ciclo Respiratorio.

MATERIAL DIDACTICO: Metro.

ACTIVIDAD:

*Capacidad Torácica.* Toma un metro y colócalo alrededor del tórax de un compañero de clase; anota los centímetros que mide; realiza una inspiración profunda y anota los centímetros que mide el tórax antes de espirar el aire, como te ilustra la figura 45. La diferencia entre la segunda medida y la primera es la capacidad torácica. Responde las preguntas del cuaderno.

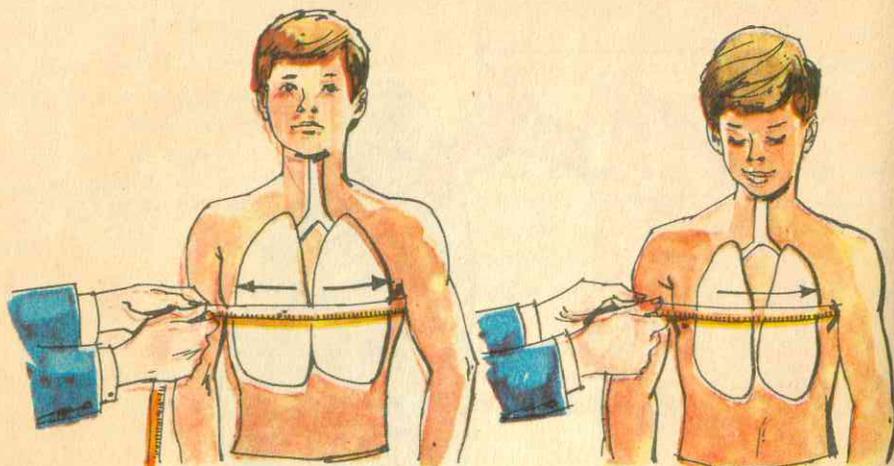


Fig. 45. Capacidad Torácica

El hombre, bajo condiciones de reposo, es capaz de repetir el ciclo alternado de inspiración y espiración con una frecuencia de 15 a 18 veces por minuto, e inhala 500 milímetros de aire.

La respiración es regulada y mantenida por un grupo de células nerviosas localizadas en el bulbo raquídeo conocido como centro respiratorio, que está afectado por estímulos nerviosos y no nerviosos. El estímulo no nervioso se debe a la presión parcial del anhídrido carbónico que existe en la sangre como subproducto respiratorio; la cantidad de anhídrido carbónico acelera la actividad del centro respiratorio, lo cual se manifiesta en el envío de estímulos nerviosos a los músculos respiratorios.

Si la cantidad de anhídrido carbónico es normal, el ciclo respiratorio se mantiene entre 15 a 18 veces por minuto (eupnea); si la cantidad de anhídrido carbónico aumenta, los movimientos respiratorios aumentarán (disnea), y si la cantidad de anhídrido carbónico disminuye por aumento de

La frecuencia respiratoria varía de acuerdo con la edad, así: los recién nacidos tienen un ciclo respiratorio de 60 a 70 veces por minuto; en una persona de 15 a 20 años, el ciclo respiratorio es de 20 veces por minuto.

En una inspiración profunda un adulto puede incorporar a los pulmones 4.5 litros de aire, lo cual se conoce como capacidad vital, que es mayor en deportistas bien entrenados y se disminuye por enfermedades pulmonares o cardíacas. Una espiración forzada puede reducir los 4.5 litros de aire de la capacidad vital, pero permanecen 1.2 litros de aire remanente en el pulmón, difíciles de expulsar y conocidos como aire residual.

La capacidad vital se puede medir por medio de un aparato llamado espirómetro, que consiste en una campana de vidrio móvil, invertida sobre un recipiente lleno de agua, provisto de una regla graduada; una manguera hace posible la llegada del aire que proviene de los pulmones hasta la

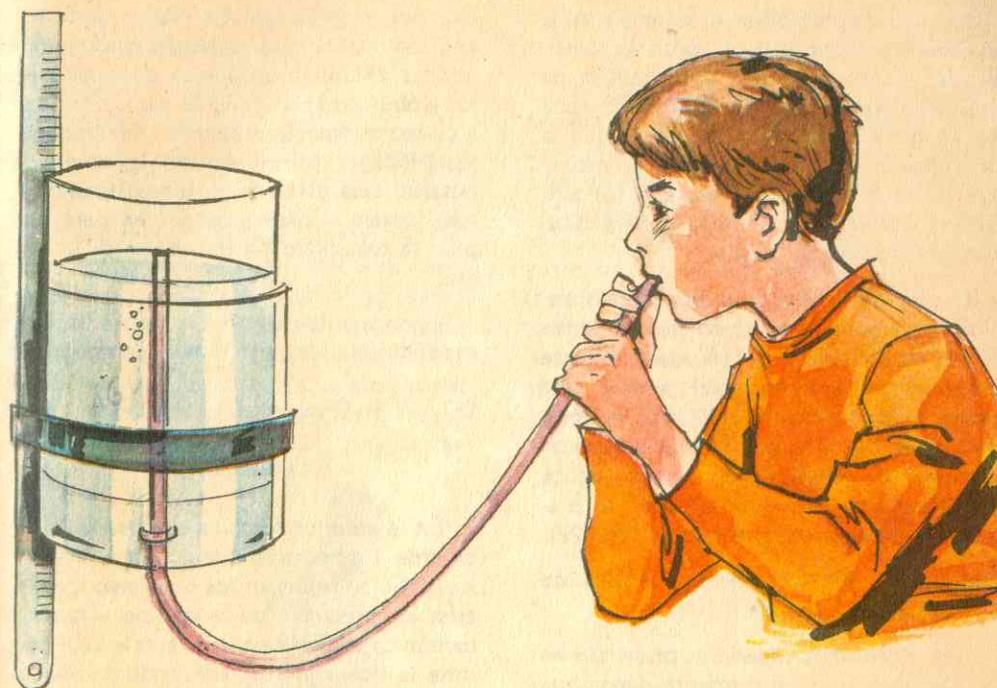


Fig. 46. El Espirómetro

### 28. Fenómenos Físico-Químicos de la Respiración. Transporte de Oxígeno y Anhídrido Carbónico por la Sangre.

El intercambio de oxígeno desde las paredes alveolares de los pulmones a la sangre y la transferencia de anhídrido carbónico, se conocen como hematosis; este intercambio de gases se hace por difusión debido a las diferencias de presiones par-

ciales del oxígeno y del anhídrido carbónico.

El aire inspirado experimenta una serie de modificaciones que consisten en una disminución de la cantidad de oxígeno y el aumento de anhídrido carbónico, modificaciones que se muestran en el siguiente cuadro, al comparar el aire atmosférico (aire inspirado) y el aire espirado, así como sus presiones parciales.

COMPONENTES	AIRE INSPIRADO		AIRE ESPIRADO	
	%	Presión Parcial	%	Presión Parcial
Oxígeno	20.94	158	16	116
Anhídrido Carbónico	0.03	0.3	4	29
Nitrógeno Más Gases Inertes	79	596	80	568

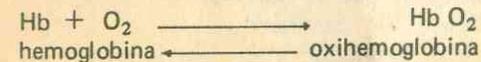
En el cuadro anterior se observa que se retienen cinco partes de oxígeno en la inspiración y se espiran cuatro partes de anhídrido carbónico. La presión parcial del oxígeno atmosférico es mayor que la del oxígeno alveolar y la de éste mayor que el de la sangre que entra a los pulmones, por lo cual el oxígeno hará difusión de los alvéolos a la sangre.

El aire atmosférico contiene poco anhídrido carbónico, en tanto que la sangre venosa contiene grandes cantidades de este gas y así su presión parcial también será mayor y la difusión del anhídrido carbónico se hará de la sangre a los alvéolos pulmonares. El anterior mecanismo explica las dificultades respiratorias que se presentan a grandes alturas (véase numeral 29).

#### Transporte de Oxígeno y Anhídrido Carbónico por la Sangre.

Los organismos superiores presentan en los glóbulos rojos un pigmento denominado hemoglobina, cuya misión es transportar casi todo el oxígeno y la mayor parte del anhídrido carbónico; la hemoglobina está formada por un pigmento que contiene hierro (haem) y una proteína, la globina.

La hemoglobina se combina con el oxígeno y forma un compuesto débil: la oxihemoglobina:

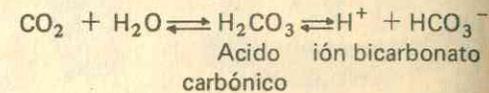


La anterior reacción es reversible y en ella hay un desplazamiento de izquierda a derecha en los capilares pulmonares, en donde se forma oxihemoglobina, la cual transporta el oxígeno a los tejidos. En los tejidos la reacción se desplaza hacia la izquierda para dejar en libertad el oxígeno.

La sangre, al regresar de los tejidos a los pulmones, transporta el anhídrido carbónico que se produce en la respiración celular; parte del anhídrido carbónico se combina con la hemoglobina y es transportado por la sangre como carbaminohe-

moglobina ( $\text{HbCO}_2$ ). La mayor parte del anhídrido carbónico es transformado por la enzima anhidrasa carbónica contenida en los glóbulos rojos, en ácido carbónico, que a su vez se transforma en iones bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), principalmente de sodio y de potasio. Una parte de los iones de bicarbonato pasan al plasma sanguíneo para ampliar la capacidad de transporte de la sangre.

La siguiente reacción muestra la formación de los anteriores compuestos:



En la anterior reacción se observa de izquierda a derecha lo que ocurre a nivel de los glóbulos rojos; en los pulmones la reacción en presencia de la enzima anhidrasa carbónica se verifica a la inversa lo cual permite la liberación del anhídrido carbónico a la atmósfera.

#### 29. Enfermedades del Aparato Respiratorio.

El aparato respiratorio está expuesto a un gran número de enfermedades, entre las cuales tenemos:

##### Neumonía:

Enfermedad producida por una bacteria que habita normalmente en la boca y ataca el organismo cuando éste está débil; cuando la bacteria ataca a los bronquios origina la enfermedad conocida como bronconeumonía que puede ocasionar hasta la muerte.

##### La Tuberculosis:

Es producida por el bacilo de Koch, el cual penetra al organismo por la nariz, por la boca o por la piel; ataca generalmente a los pulmones y otras partes del organismo.

##### La Tosferina:

Enfermedad que ataca generalmente a los niños entre los 2 y los 6 años de edad;

es una enfermedad muy contagiosa, producida por el bacilo Pertussi.

##### La Asfixia:

Se presenta al quedar los tejidos sin suministro de oxígeno o cuando tienen dificultad para utilizarlo.

Las causas de la asfixia son variadas: la asfixia por inmersión se produce al llenarse los pulmones de agua, lo cual impide la respiración. En las intoxicaciones con monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), la asfixia se debe a que la hemoglobina se combina fácilmente con el monóxido de carbono y forma la oxicarbohemoglobina ( $\text{HbCO}$ ) que impide

que el oxígeno sea transportado a los tejidos, los cuales no pueden respirar.

También se puede producir asfixia por descargas eléctricas, golpes fuertes, etc. En casos de asfixia se debe aplicar respiración artificial; un procedimiento común de respiración artificial es el siguiente: se coloca la persona boca abajo, con la cabeza sobre los brazos para dejar libre la nariz y la boca. Se presiona suavemente a la persona en las falsas costillas, como te ilustra la figura 47 luego se mueven las manos de arriba a abajo y viceversa hasta cuando se presenten síntomas de normalización de la respiración.

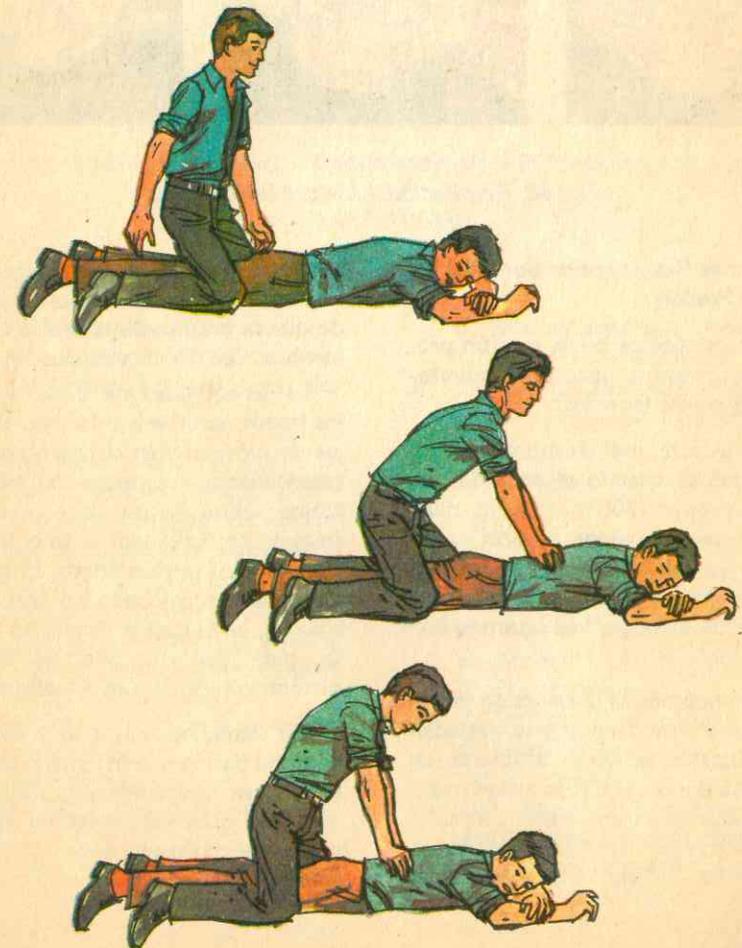


Fig. 47. Respiración Artificial

Otro método de respiración artificial es el llamado boca a boca (beso de la vida) que consiste en acostar al asfixiado y sumi-

nistrarle aire (oxígeno) directamente a la boca, como se ilustra en la figura 48.



Fig. 48. Respiración Artificial Boca a Boca

### 30. Problemas Respiratorios por Diferencias de Presión.

Los cambios súbitos de la presión producen en el organismo trastornos respiratorios, entre los cuales tenemos:

El mal de Altura, mal de montaña o soroche, se produce cuando se pasa de una zona de alta presión (760 milímetros, nivel del mar) a una de menor presión (zona montañosa), lo cual hace que la presión parcial de oxígeno disminuya, al igual que el porcentaje de hemoglobina saturado con oxígeno.

El mal de montaña se presenta en personas que viven a nivel del mar y se trasladan a ciudades localizadas en el altiplano, en alpinistas, aviadores, etc. Las naves espaciales tripuladas están equipadas con cabinas presurizadas y con atmósfera artificial. Los astronautas utilizan trajes espaciales

semipresurizados, provistos de tubos que se llenan automáticamente de aire en caso de que la presión de la cabina experimente cambios en los ascensos y descensos.

La enfermedad de descompresión en los buzos, se debe a la formación de burbujas de nitrógeno en el organismo, que aparecen cuando los buzos son ascendidos en forma súbita de un sitio de alta presión (mayor profundidad) a uno de baja presión (menor profundidad). El buzo afectado debe ser colocado en una cámara de presión, en la cual se simula un ascenso lento para permitir que las burbujas de nitrógeno formadas se disuelvan.

En descensos hasta de 100 metros de profundidad se usan trajes especiales de buceo; en descensos a grandes profundidades se usan campanas de inmersión de acero que protegen a los buzos de la presión del agua.

## GLOSARIO

*Vitales:* Procesos relacionados con la vida.

*Molécula:* Parte más pequeña que puede existir de un cuerpo en estado libre.

*Aerobio:* Organismo que para vivir necesita de oxígeno.

*Anaerobio:* Organismos que pueden desarrollarse en un medio carente de oxígeno.

*Proteína:* Sustancia que contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, generalmente azufre y fósforo.

*Difusión:* Propiedad de las moléculas de gases y de líquidos de expandirse en varias direcciones hasta alcanzar una distribución uniforme.

*Branquias:* Sistema respiratorio de algunos organismos acuáticos.

*Cartilaginoso:* Tejido elástico de consistencia menos dura que el hueso.

*Siringe:* Estructura que produce sonido en las aves.

*Diafragma:* Membrana que separa la cavidad torácica de la abdominal.

*Espirómetro:* Instrumento que se utiliza para medir la capacidad respiratoria.

*Hematosis:* Intercambio de oxígeno y transferencia de anhídrido carbónico por la sangre.

## EVALUACION

### I. Múltiple Selección:

En la hoja de respuestas del cuaderno marca con una X debajo del número del enunciado y al frente de la letra que indica la respuesta.

- Los seres vivos toman del medio en que viven el oxígeno necesario para realizar procesos vitales. La respiración interna es aquella mediante la cual:
  - Las células en presencia de oxígeno oxidan moléculas orgánicas.
  - El organismo intercambia oxígeno y anhídrido carbónico.
  - El organismo incorpora solamente oxígeno a la sangre.
  - Ninguna de las anteriores.
- Se dice que un organismo es aerobio cuando:
  - Es capaz de desarrollarse en un medio carente de oxígeno.
  - Se desarrolla en un medio oxigenado.
  - Para su desarrollo necesita oxígeno y un estímulo lumínico.
- Las plantas vasculares realizan el intercambio gaseoso a través de:
  - La raíz.
  - Las hojas.
  - El tallo.
  - Todos los órganos anteriores.
- Los peces cartilagosos presentan branquias, dichas branquias se localizan en:
  - Las hendiduras branquiales.
  - El opérculo.
  - Los arcos branquiales.
  - La vejiga natatoria.
- En el hombre, la voz se produce por unas bandas elásticas conocidas como cuerdas vocales; dichas cuerdas se localizan en:
  - La faringe.
  - El esófago.
  - La laringe.

6. Un adulto presenta un ciclo alternativo de inspiración y espiración. La frecuencia de dicho ciclo es de:
  - a. 10 a 15 veces por minuto.
  - b. 20 a 25 veces por minuto.
  - c. 15 a 18 veces por minuto.
  - d. 60 a 70 veces por minuto.
7. La presión del anhídrido carbónico estimula la actividad del centro respiratorio; cuando su cantidad aumenta en los movimientos respiratorios se produce un fenómeno conocido como:
  - a. Eupnea.
  - b. Disnea.
  - c. Apnea.
  - d. Las respuestas b y c.
8. La capacidad vital es aquella mediante la cual se incorpora al pulmón cierta cantidad de aire; en un adulto la capacidad vital es de:
  - a. 3 litros.
  - b. 4.5 litros.
  - c. 1.2 litros.
  - d. 7 litros.
9. El aire atmosférico inspirado experimenta modificaciones químicas; estas modificaciones se deben a:
  - a. La retención de cuatro partes de  $O_2$  y la exhalación de cuatro partes de  $CO_2$ .
  - b. La retención de 10 partes de  $O_2$  y la exhalación de 20 partes de  $CO_2$ .
  - c. La retención de 16 partes de  $O_2$  y la exhalación de cinco partes de  $O_2$  y la exhalación de 16 partes de  $CO_2$ .
10. La hemoglobina es el pigmento encargado del intercambio respiratorio. El oxígeno para ser transportado se combina con la hemoglobina en una sustancia conocida como:
  - a. Anhídrido carbónico.
  - b. Carbaminohemoglobina.
  - c. Oxicarbohemoglobina.
  - d. Oxihemoglobina.

## II. Complementación:

En la hoja de respuestas del cuaderno aparecen espacios en blanco que se deben llenar con la palabra o palabras que completen el enunciado.

1. Las células animales y vegetales utilizan el ..... para oxidar sustancias orgánicas y aprovechar su energía, proceso conocido como: .....
2. La degradación anaeróbica de los carbohidratos se conoce como ..... y la degradación anaeróbica de las proteínas como .....
3. El intercambio gaseoso en los tallos se realiza mediante las ..... y en las hojas por los .....
4. La pérdida de agua en forma de vapor en las plantas se conoce como ..... y se realiza a través de los .....
5. El intercambio gaseoso en la lombriz de tierra se realiza por la ..... debido a que se encuentra irrigada por .....
6. Los vertebrados presentan dos tipos de sistemas respiratorios ..... Y ..... el primero corresponde a vertebrados ..... y el segundo a vertebrados .....
7. El sitio en donde los sistemas digestivo y respiratorio se entrecruzan se conoce como .....
8. La mecánica respiratoria consta de dos tiempos conocidos como ..... y .....
9. La unión de la hemoglobina con el oxígeno forma un compuesto denominado ..... y la unión de la hemoglobina con el anhídrido carbónico forma la .....
10. Los cambios súbitos de presión producen trastornos respiratorios, entre los cuales tenemos: ..... y la .....

## III. Interpretación y Discusión:

Utiliza la figura del cuaderno que representa el aparato respiratorio del hombre; coloca al frente de la flecha el nombre correspondiente de cada estructura y discute su función.

# La asimilación en los seres vivos

## CONTENIDO

*Introducción*

*Metabolismo y Energía. Mecanismos de Oxido-Reducción.*

*Fermentación Alcohólica y Fosforilación de la Glucosa. Metabolismo Oxidativo de carbohidratos, lípidos y Proteínas.*

*La Hoja. Sucesión Foliar y Filotaxis. Estructura interna de la hoja. La Hoja: Fotosíntesis. Fijación del anhídrido carbónico atmosférico.*

*Glosario.*

*Evaluación.*

*Bibliografía.*

4

## REFERENCIAS

- Arnon, D. 1960. *The role of light in photosynthesis*. Sci. Amer. 203 (5).
- Dixon, M. y Webb, E. C. 1964. *The enzyme*. Academic press.
- Stumpf, P. K. 1953. *ATP*. Sci. Amer. 188 (4).
- Vega, G. López, E. y Vargas, L. 1977. *Biología Integrada I*. Susaeta Ediciones.

## LA ASIMILACION EN LOS SERES VIVOS

### INTRODUCCION

*Los seres vivos se hallan capacitados para transformar la energía; los vegetales convierten la energía solar en energía química mediante la fotosíntesis; la energía química así acumulada puede ser aprovechada para realizar trabajos biológicos como el movimiento, la reproducción, etc., mediante reordenamientos moleculares conocidos como metabolismo.*

*El metabolismo tiene una serie de etapas, como la digestión, el anabolismo, el catabolismo y la respiración celular.*

### 31. Metabolismo y Energía. Mecanismos de Oxido-Reducción.

Para mantener la unidad celular y realizar actividades como el crecimiento, la reproducción, etc., los seres vivos necesitan de sustancias orgánicas que absorben del medio y transforman para obtener energía, mediante el metabolismo.

La fuente esencial de energía de los organismos son los carbohidratos, reordenados molecularmente a través de procesos de óxido-reducción. Cuando una sustancia pierde electrones se oxida, mientras la sus-

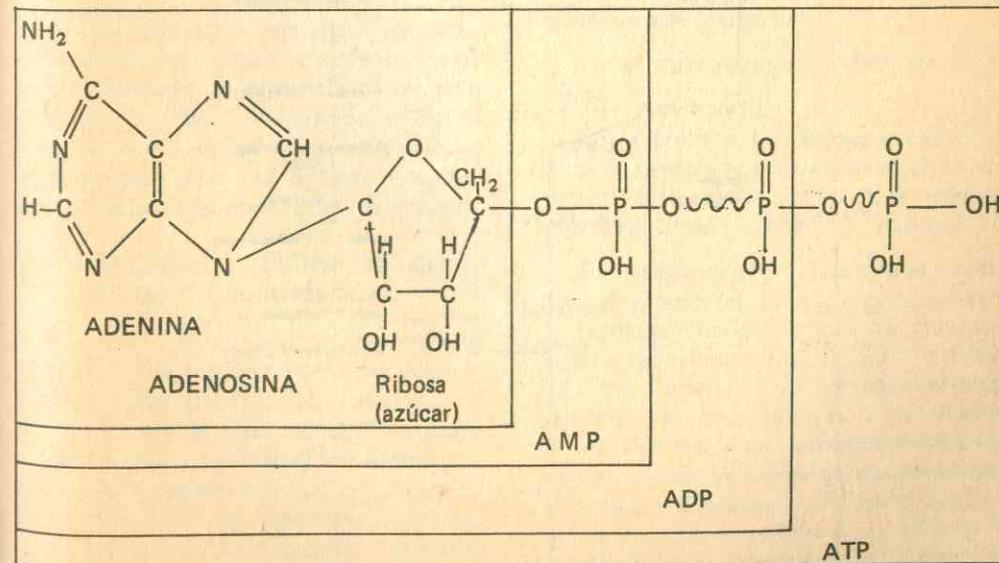
tancia que recibe dichos electrones se reduce.

En los procesos de oxidación, la presencia de oxígeno no es siempre necesaria; cualquier sustancia capaz de perder electrones con oxígeno o sin él, se dice que se oxida.

Las reacciones de óxido-reducción son de gran importancia en biología debido a que son el mecanismo mediante el cual una sustancia orgánica (alimento) libera su energía; la energía así liberada debe ser atrapada antes de que se pierda en forma de calor, tipo de energía no aprovechable por los seres vivos, por no ser estos máquinas que funcionan mediante calor. La energía que se produce en el metabolismo es acumulada en compuestos específicos denominados ATP (Adenosin-Trifosfato).

Los ATP o enlaces de alto contenido energético están constituidos por la adenosina (adenina + ribosa) y por tres grupos fosfatos (trifosfatos) conectados por enlaces de alta energía, los cuales se señalan por una ligadura ondulada ( $\approx$  p).

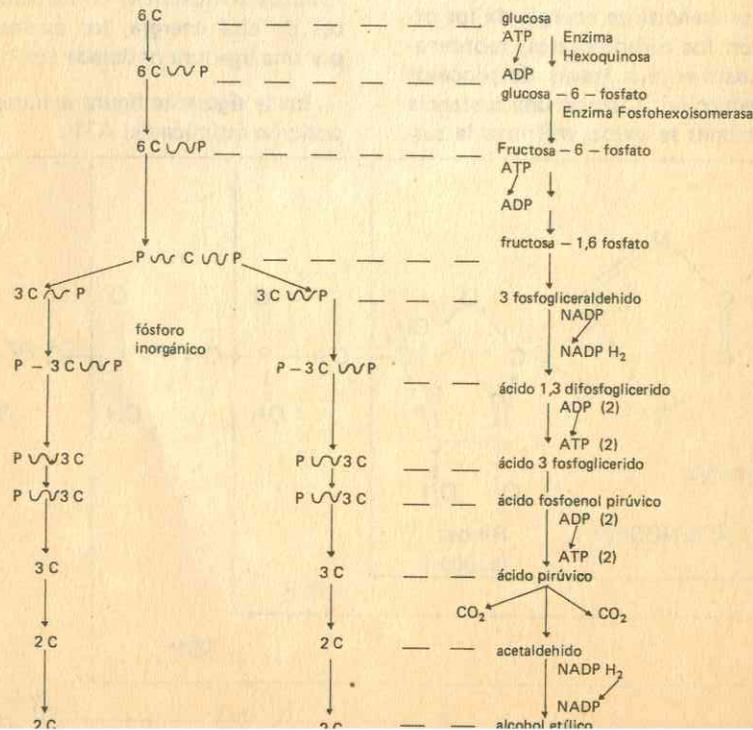
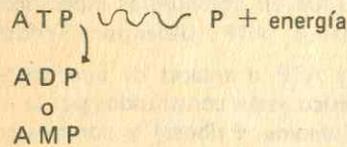
En la siguiente figura se muestra la composición química del ATP.



Los ATP unifican la energía en los seres vivos, la cual se encuentra disponible para todos los procesos metabólicos celulares, con poca pérdida de energía, pues la acumulada en los ATP, es la adecuada para generar reacciones químicas.

Las células cuando necesitan energía, remueven los enlaces fosfatos, ricos en energía; si se remueve el último enlace fosfato el ATP se convierte en ADP (Adenosin-Difosfato) y si se remueven dos enlaces fosfatos, el ATP pasa a AMP (Adenosin-Monofosfato) (Véase figura anterior).

La siguiente reacción muestra el cambio de ATP en ADP o en AMP, con la consiguiente liberación de energía, utilizada en la realización de trabajo biológico:



En las oxidaciones biológicas organizadas por sistemas enzimáticos y realizadas por los mitocondrios, el ADP o el AMP incorporan fósforo inorgánico del medio (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) y se convierten nuevamente en ATP, lo cual equivale a que el organismo ha acumulado energía.

### 32. Fermentación Alcohólica y Fosforilación de la Glucosa.

En el numeral 19 se observó como las levaduras *Saccharomyces* colocadas en un medio anaerobio transforman la glucosa en alcohol etílico y anhídrico carbónico, mecanismo metabólico mediante el cual estos hongos obtienen su energía.

La siguiente figura muestra las reacciones químicas suscitadas durante el proceso de fermentación alcohólica, al igual que el papel de los ATP, como iniciadores de ella y su acumulación al final de la reacción como reservorio energético:

La anterior reacción se inicia con el aporte de dos moléculas de ATP para formar, al final de la misma, cuatro moléculas de ATP, lo cual implica una ganancia neta por parte del organismo de dos moléculas de ATP.

La fosforilación de la glucosa está catalizada por una enzima denominada hexoquinasa e incluye la transferencia del grupo fosfato terminal del ATP para formar glucosa 6 fosfato (glucosa fosforilada); luego la glucosa fosforilada se divide en 2 azúcares de 3 carbonos o triosas (3 fosfogliceraldehído) que incorporan del medio fósforo inorgánico, para ganar un fosfato (ácido 1,3 fosfoglicerido) mediante la energía liberada por la oxidación del NADP (dinucleótico de nicotinamida adenina), el cual se reduce a NADP H<sub>2</sub>.

El NADP H<sub>2</sub>, mediante la transferencia de energía (electrones) y en ausencia de oxígeno, transforma el acetaldehído en alcohol etílico, sin formarse ATP como lo indica el final de la reacción mencionada.

En los mamíferos, el ácido pirúvico en ausencia de oxígeno (fase anaeróbica de la respiración celular) se transforma en ácido láctico.

En los organismos que presentan mitocondrias en sus células, el ácido pirúvico es transformado en presencia de oxígeno (fase aeróbica de la respiración celular o ciclo de Krebs) en anhídrico carbónico y agua, proceso en el cual se observa la liberación de grandes cantidades de energía.

### 33. Metabolismo Oxidativo de Carbohidratos, Lípidos y Proteínas.

El ácido pirúvico formado durante el proceso de respiración celular anaeróbico se transforma en ácido acético, mediante reacciones que necesitan oxígeno y dan como subproducto anhídrico carbónico y energía. La molécula de ácido acético formada se une a una coenzima transportadora conocida como Coenzima A y forma el acetilcoenzima A (Acetyl-CoA).

que es transferido al ácido oxalacético (compuesto normal de la célula), lo cual da como resultado un compuesto de 6 carbonos conocido como ácido cítrico.

A partir de la formación del ácido cítrico se inicia el ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico, el cual en dicho ciclo se metaboliza completamente hasta dar ácido oxalacético. Este ácido puede volver a unirse a una molécula de acetilcoenzima A e iniciar nuevamente el ciclo de Krebs. La energía que se almacena durante el ciclo de Krebs, en donde el proceso de oxidación es completo, es mayor que la energía producida en las demás reacciones previas (fase anaeróbica de la respiración celular); así la oxidación de una molécula de glucosa puede originar 36 moléculas de ATP.

El ciclo de Krebs es la maquinaria común de la célula para metabolizar las cadenas de glucosa (carbohidratos), aminoácidos (proteínas) y los ácidos grasos (lípidos).

El metabolismo comprende todas aquellas transformaciones energéticas que una sustancia orgánica experimenta desde el momento que entra al organismo hasta cuando el último de sus componentes químicos sale (excreción).

En el metabolismo se distinguen tres fases:

En la primera fase las sustancias orgánicas se desdoblán en sus elementos constitutivos, mediante la acción de las enzimas digestivas (véase unidad 1, numeral 7).

En la segunda fase las sustancias nutritivas son absorbidas por el intestino y pasan al torrente circulatorio para ser transportadas a las células (véase unidad 2, numeral 16). En el interior de las células el organismo a través del anabolismo o asimilación puede elaborar otras sustancias vivas a expensas de las sustancias transportadas por el torrente circulatorio, con gasto de energía, por parte de la célula, o mediante el catabolismo o desintegración pueden di-

chas sustancias convertirse en compuestos simples con una liberación de energía.

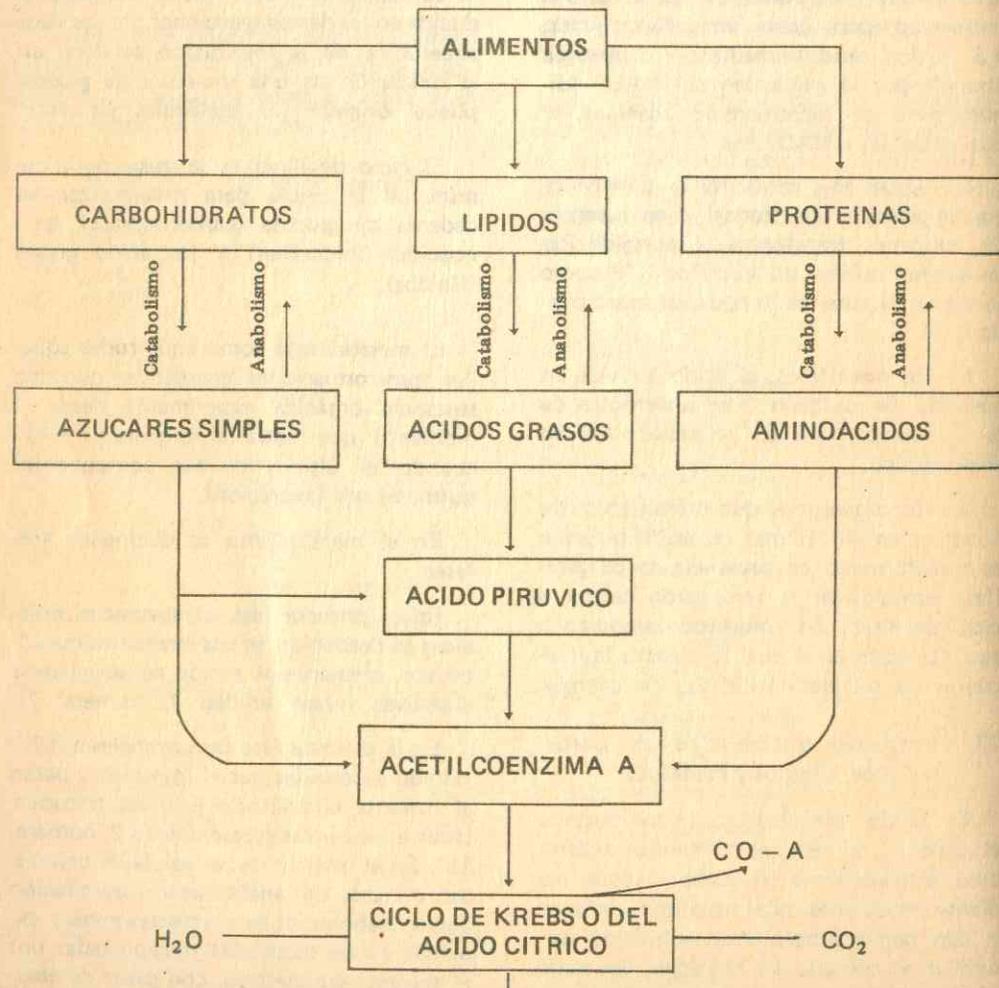
Las síntesis de proteínas, a partir de los aminoácidos, es un proceso anabólico, mientras que la descomposición de la glucosa en anhídrido carbónico y agua es un proceso catabólico (véase cuadro anterior).

Los procesos catabólicos transforman la glucosa, los aminoácidos y los ácidos grasos, en una molécula de dos carbonos (ácido acético) a la cual se une una coenzima transportadora, la coenzima A; a partir de aquí, se inicia la tercera fase del metabo-

lismo, que se realiza en los mitocondrios celulares.

La acetilcoenzima A incorpora las moléculas orgánicas al ciclo de Krebs, en donde son oxidadas completamente, con desprendimiento de anhídrido carbónico, agua y síntesis de energía en forma de ATP; así, la célula dispone de la energía necesaria para realizar sus numerosas actividades biológicas.

El siguiente cuadro muestra una síntesis del metabolismo de los alimentos en los animales:



### 34. La Hoja. Sucesión Foliar y Filotaxis.

*MATERIAL DIDACTICO: Plantas de frijol, haba, higuera, maíz.*

#### ACTIVIDADES:

a. *Sucesión Foliar. De un germinador toma varias plantas (frijol, maíz, haba, higuera, etc.). Observa en ellas los diferentes tipos de hojas; de una de las plantas selecciona una hoja y observa su cara superior o haz, su cara inferior o envés, sus nervaduras y la región donde la hoja se inserta al tallo.*

*Dibuja y responde las preguntas del cuaderno.*

b. *Filotaxis. En un germinador, en el huerto escolar, observa la forma como se distribuyen las hojas alrededor del tallo; dibuja cada una de las formas de filotaxis encontradas. Responde las preguntas del cuaderno.*

#### Sucesión Foliar

Las hojas en las diferentes regiones del tallo presentan formas diversas, como lo observaste en la actividad; pueden clasificarse en la siguiente forma: Hojas embrionales o cotiledones: se localizan hacia la base del tallo, de forma simple y en los casos como el frijol, se tornan verdes, es decir, realizan funciones de fotosíntesis.

Hojas primarias: se presentan por encima de los cotiledones y son de forma simple; en el frijol, las hojas primarias tienen forma acorazonada, realizan la función de fotosíntesis hasta cuando aparecen las hojas verdaderas, después de lo cual se vuelven amarillas y se caen.

Hojas verdaderas o nomófilas: son los órganos foliares más completos, de color oscuro en la cara superior o haz y de color más claro, en la cara inferior o envés. El nomófilo consta de una base foliar y de un limbo, el cual se halla dividido en: la lámina, de forma aplanada; un pecíolo de forma más o menos cilíndrica. Las hojas carentes de pecíolo se llaman sésiles o sentadas.

La lámina de la hoja puede ser simple o compuesta; se dice que es simple cuando tiene una sola superficie y compuesta cuando la superficie se divide en varios segmentos, denominados folíolos. En las hojas compuestas el pecíolo se alarga y recibe el nombre de raquis.

En la lámina se observan las venas, que no son más que los haces vasculares de las hojas; en la región central de la hoja se observa la nervadura central. La nervadura puede ser: reticulada y paralela; la primera es típica de las plantas dicotiledóneas (café), en tanto que la venación paralela es típica de las plantas monocotiledóneas (maíz). Fig. 49.

Algunas plantas herbáceas presentan entre los cotiledones y las hojas primarias estructuras sencillas con apariencia de escamas, denominadas catáfilos, cuya función principal es proteger las yemas.

En la región apical del tallo se encuentran los hipsófilos, cuya formación coincide con el paso de la planta de la fase vegetativa a la reproductiva. Los hipsófilos son estructuras foliares reducidas y están representados por las flores.

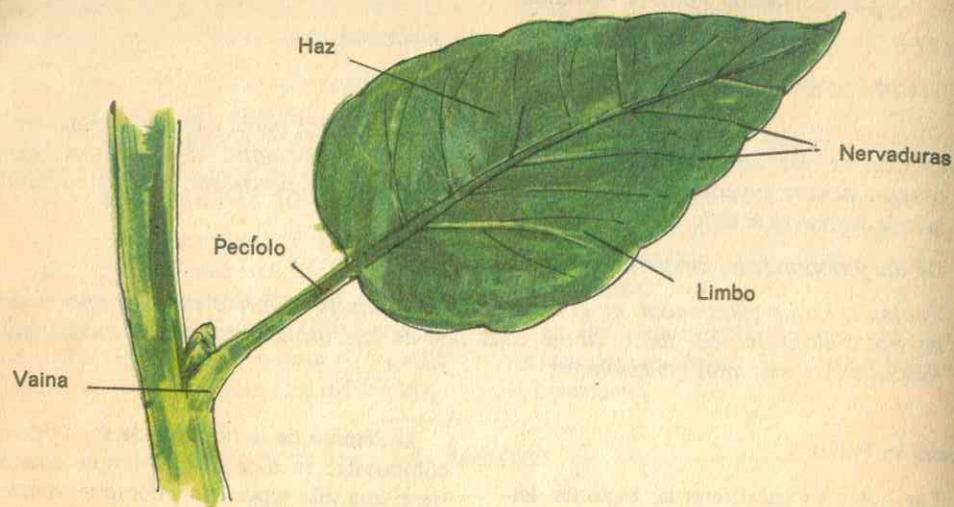


Fig. 49. Partes de una Hoja

### Filotaxis

Se entiende por filotaxis la manera como se hallan ordenadas las hojas en los tallos; se distinguen tres tipos de filotaxis:

**Verticilada:** cuando en un nudo se insertan dos o más hojas; si solamente son dos hojas insertas en un mismo plano, se dice que son opuestas. Si por el contrario se insertan en dos nudos consecutivos para

formar una cruz, se denominan decusadas.

**Distica,** cuando en un tallo se inserta una hoja por nudo en posición alterna a la del nudo consecutivo.

**Dispersión o helicoidal,** como en el caso anterior, hay una hoja por nudo consecutivo no están opuestas, sino que siguen una línea en espiral. Fig. 50.

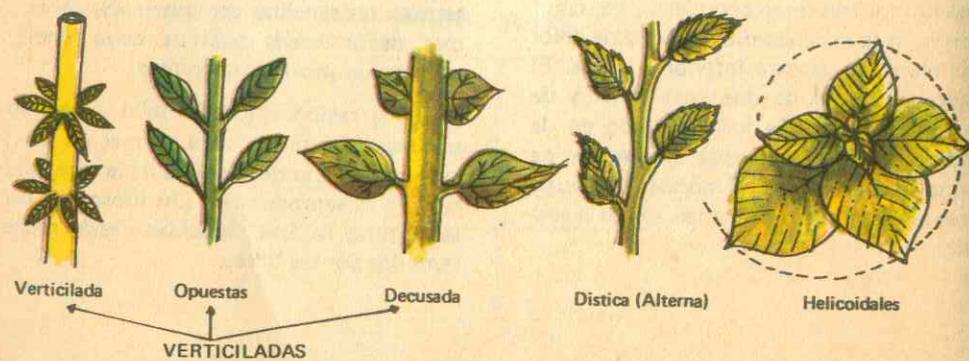


Fig. 50. Tipos de Filotaxis

### 35. Estructura Interna de la Hoja

**MATERIAL DIDACTICO:** Hojas de fríjol, maíz, caucho, lirio, etc., cuchilla de afeitar, lámina porta-objeto, tionina, agua, microscopio.

#### ACTIVIDAD:

**Estructura Interna de la Hoja.** Toma una hoja de fríjol, maíz, caucho, lirio, etc. y con una cuchilla de afeitar, practica un corte transversal muy fino que abarque la lámina y la nervadura central. Coloca el corte en una lámina porta-objeto, colorea con tionina por 2 ó 3 minutos, lava el exceso de colorante. Observa el corte al microscopio, dibuja y compara con la figura 10 del manual. Responde las preguntas del cuaderno.

En un corte transversal de hoja se encuentran tres sistemas de tejidos: epidermal, fundamental y vascular o conductor.

#### Tejido Epidermal

Cubre la superficie completa de la hoja y se continúa con la epidermis del tallo, con el cual se une la hoja. La epidermis puede ser: simple, cuando consta de una sola capa de células o múltiple cuando consta de varias capas.

Una característica sobresaliente de la epidermis, es la ausencia de cloroplastos y de espacios intercelulares.

En la epidermis se diferencia dos grupos que son:

**Epidermis superior,** con paredes externas cubiertas por cutina, sustancia grasa que forma la cutícula. La epidermis superior corresponde al haz de la hoja.

**Epidermis inferior,** en la cual se encuentran generalmente los estomas; los estomas también pueden presentarse en la epidermis superior pero en menor proporción.

Los estomas se comunican con el parénquima esponjoso de la hoja a través de la cámara subestomática.

La epidermis inferior se localiza hacia el envés de la hoja; en ella se presentan apéndices denominados pelos o tricomas. Fig. 10.

#### Tejido Fundamental

Forma el denominado mesófilo de la hoja; no es más que el tejido fotosintético

de ella y se caracteriza por la abundancia de cloroplastos y de espacios intercelulares.

El tejido fundamental se divide en: parénquima en empalizada y en parénquima esponjoso; el primero está formado por células alargadas, en posición vertical, muy ricas en cloroplastos; el parénquima en empalizada se localiza por debajo de la epidermis superior y puede tener una o más filas de células.

El parénquima esponjoso o lagunoso se encuentra por debajo del anterior, hacia el envés de la hoja; está constituido por células redondeadas, con pocos cloroplastos y muchos espacios intercelulares, los cuales se hallan en comunicación directa con los estomas, abundantes en la epidermis inferior de la hoja.

Las hojas que presentan parénquima en empalizada hacia la epidermis superior y parénquima esponjoso hacia la epidermis inferior se denominan hojas bifaciales o dorsiventrales; las que presentan parénquima en empalizada en ambas zonas de la hoja se conocen como isobilaterales.

#### Tejido Vascular

Se denomina comúnmente venas y el conjunto formado por ellas, venación.

Los haces vasculares constan casi exclusivamente de tejidos primarios y no son más que la continuación de los haces vasculares del tallo.

El xilema (leño) se halla en el lado que corresponde a la epidermis superior de la

hoja y el floema (liber) en el lado que corresponde a la epidermis inferior.

Los haces vasculares se encuentran ro-

### 36. La Hoja: Fotosíntesis. Fijación del Anhídrido Carbónico Atmosférico.

**MATERIAL DIDACTICO:** Planta de hojas anchas, (girasol, frijol, sanjoaquin, etc.), mortero, éter de petróleo, alcohol metílico, vaso de precipitado, papel de filtro.

#### ACTIVIDAD:

**Pigmentos Fotosintéticos.** Toma una porción de hoja de girasol, frijol, etc., previamente triturada y deshidratada en mortero. Colócala en un vaso de precipitado, agrégle una solución de éter de petróleo con 10% de alcohol metílico; cubre totalmente el material. Durante 2 ó 3 minutos mezcla muy bien el material del vaso de precipitado; suspende una tira de papel de filtro de tal forma que la parte inferior del papel quede sumergido en la solución, como te ilustra la figura 51.

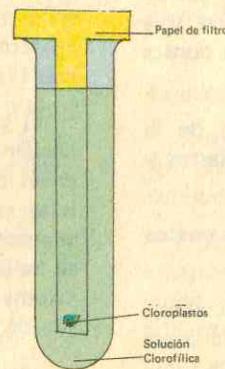
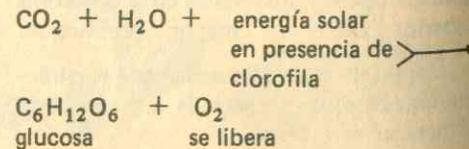


Fig. 51. Pigmentos Fotosintéticos

Los vegetales se diferencian de los otros seres vivos por ser capaces de fabricar sus propios alimentos mediante la fotosíntesis. En el proceso fotosintético los cloroplastos al absorber la luz (energía solar) reducen el anhídrido carbónico atmosférico para formar azúcares y liberar oxígeno gaseoso.

El anterior proceso puede representarse mediante la siguiente reacción química:

deados por células parenquimáticas compactas que pueden poseer o no cloroplastos.



El agua en presencia de la luz realiza el proceso de fotólisis, es decir, se divide en oxígeno (O<sub>2</sub>) y en hidrógeno (H); el oxígeno, se desprende durante el proceso fotosintético, mientras que el hidrógeno

actúa como reductor del anhídrido carbónico en azúcar y para formar una nueva molécula de agua.

Existen otros micro-organismos autótrofos que obtienen la energía para sintetizar moléculas orgánicas a partir de la oxidación de moléculas inorgánicas conocidas como organismos quimiosintéticos (véase numeral 3).

El anhídrido carbónico utilizado en el proceso fotosintético proviene del aire y penetra a las plantas a través de los estomas. El agua fotosintética es absorbida por la planta mediante las raíces y trasladada a las hojas, órgano fotosintético esencial, por los elementos conductores del xilema. (Véase numeral 4).

Las sustancias orgánicas producidas en la fotosíntesis se acumulan en el mesófilo de la hoja, parte del azúcar es transformada en almidón, principal alimento de reserva de los vegetales; el resto del azúcar es transportada por el floema en forma de sacarosa a todas las regiones del vegetal.

En la fotosíntesis el primer paso consiste en la activación por medio de la luz de los pigmentos clorofílicos (reacción luminosa), los cuales son capaces de dividir la molécula de agua en iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) y en iones hidróxido (OH<sup>-</sup>) para producir una liberación grande de energía.

Los iones hidrógeno son transferidos a moléculas de dinucleótidos de nicotinamida adenina (NADP), los cuales se reducen (NADPH<sub>2</sub>). Los otros productos en que se divide la molécula de agua se recombinan para producir una molécula de agua, reacción que libera energía, aprovechada por el cloroplasto para sintetizar ATP mediante ADP.

Las demás reacciones fotosintéticas, que conducen a la formación de azúcares a partir del anhídrido carbónico atmosférico las puede realizar la planta en la oscuridad.

El anhídrido carbónico es fijado en primera instancia en un compuesto fosforilado de tres carbonos conocido como ácido 3 fosfoglicerido (véase cuadro numeral 32) que se reduce por el NADPH<sub>2</sub> y el ATP formados durante la fotosíntesis del agua, en una hexosa fosforilada (azúcar de 6 carbonos).

La hexosa fosforilada pasa a hexosa libre por la pérdida del ión fosfato (desfosforilación) la que a su vez puede ser transformada por el vegetal en azúcares, almidones, celulosa, etc.

Los azúcares mediante el metabolismo vegetal pueden ser oxidados y obtener la energía necesaria para realizar actividades biológicas por parte del vegetal.

## GLOSARIO

**Metabolismo:** Proceso mediante el cual los seres vivos desdoblan moléculas orgánicas para dejar en libertad su energía.

**Electrón:** Partícula de la periferia del átomo, con carga eléctrica negativa.

**ATP:** Molécula orgánica de adenosín trifosfato.

**Enzima:** Sustancia de naturaleza proteica elaborada por las células vivas, catalizadores de reacciones.

**Catalizador:** Sustancia que en pequeña cantidad acelera las reacciones químicas.

**Mitocondrio:** Organelo celular en el que se lleva a cabo el proceso de respiración celular aeróbico.

**Ciclo de Krebs:** Ciclo del ácido cítrico denominado así en honor a su descubridor.

*Anabolismo:* Fase del metabolismo en la cual un ser vivo sintetiza sustancias orgánicas a partir de sustancias simples con un gasto de energía.

*Catabolismo:* Fase del metabolismo en la cual sustancias orgánicas complejas se desintegran en sustancias simples para liberar energía.

*Foliar:* Relativo a la hoja.

*Limbo:* Término que se aplica al conjunto de la lámina foliar y el pecíolo.

*Helicoidal:* Estructura en forma de hélice.

*Bifacial:* Aplícase a la hoja que tiene diferenciado el mesófilo, en parénquima en empalizada y parénquima esponjoso.

*Isolateral:* Hoja que no diferencia el mesófilo, como en el caso anterior.

### EVALUACION

#### I. Falso o Verdadero:

En la hoja de respuestas que aparece en el cuaderno, marca con una X debajo del número que indica el enunciado y al frente de las letras F o V si el enunciado es falso o verdadero.

1. Cuando una sustancia pierde electrones en una reacción química, la sustancia se oxida.
2. La energía que se produce en el metabolismo se acumula en forma de ATP.
3. El paso del ATP a ADP libera energía.
4. En los mamíferos el ácido pirúvico en ausencia de oxígeno se transforma en ácido láctico.
5. La ordenación de las hojas en el tallo recibe el nombre de filotaxis.
6. El raquis es el eje común de los filodios.
7. El tejido fundamental de la hoja denominado mesófilo está formado por los parénquimas en empalizada y esponjoso.
8. La división de la molécula de agua en oxígeno e hidrógeno en presencia de la luz se denomina fotólisis.

9. Los organismos quimiosintéticos derivan su energía para realizar los procesos de síntesis de alimentos a partir de la luz solar.
10. Los carbohidratos (azúcares) que se producen en la fotosíntesis son transformados por las plantas en alimentos de reserva.

#### II. Interpretación y Discusión:

Establece comparaciones entre el tallo y la hoja en cuanto se refiere a:

- a. Su estructura.
- b. Las funciones que desempeña.
- c. Su utilidad.

Destaca la importancia de la hoja en los siguientes aspectos:

- a. En la fotosíntesis
- b. En la respiración animal y vegetal.

#### III. Investigación:

Investiga la fuente de energía mediante la cual los vegetales y los animales realizan sus actividades vitales.

# La excreción en los seres vivos

## CONTENIDO

### Introducción.

*Relación entre concentraciones Coloidales y verdaderas, Intracelulares y Extracelulares.*

*Excreción en Vegetales: Bacterias, Hongos y Algas. Excreción en Plantas Vasculares.*

*Excreción en Animales: Protozoos, Poríferos, Celenterados, Plelmintos, Anélidos y Artrópodos.*

*Excreción en Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos.*

*Aparato Excretor en el Hombre: Riñones, Nefron, Vías Urinarias: Uréteres, Vejiga, Uretra masculina y femenina. Formación y Composición de la Orina. Otros medios de Excreción: Los Pulmones, el Intestino, el Hígado, las Glándulas Sudoríparas y la Transpiración.*

### Glosario.

### Evaluación.

### Bibliografía.

# 5

## REFERENCIAS

- Hardin, G. 1959. *Biología sus principios e implicaciones*. Herrero Hermanos, Sucesores, S.A. México.
- Overmire, T. 1972. *Regulación Homeostática*. BSCS. Pamphlet. Series, No. 9. CECSA, México.
- Smith, H.W. 1953. *The Kidney*. Sci. Amer. 188 (1).

## LA EXCRECION EN LOS SERES VIVOS

### INTRODUCCION

*Los desechos, productos del metabolismo de los seres vivos, deben ser removidos de su interior mediante la excreción.*

*Los vegetales no presentan órganos excretorios diferenciados, muchos de sus desechos son utilizados para realizar procesos de síntesis, así el anhídrido carbónico, desecho metabólico de la respiración, puede ser reutilizado en los procesos fotosintéticos.*

*En los animales el mecanismo de excreción varía desde la simple difusión hasta la excreción, realizada mediante órganos complejos como los riñones.*

### 37. Relación entre Concentraciones Coloidales y Verdaderas, Intracelulares y Extracelulares.

El protoplasma es una mezcla de gran número de sustancias, entre ellas, agua, sales minerales, compuestos orgánicos como los hidratos de carbono, lípidos, proteínas, vitaminas, etc. Las sustancias anteriores se hallan en solución verdadera en solución coloidal o en suspensión, lo cual proporciona a los líquidos celulares cierta presión osmótica.

Al colocar una célula viva en una solución isotónica, es decir, con presión osmótica igual a la de la célula, no se observan movimientos de sustancias de la célula hacia el líquido, ni de éste hacia la célula. Si a esta misma célula la colocamos en una solución concentrada de cloruro de sodio, el agua de la célula tiende a salir y ésta se arruga, la célula hace plasmólisis.

Las soluciones con mayor concentración que la de los líquidos celulares, se denominan Soluciones Hipertónicas. Cuando un líquido tiene menor concentración que el líquido celular, éste tiende a entrar en la célula.

Las soluciones con menor concentración que el líquido celular se conocen como Soluciones Hipotónicas; las células colocadas en Soluciones Hipotónicas se hinchan, es decir, se vuelven turgentes.

Las plantas acuáticas depositan los desechos metabólicos citoplasmáticos en el medio que las rodea, mediante mecanismos de difusión, debido a que la concentración de los desechos metabólicos en el interior de la planta son mayores que los del medio externo. En algunas plantas terrestres muchos de los desechos metabólicos son almacenados en el interior de las células en forma de cristales. Los cristales más comunes son los de oxalato de calcio, que provienen de la excreción de productos protoplasmáticos, formados por la unión de calcio y ácido oxálico.

El ácido oxálico es un subproducto de actividades celulares, soluble en la savia celular y tóxica al protoplasma cuando se presenta en altas concentraciones; su unión con el calcio produce el cristal de oxalato de calcio, que no es nocivo al protoplasma vegetal.

### 38. Excreción en Vegetales: Bacterias, Hongos y Algas.

Las bacterias y hongos patógenos excretan toxinas como desechos metabólicos dichas toxinas son agentes que producen enfermedades.

Algunas bacterias secretan toxinas poderosas como la toxina botulínica y la toxina tetánica excretadas por las bacterias *Clostridium-botulinum* y la *Clostridium tetani*.

La toxina botulínica se desarrolla en alimentos enlatados contaminados, mientras que la Tetani, es un habitante normal de suelos abonados con estiércol; la bacteria penetra en las heridas profundas, en donde excretan su toxina de carácter

Algunas algas pardas (feoffceas) excretan un hidrato de carbono conocido como alginato, que se utiliza para emulsionar cremas para helados, estabilizador de sorbetes, leche achocolatada y como aderezo de ensaladas.

En la química industrial, la alginato es usada en emulsiones farmacéuticas, preparación de cosméticos, alargamiento de materiales, cubiertas de papel, pinturas, barnices, latex, curtiembres y en todos aquellos procesos industriales en donde se necesite la alginato como formador de gel en sustancias hidrofílicas. Existen otras algas pardas de importancia económica, como la *Macrocystis-pyrifera* de cuya ceniza se obtiene yodo, el cual concentra del medio marino en que se encuentra.

De algunas algas rojas (rodofceas) como el *Gelidium*, se extrae un producto denominado agar-agar, hidrato de carbono que se emplea como medio de cultivo de microorganismos; también se emplea el agar-agar como ingrediente de la leche malteada, en dulces gelatinosos, etc.

### 39. Excreción en Plantas Vasculares.

Las plantas vasculares tienen como desechos metabólicos resinas, taninos, cristales, etc., que pueden depositarse en cavidades excretoras o almacenarse como sustancias de reserva.

Entre las estructuras de excreción en las plantas tenemos: Los Hidátodos, son estomas modificados en los cuales los mecanismos de cierre y apertura no son funcionales, lo cual permite la excreción de agua en forma líquida que se deposita generalmente en los extremos de las hojas. La pérdida de agua en forma líquida por la planta se conoce como gutación, que fácilmente puede confundirse con las gotas de rocío.

Los tricomas o pelos, de excreciones variadas. En las plantas insectívoras (*Droseraceae*) se presentan tricomas glandulares que excretan sustancias digestivas. Las plantas urticáceas (*Urtica*) tienen tricomas

que excretan un líquido urticante constituido por una mezcla de histamina y acetilcolina. En las plantas que habitan en suelos salinos, los tricomas glandulares excretan sal.

En muchas familias vegetales (*Lauráceas*, *Mirtáceas* y *Cactáceas*) se presentan células excretoras de aceites, resinas, mucílagos y taninos.

En coníferas (pinos) y en algunas dicotiledóneas leñosas existen células excretoras de resinas cuya función parece ser la de protección contra parásitos.

Las resinas se usan industrialmente en la fabricación de barnices de alta calidad.

Muchas plantas excretan un líquido generalmente de color blanco conocido como latex, cuando se quiebra un tallo, se desprende una hoja o se practican incisiones en la corteza.

El latex es una sustancia química de composición variable del cual se extraen productos como el caucho, extraído comercialmente al practicar incisiones en la corteza del árbol conocido como *Hevea brasiliensis*; la morfina, alcaloide que se extrae del fruto de la amapola (*Papaver somniferum*) y la papaina, enzima proteolítica, extraída del latex de la papaya (*Carica papaya*).

### Hidrocarburos Terpénicos en Vegetales.

En los vegetales los llamados aceites esenciales, que se volatilizan fácilmente y proporcionan a las flores su aroma característico, son en su mayoría hidrocarburos terpénicos. Como ejemplo de hidrocarburos terpénicos tenemos: el alcanfor, el mento y el caucho.

### 40. Excreción en Animales: Protozoos, Poríferos, Celenterados, Platelminetos, Anélidos y Artrópodos.

#### Protozoos:

Los protozoos no presentan órganos especiales de excreción. ésta se realiza me-

dante difusión a través de la membrana celular hacia el medio circundante.

Los principales productos de excreción en los protozoos son: el agua, el anhídrido carbónico y los compuestos nitrogenados como el amoníaco. El anhídrido carbónico y el amoníaco pueden ser retenidos por períodos de tiempo en forma de gránulos o cristales.

En las amibas, los flagelados y los ciliados se presentan vacuolas contráctiles que remueven el exceso de agua debido al flujo existente entre el medio ambiente acuático y el animal, ya que el contenido celular es más concentrado en sales.

Las vacuolas contráctiles son así los instrumentos osmoreguladores que mantienen constante el balance interno de sales.

Las vacuolas contráctiles se inician como pequeñas gotas que crecen y adquieren cierto tamaño para luego expulsar su contenido al exterior a través de una ruptura temporal de la membrana celular (plasmalema), estas vacuolas están presentes en protozoos de agua dulce y ausentes en los marinos y en los de vida parásita.

#### Poríferos:

En las esponjas la excreción se realiza por simple difusión en el agua circundante que pasa a través del cuerpo del animal. Los materiales granulares son generalmente expulsados desde los amebocitos hasta los canales excurrentes o retenidos por las células en períodos variados de tiempo.

En los amebocitos y coanocitos se presentan algunas veces una o dos vacuolas contráctiles que parecen actuar en la conservación de la presión osmótica de los tejidos del animal.

#### Celenterados:

Los celenterados como la hidra y la medusa, no presentan órganos especiales de excreción, ésta se realiza mediante difusión en el agua circundante.

Los productos principales de excreción en los celenterados son: el nitrógeno en forma de amoníaco y el ácido úrico, la creatinina, la xantina, la guanidina, etc., que se han encontrado en pequeñas cantidades en algunas especies de celenterados.

#### Platelminetos:

En las planarias el sistema excretor está formado por protonefridios, que tienen dos tubos longitudinales conectados con capilares sanguíneos ramificados y de células flamíferas en su región terminal. Los dos tubos longitudinales se abren en la región ventral en uno o más poros de posición variable.

#### Anélidos:

La lombriz de tierra tiene un sistema excretor constituido por nefridios que se localizan por pares en los somitas del cuerpo, con excepción de los tres primeros somitas y del último.

El nefridio está formado por un embudo ciliado denominado nefrostoma, que se une a un tubo alargado que termina en una vejiga para abrirse al exterior en la región ventral en un nefridiopo.

El nefrostoma recoge los productos de desecho con la ayuda de los cilios y en el tubo irrigado por capilares se absorben los materiales útiles, en tanto que los productos de excreción, salen al exterior a través del nefridiopo.

#### Artrópodos:

En los artrópodos de la clase Crustácea (cangrejo), el aparato excretor está constituido por dos glándulas verdes, denominadas así por la coloración que presentan. Las glándulas verdes son de estructura nefridial, se localizan ventralmente y por delante del esófago.

En los artrópodos de la clase Insecta (saltamontes), la excreción se realiza por los tubos de Malpighi, los cuales desembocan en un extremo del canal digestivo.

Los tubos de Malpighi realizan esencialmente excreciones de compuestos nitrogenados en forma de ácido úrico; el agua, al igual que otros materiales importantes recogidos de la sangre por los tubos, son reabsorbidos en ellos o a nivel del intestino, lo cual evita problemas de deshidratación. Los productos de desecho salen al exterior por el ano.

#### 41. Excreción en Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos.

En los vertebrados el sistema excretor está constituido por los riñones, que presentan diferentes grados de evolución según el grupo de vertebrados.

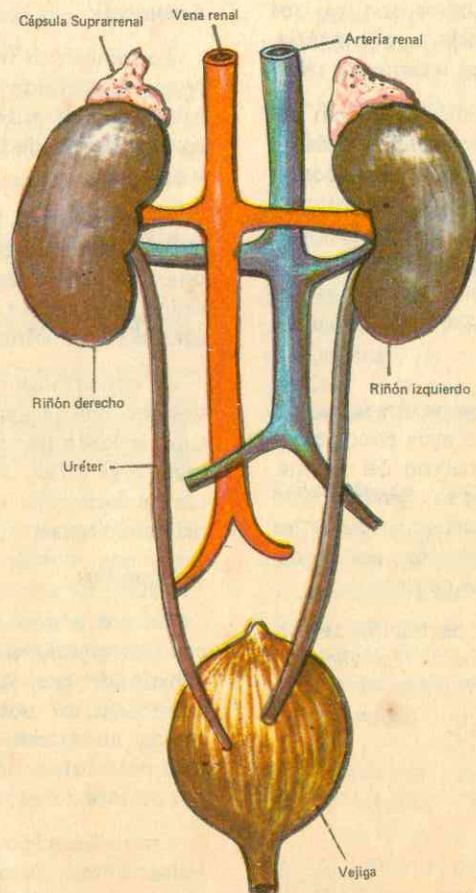


Fig. 52. Aparato Excretor del Hombre

La parte funcional del riñón la forman los nefrones, asociados a capilares; la parte externa del nefrón se conoce como cápsula de Bowman, de paredes dobles y de forma hemisférica.

Las sustancias filtradas por el riñón pasan por los glomérulos a presión y de allí a un tubo, en donde sustancias como el agua, sales minerales y demás compuestos útiles son reabsorbidos y puestos nuevamente en circulación. Los desechos conocidos colectivamente como orina son excretados.

La mayoría de los vertebrados presentan vejiga urinaria, bolsa distensible en

donde se almacena la orina antes de vaciarse.

Los desechos nitrogenados, excretados por los riñones de los vertebrados, no se eliminan en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) debido a la toxicidad de este compuesto, por lo cual los grupos aminos ( $\text{NH}_2$ ) que provienen del rompimiento metabólico de las proteínas o de los ácidos nucleicos, se transforman en compuestos poco tóxicos que se excretan por parte del organismo con una mínima pérdida de agua. Las aves y los reptiles transforman los grupos aminos en ácido úrico; los reptiles y los mamíferos los transforman en úrea.

En los vertebrados marinos el exceso de sal es excretado de diferentes maneras: Los peces óseos eliminan el exceso de sal del agua que toman por la boca, a través de las branquias.

Las tortugas (reptiles) y las aves marinas excretan el exceso de sal que ingieren con

sus alimentos, mediante las glándulas salinas localizadas en la cabeza.

El sistema excretor y el sistema reproductor de muchos vertebrados se hallan tan íntimamente relacionados que se les denomina sistema urogenital, abierto al exterior mediante una estructura conocida como cloaca. (Véase numeral 5g).

#### 42. Aparato Excretor en el Hombre: Riñones, Nefrón. Vías Urinarias: Uréteres, Vejiga, Uretra Masculina y Femenina.

El aparato excretor del hombre está formado por dos riñones en forma de fríjol, localizados en la pared dorsal del cuerpo y a lado y lado de la columna vertebral.

Cada riñón consta de tres regiones: una corteza renal externa, una médula renal interna y una cámara en forma de embudo, la pelvis renal. Fig. 52.

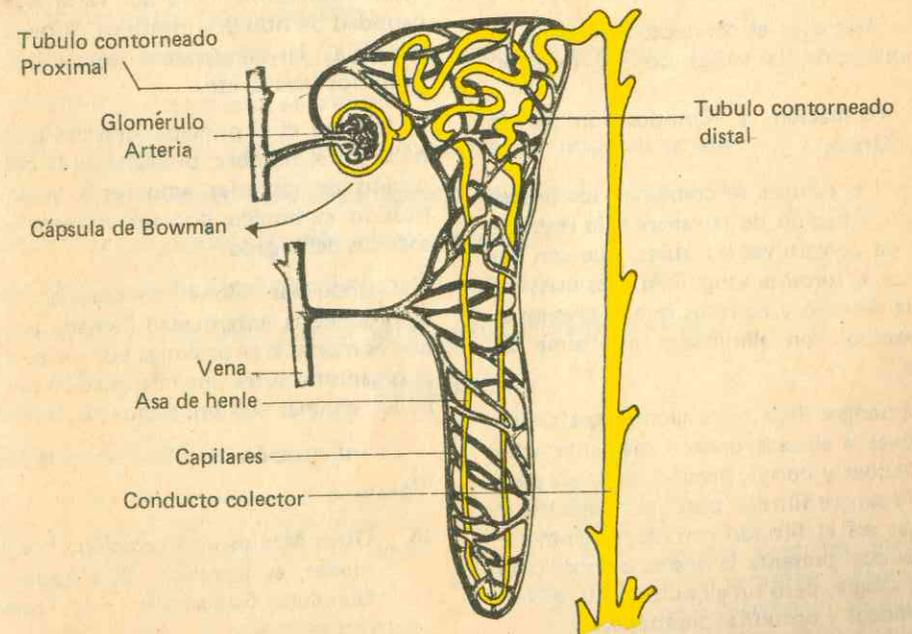


Fig. 53. Estructura de un Nefrón

En la corteza y en la médula de los riñones se encuentran las unidades funcionales de ellos, que son los denominados nefrones de los que existen un millón o más por riñón. Fig. 53.

Cada nefrón consta de un tubo nefrítico alargado en cuyo extremo se presenta una cámara de doble pared conocida como cápsula nefrítica o de Bowman, que presenta en su interior una red tupida de capilares sanguíneos denominados glomérulos.

El tubo nefrítico consta de tres segmentos: el primer segmento se localiza cerca a la cápsula de Bowman y se denomina túbulo contorneado proximal; un segundo segmento forma el asa de Henle y el tercer segmento forma el túbulo contorneado distal, que desemboca en un conducto colector. Los distintos conductos colectores de los nefrones se reúnen a nivel de la pelvis renal para formar por cada riñón un vaso colector ancho denominado uréter, que conduce la orina a un órgano muscular llamado vejiga urinaria, en donde ésta se acumula hasta cuando es expulsada.

La uretra es el conducto que pone en comunicación la vejiga con el exterior.

#### 43. Formación y Composición de la Orina.

En los riñones se combinan los procesos de filtración de la sangre y la reabsorción de constituyentes útiles, que son devueltos al torrente sanguíneo. Los materiales de desecho y aquellos que se presentan en exceso, son eliminados en forma de orina.

La sangre llega a los glomérulos de los nefrones a elevada presión mediante arterias anchas y cortas, presión necesaria para que la sangre filtre al pasar por capilares y formar así el filtrado nefrítico o glomerular, el cual presenta la misma composición de la sangre, pero sin glóbulos rojos, glóbulos blancos y proteínas plasmáticas.

El filtrado nefrítico pasa de la cápsula de Bowman al tubo contorneado proximal

el asa de Henle y al tubo contorneado distal, en donde se realiza la absorción de materiales como glucosa, aminoácidos, vitaminas, hormonas, iones minerales y agua, que son devueltos a la sangre por los capilares que rodean a los tubos.

Entre las sustancias filtradas de la sangre por los riñones y devuelta al torrente circulatorio, la más abundante es el agua; el riñón filtra aproximadamente en 24 horas 140 litros de agua, pero en el mismo período de tiempo solo excreta 14 litros de agua, es decir, se reabsorbe el 99% de agua, manteniéndose así el equilibrio hídrico del organismo.

La orina está formada por 96% de agua, 1,5% de sales inorgánicas, 2% de urea, 0,05% de ácido úrico y su pH varía entre 4,8 y 8. El color amarillento de la orina se debe básicamente al pigmento urocromo.

La cantidad de orina eliminada por un adulto en 24 horas fluctúa entre 1.000 y 1.500 milímetros, cifra que varía según la cantidad de líquidos ingeridos, la dieta alimenticia, la temperatura ambiental, los ejercicios físicos, etc.

La urea es el principal desecho nitrogenado en el hombre, proviene de la combinación de radicales amoníacos y de anhídrido carbónico por los sistemas enzimáticos del hígado.

Cuando los riñones no segregan orina se produce la enfermedad llamada anuria, que es mortal si se prolonga por varios días; el organismo sufre una intoxicación por no poder eliminar los productos de desecho.

La inflamación del riñón se llama nefritis.

#### 44. Otros Medios de Excreción: Los Pulmones, el Intestino, El Hígado, las Glándulas Sudoríparas y la Transpiración.

Los pulmones eliminan el anhídrido

te la respiración celular. El intestino y el hígado actúan también como órganos de excreción en el hombre. (Véase numeral 7 y 28).

La actividad de las glándulas sudoríparas remueven de la sangre agua, sales y úrea, que excretan por la piel.

La excreción de agua mediante la sudoración actúa como un regulador de la temperatura debido a que la evaporación del sudor enfría la piel y ayuda a mantener una temperatura interna constante.

La pérdida de sales y úrea por la sudoración excesiva en regiones calurosas o por

ejercicios físicos intensos, obliga a ingerir cantidades adicionales de sal en la dieta alimenticia, para recuperar las sales perdidas y no ocasionar daños a las reservas del organismo.

El fenómeno de la transpiración, que consiste en la difusión de agua a través de la piel, no debe confundirse con la sudoración, que es debida a la actividad de las glándulas sudoríparas.

Un hombre pierde por transpiración más de medio litro de agua al día, cifra que varía de acuerdo con la temperatura ambiental y a la humedad relativa.

### GLOSARIO

*Desechos:* Residuos metabólicos sin utilidad para el organismo.

*Isotónica:* Sustancias con igual tonicidad.

*Cloruro de Sodio:* Sal de cocina.

*Patógeno:* Organismo agente que causa enfermedades.

*Toxina:* Sustancia tóxica al organismo.

*Estiércol:* Materias fecales de rumiantes, ricas en materia orgánica.

*Hidrofilicia:* Sustancia que atrae al agua.

*Tricomas:* Apéndices de la epidermis de las plantas con funciones variadas.

*Lauráceas:* Familia vegetal a la cual pertenece el aguacate.

*Mirtáceas:* Familia vegetal a la cual pertenece la guayaba.

*Proteolítica:* Sustancia capaz de modificar las proteínas.

*Somitas:* Anillos o segmentos que forman el cuerpo de ciertos gusanos.

### EVALUACION

#### I. Múltiple Selección:

En la hoja de respuestas del cuaderno marca con una X debajo del número del enunciado y al frente de la letra que indica la respuesta correcta.

1. El protoplasma es una mezcla de sustancias. Dichas sustancias se encuentran en forma de:

- c. Suspensión
- d. Dispersión.

2. El medio en que viven las plantas acuáticas puede presentar diferentes grados de concentración con respecto a la de sus líquidos celulares. Cuando un líquido tiene menor concentra-

- a. Hipotónico
  - b. Hipertónico
  - c. Isotónico
  - d. Isosmótico
3. Las plantas vasculares pierden agua en forma líquida, fenómeno que se conoce como gutación. La gutación en la planta se realiza por una estructura conocida como:
    - a. Tricomas
    - b. Estomas
    - c. Hidátodos
    - d. Nemátodos
  4. Las flores deben su aroma característico a sustancias que se volatilizan con facilidad. Dichas sustancias se conocen con el nombre de:
    - a. Hidratos de carbono
    - b. Hidrocarburos terpénicos
    - c. Lípidos
    - d. Alcaloides
  5. La excreción es una función que puede realizarse en los animales mediante diferentes mecanismos. La excreción en protozoos y poríferos se hace por:
    - a. Difusión
    - b. Tubos de Malpighi
    - c. Células flamígeras
    - d. Pronefridios
  6. Los nefridios son estructuras excretoras de productos metabólicos de ciertos animales. Los nefridios son característicos de:
    - a. Los celenterados
    - b. Los crustáceos
    - c. Los anélidos
    - d. Los insectos
  7. Los radicales amoníacos ( $\text{NH}_3$ ) que provienen del rompimiento metabólico de las proteínas, son transformados debido a su toxicidad en otros productos. Las aves y los reptiles transforman los grupos amoníacos en:
    - a. Urea
    - b. Acido úrico
    - c. Acido oxálico
    - d. Acetil colina

8. Los riñones están conformados por millones de estructuras que forman sus unidades funcionales. Las unidades funcionales de los riñones se denominan:
  - a. Uréteres
  - b. Nefrones
  - c. Asa de Henle
  - d. Glomérulos
9. En la composición de la orina se encuentran diferentes tipos de sustancias. La sustancia de mayor porcentaje en la composición de la orina es:
  - a. El agua
  - b. Las sales inorgánicas
  - c. La urea
  - d. El ácido úrico
10. La excreción de agua, sales y urea a través de la piel, es un fenómeno que se debe a la actividad de:
  - a. Los pulmones
  - b. Las glándulas sudoríparas
  - c. El hígado
  - d. La transpiración

## II. Falso o Verdadero:

En la hoja de respuestas del cuaderno escribe una X debajo del número que indica el enunciado y al frente de la letra V o F si el enunciado es verdadero o falso.

1. Las toxinas son agentes productoras de enfermedades.
2. El agar-agar es un hidrato de carbono excretado por las algas rojas.
3. Las gotas de rocío que se encuentran en las hojas de las plantas se deben al fenómeno de gutación.
4. El caucho es una sustancia que se extrae del latex de la amapola.
5. Los cristales de oxalato de calcio son inocuos al protoplasma de las plantas.
6. La excreción de los compuestos nitrogenados en los insectos se realiza por los tubos de Malpighi.
7. Las branquias en los peces óseos son los órganos encargados de excretar el exceso de sal que ingieren del medio en que habitan.

8. La unión íntima de los sistemas excretor y reproductor en algunos vertebrados se conoce como sistema urogenital.
9. La no secreción de orina por los riñones produce una enfermedad conocida como anuria.
10. La difusión de agua a través de la piel se debe a la actividad de las glándulas sudoríparas.

## III. Identificación:

La figura que aparece en el cuaderno representa el aparato excretor del hombre. Coloca los nombres a cada una de sus partes e indica mediante flechas el recorrido de la orina desde cuando se forma hasta cuando es eliminada:

# La secreción en los seres vivos

6

## CONTENIDO

*Introducción.*

*Secreciones en Vegetales: Auxinas y Giberelinas.*

*Secreciones en Invertebrados. Feromonas.*

*Secreciones en Vertebrados. Glándula Tiroides, Pituitaria, Suprarrenales, Páncreas, Gónadas, Estómago y Duodeno, Pineal y Timo.*

*Glosario.*

*Evaluación.*

*Bibliografía.*

## REFERENCIAS

- Burnet, Mc. 1962. *The thymus gland*. Sci. Amer. 207 (5).
- Leopold, A. C. 1955. *Auxins and plant Growth*. University of California Press.
- Turner, C. D. 1967. *Endocrinología general*. Ed. Interamericana. S.A.
- Wilson, E. O. 1963. *Pheromones*. Sci. Amer. 208 (5).

## LA SECRECION EN LOS SERES VIVOS

### INTRODUCCION

*Muchas de las actividades de los seres vivos son coordinadas por la acción de sustancias denominadas hormonas.*

*Las hormonas son sustancias orgánicas que se producen en regiones específicas del organismo de donde son transportadas a sitios distintos para ejercer su función.*

*En los vegetales, las hormonas llamadas fitohormonas, son las auxinas y tienen diferentes funciones en la fisiología de las plantas.*

*Los animales presentan dos sistemas de coordinación: el sistema nervioso y el sistema endocrino. El primero ejerce su función coordinadora mediante impulsos nerviosos y el sistema endocrino a través de secreciones glandulares denominadas hormonas.*

### 45. Secreción en Vegetales: Auxinas y Giberelinas.

Las auxinas y las giberelinas son hormonas reguladoras del crecimiento en los vegetales. Las auxinas son producidas por las células en crecimiento, especialmente las células de las puntas de raíces y tallos, hojas jóvenes y flores en desarrollo.

Se han aislado varias auxinas: La más común es el ácido 3 indol-acético (AIA) que aparentemente se deriva del aminoácido triptofano. El ácido 3 indol-acético interviene en diferentes procesos de crecimiento vegetal, como en el alargamiento de las raíces y de los tallos, en la regulación de la caída de los frutos, de las hojas de la floración.

Los diferentes tropismos o respuesta de las plantas a factores ambientales se hallan ligados a la distribución de las auxinas; el ácido 3 indol-acético, tiene efectos inhibitorios cuando se presenta en altas concentraciones.

Los efectos hormonales de las auxinas se han aprovechado en la agricultura para obtener determinados beneficios como el retardado en la caída de las hojas, la maduración uniforme de los frutos, la obtención de frutos partenocárpicos o desarrollo de los frutos sin fecundación y la formación rápida de raíces a partir de estacas (tallos). Para obtener los resultados anteriores se utilizan auxinas sintéticas como el ácido indol-butírico (AIB), el ácido alfa-naftalenoacético (ANA) y el ácido dicloro-fenoxiacético (2, 4 D).

El 2, 4 D tiene efectos herbicidas, es decir, es tóxico para ciertas plantas especialmente para algunas plantas dicotiledóneas de hojas anchas, por lo cual se le utiliza para combatir malezas en determinados cultivos y obtener así un mejor rendimiento.

La hormona giberelina fue aislada por investigadores japoneses del hongo *Gilbberella-fujikuroi* que parasita en los cultivos de arroz.

Las giberelinas aplicadas a las plantas vasculares estimulan su crecimiento y floración con la formación de frutos de mayor tamaño.

### 46. Secreciones en Invertebrados.

Los invertebrados presentan hormonas: Las más estudiadas son las que se presentan en los invertebrados del grupo artrópodos. En los artrópodos de la clase crustácea, el proceso de muda o cambios sucesivos que presentan los animales en el crecimiento, está regulado por una hormona que se almacena en la glándula del seno y está localizada en el pedúnculo del ojo. Dicha hormona es producida por el órgano X, que además elabora otras hormonas reguladoras de la distribución de pigmentos en el cuerpo y en los ojos.

En los artrópodos de la clase insecta, la metamorfosis o serie de etapas por las

hasta alcanzar el estado adulto, está regulada por hormonas transportadas por la sangre y producidas por células neuro-secretoras.

Las células neuro-secretoras producen la hormona cerebral que estimula a la glándula protorácica para que secrete la ecdisona u hormona del crecimiento, que lleva al insecto de su estado de larva al estado de pupa.

El estado larvario de los insectos es mantenido por la hormona juvenil, secretada por una glándula localizada junto al cerebro y denominada córpora-allata. La hormona juvenil no es secretada en los estados larvarios finales, por lo cual la acción de la hormona ecdisona activa el paso del estado de larva al estado de pupa, del cual emergerá un insecto adulto.

#### 47. Feromonas.

Las feromonas son sustancias secretadas al medio externo por las glándulas endocrinas de ciertos animales para establecer comunicaciones o ejercer influencia en la conducta de animales de la misma especie.

Las hormigas secretan una feromona de alarma cuando su tranquilidad es perturbada, la cual es detectada por todos los miembros de la comunidad.

Algunas feromonas actúan de inmediato para producir modificaciones en la conducta de los animales, como en el comportamiento sexual, el seguimiento de huellas, etc.; otras feromonas actúan en forma lenta y escalonada para producir modificaciones en la conducta de los animales.

Las feromonas más estudiadas son las encontradas en los insectos sociales, como las hormigas, las abejas y los termitas.

En la especie humana la presencia de feromonas no se ha demostrado en forma convincente.

#### 48. Secreciones en Vertebrados.

Los vertebrados, con pocas excepciones, presentan las mismas hormonas, aún cuando su función puede ser diferente según el tipo de vertebrado.

Las secreciones hormonales en los vertebrados son producidas por glándulas endocrinas, las cuales no presentan conductos, sino que llevan directamente su secreción al torrente sanguíneo.

Las glándulas endocrinas se dividen en dos grupos: Las glándulas endocrinas con una sola función, como la glándula tiroidea, la paratiroides, la pituitaria y las suprarrenales; y las glándulas endocrinas con varias funciones como el páncreas, las gónadas, la mucosa intestinal y la placenta.

##### Glándula Tiroidea

Está localizada en la región media del cuello y consta de dos lóbulos colocados a lado y lado de la tráquea. Fig. 54.

La glándula tiroidea secreta las hormonas tiroideas o yodo-tironinas, constituidas por yodo; éstas hormonas tienen como parte activa los aminoácidos, la tiroxina y la tri-yodo-tironina.

La función principal de las hormonas tiroideas es la regulación del metabolismo basal y la influencia en las síntesis de las proteínas.

En los anfibios, las hormonas tiroideas aceleran la metamorfosis. En el hombre existen enfermedades ligadas al mal funcionamiento de las glándulas tiroideas o con el hipertiroidismo o secreción excesiva de dicha glándula.

Cuando el hipotiroidismo se presenta desde la niñez se produce el cretinismo, enfermedad caracterizada por retraso físico, mental, sexual y metabólico. La administración oportuna de hormonas tiroideas contrarresta los efectos de esta enfermedad.

En los adultos el hipotiroidismo ocasiona la enfermedad conocida como mixedema, caracterizada por un bajo metabolismo y un letargo físico y mental. La administración de hormonas tiroideas contrarresta los efectos del mixedema.

El hipertiroidismo produce la enfermedad denominada bocio exoftálmico, diferente del bocio simple ocasionado por una dieta alimenticia deficiente en yodo. El bocio simple desapareció de algunas regiones del país, desde el momento en que se agregó yodo a la sal de cocina.

##### Glándula Paratiroides

Se encuentra constituida por cuatro estructuras pequeñas, localizada en la región posterior de la glándula tiroidea, con función independiente de dicha glándula. Fig. 54.

La hormona paratiroides o parathormona regula la liberación del calcio de los huesos, su absorción en el intestino, la reabsorción de calcio en el tubo nefrítico del riñón y el nivel del fósforo sanguíneo.

##### Glándula Pituitaria o Hipófisis

La hipófisis es una glándula que se localiza en la base del cerebro y está formada por tres lóbulos: el lóbulo anterior, el intermedio y el lóbulo posterior. Fig. 54.

Cada uno de los lóbulos anteriores secreta hormonas específicas que influyen en el funcionamiento de otras glándulas endocrinas motivo por el cual se conoce la pituitaria como glándula maestra.

El lóbulo anterior de la pituitaria secreta las hormonas del crecimiento, que mantienen el ritmo del crecimiento celular. El mismo lóbulo secreta las hormonas gonadotrópicas que regulan la producción de células sexuales por las gónadas, las hormonas tirotrópicas y adrenocorticotrópica que estimulan sucesivamente la glándula tiroidea y las suprarrenales. Este lóbulo segrega también la hormona lactogénica, que regula la producción de leche en los mamíferos.

El lóbulo intermedio de la hipófisis secreta la hormona intermedina, que controla el pigmento melanocito en algunos vertebrados como la rana y el sapo.

En el hombre la hormona intermedina no es funcional.

El lóbulo posterior de la pituitaria produce hormonas que estimulan las contracciones del útero, especialmente en el último mes del embarazo. Este lóbulo también secreta la hormona que induce la contracción de los vasos sanguíneos y previene la pérdida de agua en forma de orina; la poca secreción de esta hormona produce la diabetes insípida, caracterizada por la excreción diaria de grandes volúmenes de orina sin azúcar.

La extirpación de la glándula pituitaria conduce al enanismo y su hiperactividad al gigantismo.

La estructura y funcionamiento de la hipófisis es similar en todos los vertebrados.

##### Glándulas Suprarrenales

Estas glándulas se localizan encima de los riñones y constan de dos regiones: La región interior o medular y la región exterior o corteza. Fig. 54.

Las células de la región medular secretan las hormonas adrenalina (epinefrina) y la noradrenalina que producen una serie de reacciones en el organismo, como el incremento de la presión arterial y del ritmo cardíaco.

Las secreciones de las hormonas adrenalinicas parecen ser las encargadas de preparar al organismo para asumir acciones físicas defensivas.

La región exterior o corteza de las glándulas suprarrenales producen varias hormonas, entre las cuales se encuentra la cortisona que tiene efectos reguladores sobre los hidratos de carbono.

### El Páncreas

(Islotes de Langerhan). El páncreas es una glándula de forma alargada localizada debajo del estómago. Fig. 54.

Los islotes de Langerhans son una serie de racimos celulares que presenta el páncreas de muchos vertebrados; dichos islotes segregan la hormona insulina, regula-

dora del nivel de glucosa de la sangre. La insuficiencia de insulina ocasiona la enfermedad conocida como diabetes mellitus, caracterizada por un elevado nivel de azúcar en la sangre, el cual se excreta en la orina.

La diabetes mellitus es incurable y se puede controlar mediante inyecciones de insulina (Véase numeral 6).

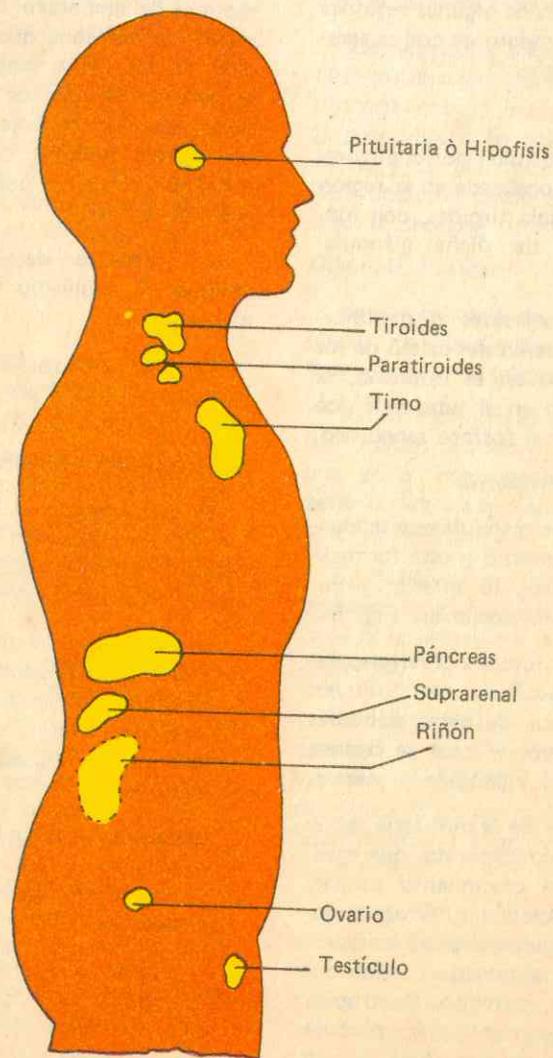


Fig. 54. Sistema Endocrino del Hombre.

### Las Gónadas

Los testículos o gónadas masculinas y los ovarios o gónadas femeninas, además de ser las encargadas de producir células sexuales, tienen funciones endocrinas y liberan hormonas. Fig. 54.

Los testículos producen andrógenos (Testosterona) u hormona masculina, que mantienen y acentúan las características sexuales secundarias del hombre.

Los ovarios segregan estrógeno y progesterona, que desarrollan las características sexuales secundarias de la mujer y mensualmente preparan su organismo para el embarazo.

### El Estómago y el Duodeno

Las paredes del estómago producen la hormona gastrina que estimula la secreción del jugo gástrico. La mucosa duodenal libera la hormona secretina, que estimula la secreción del jugo pancreático y la hormona colecistoquinina, que controla las contracciones de la vesícula biliar, lo cual permite la acumulación de bilis en el duodeno (Véase cuadro del numeral 7).

### La Placenta

La placenta, además de su función alimenticia durante el período de embarazo, libera hormonas como el estrógeno y la progesterona que complementan las hormonas producidas por el cuerpo lúteo.

### El Timo

Es una glándula localizada entre el cuello y la región superior del pecho y elabora unos glóbulos blancos conocidos como linfocitos. Fig. 54.

Durante la niñez el timo alcanza su máximo desarrollo para luego reducirse en la adolescencia; la función endocrina del timo es desconocida.

### Glándula Pineal

La glándula pineal es pequeña, se localiza encima del cerebelo.

En los ciclóstomos, como la lamprea, esta glándula funciona como un tercer ojo (ojo pineal), que se localiza en el extremo superior de la cabeza.

La función endocrina de la glándula pineal en el hombre, no se ha demostrado.

## GLOSARIO

*Floración*: Proceso mediante el cual se inicia la formación de flores en la planta.

*Tropismos*: Movimientos que realizan los vegetales por impulsos externos.

*Termitas*: Insecto social conocido como comején.

*Glándula Exocrina*: Estructura cuya secreción se realiza mediante conductos, como las glándulas salivares.

*Melanocito*: Pigmento de color negro.

## EVALUACION

### I. Apareamiento:

En la columna A correspondiente a los números se da una expresión que está íntimamente relacionada con una de las palabras de la columna B.

En la hoja de respuestas del cuaderno escribe al frente de cada número de la columna A la

## Columna A

1. Hormona reguladora del crecimiento en los vegetales.
2. Auxina sintética.
3. Hormona del crecimiento en los insectos.
4. Sustancias que modifican la conducta de animales de la misma especie.
5. Feromona de alarma.
6. Glándulas sin conducto.
7. Hormona que acelera la metamorfosis en los anfibios.
8. Glándula maestra.
9. Gónadas masculinas.
10. Enfermedad caracterizada por elevado nivel de azúcar en la sangre.

## Columna B

- a. Bocio simple
- b. Testículo
- c. 2, 4 D
- d. Hormiga
- e. Glándula endocrina
- f. Auxina
- g. Tiroxina
- h. Acido-indol-acético
- i. Ecdisona
- j. Feromona
- k. Hormona juvenil
- l. Pituitaria
- m. Paratiroides
- n. Tiroides
- o. Diabetes mellitus
- p. Placenta
- q. Ovario
- r. Termita
- s. Diabetes insípida
- t. Crustáceo.

## II. Falso o Verdadero:

En la hoja de respuesta del cuaderno escribe una X debajo del número que indica el enunciado y al frente de las letras V o F, si el enunciado es verdadero o falso.

1. Las auxinas y las giberelinas tienen las mismas funciones, en los vegetales.
2. El ácido indol-acético es una auxina sintética.
3. El tropismo vegetal es una respuesta a estímulos externos.
4. El 2, 4 D tiene acción herbicida.
5. La hormona juvenil de los insectos es la encargada de regular su crecimiento.

6. El hombre presenta feromonas.
7. El hipotiroidismo en la niñez es la causa del cretinismo.
8. La adrenalina es la hormona encargada de preparar al organismo para asumir una acción violenta.
9. La insuficiencia de insulina ocasiona la diabetes insípida.
10. Los ovarios producen la hormona progesterona.

## III. Interpretación y Discusión:

Utiliza la figura del cuaderno, coloca los nombres en las flechas correspondientes a cada una de las glándulas endocrinas y discute la importancia de la hormona secretada.

## INDICE ANALITICO

	Pág.		Pág.
<b>A</b>			
AIA .....	107	Bronquiolos .....	71
AIB .....	107	Bronquios .....	68, 71
ADP .....	84	<b>C</b>	
Aerobio .....	63	Cálculos .....	28
Aire .....	73	Calíptra .....	9
Albura .....	41	Caloría .....	29
Algina .....	96	Cambium Vascular .....	10
Alvéolo .....	216	Capacidad Torácica .....	72
Amebocito .....	17, 97	Capacidad Vital .....	72
AMP .....	84	Capilares .....	52
ANA .....	107	Cápsula de Bowman .....	100
Anabolismo .....	86, 92	Carbamina hemoglobina .....	74
Anaerobio .....	63	Catabolismo .....	86, 92
Anélido .....	59	Catáfilo .....	87
Anemia .....	57	Ceguera .....	31
Anfibio .....	22, 47	Celenterado .....	45
Anhídrido Carbónico .....	53	Células de Paso .....	10
Anillos Anuales .....	41	Células Flamíferas .....	97
Anuria .....	100	Ciego .....	27
Aorta .....	47	Ciclo del Nitrógeno .....	7
Apendicitis .....	27	Ciclo de Krebs .....	85, 86
Apnea .....	72	Ciclóstomo .....	20
Arco Branquial .....	59	Ciclo Respiratorio .....	72
Arterias .....	48, 54	Ciclosis .....	37
Artrópodo .....	19, 46, 86	Circulación .....	38
Asa de Henle .....	100	Citofaringe .....	15
Asfixia .....	67	Citopigio .....	15
ATP .....	84	Citostoma .....	15
Aurícula .....	47	Coagulación sanguínea .....	50
Autotrófico .....	5	Coanocito .....	97
Auxina .....	107	Coenzima .....	86
<b>B</b>			
Bacilo de Kock .....	74	Cofia .....	9
Banda de Caspari .....	10	Colesterol .....	28
Bazo .....	49	Colon .....	23, 27
Beri - beri .....	30	Clitelo .....	14
Bicúspide válvula .....	52	Cloaca .....	21, 17, 18, 87
Bilis .....	27	Cloroplasto .....	37
Bolo Alimenticio .....	28	Corcho .....	10, 41
Bonete .....	23	Cordado .....	20
Bulbo Raquídeo .....	72	Corteza .....	9
Branquias .....	47, 67	Cotiledones .....	87
Bronconeumonía .....	70	Cuajar .....	23
		Cuerdas Vocales .....	70

Cutícula	27, 10
Cutina	89
Crecimiento	38
Cristales	95
Crustáceo	19, 46

### D

Descompresión	76
Diabetes	27
Diafragma	52
Diarrea	28
Diástole	54
Diente	25
Difusión	5
DNA	27
Digestión	8
Disnea	72
Duodeno	27
Duramen	41

### E

Elementos figurados	50
Embolia	50
Embolo	50
Endodermis	10, 39
Enterón	16
Entrenudos	39
Envés	13, 64, 87
Epidermis	10, 39
Equinodermos	18
Eritoblastosis - Fetal	51
Eritrocitos	49
Erosión	12
Escorbuto	30
Esignomanómetro	54
Espiráculo	66
Espiración	71
Espirómetro	73
Esponja	49
Espongiocyte	16
Estomas	43, 89
Estrella de Mar	18
Eupnea	72
Exodermis	11

### F

Fagocitosis	6
Faringe	18, 20, 26

Felodermis	41
Felógeno	11
Fermentación	84
Feromona	108
Fibrina	50
Fibrinógeno	50
Filotaxis	88
Fitohormona	107
Floema	11
Folículo	88
Fórmula Dentaria	26
Fosas Nasales	69
Fosforilación	84
Fotólisis	80
Fotosíntesis	90

### G

Ganglio	57
Geotropismo	9
Giberelina	107
Gónadas	111
Glándula Endocrina	108
Glándula Paratiroides	105
Glándula Pineal	111
Glándula Pituitaria	109
Glándula Sudorípara	101
Glándulas Salivares	24
Glándulas Suprarrenales	109
Glándula Tiroides	108
Glándula Verde	97
Glóbulos	50
Grupos Sanguíneos	51
Gutación	96

### H

Haces Vasculares	40
Haustorio	8
Haz	13, 87
Hemeralopía	31
Hemofilia	50
Hemolinfa	57
Hemoglobina	74
Heterotrófico	7
Hematosi	73
Hidátodo	96
Hidra	17
Hifa	8
Hipsófilo	87

Hipertiroidismo	109
Hipotiroidismo	109
Hoja	87
Hongos	8
Hormona	108

### I

Ileon	27
Ingestión	21
Insulina	110
Islotes de Langerhans	110
Lamprea	21
Látex	96
Latidos	59
Lenticelas	64
Leño	141
Leucemia	57
Leucocito	49
Levadura	63
Líber	31
Linfa	57
Linfocitos	50
Libro	23
Lombriz de Tierra	18

### M

Mal de Altura	69
Mamífero	23
Manzana de Adán	69
Maxilares	25
Médula	11
Membrana Celular	5
Metabolismo	83, 85
Metamorfosis	107
Metazoos	16
Micelio	8
Mitral (Válvula)	52
Molinete Gástrico	19
Molleja	18
Monocotiledónea	42
Mutualismo	8

### N

NADP	79
Nariz	69
Nefridios	97
Nefritis	100
Nefrón	99

Nematocisto	16
Nervadura	87
Nomófilo	87
Nostrilas	70
Nudos	39
Nutrición	5

### O

Ojo Pineal	111
Opérculo	67
Orina	100
Oxígeno	63
Oxicarbohemoglobina	74
Oxihemoglobina	74
Oxido - Reducción	83

### P

Papera	27
Páncreas	27
Parásito	8, 16
Parótidas	27
Peces	21
Pelagra	30
Pelos	9
Pericardio	52
Periciclo	11
Peristaltismo	28
Perlesía	76
Pilorriza	9
Pinocitosis	6
Porífero	16
Pulmones	31
Pulso	54
Placenta	111
Plaquetas	49
Protombina	49
Pleura	70
Presión Arterial	54
Presión Osmótica	5
Protomio	18
Protoplasma	5
Protozoo	15

### Q

Quilo	26
Quimo	28
Quimiosíntesis	7

	Pág.
<b>R</b>	
Radios Medulares .....	41
Raíz .....	8
Rh .....	51
Raquitismo .....	31
Raquis .....	87
Ramificación .....	39
Rana .....	22
RNA .....	27
Recto .....	24
Resina .....	96
Respiración .....	63, 65, 67
Riñones .....	98
Rizoides .....	12
Rumen .....	23
Ruidos Cardíacos .....	54

<b>S</b>	
Sacos Pulmonares .....	69
Saliva .....	39
Sangre .....	49
Saprobios .....	8
Sarcodario .....	15
Seudópodos .....	15
Simbiosis .....	8
Siringe .....	68
Sistema Circulatorio .....	49
Sistema Digestivo .....	16
Sístole .....	54
Soroche .....	76
Suber .....	11
Sucesión Foliar .....	87
Surco oral .....	16

	Pág.
<b>T</b>	
Tallo .....	38
Tiburón .....	21
Tiflosol .....	21
Timo .....	111
Tanino .....	96
Tosferina .....	74
Tuberculosis .....	74
Tubos de Malphigio .....	97, 98
Tráquea .....	69
Traqueofita .....	39
Transpiración .....	64
Tricoma .....	11, 96
Trombocitos .....	50

<b>U</b>	
Urea .....	100

<b>V</b>	
Vejiga Natatoria .....	68
Vejiga Urinaria .....	98
Velamen .....	10
Venas .....	48, 54
Ventrículo .....	52
Vertebrado .....	20
Vitaminas .....	30
Voz .....	70

<b>X</b>	
Xilema .....	11, 40

<b>Y</b>	
Yeyuno .....	27