

BIOLOGIA INTEGRADA II



CURSO BASICO DE EDUCACION MEDIA



BIOLOGIA INTEGRADA II

INVESTIGACION

SERGIO SANCHEZ ORTIZ
BERTHA FERNANDEZ PADILLA

BIOLOGIA INTEGRADA II

3o. AÑO SECUNDARIA

CURSO BASICO DE EDUCACION MEDIA

DIDACTICA

MUESTRA

PROFESIONAL

PROHIBIDA SU VENTA

Adaptación a los Programas Colombianos
conforme al decreto 080 de Enero 1974.

María Emma de Neira

Bióloga Universidad Nacional de Colombia.



editorial didáctica

BOGOTÁ - COLOMBIA



PROLOGO



Las Ciencias Biológicas, como la mayoría de las Ciencias Naturales, han experimentado, en los últimos años, una serie de cambios; conceptos que se consideraban como verdaderos han sido modificados o ampliados, como resultado de nuevos descubrimientos realizados sobre todo con la ayuda de instrumentos de precisión.

Estos descubrimientos y avances científicos que nos permiten comprender la unidad de los seres vivos, en cuanto a su organización molecular, su fisiología, procesos evolutivos, diversidad morfológica e interdependencia con los seres vivos y factores físico-químicos que le rodean, nos exigen una constante revisión de los conocimientos biológicos, sobre todo cuando se trata de dosificarlos para llegar al nivel mental de los estudiantes.

El presente texto de *Biología Integrada* es de carácter experimental, por lo tanto no es definitivo ni completo, tiene por objeto ofrecer al estudiante los fundamentos esenciales de la Biología sobre organización y fisiología de los seres vivos. Se ha desarrollado considerando que su aprendizaje se debe realizar mediante la investigación y la experimentación, es decir tratando que el estudiante llegue al conocimiento de los fenómenos y funciones biológicas utilizando el Método Científico.

Agradecemos la gentil colaboración de la profesora María Emma de Neira, quien mediante sus orientaciones ha permitido adaptar el texto a los Programas Experimentales de *Biología Integrada* de Colombia.

LOS AUTORES

© Derechos de Autor reservados

SERGIO SANCHEZ ORTIZ
BERTHA FERNANDEZ PADILLA

© Derechos de Arte Gráfico reservados

BORIS ROMERO ACCINELLI

© Derechos de Edición reservados

EDITORIAL ARICA S. A. - 1974

Paseo de la República 3285 - San Isidro
Teléfono 40-16-70 - Casilla 3537
Lima - Perú

Coedición de:

EDITORIAL DIDACTICA Ltda.

Calle 36° 16-57 - Teléfono 45-47-81
A. aéreo 20722 - Bogotá - Colombia

EDITORIAL ARICA S. A.

Lima - Perú

EDITORA IZCALLI

Teléfono 544-7778 - Apartado 69,635
México 21, D. F. - México

IMPRESO EN COLOMBIA

PRINTED IN COLOMBIA

INDICE

PRIMERA UNIDAD

NUTRICION DE LOS SERES VIVOS *

	Pág.
— Fisiología celular	11
— Las plantas como organismos autótrofos	25
— Organismos heterótrofos	39
— Sistema digestivo en el hombre	49
— Alimentos	63

SEGUNDA UNIDAD

SISTEMAS CIRCULATORIOS Y RESPIRATORIOS

— La célula.— Movimiento endocelular	77
— El tallo como órgano de transporte del agua y sales	78
— Circulación y respiración en animales	88
— Sistema circulatorio del hombre	102
— Organos que forman el sistema circulatorio en el hombre	112
— Respiración en el hombre	122

TERCERA UNIDAD

ASIMILACION

— Materia y energía	147
— La hoja: órgano de asimilación	152
— Fotosíntesis *	158

CUARTA UNIDAD

SISTEMAS EXCRETORES

— Excreción en las células	179
— Excreción en los vegetales	181
— Excreción en los animales	183
— Histología	186
— Excreción en el hombre	194
— Sistema endocrino	203
— Bibliografía	217

ORIENTACIONES PARA EL USO DEL TEXTO

Cada Unidad Didáctica se ha desarrollado considerando tres aspectos: el teórico, el práctico y la evaluación.

El aspecto teórico tiene por fin que el alumno obtenga los datos necesarios para la solución del problema objeto de estudio.

El aspecto práctico o experimental tiene por finalidad que el alumno realice experiencias para descubrir a través de sus observaciones "nuevos" hechos o principios. Se deben realizar por equipos, formados preferentemente por cinco alumnos; los informes pueden ser individuales o de grupo.

En la evaluación se han considerado preguntas básicas, cuyas respuestas correctas deben ser el resultado de la integración de los cinco factores que intervienen en el aprendizaje. (Profesor, alumno, cuaderno de trabajo, texto y prácticas).

Todos estos aspectos deben desarrollarse considerando los pasos del Método científico, y mediante la elaboración de material didáctico.

1^a UNIDAD



NUTRICION DE LOS SERES VIVOS

- **FISIOLOGIA CELULAR.**
- **LAS PLANTAS COMO ORGANISMOS AUTOTROFOS.**
- **ORGANISMOS HETEROTROFOS.**
- **SISTEMA DIGESTIVO EN EL HOMBRE**
- **ALIMENTOS.**

CONTENIDO

FISIOLOGIA CELULAR.— LA CELULA: Tamaño, forma y estructura.— El protoplasma: Aspecto físico y Aspecto químico. El agua, sales minerales. Proteínas, lípidos, hidratos de carbono, ácidos nucleicos, enzimas. **FISIOLOGIA CELULAR.—** Nutrición, protección, reproducción. Fotosíntesis, síntesis de las proteínas, elaboración de hormonas, formación de pigmentos. **METABOLISMO CELULAR.—** Metabolismo energético: Obtención de la energía, almacenamiento y liberación de la energía.— Metabolismo plástico.— Seres autótrofos y heterótrofos.— **LA MEMBRANA CELULAR Y SU IMPORTANCIA.—** Difusión.— Filtración.— Osmosis. Fagocitosis y Pinocitosis.— Experiencias.— Cuestionarios.

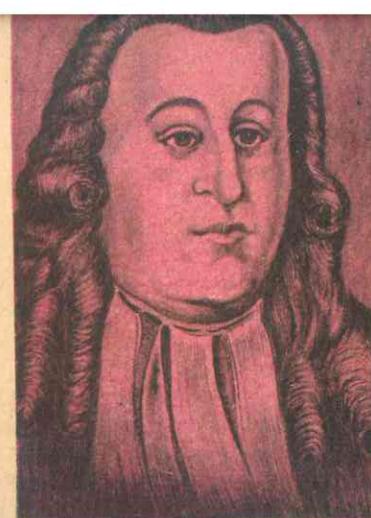
LAS PLANTAS COMO ORGANISMOS AUTOTROFOS.— Nutrición de las plantas.— **LA RAIZ, ORGANO DE ABSORCIÓN DEL AGUA Y DE LAS SALES MINERALES.—** Morfología de la raíz: Definición.— Clasificación de las raíces: Por su origen, por su forma, por su medio de vida.— Raíces especiales.— Fisiología de las raíces: Fijación, absorción y transporte, almacenamiento.— Vocabulario.— **NUTRICIÓN DE LOS VEGETALES SIN CLOROFILA:** Saprofitos y Parásitos.— Vocabulario.— **SECRECIÓN DE LAS PLANTAS.—** Alcaloides.— Aceites esenciales.— Caucho.— Taninos.— Colorantes.— Experiencias.— Cuestionarios.

ORGANISMOS HETEROTROFOS.— Digestión intracelular y extracelular.— Sistema digestivo incompleto y completo.— Sistema digestivo de los vertebrados: La boca, la faringe, el esófago, el buche, la molleja, el estómago, intestino delgado, el páncreas, el hígado, intestino grueso.— Absorción.— Experiencias.— Cuestionarios.

SISTEMA DIGESTIVO EN EL HOMBRE.— Organos que forman el sistema digestivo.— Tejidos que forman los órganos del sistema digestivo: Capa mucosa, Capa sub-mucosa, Capa muscular, Capa serosa.— La boca.— Los dientes.— Fórmula dentaria.— Partes y estructura de un diente.— La lengua.— Fisiología de la boca.— La faringe.— El esófago, el estómago.— Intestino delgado.— Intestino grueso.— Peritoneo.— **GLANDULAS ANEXAS AL SISTEMA DIGESTIVO.** Las glándulas salivales. Las parótidas.— Las sub-maxilares.— Las sub-linguales. Fisiología.— Hígado. Fisiología.— Páncreas. Fisiología.— **FISIOLOGIA DE LA DIGESTIÓN.—** Digestión mecánica.— Digestión química.— Enzimas.— Productos finales de la digestión.— Absorción intestinal.— Higiene del sistema digestivo.— Otras enfermedades comunes.— Vocabulario.

ALIMENTOS.— Metabolismo: Anabolismo y Catabolismo.— Alimentos.— Clasificación de los alimentos: Alimentos energéticos y alimentos no energéticos.— Hidratos de carbono o glúcidos: Monosacáridos, disacáridos, polisacáridos. Celulosa y almidón.— Lípidos o grasas.— Proteínas.— Sales minerales: Calcio, Hierro, Yodo, Sodio, Potasio, Cloro, Azufre y Fósforo.— Vitaminas.— Los siete grupos básicos de la alimentación.— Cuadro general de las vitaminas.— Valor calorífico de los alimentos.— Dieta alimenticia.— Experiencias.— Cuestionarios.

ROBERT - HOOKE
1635 - 1703



Científico inglés que en 1695 presentó a la Real Sociedad de Londres los resultados de sus investigaciones sobre "La textura del corcho por medio de lentes de aumento". Fue él quien dio el nombre de células a las cavidades que observó.

FISIOLOGIA CELULAR

CELULA.— Es la unidad que forma a todos los seres vivos.

De acuerdo a la Teoría Celular se la define como a la unidad morfológica, fisiológica y genética. **Morfológica**, porque sola o asociada forma a todos los seres vivos. **Fisiológica**, porque realiza todas las funciones vitales. **Genética**, porque transmite mediante los cromosomas los caracteres hereditarios de los padres a los hijos.

Según la Teoría Protoplasmática, la célula es una porción de protoplasma, diferenciado en núcleo y citoplasma, y limitada exteriormente por una membrana.

Tamaño.— Para observar la célula lo hacemos mediante el microscopio; por eso se dice que es **microscópica**. Sin embargo, existen células visibles a simple vista, como la yema del huevo, las fibras musculares.

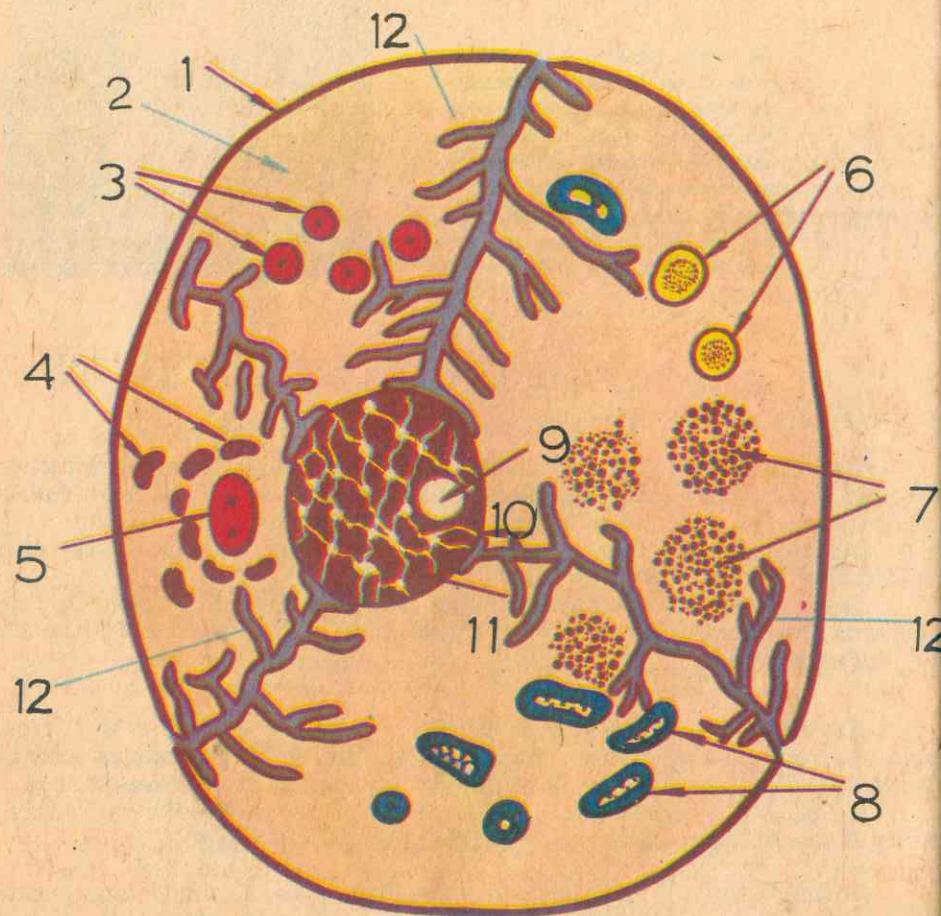
La unidad que se toma para medir la célula es la micra o micrón, que equivale a la milésima parte del milímetro (0.001 mm.).

Forma.— Cuando la célula se encuentra aislada tiene una forma esférica u ovoide; esta forma cambia cuando integra un tejido, siendo unas alargadas, como en las fibras musculares; aplanadas, como las células epiteliales; estrelladas, como las neuronas o células nerviosas.

Estructura.— Al observar al microscopio, una célula coloreada se aprecia que está formada por las siguientes partes:

- A) La membrana plasmática.
- B) El citoplasma, y
- C) El núcleo.

A) **Membrana plasmática.—** Es la capa externa que aísla la célula de otra o del medio externo; químicamente está formada por



- 1. —Membrana celular
- 2. —Citoplasma
- 3. —Lisosoma
- 4. —Complejo de Golgi
- 5. —Centrosoma
- 6. —Vacuolas

- 7. —Ribosomas
- 8. —Mitocondrias
- 9. —Nucléolo
- 10. —Membrana nuclear
- 11. —Cromatina
- 12. —Retículo endoplasmático

una capa externa e interna de proteínas y dos capas interiores de lípidos. Su función es regular el intercambio celular con el medio externo.

B) **El citoplasma.**—Es la parte del protoplasma comprendido entre la membrana plasmática y la membrana del núcleo. Cumple con las funciones de secreción, absorción, conducción y contracción.

Organoides citoplasmáticos.—Dentro del citoplasma se encuentran otras estructuras u orgánulos, los más importantes son:

6^o **Mitocondrias.**—Son numerosas en la célula y tienen la forma de cilindros o son esféricas. Se les considera como las máquinas energéticas de la célula, porque forman numerosas enzimas, intervienen en la respiración celular, y en ellas se depositan numerosas proteínas, lípidos y una sustancia energética como el ATP (Adenosintrifosfato), esencial para la actividad celular.

5^o **Ribosomas.**—Son partículas submicroscópicas formadas principalmente por el ácido ribonucleico (RNA) se les considera imprescindibles para la vida. Realizan la síntesis de las proteínas.

4^o **Lisosomas.**—Su tamaño varía entre los ribosomas y las mitocondrias. Elaboran enzimas digestivas. Se encuentran sólo en las células animales.

2^o **Complejo de Golgi.**—Visible mediante las sales de plata; está formado por un sistema de membranas. Interviene en la secreción, transporte y excreción de ciertas sustancias.

3^o **Centrosoma.**—O centro celular, se presenta durante la división celular para formar el huso acromático. No se observa en las células vegetales.

Gránulos.—Formados por la secreción de las células, como de proteínas, carbohidratos, pigmentos.

4^o **Vacuolas.**—Son secreciones encerradas por una membrana; tienen una consistencia líquida o semilíquida, como gotas de grasa. Los gránulos y las vacuolas están íntimamente relacionadas con las membranas del Complejo de Golgi.

Al microscopio electrónico se observa que el citoplasma presenta dos partes: 1^o La **Matriz citoplasmática**, donde se encuentran los orgánulos. 2^o El **Sistema vacuolar**, formado por el **complejo de Golgi**, la **membrana nuclear y el retículo endoplasmático**. Este último está formado por un sistema de túbulos y vesículas que se extiende desde la membrana plasmática hasta la del núcleo.

C) **El núcleo.**—Constituye la parte fundamental de la célula, porque toda célula sin núcleo, muere. Generalmente su forma es esférica y está situado en el centro de la célula.

Partes del núcleo.—Tenemos:

- 3^a a) **La membrana nuclear.**—Que separa la sustancia nuclear (carioplasma) del citoplasma. Regula el intercambio de sustancias entre ambas.
- b) **El jugo nuclear o carioplasma.**—Es la sustancia que ocupa todo el cuerpo nuclear.
- 4^a c) **Los cromonemas.**—Son granulaciones o filamentos que se colorean intensamente, debido a una sustancia llamada **cromatina**. Los cromonemas durante la división de la célula se transforman en los cromosomas, estructuras que transmiten los caracteres hereditarios.
- 7^a d) **Los nucleolos.**—Son corpúsculos refringentes cuyo número varía de uno a varios. Se cree que el ácido ribonucleico (RNA) se forma en ellos, para después pasar al citoplasma.

Funciones del núcleo.—Entre las más importantes tenemos:

- a) Controla el metabolismo de la célula, sobre todo el anabolismo.
- b) Controla el crecimiento y desarrollo de la célula.
- c) Es indispensable en la división celular.

EL PROTOPLASMA

Es la sustancia que forma todos los seres vivos, unicelulares y pluricelulares.

Aspecto físico.—El protoplasma se presenta bajo un estado especial llamado **coloidal**, de un color más o menos opaco; un **coloide** estructuralmente consta de dos fases: una llamada **dispersante**, formada por el agua, y la otra llamada **dispersa** formada por numerosas partículas de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, sales y otros.

Aspecto químico.—Químicamente el protoplasma es una sustancia muy compleja. Sin embargo, al realizarse el análisis se nota que son pocos los elementos que lo forman y ellos se encuentran en abundancia sobre la tierra.

Estos elementos, llamados **biogénicos**, son:

Oxígeno, carbono, nitrógeno, hidrógeno, calcio, fósforo, potasio, azufre, cloro, sodio, magnesio, fierro.

Al combinarse los elementos forman compuestos que se dividen en **orgánicos** porque contienen carbono, e **inorgánicos** los que carecen de carbono.

Los compuestos orgánicos son: las proteínas, los lípidos y los hidratos de carbono o glúcidos.

Los compuestos inorgánicos son: el agua y las sales minerales.

A. El agua.—Es el constituyente principal del protoplasma. En el cuerpo humano adulto se encuentra formando el 65% de su peso. Es importante porque:

- a) Sirve como fase dispersante en el sistema coloidal.
- b) Es el solvente de numerosas sustancias y sales minerales.
- c) Permite la realización del metabolismo, pues las enzimas sólo actúan en presencia del agua.
- d) Regula la temperatura, por su alto calor específico.
- e) Tiene un alto poder de estabilidad, es decir que no se descompone fácilmente.

B. Sales minerales.—Se encuentran formando moléculas llamadas **iones** con carga eléctrica positiva o negativa o combinados con las proteínas, lípidos e hidratos de carbono.

Entre los iones con carga positiva tenemos: sodio, potasio, calcio, magnesio y fierro. Entre los iones con carga negativa tenemos: cloro, azufre, fósforo y anhídrido carbónico, que forman cloruros, sulfatos, fosfatos y carbonatos, respectivamente.

Las sales minerales son importantes para nuestro organismo porque:

- a) Regulan la presión osmótica o la presión del líquido intracelular con el extracelular.
- b) Regulan el equilibrio ácido-base del protoplasma.
- c) Permiten el desarrollo de los huesos y dientes (calcio y fierro).
- d) Intervienen en la coagulación de la sangre (calcio).
- e) Intervienen en la formación de los glóbulos rojos (fierro).

Compuestos orgánicos del protoplasma:

A. PROTEINAS.—Son compuestos constituidos por: carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Son los constituyentes indispensables en la formación del protoplasma y la realización de numerosos procesos vitales.

Las proteínas se forman al combinarse los **amino-ácidos**.

Las proteínas son esenciales por:

- a) Ser parte esencial del protoplasma.
- b) Mantener las propiedades físicas de la célula.
- c) Ser fuente de energía.

B. LÍPIDOS.—Son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno y son insolubles en el agua. Los lípidos importantes son los **glúcidos** o los formados por la glicerina y un ácido graso (palmítico, esteárico u oleico). Son importantes por:

- a) Ser fuente de energía.
- b) Acumularse para servir como reserva de los alimentos.
- c) Proteger a ciertos órganos de los golpes (corazón, riñones).
- d) Defender del frío.

C. HIDRATOS DE CARBONO.—Son sustancias formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno (dos hidrógenos para un oxígeno). Son importantes porque:

Sirven como fuente de energía y producción de calor.

En el hombre se encuentran formando el **glucógeno** depositado en el hígado; la **lactosa**, que se encuentra en la leche; y la **glucosa**, en la sangre y músculos.

D. ACIDOS NUCLEICOS.—Son sustancias químicas indispensables desde el punto de vista de las funciones que realizan. Los más importantes son: el RNA (ácido ribonucleico) y el DNA (ácido desoxirribonucleico).

El RNA se encuentra en los ribosomas, en los nucleolos y en los cromosomas; su función es, principalmente, de realizar la síntesis de las proteínas.

El DNA es el constituyente químico de los cromosomas y por lo tanto el portador de los caracteres hereditarios.

E. ENZIMAS.—Son sustancias encargadas de acelerar o retardar una determinada reacción química que se realiza dentro de la célula sin intervenir en ella; su acción es específica. Así las tres enzimas del jugo pancreático, una la **lipasa pancreática** actúa sobre las grasas, otra la **amilopsina**, sobre las harinas y la **tercera tripsina** actúa sobre las proteínas.

VOCABULARIO

1.—Catalizador	6.—Lisosoma	11.—Organoide
2.—Coloide	7.—Micra	12.—Iones
3.—Cromatina	8.—Metabolismo	13.—Ribosoma
4.—Cromonema	9.—Mitocondria	14.—Protoplasma
5.—Enzimas	10.—Núcleo	15.—Protoplasto

FISIOLOGIA CELULAR

Todo organismo vivo, para mantenerse como tal, debe resolver los siguientes problemas: nutrición, protección y reproducción.

Nutrición.—Tiene por objeto incorporar sustancias llamadas alimentos, que proporcionan la materia y energía para crecer, reparar las gastadas y cumplir con otras funciones.

Protección.—Todo ser vivo debe ser capaz de percibir los cambios que se realizan en el medio ambiente, para protegerse de sus enemigos y de las condiciones adversas como el cambio de temperatura, la falta de agua, etc.

Reproducción.—Es la propiedad de todo ser vivo de dividirse o de formar otros individuos iguales a él.

Además de las funciones anteriores ciertas células pueden realizar otras como:

- Fotosíntesis**, función propia de las células vegetales que presentan pigmentos como la clorofila.
- Síntesis de las proteínas**, debido a la propiedad de un ácido nucleico que le permite a la célula elaborar una determinada proteína.
- Elaboración de hormonas**, que consiste en la capacidad de un grupo de células, que forman las glándulas como las suprarrenales, de elaborar sustancias químicas llamadas hormonas, importantes para regular la actividad del ser vivo.
- Formación de pigmentos**, la mayoría de las células vegetales elaboran dos tipos de pigmentos, unos insolubles en el agua llamados **plastídios** entre los cuales tenemos a la **clorofila** de color verde, los **carotenos** de color anaranjado, las **xantófilas** de color amarillo, etc. Entre los pigmentos solubles en el agua tenemos un grupo denominado **antocianinas**, de color rojo, azul, amarillo, etc.; estos pigmentos se encuentran dentro de las vacuolas.

Las células animales también elaboran pigmentos como la **melanina**; así el color de la piel del hombre se debe a la mayor o menor cantidad de esta sustancia.

METABOLISMO CELULAR

El metabolismo consiste en los continuos cambios químicos que se realizan dentro de la célula, debido al ingreso y salida de ciertas sustancias. El metabolismo consta de dos fases: una de ingreso, asimilación o síntesis, llamada **anabolismo**; y otra de salida, desasimilación o análisis, o **catabolismo**.

Para que una célula cumpla con el metabolismo, necesita de dos cosas: **energía** para que se realicen las reacciones; y **materia** para reparar la materia y energía gastadas y formar sustancias de reserva o para crecer.

1 —Metabolismo energético.

Energía es todo lo que produce trabajo. La energía en las sustancias orgánicas se encuentra en las uniones covalentes de las moléculas que la forman. Al separarse las uniones covalentes se libera la energía que se mide en unidades llamadas calorías.

Se da el nombre de caloría a la cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado centígrado la temperatura de un gramo o de un kilogramo de agua; en el primer caso, tenemos la **caloría gramo**, y en el segundo, la **caloría kilogramo**.

Las células, cualquiera que sea su clase, muscular, nerviosa, vegetal, etc., adquieren la energía del Adenosin trifosfato o ATP, considerada como la molécula universal de energía.

A) **Obtención de la energía.**—Las células elaboran sus propias moléculas

de ATP, pero para hacerlo necesitan de otra fuente de energía, que puede ser:

- a) **De la luz solar.**—Lo realizan las células de los vegetales con cloroplastos, pues mediante la clorofila pueden transformar durante la **fotosíntesis**, la energía luminosa en energía de enlace químico y moléculas de ATP. A estas células se les denomina **autótrofas**.
 - b) **De las sustancias inorgánicas del ambiente.**—Pertenecen a este grupo numerosas bacterias como las nitrobacterias, las sulfobacterias, las ferrobacterias; tienen la propiedad de extraer energía a partir de ciertas moléculas inorgánicas, llamándose a este proceso **quimiosíntesis**.
 - c) **De las sustancias orgánicas.**—Es propia de todas las células que carecen de cloroplastos; el ATP se forma durante una serie de reacciones químicas, llamadas de "respiración celular"; al descomponerse la glucosa mediante enzimas, en agua, y anhídrido carbónico.
- B) **Almacenamiento, y liberación de la energía.**— Las células y los seres vivos almacenan la energía que han tomado del medio, sea de la luz solar o de otra sustancia orgánica formando ciertas sustancias. Cuando la célula necesita de dicha energía la libera **oxidando** dichas sustancias, llamándose a esto **respiración**.

Se da el nombre de oxidación a:

- La combinación del oxígeno con una sustancia o elemento.
- El reemplazo o desplazamiento del hidrógeno de una molécula.
- La pérdida de electrones. Así, hay oxidación cuando el ion ferroso divalente se convierte en ion férrico trivalente, al perder un electrón.

La oxidación que más interesa a la biología es la segunda, o sea cuando el hidrógeno es desplazado mediante enzimas llamadas **deshidrogenasas**, que se encuentran dentro de las mitocondrias.

La energía liberada mediante la respiración no se utiliza de inmediato, sino que es dosificada y almacenada en una sustancia llamada **adenosín trifosfato (ATP)**, que se encuentra en las mitocondrias y de donde es directamente utilizada por la célula. Cuando la célula necesita de cierta cantidad de energía, el ATP cede sus calorías (8,000) y se convierte en **adenosín difosfato (ADP)**.

Liberada la energía, ésta se transforma en movimiento, en energía, para realizar otros fenómenos químicos (síntesis, secreciones, etc.) o en calor, etc.

La respiración celular es una oxidación de los compuestos orgánicos, principalmente de la glucosa.

Sin embargo, la respiración se puede realizar sin el oxígeno o con él. En el primer caso la respiración se denomina **Anaeróbica** y en el segundo **Aeróbica**.

En la **respiración Anaeróbica**, la glucosa es transformada en el **ácido pirúvico**, mediante la acción de 2ATP para ganar 4ATP; el ácido pirúvico, de acuerdo a la enzima presente, se transforma en **alcohol y anhídrido carbónico o en ácido láctico**.

En la **respiración Aeróbica**, la oxidación de la glucosa se inicia como en el caso anterior, con la diferencia que el ácido pirúvico es oxidado, para transformarse en **anhídrido carbónico y agua** y ganar 36 ATP que sumados a los 2ATP hacen igual a 38 ATP.

En resumen, en la respiración anaeróbica no se requiere oxígeno y se gana 2ATP (4ATP que se obtiene, menos 2ATP que intervienen = 2ATP); mientras que en la respiración aeróbica interviene el oxígeno y se forman 38 ATP, siendo esta respiración 20 veces más eficiente que la anaeróbica.

2.—Metabolismo Plástico. Consiste en la necesidad de toda célula de sustancias para reparar las que han sido utilizadas y que permitan su crecimiento. Ello se cumple mediante los **alimentos**.

De acuerdo a cómo obtienen sus alimentos, la célula y seres vivos se dividen en:

- a) **Autótrofos.** Cuando elaboran su alimento tomando sustancias inorgánicas. A este grupo pertenecen todos los vegetales fotosintéticos.
- b) **Heterótrofos.** Cuando su alimento lo toman de otras sustancias orgánicas. A este grupo pertenecen todos los animales y los vegetales sin clorofila. En dichos organismos, los alimentos deben ser **ingeridos**, luego **digeridos** y más tarde **excretados**, porque no todos pueden ser utilizados como sustancias nutritivas (huesos, celulosa).



Podemos resumir el concepto, de metabolismo como una serie de procesos de destrucción y construcción que se encuentran íntimamente relacionados con la nutrición, la producción y el movimiento.

LA MEMBRANA CELULAR Y SU IMPORTANCIA

Debemos recordar que toda célula está rodeada de un líquido y que la membrana establece claramente una separación entre el líquido extracelular y el intracelular. Además, a través de la membrana ingresan alimentos, oxígeno, hormonas y otros, y salen anhídrido carbónico, agua, úrea. Este continuo intercambio está regulado por la membrana, que tiene un gran poder de selección; aunque también dicha función depende del tamaño, de la naturaleza de la sustancia y de la carga eléctrica de los iones.

Físicamente, este ingreso y salida de las sustancias a través de la membrana se explica mediante la difusión, filtración y ósmosis.

Difusión.—Consiste en la migración de las moléculas de un líquido o gas del lugar donde se encuentra más concentrado, a otro de menor concentración, debido a su propio movimiento. Así, si se destapa un frasco de perfume, el olor se percibe después de un rato en toda la habitación.

Cuando una sustancia en solución pasa a través de una membrana, el proceso se denomina **diálisis**.

Como ejemplo de difusión tenemos: el intercambio de gases en los alvéolos pulmonares y en los tejidos; el ingreso de las sustancias que forman el quilo: del intestino a los capilares sanguíneos y de éstos a los tejidos y células.

Filtración.—Consiste en el paso de una sustancia a través de un filtro, como resultado de la presión ejercida sobre ambos lados del mismo. Cuando se mezcla arena con agua y se filtra queda retenida la arena y pasa el agua.

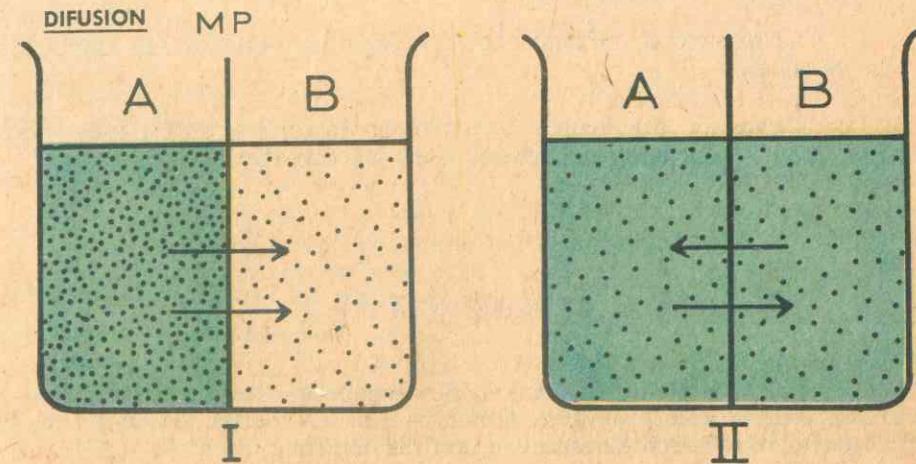
Como ejemplo de filtración tenemos el paso del agua, cloruro de sodio, úrea, en los glomérulos de Malpighio, debido a la presión de la sangre, mientras que otras sustancias no lo hacen. También el paso del plasma sanguíneo a los tejidos debido a la presión de la sangre.

Osmosis.—Consiste en el paso del agua a través de una **membrana semipermeable**, debido a la diferente concentración a uno y otro lado de la membrana. La fuerza que produce dicho pasaje recibe el nombre de **presión osmótica**.

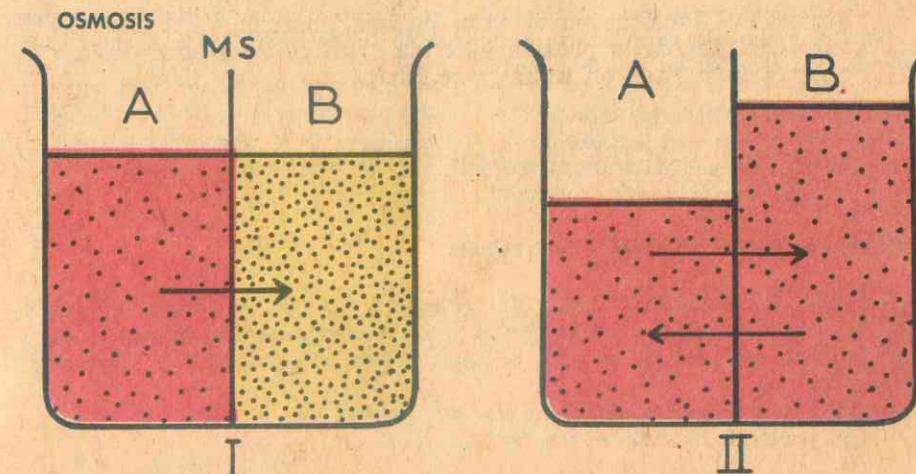
FAGOCITOSIS Y PINOCITOSIS

Aunque la membrana celular tiene un gran poder selectivo y regula el intercambio de las sustancias de acuerdo a los factores señalados, existen ciertas células capaces de introducir partículas grandes de sustancias más o menos sólidas y de líquidos como el agua.

ESQUEMA DE LA DIFUSION Y OSMOSIS



En el vaso I tenemos dos soluciones: en A más concentrada que en B, separadas por una membrana permeable (MP); las moléculas de la sustancia disuelta en A pasan a B hasta igualar la concentración en A y en B, como se observa en el vaso II (El paso de las moléculas a través de una membrana recibe el nombre de diálisis).



En el vaso I tenemos dos soluciones: A menos concentrada y B más, pero cuyas moléculas, debido a su tamaño, no pueden atravesar la membrana semipermeable (MS); para igualar la concentración se establece una corriente de agua de A hacia B, por lo que el agua disminuye en A, mientras que aumenta en B, (es lo que se observa en el vaso II.)

a) La fagocitosis consiste en el ingreso de sustancias sólidas dentro de la célula, como ocurre en los protozoarios. En el hombre se considera que tiene más una función defensiva, porque mediante dicha propiedad los glóbulos blancos ingieren sustancias extrañas, como las bacterias, que producen enfermedades.

b) La pinocitosis consiste en el ingreso de vesículas de agua dentro de la célula.

Los lisosomas intervienen activamente durante la fagocitosis y pinocitosis, porque contienen numerosas enzimas digestivas.

EXPERIENCIAS

Material de trabajo. Microscopio — Aguja enmangada — porta y cubre objetos — gotero — mechero de alcohol — vidrio de reloj — petri. — navaja. Colorantes: lugol, eosina, fucsina, aceto-carmin, hematoxilina, azul de metileno.

1.—Célula epitelial de la mucosa bucal del hombre.

Técnica.— Raspar ligeramente con la uña la pared interna de la boca, limpiar el contenido con la aguja enmangada y el producto obtenido dépositese sobre el porta objeto al que previamente se le ha dejado caer una gota de agua. Calentar ligeramente mediante el mechero hasta la desecación de la gota; luego agregar una gota de azul de metileno y esperar dos minutos. Con el gotero echar gotas de agua destilada sobre el preparado, para lavarlo hasta que no suelte color. Poner el cubre objeto y observar con objetivo de 10, luego con el de 45.

- ¿Qué forma tienen las células?.....
- ¿Puede diferenciar la membrana, el citoplasma y el núcleo?
- ¿Dónde se encuentra situado el núcleo?.....
- ¿Por qué se colorea más el núcleo?.....

2.—Célula epidérmica del catáfilo de la cebolla.

Técnica.— Con la navajita hacer un corte de 2 x 3 mm. en la cara interna del catáfilo de la cebolla, luego arrancar con la pinza la membrana transparente y llevarlo al portaobjeto que ya tiene su gota de agua. Colocar el cubreobjeto y observar con objetivo de 10.

- ¿Qué forma tienen las células y cómo se disponen?.....
- ¿Qué partes de la célula se observa?.....

3.—Observación del núcleo.

- a) Al preparado anterior agregar una gota de lugol, después de dos minutos observar con el objetivo de 10.
- ¿Observa el núcleo?.....
 - ¿Cuántos núcleos presenta cada célula?.....

b) Observe con el objetivo de 45.

- ¿Qué partes del núcleo puede observar?.....
- ¿Por qué el carioplasma no se colorea uniformemente?
- ¿Qué otras partes del núcleo observa?.....

4.—**Plasmólisis.** Preparar un fragmento del tejido epidérmico de la hoja de zebrina, roheo (parte coloreada) o la cara externa de catáfilo de la cebolla.

Técnica.— Colocar dicho fragmento sobre el porta objeto, que contiene una solución sobresaturada de agua con sal o azúcar.

- Poner el cubre objeto y observar con el objetivo de 10.
- ¿Qué color tienen las células?
- ¿Este color se debe al jugo celular de la vacuola?
- Después de dos minutos ¿qué observa en las vacuolas?.....
- ¿Qué sustancia ha perdido la vacuola?.....
- ¿Por qué se produce ese fenómeno?.....

5.—Experiencia sobre exósmosis.

Técnica.—Separar la clara de un huevo y echarla en una bolsita de celofán, agregar 2 gr. de cloruro de sodio; amarrar la bolsita y sostenerla, con una pinza, dentro de un vaso que contiene agua destilada, durante 15 minutos. Retirar la bolsita y en un tubo de ensayo que contiene una solución de nitrato de plata, vaciar un poco de agua destilada del vaso.

- ¿Qué observa en el tubo que contiene nitrato de plata al agregarse el agua destilada del vaso?
- ¿Qué nos demuestra esta experiencia?
- ¿En las células también se realiza dicho fenómeno?
- ¿Que nombre tiene este fenómeno físico?
- ¿El mismo fenómeno se observa si se agrega agua destilada pura a la solución de nitrato de plata?

6.—Observación del movimiento Browniano.

Tomar un estilete e introducirlo en un frasco que contenga tinta china, luego dejar caer una gotita sobre un porta objeto, agregar una gota de agua, colocar el cubre objeto y observar en un microscopio con objetivo de 10.

- ¿Qué observa?.
- ¿Qué nombre tienen los puntos brillantes que se desplazan?...

CUESTIONARIOS

1.—¿Qué objeto tiene la:

- a) Nutrición?
- b) Protección?
- c) Reproducción?

- 2 .—¿En qué consiste el catabolismo?
- 3 .—¿Qué predomina en una célula joven: el anabolismo o el catabolismo?
 ¿por qué?
- 4 .—¿Cuáles son las formas de ingreso de sustancias a la célula a través de la membrana?
 a) b) c)
- 5 .—¿Cuándo una membrana es semipermeable?
- 6 .—¿Cuál es la diferencia entre la filtración y la ósmosis?
- 7 .—¿Qué les sucede a los glóbulos rojos si se colocan en una solución hipotónica?
- 8 .—Explique en qué consiste la:
 a) Fagocitosis
 b) Pinocitosis
- 9 .—¿A qué se denomina mitosis?
- 10 .—¿Cuáles son las fases de la mitosis?
- 11 .—¿Qué fase es la más importante de la mitosis? ¿Por qué?
- 12 .—¿A qué se denomina:
 a) Cariocinesis?
 b) Citocinesis?

LAS PLANTAS COMO ORGANISMOS AUTOTROFOS

Nutrición de las plantas.—Ya hemos dicho que todo ser vivo necesita de materia y de energía para cumplir con todas las funciones vitales; la materia sirve para reparar las gastadas, permitir su crecimiento o para acumularse como sustancia de reserva; la energía es necesaria para poder realizar los diversos fenómenos físico-químicos. Los seres vivos adquieren la materia y energía del medio que los rodea. Los vegetales con clorofila lo hacen mediante la **fotosíntesis**.

Se da el nombre de fotosíntesis porque se realiza durante el día (Foto = luz, síntesis = unión). Es una función propia de todas las plantas con **clorofila** y consiste en la elaboración de las sustancias orgánicas que necesitan para nutrirse, pero tomando el agua y el anhídrido carbónico.

Mediante la fotosíntesis el agua y anhídrido carbónico se transforma en materia (glucosa, etc.) y la luz solar es tomada para transformarse en energía química.

Esta forma de alimentación se denomina **autotrófica**, porque la planta obtiene su alimento al realizar la fotosíntesis.

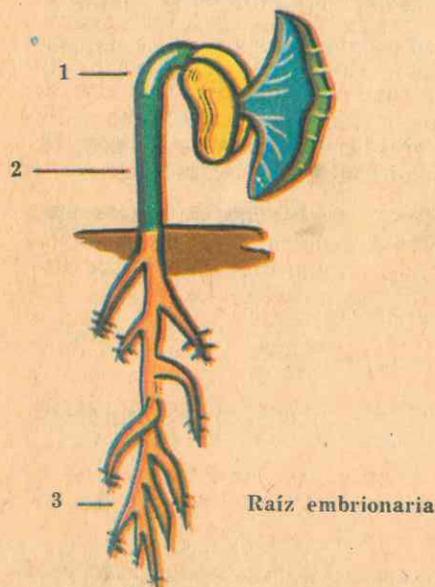
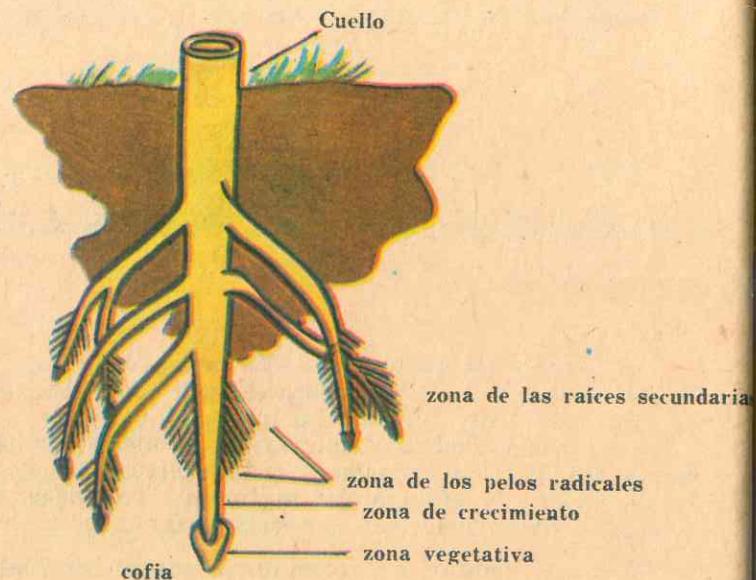
Para que se pueda realizar la fotosíntesis es necesario que se encuentren presentes los cuatro factores siguientes:

- 1.—La luz solar, como fuente de energía.
- 2.—La clorofila, como sustancia catalizadora.
- 3.—El agua, como materia; y
- 4.—El anhídrido carbónico, también como materia.

También se consideran a la temperatura e intensidad de iluminación como factores limitantes en la fotosíntesis.

LA RAIZ, ORGANO DE ABSORCION DEL AGUA Y DE LAS SALES MINERALES

El agua es una sustancia que se encuentra ampliamente distribuida en la corteza terrestre bajo los tres estados: líquido, sólido y gaseoso. Las sales minerales que necesitan la plantas también se encuentran formando



el suelo y son solubles en el agua. El agua y sales minerales penetran al interior de las plantas mediante la raíz.

MORFOLOGIA DE LA RAIZ

Definición.—La raíz en la mayoría de los casos, es un órgano subterráneo, se caracteriza porque presenta pelos radicales y cofia, diferenciándose del tallo porque no presenta yemas ni hojas.

Normalmente se originan en la radícula del embrión.

Clasificación de las raíces.—Se hace atendiendo a diversos aspectos como:

A.—Origen.—Las raíces se dividen en:

a) **Embrionarias.**—Cuando se originan en la radícula del embrión.

b) **Adventicias.**—Cuando se originan en el tallo o en las hojas. Presentan este tipo de raíces todas las plantas que se multiplican por acodos, estacas. Como ejemplo tenemos el clavel, el geranio, el saúce, la begonia, la violeta africana, la fresa, la hoja del aire, etc.

B.—Forma.—Se dividen en:

a) **Pivotantes.**—Cuando el eje principal o raíz primaria se desarrolla más que sus ramificaciones. Estas raíces son propias de las plantas dicotiledóneas y gimnospermas, como la alfalfa, diente de león, naranjo, ciprés, pino, etc.

b) **Fasciculadas.**—Cuando no existe una raíz principal y todas las raíces que se originan a la misma altura tienen más o menos el mismo diámetro y longitud; este tipo de raíces son propias de las plantas monocotiledóneas, como, la cebolla, el maíz, el trigo, la palmera, el cocotero, etc.

c) **Tuberosas.**—Cuando la raíz almacena sustancias de reserva aumentando su diámetro; tanto las raíces pivotantes como las fasciculadas se pueden transformar en tuberosas. Como ejemplo tenemos la zanahoria, el nabo, la yuca, el camote, el rabanito, la remolacha, etc.

C.—Medio de vida.—Se consideran las siguientes:

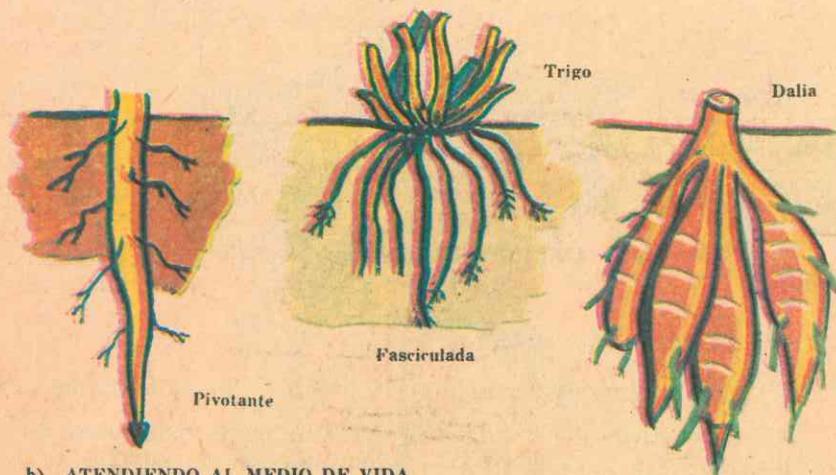
a) **Subterráneas.**—Son las raíces que se desarrollan normalmente dentro del suelo.

b) **Acuáticas.**—Son propias de las plantas adaptadas a vivir en el agua, algunas flotan como la lentejita de agua, el repollito de agua, la Eichornia; otras permanecen fijas como la totora, la sagitaria, etc.

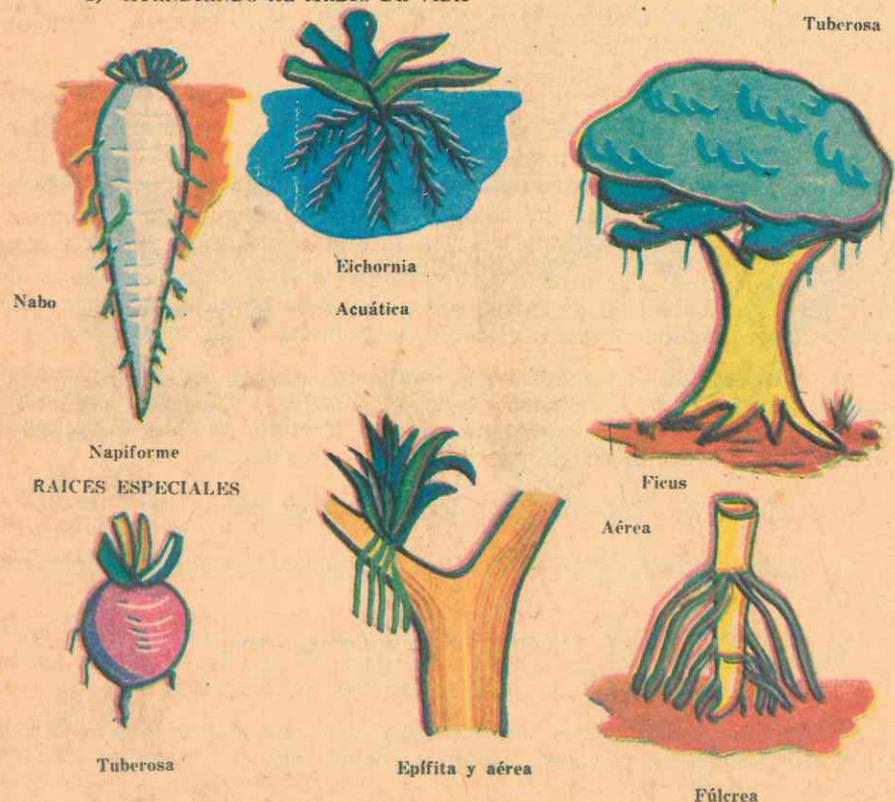
c) **Aéreas.**—Son raíces que se forman en las ramas del tallo y al crecer se dirigen hacia el suelo. Como ejemplo tenemos el ficus, muchas orquídeas y bromeliáceas.

CLASES DE RAICES

a) ATENDIENDO A SU FORMA



b) ATENDIENDO AL MEDIO DE VIDA



RAICES ESPECIALES

RAICES ESPECIALES

Se denomina así a determinadas raíces que desempeñan funciones distintas a las normales, presentándose muy modificadas en su forma y aspecto. Entre ellas tenemos:

- Las raíces **tuberosas**, que almacenan sustancias de reserva.
- Las raíces de las plantas **epífitas**, cuando la planta crece normalmente sobre los troncos o ramas de los árboles, como se observa en las orquídeas; las raíces sirven más como un órgano de sostén.
- Raíces fúlcreas**, se observan en el maíz y en el pandanus, el mangle, son raíces adventicias que se originan en los nudos o ramas del tallo, con el fin de sostener mejor a la planta.

FISIOLOGIA DE LAS RAICES

Las raíces realizan las siguientes funciones en la planta: fijación, absorción, transporte y almacenamiento.

a) **Fijación.**—Mediante las raíces las plantas son fijadas al suelo o al medio donde viven. También sirve para mantener la posición vertical de la planta.

b) **Absorción y transporte.**—Es la función más importante de la raíz; por medio de ella absorbe el agua y las sales inorgánicas necesarias. Esta función no se realiza en todo el cuerpo de la raíz sino en la parte más joven, denominada **zona de los pelos radicales**.

Un pelo radical es una prolongación de una célula epidérmica y tiene una duración de pocas semanas.

El transporte del agua y sales se realiza mediante un tejido especial denominado xilema, que está formado por las células llamadas **tráqueas**. Como el xilema de la raíz se continúa con el del tallo, el agua y las sales son distribuidas por toda la planta.

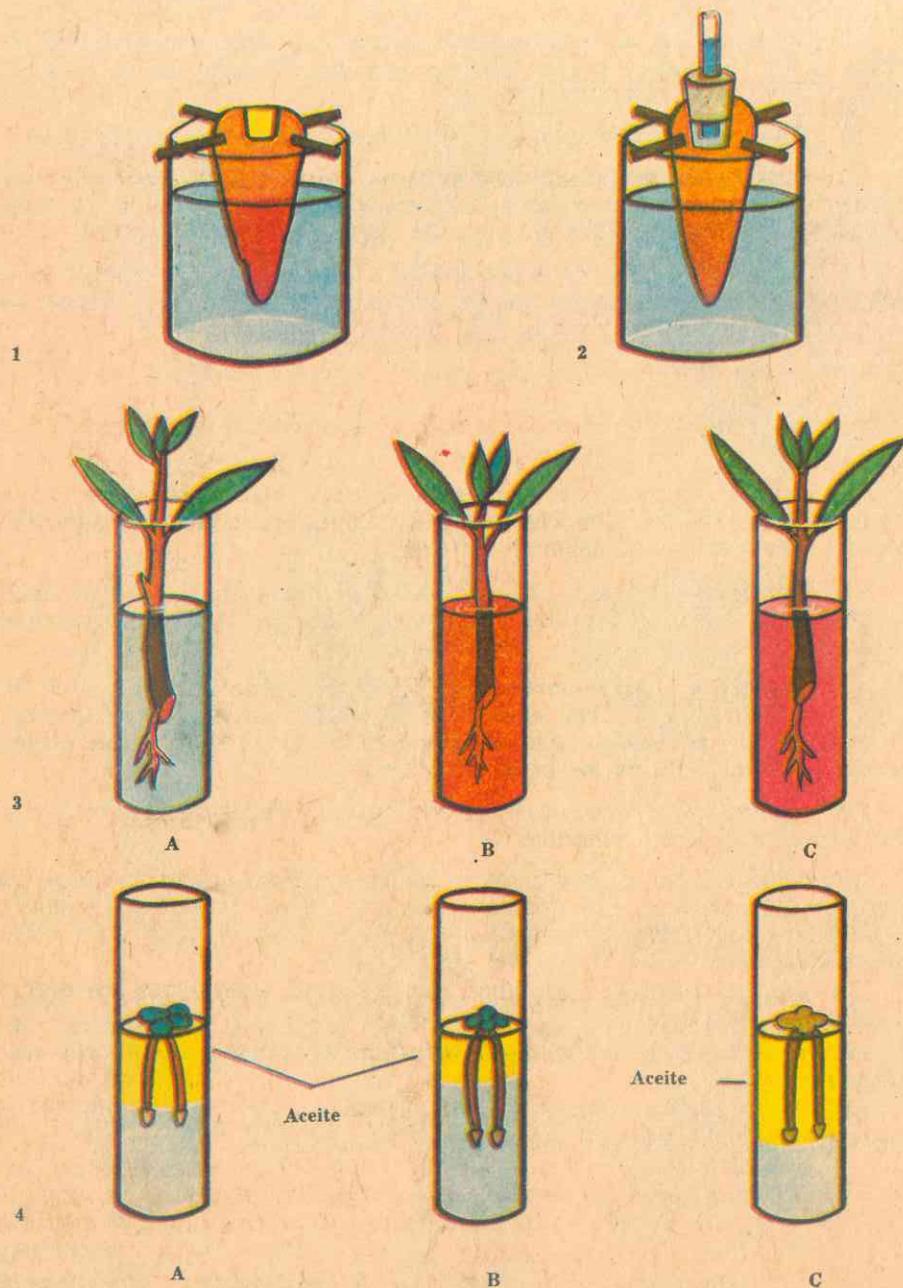
c) **Almacenamiento.**—Muchas plantas tienen la propiedad de almacenar en la raíz las sustancias que se elaboran durante la fotosíntesis, por cuyo motivo las raíces se convierten en tuberosas, como la zanahoria, nabo, camote.

Esta propiedad es frecuente en plantas bienales y perennes de las regiones templadas o las que viven en las zonas áridas.

VOCABULARIO:

- | | | | |
|----------------|---------------|----------------|-------------|
| 1.—Catalizador | 3.—Fenómeno | 5.—Metabolismo | 7.—Tuberosa |
| 2.—Factor | 4.—Fisiología | 6.—Síntesis | 8.—Vital. |

EXPERIENCIAS CON LAS RAICES



NUTRICION DE LOS VEGETALES SIN CLOROFILA

Existen numerosos vegetales que carecen de clorofila para realizar la fotosíntesis, como los hongos, las bacterias y algunas plantas con flores como la cúscuta; por consiguiente no son autotróficos. Ellos se alimentan como los animales, de sustancias orgánicas, o sea que son heterotróficos.

Desde este punto de vista se considera a los vegetales saprófitos y a los parásitos.

Saprotitos.—Se denomina saprofito cuando el vegetal obtiene su alimento de un organismo muerto o en descomposición, por ello se desarrollan sobre la sustancia que le sirve de alimento. A este grupo pertenecen la mayoría de los hongos y de las bacterias.

Parásitos.—En este caso la planta obtiene su alimento de otra planta o animal vivo, que recibe el nombre de **huésped**, y en la mayoría de las veces éste es afectado en su crecimiento, nutrición e inclusive puede ocasionarle la muerte.

Ciertos hongos y bacterias también pertenecen a este grupo.

En las plantas con flores como la cúscuta, sus raíces penetran al interior del huésped, hasta encontrar los vasos que conducen la savia orgánica (floema), para absorber su alimento.

VOCABULARIO:

- | | | |
|---------------|------------------|--------------|
| 1.—Aminoácido | 4.—Lipasa | 7.—Molécula |
| 2.—Amoníaco | 5.—Heterotrófico | 8.—Nitrógeno |
| 3.—Lípidos | 6.—Huésped | 9.—Proteína. |
| | | 10.—Inocuo. |

SECRECION DE LAS PLANTAS

Como consecuencia del metabolismo, las células segregan sustancias que deben de ser eliminadas.

En las plantas no existe un sistema encargado de eliminar las sustancias formadas en el interior de las células; entonces, dichos productos, si son tóxicos o dañinos a la planta, se combinan con otros para convertirse en inocuos, acumulándose o depositándose en la célula.

Las plantas poseen células o tejidos glandulares encargados de formar y elaborar una serie de sustancias de gran utilidad a ellas, y otras de ningún valor, aunque sí tienen un gran interés práctico para el hombre.

Entre los productos resultantes del metabolismo tenemos los que sirven para proteger, como ceras, los antibióticos, los alcaloides, aceites esenciales, caucho, vitaminas, taninos, pigmentos, etc.

ALCALOIDES. Químicamente, son compuestos nitrogenados. Forman un grupo de sustancias fisiológicamente activas para el hombre. No son sintetizados por todas las plantas sino por determinadas; así, tenemos la nicotina, formada por el tabaco; la cafeína, formada por el café; la teína, por el té; la teobromina, por el cacao; la morfina, por la amapola; la quinina, por la chinchona, etc.

ACEITES ESENCIALES. Se encuentran en las flores (rosa), frutos, raíces (jengibre). Otros ejemplos: el aceite de geranio, jacinto, romero, sándalo, alcanfor, cedro, eucalipto, anís, pino.

EL CAUCHO. Sustancia elaborada sólo en plantas del grupo de las euforbiáceas, las moráceas y las compuestas; químicamente es un politerpeno.

El caucho industrial se obtiene de la *Hevea brasiliensis*.

TANINOS. Son sustancias orgánicas que se localizan en la madera, las hojas, los frutos y las raíces de muchas plantas como, por ejemplo, el roble, el quebracho, la tara, etc. Se emplean para la industria del cuero.

COLORANTES. O pigmentos; las plantas lo elaboran bajo dos formas: unos insolubles en el agua y otros solubles. Entre los primeros, tenemos los **carotenoides** de color amarillo, anaranjado o rojo, importantes porque un tipo de éstos forma la vitamina A; las **xantófilas**, de color amarillo, diferenciándose de los carotenoides porque su molécula posee oxígeno; por ejemplo, la zeaxantina, que da el color amarillo a los granos del maíz.

La **clorofila**, indispensable en la fotosíntesis; en la industria se emplea como colorante y desodorante.

A los pigmentos solubles en el agua se les llama **antocianinas**. Se encuentran principalmente en las flores, bajo diversos colores como rojo, azul, amarillo. Ejemplo: el rojo de los pétalos del geranio, el azul de la planta llamada "pajarito", etc.

EXPERIENCIAS

1.—Como órgano de absorción.

Tome una raíz de zanahoria y perfórela por la parte superior hasta 5 cms. de profundidad por 3 cms. de diámetro; luego ponga en la cavidad un poco de azúcar; después introduzca la zanahoria en un vaso con agua, de tal manera que no cubra la parte superior. Dejar una hora.

1.—¿Qué ha pasado con el azúcar de la zanahoria?

2.—Hacer igual preparación con otra raíz de zanahoria, pero cerrar la perforación con un corcho atravesado por un tubo de vidrio o plástico, luego colocar verticalmente la raíz en otro vaso de agua. Dejar por lo menos 4 o más horas.

- 1.—¿Qué observa en el tubo que atraviesa el corcho?
- 2.—¿Por qué se llena la perforación de la raíz de la zanahoria, con azúcar?
- 3.—¿Qué nombre recibe este fenómeno mediante el cual, el agua penetra al interior de la raíz a través de las membranas celulares?

3.—Como órgano de absorción y selección.

Tomar tres plantitas en germinación, luego introducirlas respectivamente en un tubo de prueba; el primer tubo (A) contiene agua corriente; el 2º (B) una solución de rojo congo en agua; y el 3er. tubo (C) una solución de eosina en agua. Dejar 4 horas.

- 1.—¿Permanecen lozanas las tres plantitas?
- 2.—¿Se ha coloreado la plantita introducida en la solución de rojo congo?
- 3.—¿Se ha coloreado la plantita introducida en la solución de eosina?
- 4.—¿Cómo explica dicho fenómeno?

4.—Cómo demostrar que la absorción del agua y sales minerales se realiza en una zona determinada de la raíz.

Tomar tres plantitas, a la primera introducirla en un tubo de prueba o vaso (A) que contenga agua y aceite (el aceite por ser menos denso que el agua se sitúa en la parte superior), de tal manera que el aceite cubra toda la parte superior de la raíz hasta la cofia; a la segunda plantita introducirla en otro tubo de prueba (B) de manera que el aceite cubra las dos terceras partes; y a la tercera plantita colocarla dentro del tubo de prueba (C) donde el aceite cubra toda la raíz. Dejar 4 horas.

- 1.—¿Qué observa en la plantita N° 1?
- 2.—¿En la plantita N° 2?
- 3.—¿En la plantita N° 3?
- 4.—¿Qué conclusión se obtiene de esta experiencia?

5.—Como órgano de transporte del agua.

Esta función se demuestra mediante la experiencia N° 2.

6.—Cómo demostrar que la raíz exhala anhídrido carbónico.

Coloque la raíz de una planta joven sobre la superficie bien pulimentada de mármol y cúbrala con aserrín húmedo durante varios días, luego quite el aserrín y observe qué ha ocurrido con la parte del mármol que estuvo en contacto con la raíz.

1.—¿Cómo explicaría Ud. este fenómeno?

7.—Otra experiencia.

Dentro de una campana de vidrio colocar trozos de raíces de zanahoria y un recipiente que contenga agua de cal (Ca(OH)2); ajustar bien los bordes de la campana, para impedir el ingreso de aire. Dejar varias horas.

1.—¿Qué se observa en el agua de cal?

2.—¿Cómo explicaría dicho fenómeno?

8.—Observación de los pelos radicales de la raíz.

Tomar una raíz joven de una planta en germinación, o la raíz joven del lirio, y hacer cortes transversales con una navajita de afeitar o micrótopo; dejar caer los cortes en un petri con agua; luego escoger el corte más delgado y preparar una lámina, cubriéndola con el cubreobjeto. Llevar al microscopio, observar con el objetivo de 10 y luego con el de 45. Haga dibujos en cada observación.

9.—Observación de raíces reservantes (Tuberosas) de la dalia, zanahoria, camote, yuca, etc.

1.—Explicar por qué ciertas plantas almacenan sustancias de reserva en la raíz

10.—Para demostrar la respiración de las plantas.

Proceder como en la experiencia N° 7, pero colocando dentro de la campana de vidrio una plantita. Como testigo se puede tomar otra plantita, a una se le expone a la luz solar mientras que la otra debe guardarse en la oscuridad. Después de varias horas observar.

1.—¿Qué nota en la solución de agua de cal de la plantita expuesta a la:

a) Luz solar?

b) La oscuridad?

2.—¿Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

3.—¿Cuándo la respiración de las plantas es más intensa? ¿Durante el día o

durante la noche?

11.—Para demostrar la transpiración de las plantas.

Tomar una planta de una maceta y cubrirla con una bolsa plástica, cuidando de cerrar la bolsa; después de una hora, se notará que en las paredes de la bolsa se depositan gotitas de agua.

1.—¿De dónde procede el agua que se deposita en las paredes de la bolsa?

12.—Se toma un tubo de prueba al que se le agrega agua y aceite, luego se introduce un ramita de una planta. Dejar expuesta al sol dos o más horas. (Si se puede introduzca dentro de una matraz a la ramita).

1.—¿Por qué se agrega aceite dentro del tubo de prueba?

2.—¿Qué ha sucedido con el agua del tubo de prueba?

3.—¿Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

13.—Para localizar por qué cara transpira la hoja.

Tomar la sal cloruro de cobalto, que seca tiene el color azul, y preparar una solución que tomará un color rosado (es una propiedad de dicha sal). Luego sumergir dos hojas de papel de filtro hasta empaparlas, a continuación hacerlas secar observando que toman el color azul. Cubrir con las hojas del papel de filtro ambas caras de una hoja de cualquier planta, manteniéndolas sujetas por medio de pinzas. Después de dos horas se quita el papel.

1.—¿Qué observa en la hoja del papel de filtro aplicada en la cara inferior de la hoja?

2.—¿Por qué presenta manchitas de color rosado dicho papel?

3.—¿Se observa igual fenómeno en la otra hoja de papel de filtro?

4.—¿Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

14.—Observación y dibujos de los estomas.

Tomar una hoja de lirio o de zebrina y hacer un corte superficial de tal manera que se obtenga una membrana transparente, tomar un trocito pequeño y preparar una lámina. Observar con aumento de 10 y 45.

- 1.—Dibuje lo que observa con el objetivo de $\times 10$.
- 2.—¿Qué forma tienen las células epidérmicas?
- 3.—¿Qué forma tienen los estomas?
- 4.—¿Cuántas células forman a los estomas?
- 5.—Dibuje con objetivo de $\times 45$.
- 6.—¿Qué función tienen los estomas?

15 —Observación de los cloroplastos.

Tomar una hojita de la planta acuática Elodea, preparar una lámina y observar al microscopio, primero con el objetivo de 10 y luego con el de 45.

- 1.—¿Dónde se encuentran los cloroplastos?
- 2.—¿Qué color tienen los cloroplastos?
- 3.—¿Qué forma tienen?
- 4.—Al pasar a mayor aumento ¿observa movimiento de los cloroplastos?
- 5.—¿Qué nos demuestra el movimiento de los cloroplastos?

16.—Obtención de la clorofila y xantofila.

Se puede proceder de las siguientes maneras:

- a) Tomar hojas de mastuerzo, geranio, etc. y después de lavarlas hacerlas hervir en alcohol, hasta que tomen un color amarillento, mientras que el alcohol se vuelve verde.
- b) Machacar en un mortero las hojas anteriores con un poco de alcohol.

Luego filtrar el alcohol coloreado dentro de un tubo de prueba, agregar un poco de bencina y agitar enérgicamente para dejarlo reposar. (La bencina es insoluble en el alcohol y menos densa, por lo tanto flota sobre el alcohol).

- 1.—¿Qué color presenta el alcohol?

- 2.—¿Qué color presenta la bencina?
- 3.—¿Qué pigmento se ha disuelto en:
 - a) El alcohol?
 - b) La bencina?

ACTIVIDADES:

- 1.—Coleccionar raíces tuberosas, fasciculadas y pivotantes.
- 2.—Coleccionar raíces subterráneas, aéreas y acuáticas.
- 3.—Coleccionar alimenticias, medicinales e industriales.

CUESTIONARIOS

- 1.—Las plantas con clorofila para elaborar su alimento:
 - a) ¿Qué sustancias necesitan como materia?
 - b) ¿De dónde obtienen la energía?
- 2.—¿Cuáles son los factores indispensables para la realización de la fotosíntesis?
 - a) ... c)
 - b) ... d)
- 3.—¿Cuándo un organismo es autotrófico?
- 4.—¿Por qué los animales no son autotróficos?
- 5.—¿Cuál es la función de la raíz en la nutrición de las plantas?
- 6.—Escriba ejemplos de plantas con las siguientes clases de raíces:
 - a) Adventicias
 - b) Pivotantes
 - c) Fasciculadas
 - d) Acuáticas

- e) Subterráneas
- f) Aéreas
- g) Tuberosas
- h) Fúlcreas

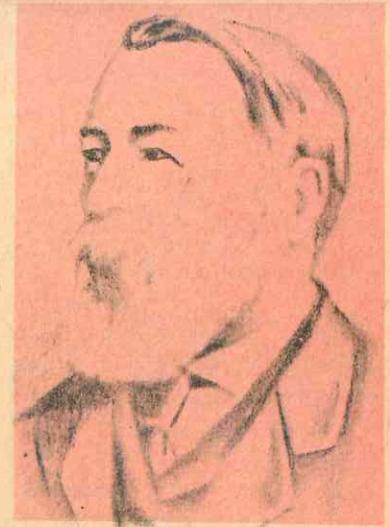
7 —¿Cómo se demuestra que la raíz cumple con la función de:

- a) Fijación?
- b) Absorción?
- c) Transporte?
- d) Almacenamiento?

8.—¿En qué zona de la raíz se encuentra los pelos radicales?

9.—¿Qué función realizan los pelos radicales?

10.—Las orquídeas en la mayoría de los casos son plantas epífitas, ¿cómo obtienen el agua y las sales minerales?



FEDERICO ENGELS
1820-1895

Filósofo, economista y político alemán que define la vida "como el modo de existencia de los cuerpos albuminoideos". Considera que los seres vivos se rigen por leyes biológicas.

ORGANISMOS HETEROTROFOS

Los animales obtienen materia y energía de los alimentos.

Los animales y los vegetales sin clorofila, a diferencia de los vegetales con clorofila, no pueden sintetizar las sustancias inorgánicas del medio y transformarlas en orgánicas; necesitan de las sustancias orgánicas de origen animal o vegetal, según sea su régimen alimenticio (carnívoros, herbívoros), para transformarlas en materia y energía.

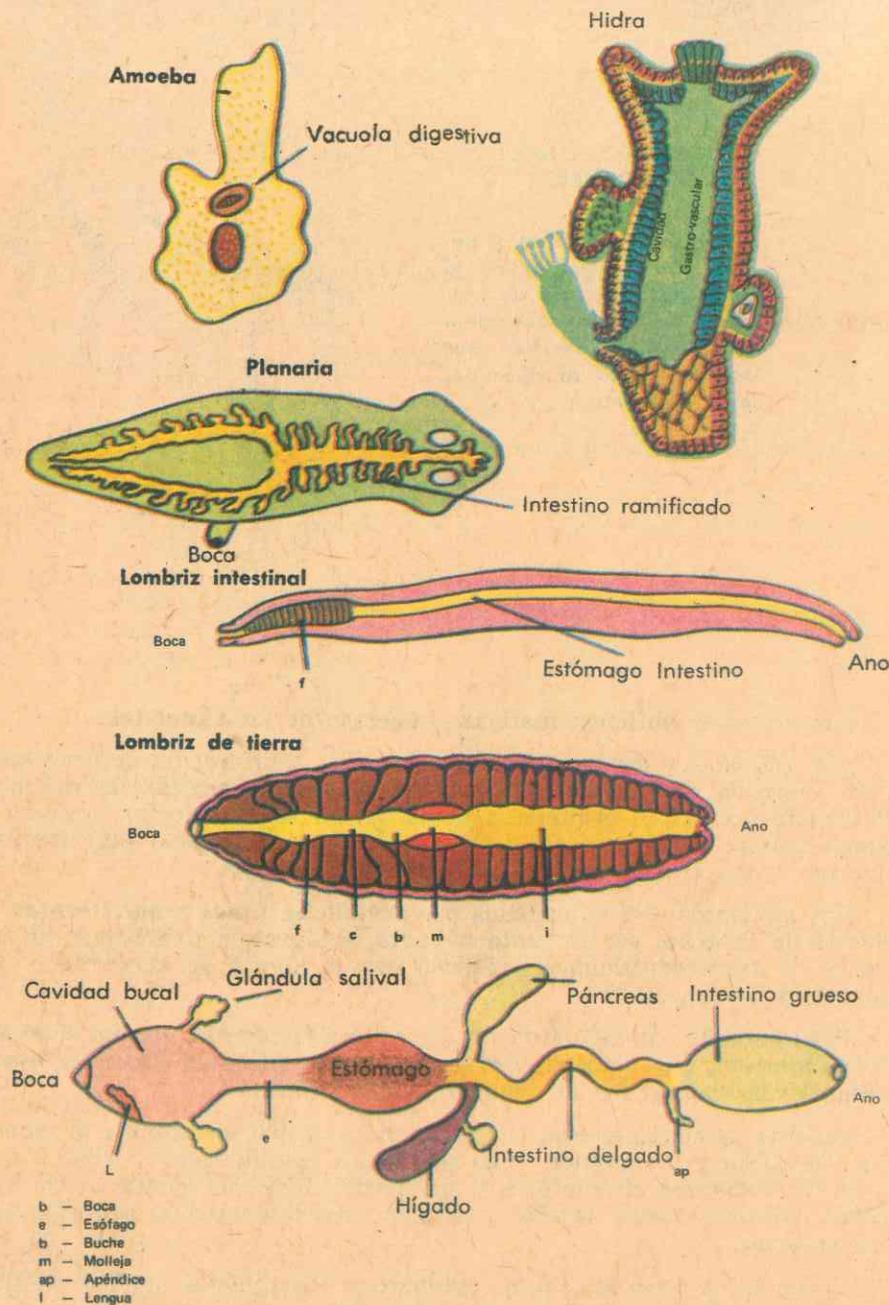
Los alimentos están formados por sustancias útiles o **nutrimentos** y sustancias de **desecho**, por lo tanto durante la digestión tienen que sufrir una serie de transformaciones químicas con el objeto de convertirse en asimilables y de excreción.

Para cumplir con esta función, los animales cuentan con un sistema llamado **digestivo**, que elabora ciertas sustancias químicas llamadas **enzimas digestivas**, encargadas de realizar la digestión.

De una manera general, la nutrición se realiza mediante: la **ingestión**, la **digestión** y la **egestión**. Las sustancias asimilables son absorbidas para pasar al **sistema circulatorio** y ser distribuidas, de acuerdo a las necesidades, en los órganos, tejidos y células; las de excreción son eliminadas al exterior.

Todos estos procesos están regulados y coordinados por los músculos, el sistema nervioso y el sistema hormonal.

SISTEMAS DIGESTIVOS



Digestión intracelular y extracelular

En los protozoarios y las esponjas, la nutrición se realiza mediante el ingreso de la sustancia alimenticia al interior de la célula donde, al ser rodeada por el citoplasma, se convierte en la **vacuola alimenticia**; sobre ella actúan diferentes **enzimas** digestivas secretadas por los **lisosomas**, que la transforman en una sustancia asimilable y otra no digerida; la primera es absorbida a través de la membrana de la vacuola y distribuida por toda la célula; la segunda convertida en **vacuola excrementicia**, es eliminada al exterior.

A esta forma de digestión se le denomina **intracelular**, porque se realiza en el interior de cada célula. En la digestión **extracelular**, las células segregan, a ciertas cavidades (estómago, intestino) las enzimas para realizar la digestión de los alimentos.

Sistema digestivo incompleto y completo

Las hidras, malaguas, corales, presentan un sistema digestivo formado por la boca y una cavidad gastrovascular, careciendo de ano. Los gusanos planos, como las planarias y trematodos, poseen boca, faringe y un intestino ramificado; también carecen de ano.

A este sistema digestivo se le denomina **incompleto**, porque presenta sólo una abertura, que realiza la función de boca y ano.

Desde los nematodos hasta los vertebrados el sistema digestivo está formado por un tubo cuya longitud varía, llamado **completo** porque presenta boca y ano separados. Los alimentos **ingresan por la boca**, pasan por varios órganos donde sufren la acción de las enzimas para poder ser asimilados y la parte no digerida es eliminada por el **ano**.

El sistema digestivo de un anélido está formado por: boca, faringe, esófago, buche, molleja e intestino y termina en el ano.

Sistema digestivo de los vertebrados.— Está formado por los siguientes órganos.

a) **La boca.**— Por donde ingresan los alimentos a la cavidad bucal; allí se encuentra la lengua, se insertan los dientes, a excepción de las aves, y terminan los conductos de las glándulas salivales.

En la boca se inicia la división de los alimentos, mediante los dientes (digestión mecánica), y comienza la digestión de los polisacáridos (almidón) al actuar sobre ellos una enzima llamada ptilina, que es elaborada por las glándulas salivales.

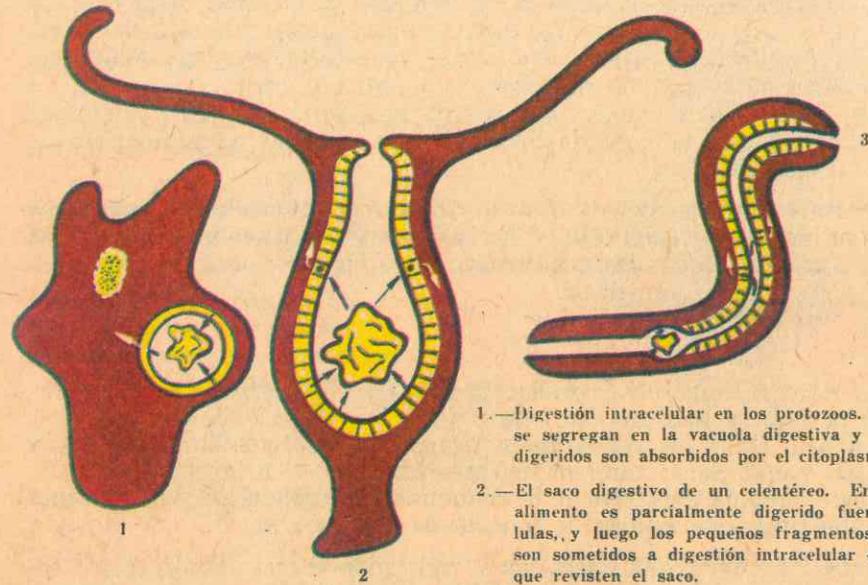
b) **La faringe.**— En los mamíferos es un órgano de función mixta, pues por allí pasan los alimentos hacia el esófago y el aire hacia los pulmones. En los peces a la altura de dicho órgano se encuentran las branquias o sea los órganos respiratorios.

c) **El esófago.**— Es un órgano en forma de tubo; su función consiste sólo en conducir los alimentos.

d) **El buche.**— Es propio del sistema digestivo de las aves; tiene por función almacenar y ablandar los alimentos.

e) **La molleja.**— También es propia de las aves; sus paredes son muscu-

TIPOS DE DIGESTION DE LOS ANIMALES



- 1.—Digestión intracelular en los protozoos. Las enzimas se segregan en la vacuola digestiva y los alimentos digeridos son absorbidos por el citoplasma.
- 2.—El saco digestivo de un celentéreo. En este saco el alimento es parcialmente digerido fuera de las células, y luego los pequeños fragmentos de alimento son sometidos a digestión intracelular en las células que revisten el saco.
- 3.—Digestión extracelular. Los alimentos son totalmente digeridos en el tubo digestivo.

losas y fuertes y su función es la de triturar los alimentos.

- f) **El estómago.**— Es un órgano que tiene la forma de bolsa; se encarga, junto con el intestino delgado, de realizar la digestión de los alimentos, ya que posee varias enzimas digestivas. Los movimientos peristálticos le permiten ablandarlos y mezclarlos con las enzimas.

En los rumiantes, el estómago se divide en varias cavidades.

Las glándulas del estómago elaboran el **jugo gástrico**, que contiene las siguientes enzimas: la **pepsina**, que actúa sobre las proteínas; la **renina**, que coagula la leche; la **lipasa gástrica**, que actúa sobre las grasas. Además, segregan **ácido clorhídrico**, que tiene una acción germicida, pues mata los microorganismos que ingresan al estómago junto con los alimentos.

Debido a los movimientos peristálticos del estómago, los alimentos se convierten en una masa pastosa llamada **quimo**.

- g) **Intestino delgado.**— En este órgano termina la digestión de los alimentos y se realiza la absorción de las sustancias nutritivas. Sus glándulas segregan el **jugo intestinal**, que contiene las siguientes enzimas: la **erepsina** que completa la digestión de las proteínas al transformarlas en amino-ácidos; la **maltasa**, la **sucrasa**, la **lactasa**, que descomponen en glucosa a la maltosa, sucrosa y lactosa, respectivamente.

La acción del jugo intestinal es completada por dos glándulas: el páncreas y el hígado, que segregan otros jugos digestivos y cuyos conductos terminan en la primera porción del intestino o duodeno.

El páncreas.— Elabora el jugo pancreático, que posee enzimas para todos los alimentos. Así, la **tripsina** convierte las proteínas en amino-ácidos; la **lipasa pancreática** termina la digestión de las grasas al convertirlas en glicerina y ácidos grasos; la **amilopepsina**, que transforma en disacáridos a los polisacáridos; la **ribonucleasa** y **desoxiribonucleasa**, que descompone los respectivos ácidos en proteosas.

El hígado.— Es un órgano que elabora la **bilis** o **jugo biliar** que, aunque no contiene enzimas, emulsiona la grasa y evita la putrefacción de los alimentos.

Como resultado de la acción mecánica y química que sufren los alimentos, éstos se transforman en una masa semilíquida llamada **quilo**, y en otra no digerida, que pasa al intestino grueso.

- h) **Intestino grueso.**— Este órgano, que sigue al intestino delgado, presenta una dilatación llamada **ciego**, donde se encuentra el **apéndice**, sin función conocida en el hombre; pero que en los animales es más desarrollado y son varios. Se cree que su función es la de digerir la celulosa.

El intestino grueso no segrega ningún jugo digestivo. Dentro de él viven numerosas bacterias y protozoarios, que se alimentan de las sustancias produciendo gases, pero sin ocasionar enfermedades. Se cree que algunas de estas bacterias ayudan a la elaboración de la vitamina B₁₂, pero otras pueden producir fiebre tifoidea, cólera asiática, o disentería amebiana.

La función del intestino grueso es la de reabsorber el agua.

Los alimentos no digeridos se acumulan en el recto, para ser eliminados por el ano mediante la defecación.

En los anfibios, las aves y los reptiles el intestino termina en un órgano llamado **cloaca** donde, además, terminan los conductos del sistema reproductor y urinario.

En resumen, la digestión consiste en una serie de fenómenos que tienen por fin transformar los alimentos de moléculas complejas a otros de moléculas simples, mediante la acción de las enzimas digestivas, para que puedan ser absorbidos por las vellosidades intestinales, en tanto que la parte no digerida es eliminada al exterior.

ABSORCION

Como resultado de la acción de las enzimas y de los movimientos peristálticos, los alimentos, como ya se ha dicho, forman un líquido denominado **quilo**. El quilo está formado por: agua, sales minerales, glucosa, amino-ácidos, glicerina y ácidos grasos.

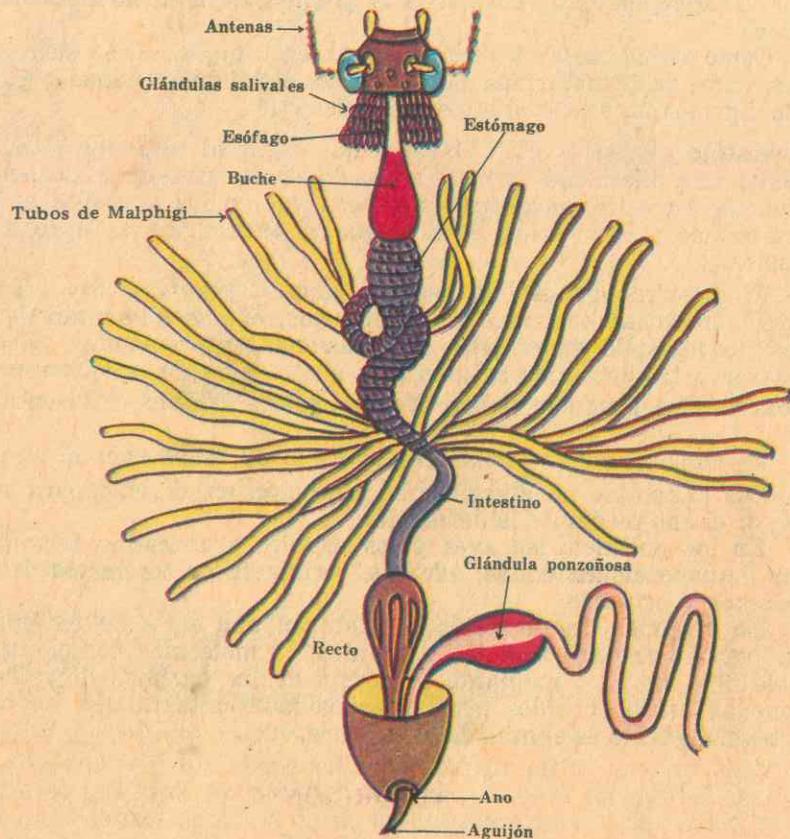
El quilo es absorbido por miles de estructuras que presenta el intestino, o sea por las **vellosidades intestinales** que, además de ser microscópicas, tienen la forma de un dedo y a cuyo interior llega un **vaso sanguíneo** y un **vaso quilífero**.

El agua, las sales minerales, la glucosa, los amino-ácidos, y las vitaminas son absorbidos por los vasos sanguíneos, que, al unirse, forman la

vena porta, que termina en el hígado.

La glicerina es tomada por los vasos quilíferos, que, al unirse, forman los vasos linfáticos y posteriormente el sistema linfático.

TUBO DIGESTIVO DE UN INSECTO



EXPERIENCIAS

1.—Observación del sistema digestivo incompleto.

- a) De una actinia.—Colectar una actinia de una playa rocosa e introducirla en un frasco de boca ancha con agua de mar. Observar los tentáculos que rodean a la boca, que también realiza la función de ano.
- b) De una planaria.— Colectarlas e introducirlas en un frasco con agua dulce, luego de agregar trocitos de carne, observar cómo se alimentan.

2.—Observación del sistema digestivo completo.

- a) De la lombriz de tierra.— Colectar varias lombrices de tierra en un petri, localizar la boca y el ano.
- b) De un ave.— Matar un ave con cloroformo y después de quitar las plumas de la cara ventral hacer un corte longitudinal desde la base del cuello hasta la cola; cortar los músculos pectorales, las costillas y levantar el esternón. Localizar el sistema digestivo: el esófago, el buche, el estómago glandular, el intestino, el recto y las glándulas anexas (hígado y el páncreas).

3.—Observación del estómago de un rumiante.

Comprar en el mercado un poco de "mondongo". Observar las vellosidades que presenta.

CUESTIONARIOS

- 1.—¿Cuál es el objeto de la digestión?
- 2.—¿Cuándo se dice que un ser vivo tiene nutrición heterotrófica?
- 3.—Escriba una lista de animales y vegetales heterotróficos.

Animales	Vegetales
a)	a)
b)	b)
c)	c)
d)	d)

4.—¿Cuándo se dice que el sistema digestivo es:

- a) Completo
- b) Incompleto

5.—Escriba una lista de animales con sistema digestivo:

Incompleto	Completo
a)
b)

- c)
- d)

6.—Cuándo se dice que la digestión es:

- a) Intracelular
- b) Extracelular

7.—Escriba una lista de animales que tienen digestión:

Intracelular	Extracelular
a)
b)
c)

8.—¿Cuáles son los primeros animales con sistema digestivo completo?

.....

9.—A qué se denomina digestión:

- a) Mecánica
- b) Química

10.—¿Qué son los enzimas digestivos y por qué se dice que son específicos?

- a)
- b)

11.—Después de cada órgano o glándula, escriba el enzima que elabora y a qué alimento ataca.

Órgano	Enzima (s)	Actúa sobre:
a) Boca
b) Esófago
c) Estómago
d) Intestino delgado

- e) Páncreas
- f) Hígado
- g) Intestino grueso

12.—El quilo está constituido por:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

13.—¿En qué órganos se realiza la digestión de los alimentos?

- a)
- b)

14.—Al lado de cada alimento escriba en qué se transforma al terminar la digestión:

- a) Harina
- b) Carne
- c) Agua
- d) Aceite
- e) Sales
- f) Grasa

15.—Explique brevemente la digestión de un pedazo de pan, desde su ingestión por la boca hasta su absorción.

.....

16.—¿En qué órgano se acumulan los alimentos no digeridos en:

- a) Los anfibios
- b) Los mamíferos
- c) Las aves
- d) Los reptiles

17.—¿Por qué los peces de río y las ranas tienen el intestino corto?

.....

18.—¿Cuál es el órgano encargado de absorción del quilo?

.....

19.—Al lado de cada vaso escriba la o las sustancias que absorbe.

- a) Venas intestinales
- b) Vaso quilífero

20.—¿A qué se denomina nutrimentos?
.....

SISTEMA DIGESTIVO EN EL HOMBRE

Está formado por órganos encargados de transformar los alimentos, sustancias químicas complejas, en otras sustancias solubles y asimilables, mediante procesos mecánicos y químicos. La digestión comienza en la boca y termina en el intestino delgado; los alimentos no digeridos son eliminados a través del ano.

ORGANOS QUE FORMAN EL SISTEMA DIGESTIVO

- a) La boca y los órganos anexos (dientes, lengua, glándulas).
- b) La faringe.
- c) El esófago.
- d) El estómago.
- e) El intestino delgado, dividido en: duodeno, yeyuno e ileon.
- f) El intestino grueso, dividido en: ciego, colon (ascendente, transverso, descendente y sigmoideo) y recto.
- g) Las glándulas anexas: las salivales, el hígado, el páncreas.

TEJIDOS QUE FORMAN LOS ORGANOS DEL SISTEMA DIGESTIVO

A excepción de la boca, los demás órganos están formados por cuatro capas de tejidos, dispuestos en la siguiente forma:

- 1) **Capa mucosa.**—Situada interiormente; está formada por un epitelio columnar o estratificado; en la mayoría de los casos se invagina para formar glándulas.
- 2) **Capa submucosa.**—Está formada por un tejido conjuntivo; en ella se encuentran los vasos linfáticos, sanguíneos y nerviosos.
- 3) **Capa muscular.**—Formada por células musculares lisas, dispuestas en dos capas, una interna circular y la otra externa longitudinal. El estómago presenta una tercera capa, dispuesta en sentido oblicuo.
- 4) **Capa serosa.**—Constituye la capa externa y está formada por un epitelio (mesotelio) llamado posteriormente peritoneo. En el esófago, esta capa ha sido reemplazada por un tejido fibroso.

LA BOCA.—Es el primer órgano del sistema digestivo; está situada en la parte anterior e inferior de la cara. Se divide en dos regiones: el **vestíbulo**, comprendido entre los labios, los dientes, las mejillas y las encías; y la **cavidad oral**, situada posteriormente después de la primera.

Se considera formada por seis caras: una anterior, limitada por los **labios**; dos laterales, limitadas por las **mejillas**; una superior, formada por el **hueso palatino**; una inferior, donde se encuentra la **lengua**; y una posterior, limitada por la **úvula** o **campanilla**, las **amígdalas** y la abertura llamada **istmo de las fauces**.

Está tapizada por un epitelio escamoso estratificado.

Organos anexos a la boca.—Son los dientes y la lengua.

DIENTES.—Son órganos encargados de masticar los alimentos duros; se insertan dentro de unas cavidades llamadas alvéolos dentarios, situados en los maxilares superior e inferior.

Atendiendo a su forma y función, los dientes se dividen en:

- Incisivos.**—Adaptados para cortar; se implantan en número de cuatro delante de cada maxilar.
- Caninos.**—Terminados en punta, sirven para desgarrar; se implantan lateralmente después de los incisivos, dos por mandíbula.
- Premolares o bicúspides.**—Implantados después de los caninos, cuatro por mandíbula; sirven para triturar o moler los alimentos.
- Molares.**—Con cuatro o cinco tuberosidades; se implantan en la parte posterior de la mandíbula, seis en cada una y completan la función de los premolares.

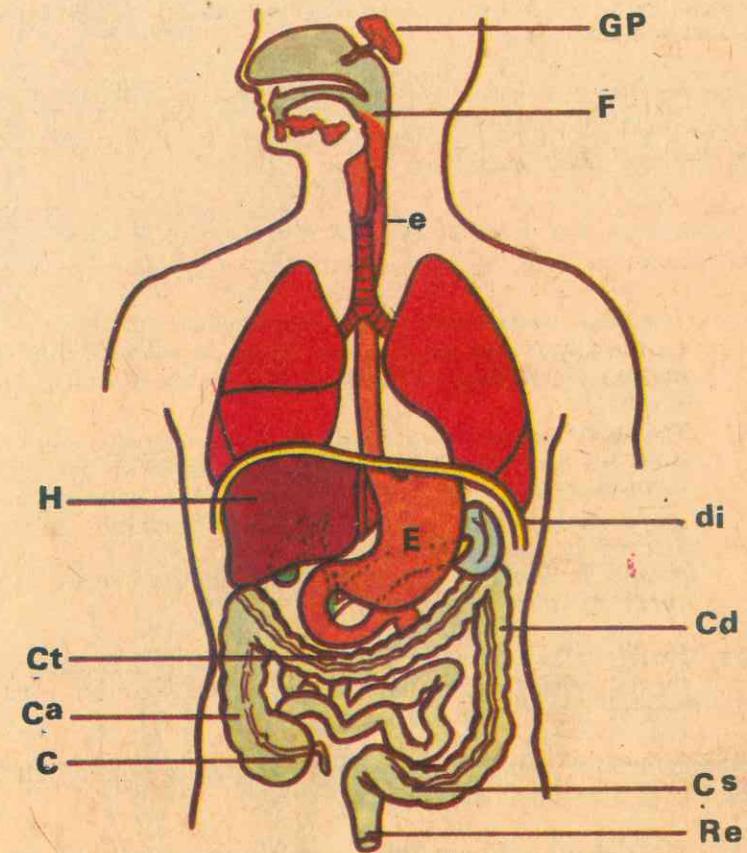
El hombre presenta dos clases de denticiones: la de la infancia o leche, y la del adulto o definitiva. La primera consta de 20 dientes, mientras que la segunda es de 32.

Fórmula dentaria.—Se representa como un quebrado, en el numerador se sitúan los dientes superiores y en el denominador los dientes inferiores.

a) Del niño:		Pm.	C	I	C	Pm.	
		2	1	4	1	2	
		<hr/>					
		2	1	4	1	2	
b) Del adulto:	M	Pm.	C	I	C	Pm.	M
	3	2	1	4	1	2	3
	<hr/>						
	3	2	1	4	1	2	3

PARTES Y ESTRUCTURA DE UN DIENTE.—Se consideran las siguientes partes: la **corona**, o parte visible; la **raíz**, que es la porción que

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL SISTEMA DIGESTIVO



GP = Glándula parótida, F = faringe, e = esófago, E = estómago, H = hígado, C = ciego, Ca = colon ascendente, Ct = colon transversal, Cd = colon descendente, Cs = colon sigmoideo, Re = recto, di = diafragma.

se encuentra dentro del alvéolo; y el **cuello**, parte comprendida entre la corona y la raíz. Al hacerse un corte en sentido longitudinal, se notan los siguientes tejidos: la **dentina** o **marfil**, que forma casi todo el cuerpo; en la corona esta parte está cubierta por el **esmalte**, mientras que en la raíz por el **cemento**. En el centro se encuentra una cavidad ocupada por la **pulpa dentaria**, formada por un tejido conjuntivo que contiene vasos capilares, linfáticos y nervios. Además la **membrana periodóntica**, que cubre la raíz y tapiza los alvéolos; sirve como el periostio y ayuda a mantener los dientes en su lugar.

LA LENGUA.— Es un órgano musculoso situado en el suelo de la cavidad bucal; es el órgano del gusto, tiene además otras funciones como: mover los alimentos, iniciar la deglución, limpiar los dientes y encías, ayudar a la emisión de los sonidos.

FISIOLOGIA DE LA BOCA.—La digestión en la boca consta de dos fases:

- a) **Una fase mecánica.**—O de masticación; mediante ella tritura los alimentos con los dientes; luego la saliva forma una masa pastosa denominada **bolo alimenticio** que es tragado al caer en la faringe.
- b) **Una fase química.**—O de insalivación debido a la saliva que segregan las glándulas salivales a causa de un acto reflejo donde intervienen el olor, sabor y vista (La boca se hace agua). Comienza la digestión de las harinas mediante una enzima de la saliva llamada **ptialina**. La saliva también humedece los alimentos secos y enfría los alimentos muy calientes.

LA FARINGE.—Es un órgano de más o menos 13 cm. de largo, de función mixta; está dividida en tres regiones: superior o nasal, media o bucal e inferior o laríngea.

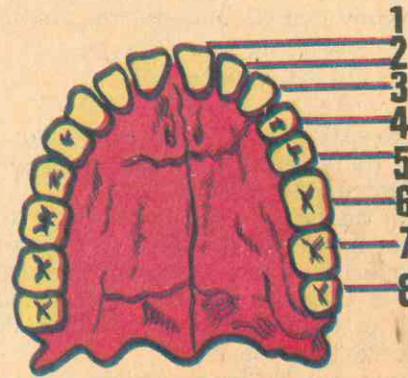
Fisiología.—A través de este órgano, pasa el bolo alimenticio hacia el esófago y el aire hacia la laringe.

EL ESOFAGO.—Es un tubo de más o menos 25 cm. de largo por 2 de ancho; se extiende desde la faringe hasta el estómago; está situado detrás de la laringe y de la tráquea, atraviesa el diafragma, para comunicarse con el estómago mediante un orificio denominado **cardias**.

Fisiología.—Este órgano carece de glándulas para segregar jugos digestivos; por lo tanto, empuja el bolo alimenticio hacia el estómago mediante una serie de movimientos involuntarios llamados **peristálticos**, producidos por la capa muscular lisa.

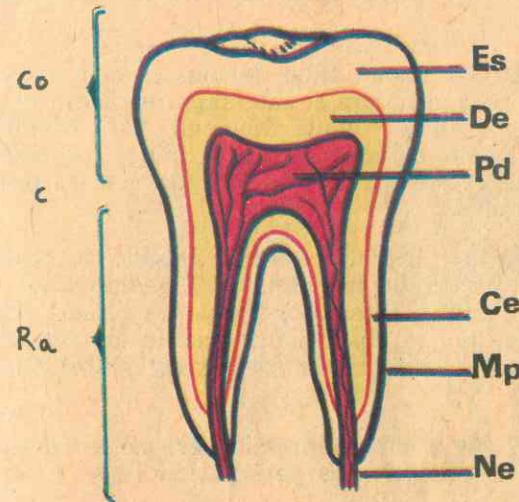
EL ESTOMAGO.—Es un órgano ensanchado que tiene la forma de la letra J; está situado en la parte superior e izquierda de la cavidad abdominal, debajo del diafragma; tiene la capacidad de un litro a litro y medio. Comprende la curvatura mayor, la menor, la porción cardíaca y la

REPRESENTACION DE LOS DIENTES DE LA MANDIBULA SUPERIOR



- 1- Incisos centrales, 7-8 años
- 2- Incisivos laterales, 8-9 años
- 3- Caninos, 11-12 años
- 4- 1er. premolar, 10-11 años
- 5- 2do. premolar, 10-12 años
- 6- 1er. molar, 6-7 años
- 7- 2do. molar, 12-13 años
- 8- 3er. molar, 17-21 años

ESTRUCTURA DE UN DIENTE (Sección longitudinal)



- Es = Esmalte
- Co = Corona
- C = Cuello
- Ra = Raíz
- De = Marfil o Dentina
- Ce = Cemento
- Pd = Pulpa dentaria
- Mp = Membrana periodóntica
- Ne = Nervio

porción pilórica; se comunica con el intestino delgado mediante un orificio llamado **píloro**. Presenta glándulas que segregan **mucus**, **pepsina** y **ácido clorhídrico**.

Fisiología (Quimificación).—Mediante los movimientos peristálticos y la acción del jugo gástrico convierte el bolo alimenticio, después de dos o tres horas, en una masa semilíquida llamada **quimo**, llamándose a esto **quimificación**.

El jugo gástrico está formado por las siguientes enzimas: la **pepsina**, que inicia la digestión de las proteínas; la **lipasa gástrica**, que inicia la digestión de las grasas; la **renina** o **cuajo**, que actúa sobre la caseína de la leche. El **ácido clorhídrico**, que aunque no es una enzima, es necesario para la digestión porque la pepsina sólo actúa en presencia de él; convierte en solubles muchas sales insolubles y, por último, mata numerosos agentes infecciosos.

La secreción del jugo gástrico consta de tres fases:

- Fase cefálica.**—Denominada así porque el nervio vago provoca su secreción a la vista del alimento, su olor y sabor; este jugo se denomina **jugo psíquico** o **del apetito**.
- Fase gástrica.**—Se realiza cuando el bolo alimenticio llega al estómago. Su regulación es hormonal debido a la formación de la **gastrina** en la región pilórica; dicha gastrina es absorbida por las venas y se dirige al corazón, regresa al estómago mediante la **arteria gástrica**, estimulando la producción de jugo gástrico, rico en ácido clorhídrico y pepsina.
- Fase intestinal.**—Esta fase puede tener acción secretora o inhibitoria: es secretora cuando los alimentos carecen de grasa, estimulando así la secreción de gastrina; es inhibitoria cuando los alimentos contienen mucha grasa y ocupan el estómago y duodeno.

INTESTINO DELGADO.— Es un tubo de más o menos 7 m. de largo por 3 cm. de ancho; se comunica con el estómago mediante el píloro y con el intestino grueso mediante la **válvula iliocecal**. Está dividido en tres regiones: el **duodeno**, de 25 cm. de largo, donde terminan los conductos del hígado y del páncreas; el **yeyuno** y el **ileon**. La capa mucosa presenta numerosas glándulas intestinales.

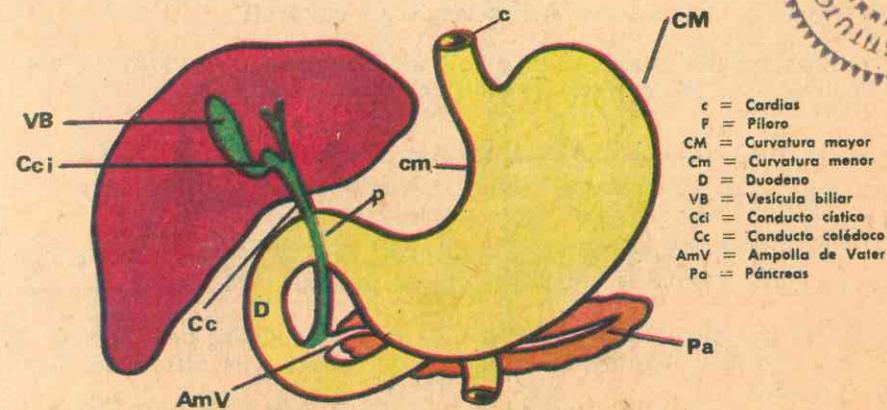
Fisiología (Quilificación).— En el intestino delgado se realiza la **quilificación** o termina la digestión de los alimentos mediante los jugos del páncreas, el hígado y el propio intestino. Como resultado final, el quimo se transforma en **quilo**, que es absorbido mediante las vellosidades intestinales. El jugo intestinal está formado por las siguientes enzimas: **invertina** y **erepsina**.

Los alimentos no digeridos pasan al intestino grueso a través de la **válvula ileo-cecal**, debido a los movimientos peristálticos.

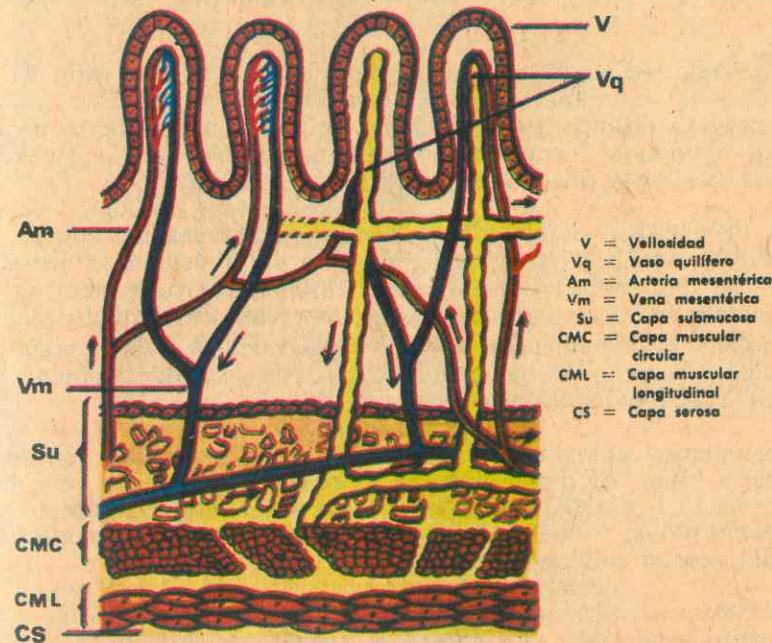
INTESTINO GRUESO.—Tiene una longitud de más o menos 1.5 m. por 6 cm. de ancho; se divide en **ciego**, donde se encuentra el **apéndice**, **colon ascendente**, **colon transverso**, **colon descendente**, **colon sigmoideo**, **recto** y **canal anal**. Sólo presenta glándulas que segregan mucus.

Fisiología.—En el intestino grueso se realiza la **reabsorción** del agua y se forman las **materias fecales** constituidas no sólo por los residuos de los alimentos sino por mucus, sustancias eliminadas por el hígado o glándulas digestivas. Estos residuos son atacados por una serie de **microorganismos vegetales** y **animales** que los descomponen, produciendo una serie de gases, ácidos y aminos característicos de las heces.

REPRESENTACION DEL ESTOMAGO, EL HIGADO Y EL PANCREAS



ESQUEMA DE LA ABSORCION INTESTINAL



Algunas bacterias sintetizan la vitamina K y la B12.

PERITONEO.—Es una membrana epitelial simple formada por células escamosas. Se dispone en dos capas: una adherida a las paredes de la cavidad abdominal (hoja parietal) y otra que forma la capa serosa de los órganos del sistema digestivo (hoja visceral).

El peritoneo sostiene, mediante repliegues, a casi todas las vísceras del abdomen. El **mesenterio** es uno de los repliegues.

GLANDULAS ANEXAS AL SISTEMA DIGESTIVO

Tenemos:

A) **LAS GLANDULAS SALIVALES.**—Además de las glándulas situadas en la mucosa y submucosa de la cavidad bucal, tenemos:

Las parótidas.—Situadas en la rama ascendente del maxilar inferior; su conducto, llamado de Stenon, desemboca a la altura del segundo molar superior.

Las submaxilares.—Están situadas en el maxilar inferior; su conducto, de Wharton, desemboca debajo de la lengua.

Las sublinguales.—Se encuentran situadas en el suelo de la boca, debajo de la lengua; su conducto de Rivinus y las de Bartholin desembocan al lado del conducto de Wharton en la cavidad bucal.

Todas estas glándulas se presentan por pares y tienen la forma de racimos.

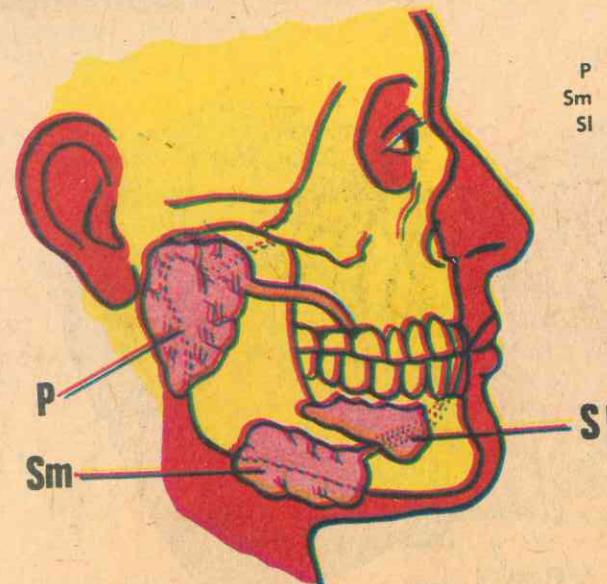
Fisiología.—Elaboran la saliva de 1,000 a 1,500 cc. cada 24 horas, cuya función es: mantener húmeda la cavidad bucal, ensalivar y lubricar los alimentos facilitando su deglución. Actúan como solvente de ciertas sustancias, ayudan a formar el bolo alimenticio, inician la digestión de las harinas mediante una enzima denominada **ptialina**.

B) **HIGADO.**—Es la glándula más voluminosa del cuerpo humano; está situado en la parte superior derecha del abdomen, inmediatamente debajo del diafragma; tiene un color rojo oscuro y un peso de más o menos 1.5 kg.; su cara superior es convexa y está en contacto con el diafragma, mientras que la inferior es cóncava y cubre el estómago. Se divide en lóbulo derecho, lóbulo izquierdo y, entre ambos, el lóbulo anterior o cuadrado y el lóbulo posterior.

Los lóbulos anterior y el posterior están separados por el **surco transversal** o **hilio**, por donde penetra la **arteria hepática**, la **vena porta** y sale el **conducto hepático**, que al unirse con el **conducto cístico** que viene de la **vesícula biliar**, forma el **conducto colédoco**, que desemboca en el duodeno, junto con el conducto pancreático.

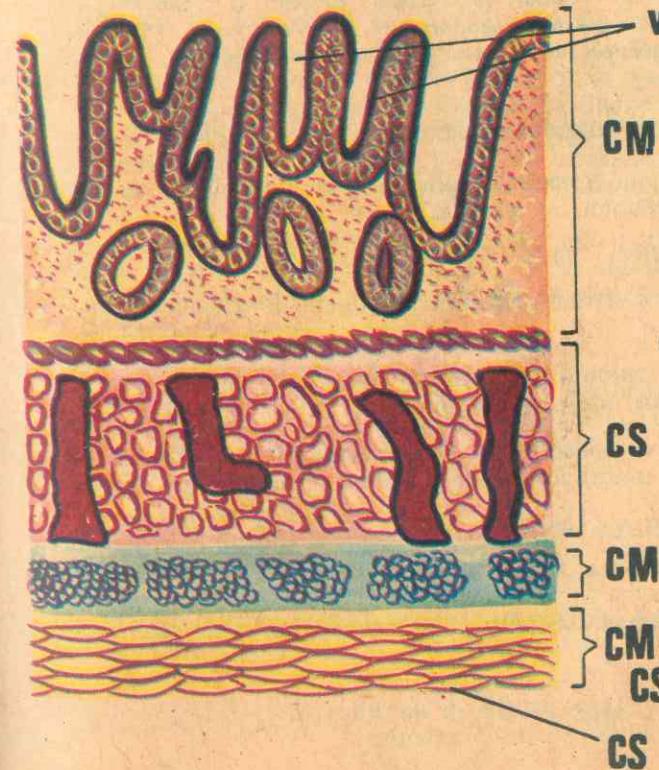
Fisiología.—El hígado elabora la **bilis** o **jugo biliar**, que no contiene ninguna enzima digestiva. La unidad de trabajo del hígado la forman los **lobulillos hepáticos**, células que tienen la forma de un poliedro. Entre las

GLANDULAS SALIVALES



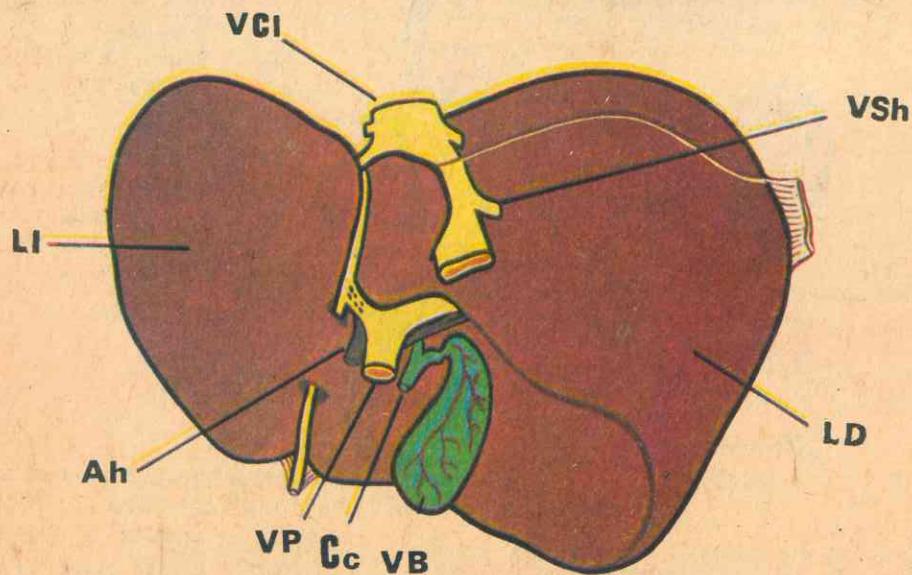
P = Parótidas
Sm = Submaxilares
SI = Sublinguales

CORTE LONGITUDINAL DEL DUODENO



CM = Capa mucosa
CS = Capa submucosa
CMC = Capa muscular circular
CML = Capa muscular longitudinal
CS = Capa serosa
v = Vellosidad intestinal.

REPRESENTACION DEL HIGADO (Cara inferior)



VCI. = Vena cav. Inferior, LD. = Lóbulo derecho, LI = Lóbulo izquierdo, Ah. = Arteria hepática, VP. = Vena Porta, VSh. = Vena suprahepática, Cc. = Conducto colédoco, VB. Vesícula biliar.

funciones importantes del hígado tenemos:

- Bilígena**, porque forma la bilis, más o menos 500 cc. por día. La bilis emulsiona las grasas.
- Hematopoyética**, cuando forma los glóbulos rojos.
- Glucogénica**, si transforma en glucógeno la glucosa, y la almacena.
- Uropoyética**, cuando transforma los amino-ácidos en úrea y ácido úrico los que son eliminados por los riñones.
- Adipoyética**, consiste en el almacenamiento de grasas que se forma en el metabolismo de glúcidos, lípidos y prótidos.
- Almacena hierro y cobre.
- Forma la vitamina A y la almacena junto con la D y B12.
- Antitóxica**, porque retiene o neutraliza los venenos o sustancias tóxicas.
- Tiene un papel importante en la producción de calor y activación e inactivación de las hormonas.

C) **PANCREAS**.—Está situado debajo del estómago, dispuesto más o menos horizontalmente a la altura de la 2ª o 3ª vértebra lumbar; tiene la forma de una lengua y es de color rosado. Su conducto excretor, llamado canal pancreático o de Wirsung, desemboca junto con el colédoco mediante la ampolla de Vater, en el duodeno.

Fisiología.—El páncreas es una glándula de secreción mixta porque elabora el jugo pancreático y una hormona llamada **insulina**.

El jugo pancreático está formado por tres enzimas, una para cada clase de alimentos. Estas son: una amilasa (**amilopsina**), que actúa sobre las harinas; una lipasa (**esteapsina**), que actúa sobre las grasas emulsionadas, terminando su digestión al transformarlas en glicerina y un ácido graso; una peptidasa (**tripsina**), que termina la digestión de las proteínas comenzada en el estómago. También contiene enzimas que actúan sobre los ácidos ribonucleicos y desoxirribonucleicos.

FISIOLOGIA DE LA DIGESTION

La digestión comienza en la boca mediante la masticación e insalivación; continúa a lo largo del estómago e intestinos, transformándose los alimentos en sustancias simples, solubles y absorbibles. Otra parte no digerida es eliminada a través del ano. Se considera dos tipos de digestión: mecánica y química.

DIGESTION MECANICA.—Tiene por objeto dividir los alimentos en partículas pequeñas: Se inicia en la boca mediante la **masticación**, que convierte a los alimentos en el bolo alimenticio, el que pasa a la faringe mediante la **deglución**, en forma voluntaria; luego tenemos la deglución faríngea y la esofágica, que son involuntarias; el bolo alimenticio llega al estómago mediante contracciones y dilataciones de las capas musculares circulares y longitudinales, movimientos que reciben el nombre de **peristálticos**.

En el estómago y los intestinos delgado y grueso los movimientos peristálticos permiten la acción de los jugos digestivos y llevan los alimentos no digeridos hacia el recto, para ser eliminados mediante la **defecación** a través del ano.

DIGESTION QUIMICA

Consiste en la transformación de los alimentos formados por moléculas muy grandes y complejas en otros de moléculas simples y absorbibles; ello se efectúa por la acción de unas sustancias especiales denominadas **enzimas digestivas**.

ENZIMAS.—Son compuestos orgánicos de naturaleza compleja, segregados por células especiales; actúan como catalizadores, debido a que no intervienen en la reacción, además lo hacen en pequeñas cantidades y son específicas, porque actúan sobre una sustancia determinada (substrato). Las enzimas digestivas de acuerdo al substrato sobre el que actúan se dividen en:

Amilasas.—Las que actúan sobre los almidones (ptialina y amilopsina).

Disacarosas.—Actúan sobre los azúcares dobles (disacáridos); son la sucrasa, la maltasa y la lactasa.

Lipasas.—Que desdoblán las grasas (lipasas gástrica y pancreática).

Proteasas.—Que descomponen las proteínas (pepsina, tripsina, erepsina).

Digestión de los hidratos de carbono.—Comienza en la boca mediante la acción de la **ptialina** del jugo salival; en el estómago no sufre ninguna acción; en el intestino delgado sufre la acción de la **amilopsina** del jugo pancreático, luego la acción de la **sucrasa**, la **maltasa** y la **lactasa**, que transforman los azúcares en una azúcar soluble y simple llamada **glucosa**.

Digestión de los lípidos.—Se inicia en el estómago mediante la **lipasa gástrica**; en el intestino delgado, la **bilis** se encarga de emulsionarlas y permite la acción de la **lipasa pancreática** (esteapsina), que los transforma en glicerina y un ácido graso.

Digestión de los prótidos.—Se inicia en el estómago mediante la **pepsina**; continúa en el intestino, mediante la **tripsina** del jugo pancreático; y termina mediante la **erepsina** del jugo intestinal, que transforma los prótidos en amino-ácidos.

PRODUCTOS FINALES DE LA DIGESTION.—Como resultado de la acción de las enzimas digestivas, los alimentos se transforman en:

1.—Los hidratos de carbono (almidones y azúcares), en **glucosa**.

2.—Los lípidos o grasas, en **glicerina**, **ácidos grasos** y jabón.

3.—Los prótidos, en **amino-ácidos**.

El agua y las sales minerales no se digieren porque son solubles y son absorbidas directamente.

Todo esto forma el **quilo**.

ABSORCION INTESTINAL

Consiste en el paso de las sustancias que forman el quilo a los vasos sanguíneos y linfáticos; esto se realiza en el **intestino delgado**, mediante unas estructuras especiales llamadas **vellosidades intestinales**.

La **glucosa**, los amino-ácidos, las sales solubles y el agua, pasan por absorción a través de las paredes de las vellosidades para ser tomadas por los capilares sanguíneos. Dichos capilares se unen para formar después la **vena porta**, que se dirige hacia el hígado, órgano donde la glucosa es almacenada en forma de **glucógeno**.

Cuando el hígado y los músculos se encuentran repletos de **glucógeno**, éste se transforma en **grasa**. En esta propiedad se basa el cebado de los animales mediante alimentos ricos en harinas.

Los amino-ácidos se combinan para formar los **prótidos tisulares**. Otros amino-ácidos se destruyen en el hígado y se transforman en **agua**, **amoníaco**, **anhídrido carbónico** y **energía**. El exceso de amoníaco se transforma en **úrea**, la que es eliminada en la orina.

La **glicerina** es absorbida por los **vasos quilíferos**, sigue por el conducto torácico y termina en la vena subclavia izquierda, incorporándose al torrente sanguíneo, donde puede cumplir las siguientes funciones:

- Se oxida completamente formando **agua**, **anhídrido carbónico** y **energía**.
- Se almacenan en el hígado y especialmente alrededor de órganos como el corazón, riñones.
- Forman las membranas celulares de todos los tejidos.
- Intervienen en la elaboración de ciertas hormonas, como de la corteza suprarrenal y las sexuales.

HIGIENE DEL SISTEMA DIGESTIVO

Es necesaria la limpieza diaria de los dientes, para evitar la caries que además pueden causar infecciones; también, para evitar la gingivitis, la piorrea y otras enfermedades que afectan a la boca.

En lo que se refiere a los alimentos, éstos deben ser bien masticados, no deben estar fermentados, descompuestos o infectados con parásitos intestinales como tenias, lombrices y otros nemátodos.

Debe acostumbrarse a comer y evacuar, respectivamente, a una hora determinada.

Entre las enfermedades al intestino, tenemos: la **apendicitis**, o sea la inflamación del apéndice; la **peritonitis** o inflamación del peritoneo; la **colitis** o la inflamación del colon; las **hemorroides**, debido a la dilatación de las venas de las paredes del recto.

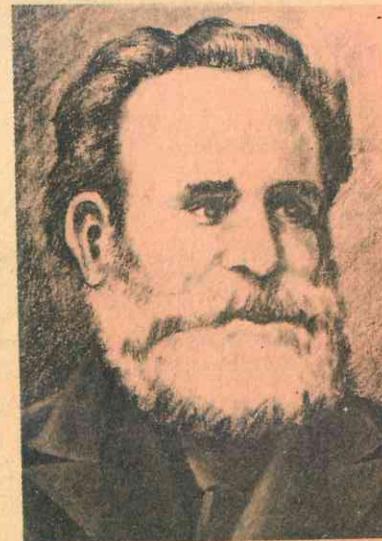
OTRAS ENFERMEDADES COMUNES

Diabetes mellitus.—Originada por un aumento de glucosa en la sangre (mayor del 1%). Sus causas son varias.

La **gota.**—(Artritis úrica) debido a la cristalización de las sales del ácido úrico, en las articulaciones.

VOCABULARIO:

- | | | |
|-----------------|------------------|---------------|
| 1.—Amilasa | 11.—Energético | 21.—Proteínas |
| 2.—Amino-ácidos | 12.—Esmalte | 22.—Plástico |
| 3.—Avitaminosis | 13.—Glúcido | 23.—Píloro |
| 4.—Alvéolo | 14.—Hilio | 24.—Proteasas |
| 5.—Cardias | 15.—Hemoglobina | 25.—Quilífero |
| 6.—Colon | 16.—Hidrosoluble | 26.—Seroso |
| 7.—Caloría | 17.—Ileon | 27.—Substrato |
| 8.—Dieta | 18.—Liposoluble | 28.—Vitamina |
| 9.—Dentina | 19.—Lipasa | 29.—Velloso |
| 10.—Duodeno | 20.—Mucosa | 30.—Yeyuno |



IVAN PETROVICH PAVLOV
1849 - 1936

Médico ruso, que realizó estudios sobre las secreciones de las glándulas digestivas, los reflejos condicionados y la actividad nerviosa superior. Recibió en 1904 el Premio Nobel de medicina.

ALIMENTOS

METABOLISMO.—En sentido amplio, se considera como tal todo proceso físico-químico que realizan los seres vivos. En un sentido más restringido, se da el nombre de metabolismo a los procesos mediante los cuales una sustancia alimenticia se convierte en protoplasma (materia) y en energía. Durante dicho proceso se realiza uno de reparación, de crecimiento, denominado **anabolismo**, y otro de destrucción de las reservas almacenadas y de eliminación llamada **catabolismo**.

El hombre obtiene de los alimentos la materia y la energía necesarias para vivir.

ALIMENTOS

Definición.—Se denomina alimentos a las sustancias que cumplen con las siguientes funciones:

- Proporcionan los compuestos químicos necesarios para la reconstrucción y crecimiento del protoplasma; también dan el material necesario para la secreción de las glándulas.
- Sirven como fuente de calor y de energía para la realización de las actividades metabólicas y mantenimiento de la temperatura del cuerpo.

- c) Contienen las sustancias esenciales para regular la actividad celular o de todo el organismo.

CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS.—Existen diversas clasificaciones, agrupándolos en: orgánicos e inorgánicos; de origen vegetal, animal y mineral; completos e incompletos; energéticos y plásticos.

Si consideramos la última clasificación, tenemos:

I.—**Alimentos energéticos**, aquellos que proporcionan energía. Son los hidratos de carbono, los lípidos o grasas y las proteínas.

II.—**Alimentos no energéticos**, como el agua, sales minerales y las vitaminas.

Hidratos de carbono o glúcidos.—En su mayoría son de origen vegetal; químicamente están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Una molécula está constituida generalmente por seis o múltiplo de seis átomos de carbono.

Existen tres grupos de hidratos de carbono; los más simples, llamados **monosacáridos**, como la **glucosa** o azúcar de uva, la **fructosa** o azúcar de frutas, la **galactosa**; son solubles en el agua y son absorbidos directamente por las vellosidades intestinales y en los tejidos son rápidamente oxidados para proporcionar energía. En el hígado son almacenados en forma de **glucógeno** o transformados en grasa.

Disacáridos.—Como el azúcar de caña, la maltosa y el azúcar de la leche. Para su asimilación deben transformarse en glucosa.

Polisacáridos.—Como el almidón, la celulosa y el glucógeno forman un grupo de hidratos de carbono de moléculas complejas.

La **celulosa** forma las paredes de las células vegetales; el almidón se encuentra en los frutos, los tallos o las raíces de los vegetales; mientras que el **glucógeno** se encuentra en el hígado y células musculares.

El **almidón**, para ser asimilado, debe transformarse en glucosa; igualmente el glucógeno; mientras que la celulosa no se descompone en el sistema digestivo del hombre.

Lípidos o grasas.—Son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno; insolubles en el agua y energéticos por excelencia, transformándose en agua y anhídrido carbónico cuando se oxidan por completo. Los lípidos más importantes, desde el punto de vista del metabolismo, son los **glicéridos**. Durante la digestión se transforman en glicerina, y un ácido graso (palmitico, esteárico u oleico) para ser absorbidos. En los tejidos nuevamente se transforman en glicéridos, depositándose como reserva.

Como ejemplos de lípidos tenemos los aceites vegetales: de olivo, de maní, de pepita; los aceites animales, como el de hígado de bacalao; la manteca y las grasas.

Proteínas.—Son compuestos formados por carbono, hidrógeno, oxí-

geno y nitrógeno y muchas veces por azufre y fósforo; son los únicos alimentos que contienen **nitrógeno**. Son necesarios porque construyen nuevos tejidos, reparan los gastados y permiten el crecimiento.

Como sus moléculas son muy complejas, para ser asimilados deben transformarse en otras más simples, llamadas amino-ácidos.

Sólo existen 20 tipos diferentes de amino-ácidos, de los cuales once puede sintetizar el hombre (amino-ácidos no esenciales); los nueve restantes los adquiere con la dieta alimenticia (amino-ácidos esenciales o fundamentales). La carencia de dichos amino-ácidos produce fatiga, irritabilidad nerviosa, malestar e inapetencia.

Sales minerales.—Son esenciales para la formación de diversos tejidos y se caracterizan porque no necesitan ser descompuestas para ser asimiladas, porque son solubles. Entre las más comunes, tenemos:

Calcio.—Necesario para la formación de huesos y dientes, coagulación de la sangre y normal funcionamiento de nervios y músculos. Se encuentra en la leche y sus derivados, así como en las almendras, higos, coliflor, dátiles.

Fierro.—Componente esencial de la hemoglobina de los glóbulos rojos; se encuentra principalmente en la carne, huevos, lentejas, algunos cereales.

Yodo.—Esencial para la formación de la hormona de la glándula tiroidea. Se ingiere mediante sales yodadas.

Sodio.—Forma el líquido extracelular y regula el equilibrio ácido-básico. Se encuentra en el cloruro de sodio o sal de cocina.

Potasio.—Mantiene el equilibrio ácido-básico de los fluidos, la presión osmótica, normal funcionamiento de las conducciones nerviosas y la irritabilidad muscular. Se encuentra en los alimentos vegetales.

Cloro.—En nuestro organismo se encuentra formando el ácido clorhídrico, elaborado por el estómago. Ingresa como cloruro de sodio.

Azufre y Fósforo.—Se encuentran formando los alimentos proteínicos, como carne, leche, huevo.

Vitaminas.—Son sustancias orgánicas de naturaleza compleja que actúan en pequeñas cantidades regulando las funciones metabólicas. La mayoría son de origen vegetal. En la actualidad han sido sintetizadas y elaboradas en los laboratorios.

Su acción es específica, porque tienen una determinada función y no pueden ser reemplazadas por otras; por dicha razón, su falta produce una serie de enfermedades carenciales.

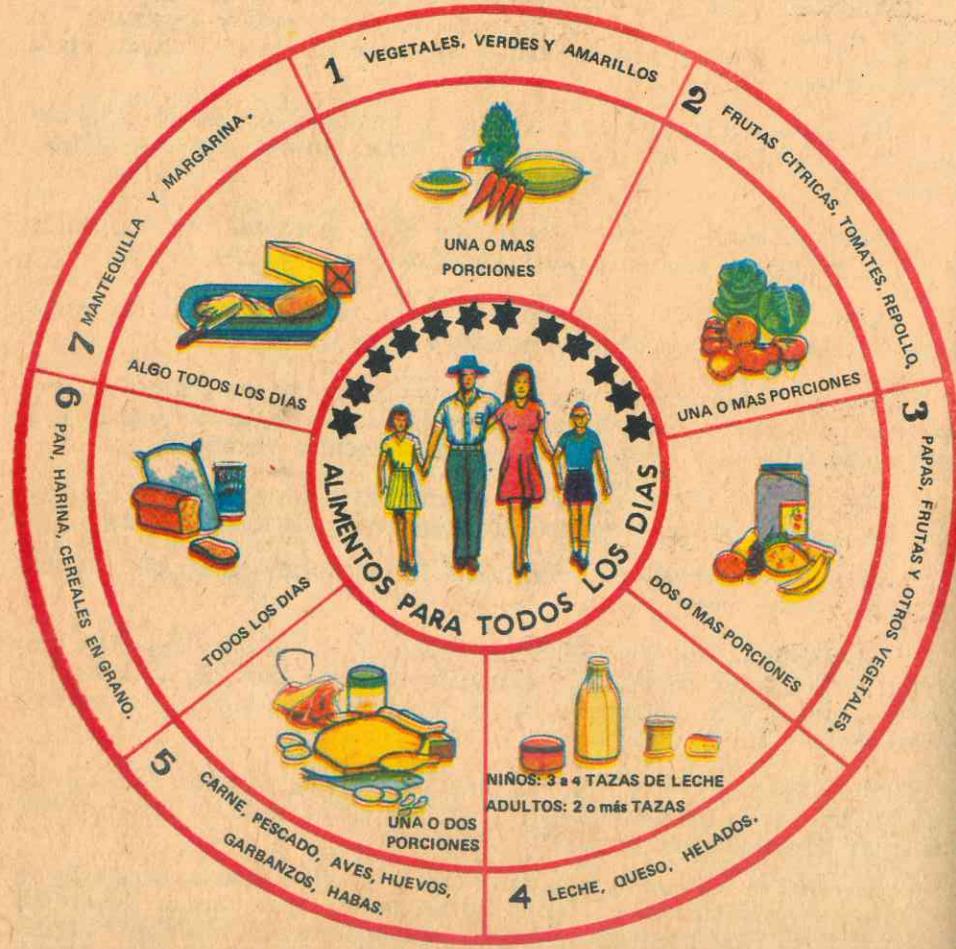
El hombre no puede sintetizar todas las vitaminas, a excepción de la D, que se encuentra en la piel en forma de una provitamina (esteroles) la que, al recibir la acción de los rayos solares, se transforma en vitamina

D. También en el intestino grueso ciertas bacterias sintetizan la vitamina B 12 y la vitamina K.

Las vitaminas se denominan con las letras del alfabeto y de acuerdo a su solubilidad en el agua se dividen en:

- Hidrosolubles.**— O solubles en el agua: son las vitaminas B-C-G.
- Liposolubles.**— O solubles en el aceite; son las vitaminas A-D-E-K.

LOS SIETE GRUPOS BASICOS DE LA ALIMENTACION



CUADRO GENERAL DE LAS VITAMINAS

NOMBRE	FUNCIÓN	SE ENCUENTRA EN:
A (Antixerofáltica)	Esencial para el crecimiento normal de los huesos y dientes; reduce las infecciones de las membranas y mucosas respiratorias; previene contra la ceguera nocturna y xeroftalmia ("ojo seco").	Zanahoria, espinaca, camote, tomate y frutos amarillos. Yema de huevo, mantequilla, leche, queso hígado y aceite de hígado de bacalao.
D (Antirraquítica)	Regula el metabolismo del calcio y el fósforo, previene contra el raquitismo y caries de los dientes.	Acetate de hígado de los peces, huevos, leche y derivados, alimentos irradiados. En nuestra piel, al recibir la luz solar.
E (Antiestéril)	Esencial para la reproducción de los animales. En el hombre no tiene una acción específica.	Acetate de vegetales como algodón, soja, maní, germen del trigo y hojas verdes de vegetales.
K (Antihemorrágica)	Interviene en la formación de la protrombina en el hígado; sustancia necesaria para la coagulación de la sangre.	Abundante en la hojas verdes de los vegetales (espinaca, alfalfa). Es sintetizada en el intestino.
B₁ (Thiamina) Antineurítica y antiberiberi	Regula el metabolismo de los carbohidratos; estimula el apetito; previene contra desórdenes nerviosos como fatiga, irritabilidad, parálisis, neurastenia.	Levadura de cerveza, embrión del trigo, cáscara de muchos frutos y semillas; carne de cerdo.
B₂ Riboflavina (G. Lactoflavina)	Regula la respiración tisular. Es esencial para la salud normal, vigor y resistencia a las enfermedades.	Leche y sus derivados, hígado, carne de res, levadura de cerveza y hojas verdes.
Niacina Antipelagra	Previene contra la pelagra, enfermedad que ataca la piel (brazos, piernas, cuello) e inflama la cavidad bucal y lengua, provocando disturbios digestivos y mentales.	Levadura de cerveza, trigo y derivados, hígado, carne, extracto de malta.
B₁₂ (Antianémica)	Síntesis de las nucleoproteínas y transformación de los carbohidratos en grasa; evita la anemia perniciosa.	Tejidos animales como hígado, riñones; carne en polvo, harina de pescado. Es sintetizada en el intestino.
C (Antiescorbútica)	Previene contra el escorbuto.	Frutos cítricos, tomate, piña, repollo, pimiento, espinacas.

VALOR CALORIFICO DE LOS ALIMENTOS

Cuando los alimentos son oxidados dentro de nuestro organismo producen calor.

La unidad de calor recibe el nombre de **caloría**, y puede ser pequeña o grande. La pequeña caloría es la cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado centígrado un gramo de agua; y la gran caloría es la cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado centígrado un litro de agua. Para el metabolismo se emplea la **gran caloría**.

La energía almacenada en los alimentos se conoce experimentalmente mediante unos aparatos especiales llamados **calorímetros**; por eso sabemos que un gramo de hidrato de carbono produce 5 calorías, un gramo de proteínas produce 4 calorías, y un gramo de lípidos 9 calorías.

La cantidad de calorías que requiere un individuo varía de acuerdo a la edad, talla, peso, sexo, actividad y clima.

Así, un empleado que trabaja en una biblioteca u oficina necesita más o menos 2,500 calorías por día, mientras que un minero o leñador necesita hasta 7,000 calorías.

DIETA ALIMENTICIA

Una dieta alimenticia incluye los tres tipos de alimentos, además de agua, sales minerales y vitaminas, en cantidades normales, de acuerdo a la edad, el peso, el sexo, etc., de la persona.

De manera general, se establece la siguiente proporción: 1:3:6 para las proteínas, grasas e hidratos de carbono, respectivamente.

La leche y los huevos son considerados como **alimentos completos** porque contienen proteínas, grasas, hidratos de carbono, y vitaminas.

De acuerdo a la dietética, se considera siete grupos de alimentos que deben ingerirse todos los días para conservar la salud. Estos grupos son:

- 1.—Vegetales de hojas verdes o amarillos como espinacas, berros, zanahoria, zapallo, camote.
- 2.—Frutos cítricos (naranja, limón, mandarina); tomate, repollo.
- 3.—Papa, plátanos, uvas.
- 4.—Leche, queso, helados.
- 5.—Carne de vaca, pollo, pescado; huevos, frijol, pallar.
- 6.—Pan, harinas y cereales.

7.—Mantequilla o margarina vitaminizada.

EXPERIENCIAS

- 1.—**Alimentos.** Los alumnos deben coleccionar figuras de los diversos alimentos.
- 2.—**Vitaminas.**—También se debe coleccionar figuras que representen a alimentos que contienen una o más vitaminas.

- 3.—**Observación de un diente.**

Material.—Diente de un mamífero.

Técnica.—Mediante una sierra fina hacer un corte longitudinal. Observar los diversos tejidos que lo forman. Dibuje.

- 4.—**Observación de la lengua.**

Material.—Lengua de res o de cordero.

Técnica.—Hacer un corte transversal, para observar las papilas. Dibuje.

- 5.—**Observación de un corte transversal del estómago e intestino delgado.**

Material.—Estómago e intestino de una res o cordero.

Técnica.—Hacer un corte transversal, para observar las capas que lo forman. Hacer un dibujo de cada corte.

- 6.—**Demostrar la digestión del almidón en la boca.**

Material.—Solución de almidón al 1%, varios tubos de prueba.

Técnica.—Agregar en dos tubos de prueba almidón, a uno echar lugol, al otro hacerlo hervir; tomar un tercer tubo y recoger saliva, luego agregar un poco de la solución de almidón, dejar en baño maría a una temperatura de más o menos 37° centígrados durante una hora, después aumente 2 a 6 gotas de lugol.

—¿Qué observa en el:

1° tubo.....

2° tubo.....

3° tubo.....

—¿Por qué no se colorea el 3° tubo?

- 7.—**Acción del ácido clorhídrico sobre los alimentos.**

Material.—Solución de ácido clorhídrico al 5%, tubos de prueba, carne molida, algodón.

Técnica.—En un tubo de prueba eche 10 cc. de la solución del ácido; en otro eche agua, en igual cantidad; luego agregue un poco de carne molida a cada uno; tape con el algodón. Deje 24 horas. Saque el algodón, oler con cuidado.

—¿Qué nota: en el primer tubo?

—¿En el segundo?.....

—¿Que acción tiene el ácido clorhídrico en el estómago?

- 8.—**Acción de la bilis sobre las grasas.**

Material.—Dos tubos de prueba, 4 cc. de aceite, 2 cc. de bilis de ave o mamífero.

Técnica.—Verter en los dos tubos 2 cc. de aceite, en el primero verter agua mientras que en el segundo bilis, agitar fuertemente y observar.

—¿Qué sucede en el primer tubo?.....

—¿Qué sucede en el segundo tubo?.....

—¿Se puede relacionar esta experiencia con la digestión de las grasas?

9.—Acción del cuajo sobre la leche.

Material.—Pequeña cantidad de cuajo (se puede obtener en las farmacias), 50 cc. de leche tibia.

Técnica.—Verter el cuajo sobre la leche, observar qué sucede.

—¿Sobre qué sustancia actúa el cuajo?

—¿Se relaciona esta experiencia con la digestión en el estómago?

10.—Acción del jugo pancreático.

Material.—Jugo pancreático artificial (Pancreatina 1.8 gr.; agua destilada 100 cc.), 3 tubos de prueba.

Técnica.—Añadir en cada tubo lo siguiente:

—En el 1º, carne picada más jugo pancreático.

—En el 2º, solución de almidón más jugo pancreático.

—En el 3º, dos cc. de aceite más jugo pancreático.

—Numerar cada tubo y colocarlos en baño maría durante una hora.

—Observar los cambios en cada tubo. En el segundo hacer actuar el lugol.

CUESTIONARIOS

1.—¿En qué órgano se realiza la digestión de los alimentos?

.....

2.—Complete lo que se solicita:

Organo	Función	Glándula	Jugo digestivo	Enzima
a) Boca				
b) Esófago				
c) Estómago				
d) Intestino delgado				
e) Intestino grueso				

3.—¿Cuáles son los fenómenos mecánicos de la digestión: a)

b) c)

4.—¿A qué se denomina:

a) Quimo?

b) Quilo?

5.—¿Qué alimentos no sufren digestión?

6.—Escriba los productos finales de:

a) Proteínas

b) Lípidos

c) Glúcidos

7.—Escriba las funciones del hígado:

a)

b)

c)

d)

e)

f)

8.—¿Por qué son importantes las enzimas digestivas?

.....

9.—Al lado de cada alimento escriba el nombre de la enzima que lo descompone:

a) Harinas

b) Carne

c) Aceites

10.—Dé una explicación de lo siguiente:

a) A una persona enferma del hígado se le recomienda alimentos sin grasa

.....

b) El intestino delgado está mejor adaptado a la absorción, que el estómago

.....

c) Muchas personas pueden alimentarse a pesar de haberseles quitado el estómago

.....

- 11.—¿Cuál es el órgano encargado de la absorción del quilo?

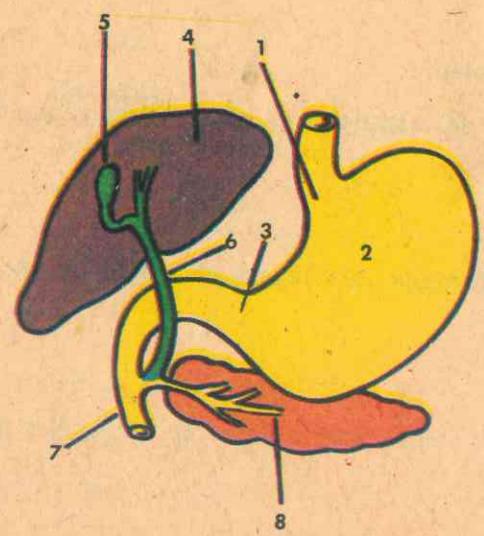
 12.—Dibuje una vellosidad intestinal.
 13.—En las vellosidades intestinales, ¿cómo se realiza la absorción?

 14.—¿Qué función tiene el intestino grueso?
 15.—Escriba la digestión de un pedazo de pan hasta su transformación en glucosa.

Organo	Enzima
a) Boca
b) Estómago
c) Intestino delgado

- 16.—Escriba algunas enfermedades del sistema digestivo.
 a)
 b)
 c)

17.—Escribe el nombre correcto de la parte que señala cada número.



- 1.—.....
 2.—.....
 3.—.....
 4.—.....
 5.—.....
 6.—.....
 7.—.....
 8.—.....

- 18.—¿Por qué todo ser vivo, para cumplir con su metabolismo, necesita de:
 a) Materia?
 b) Energía?
 19.—¿Qué funciones debe cumplir una sustancia para ser considerada como alimento?
 a)
 b)
 c)
 20.—Conteste lo que se pide en el cuadro siguiente sobre los alimentos:

Nombre	Composición	Función	¿Dónde se encuentra?
GLUCIDOS
LIPIDOS
PROTEINAS
AGUA

21.—A continuación tiene una lista de sales minerales. Conteste a las preguntas:

Sales	Función	¿Dónde se encuentra?
a) Calcio
b) Hierro
c) Iodo
d) Sodio
e) Cloro
f) Fósforo

22.—Al lado del nombre de cada vitamina escriba la enfermedad que se origina por su deficiencia.

- | | |
|---------------------|----------------------|
| a) Vitamina A | e) Tiamina |
| b) Vitamina D | f) Riboflavina |
| c) Vitamina E | g) Niacina |
| d) Vitamina K | h) Vitamina C |

23.—Escriba ejemplos de alimentos completos. a)
b) c)

24.—¿A qué se denomina dieta alimenticia?

25.—¿En qué relación debe prepararse la dieta alimenticia?

26.—Escriba ejemplos de alimentos ricos en:

- a) Proteínas
- b) Lípidos
- c) Glúcidos
- d) Vitamina A-D
- e) Vitamina C
- f) Vitamina K

2^a UNIDAD

SISTEMAS CIRCULATORIOS Y RESPIRATORIOS

- LA CELULA.- MOVIMIENTO ENDOCELULAR.
- EL TALLO COMO ORGANO DE TRANSPORTE DEL AGUA Y SALES.
- CIRCULACION Y RESPIRACION EN ANIMALES.
- SISTEMA CIRCULATORIO DEL HOMBRE.
- ORGANOS QUE FORMAN EL SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE.
- RESPIRACION DEL HOMBRE.

CONTENIDO

LA CELULA MOVIMIENTO ENDOCELULAR

EL TALLO COMO ORGANO DE TRANSPORTE DEL AGUA Y SALES.— Definición.— Partes del tallo.— Ramificación del tallo.— Clasificación de los tallos: Atendiendo a su consistencia; Atendiendo a su duración; Atendiendo a su medio de vida.— Tallos especiales.— Fisiología del tallo.— Experiencias.— Cuestionarios.

CIRCULACION Y RESPIRACION EN ANIMALES.— Sistema Circulatorio.— Clases de sistema circulatorio: abierto y cerrado.— Asimilación.— Sistema Respiratorio.— Clases de respiración: externa e interna.— Respiración de los animales acuáticos.— Respiración de los animales terrestres: Epitelial, Traqueal y Pulmonar. Transporte del oxígeno y el anhídrido carbónico.— Experiencias.— Cuestionarios.

SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE.— Tejido Sanguíneo.— Composición de la sangre.— Plasma.— Células sanguíneas: glóbulos rojos.— Glóbulos blancos.— Trombocitos.— Fisiología del tejido sanguíneo: Respiratoria, Nutritiva, Excretora, Protectora, Reguladora.— Coagulación de la sangre.— Transfusiones de sangre y grupos sanguíneos.— El factor Rh.— Tejido linfático.— Otros fluidos en el hombre.— Algunas enfermedades y desórdenes de los fluidos.— Vocabulario.

ORGANOS QUE FORMAN EL SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE.— El corazón.— Fisiología del corazón.— Las arterias.— Arterias importantes.— Fisiología de las arterias.— Las venas.— Venas importantes.— Fisiología de las venas.— Capilares sanguíneos.— Fisiología de la circulación.— Circulación Pulmonar.— Circulación Aórtica.— Circulación de la vena porta.— Algunas anomalías del sistema circulatorio.— Vocabulario.

RESPIRACION EN EL HOMBRE.— Organos que forman el sistema respiratorio.— Cavidad nasal.— La faringe.— La laringe.— La tráquea.— Los bronquios.— Los pulmones.— Fisiología de los pulmones.— **FISIOLOGIA DE LA RESPIRACION.**— Respiración externa.— Fenómenos químicos de la respiración externa.— Cambios químicos del aire.— Cambios químicos de la sangre.— Respiración interna.— Asfixia.— Soroche.— Respiración artificial.— Higiene de la respiración.— Vocabulario.— Experiencias.— Cuestionarios.

LA CELULA.— MOVIMIENTO ENDOCELULAR

La membrana celular o pared celular encierra, según se trate de una célula animal o vegetal, al citoplasma y al núcleo; pero dichas partes de la célula no permanecen en estado estático o inmóviles, sino que se encuentran en movimiento, sobre todo el citoplasma. A dicho movimiento se le denomina **ciclosis**.

Cuando se trata de una célula vegetal debido al desarrollo de las vacuolas, el citoplasma circula a lo largo de unos canales o sea los espacios que dejan las vacuolas.

EXPERIENCIA.

Material.— Microscopio compuesto, láminas y laminillas, gotero con agua, una rama de la planta Elodea.

Procedimiento.— Arrancar una hojita de la Elodea y después de dejar caer una gota de agua sobre una lámina, colocar la hojita de elodea y cubrirla con la laminilla. Enfocar primero a menor aumento y luego a mayor aumento o x45. (La temperatura en el aula debe ser mayor de 18 grados centígrados).

- 1.—¿Qué observa con el objetivo de 10?
- 2.—¿Qué observa con el objetivo de 45?
- 3.—¿Qué es lo que se mueve, los cloroplastos o el citoplasma?
- 4.—¿Qué demostramos con esta experiencia?
- 5.—¿Habrá consumo de energía durante la realización de la ciclosis?
- 6.—Explique por qué.

EL TALLO COMO ORGANO DE TRANSPORTE DEL AGUA Y SALES

Definición.—El tallo es un órgano aéreo de las plantas cormófitas, se caracteriza porque posee hojas y yemas. Normalmente se origina en la yémula o plúmula del embrión.

Partes del tallo.—En el tallo se observan los nudos, los entrenudos y las yemas.

Los nudos son los abultamientos donde se insertan las hojas.

Los entrenudos son los espacios que existen de un nudo a otro.

Las yemas son brotes sin desarrollar y sin alargarse; están formadas por un tejido especial llamado **meristemo**, y están protegidas por escamas especiales.

Las yemas se dividen en:

a) **Terminales.**—Las que se encuentran en los extremos de las ramas. Al desarrollarse permiten el crecimiento en longitud del tallo.

b) **Axilares o laterales.**—Las que se encuentran en las axilas de las hojas. Al desarrollarse forman las ramificaciones del tallo.

c) **Adventicias.**—Aquellas que no son ni terminales ni axilares. Al desarrollarse permiten la reproducción vegetativa de la planta, porque puede formar raíces o nuevos brotes, ejemplos: el clavel, geranio, begonia, etc.

d) **Florales o floríferas.**—Son las que forman a las flores.

e) **Foliares o folíferas.**—Cuando al desarrollarse forman hojas.

f) **Mixtas.**—Cuando al desarrollarse forman hojas o flores, como sucede con el manzano.

RAMIFICACION DEL TALLO

De acuerdo a la forma como se ramifican los tallos se consideran los siguientes tipos:

a) **Tallo columnar.**—Cuando tiene la forma de una columna, no se ramifica y presenta generalmente en su extremo un grupo de hojas. La palmera, el cocotero, el bambú, la caña de azúcar presentan este tipo de tallo.

b) **Tallo fluyente o de ramificación monopódica.**—Cuando el tronco principal es más desarrollado que las ramas y se adelgaza desde la base hasta el extremo, en conjunto tiene la forma de un cono, porque las ramas inferiores están más desarrolladas; como ejemplo tenemos, el pino, el ciprés, la araucaria.

c) **Tallo delicuescente o de ramificación simpódica.**—Cuando el tronco principal se ramifica a cierta distancia del suelo y dichas ramas alcanzan igual desarrollo que el tronco; como ejemplo tenemos el ficus, el mango, el palto, el jacarandá, el naranjo, etc.

CLASIFICACION DE LOS TALLOS

Entre las muchas clasificaciones del tallo podemos considerar las siguientes:

a) **Atendiendo a su consistencia.**—Se dividen en:

Herbáceos.—Son tallos verdes y son propios de las plantas anuales o hierbas perennes, como la grama.

Leñosos.—Pertenece a las plantas que viven más de dos años, o sea a los arbustos y árboles.

Los arbustos se diferencian de los árboles por presentar varios troncos, mientras que el árbol presenta uno solo. Como ejemplos de arbustos tenemos la cucarda, el algodónero, la retama, etc.

b) **Atendiendo a su duración.**—Se dividen en:

Anuales.—Cuando la planta vive un año o menos y generalmente son plantas herbáceas.

Bienales.—Cuando la planta vive hasta dos años, en el primero desarrolla el tallo y las hojas, mientras que en el segundo año forman las flores, frutos, semillas, y muere. Como ejemplo tenemos, la cebolla, la col, la caña de azúcar, etc.

Perennes.—Son tallos que pertenecen a las plantas que viven más de dos años.

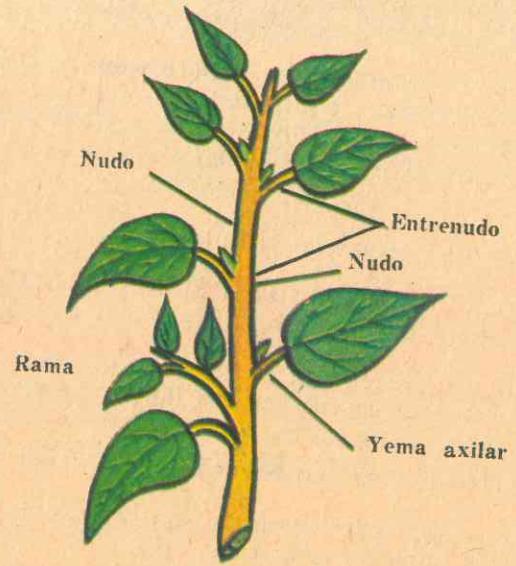
c) **Atendiendo a su medio de vida.**—Se dividen en:

Aéreos.—Son los tallos normales.

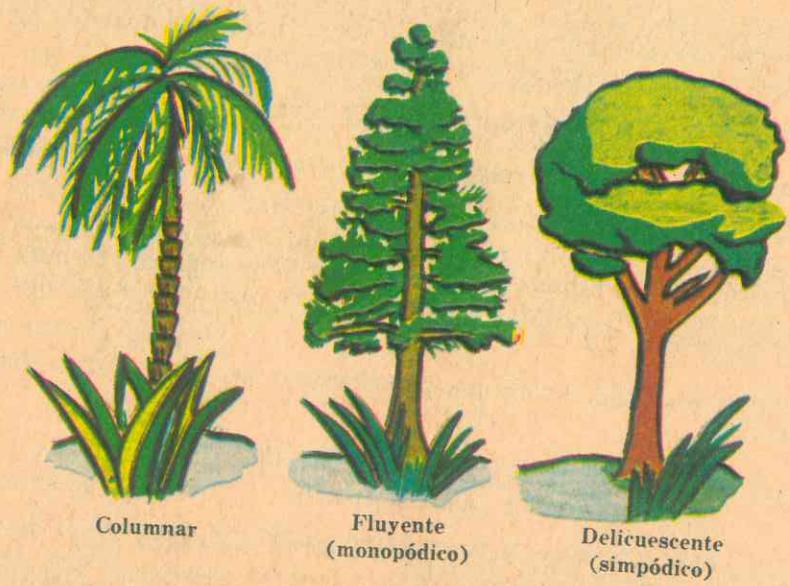
Subterráneos.—Cuando como la raíz, se desarrollan en el suelo, almacenando sustancias de reserva.

Acuáticos.—Cuando se desarrollan en el agua, como la totora, eichornia, etc.

EL TALLO



RAMIFICACION DEL TALLO



Columnar

Fluyente
(monopódico)

Delicuescente
(simpódico)

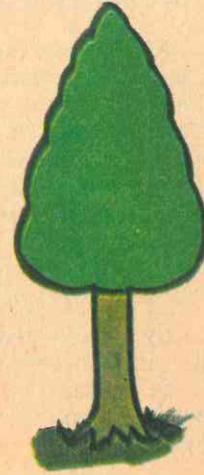
CLASES DE TALLOS



Hierba



Arbusto



Arbol



Campanilla
Tallo voluble



Hiedra
Tallo rastrero



Ñorbo
Tallo trepador

TALLOS ESPECIALES.—Son aquellos tallos que tienen otra forma y en muchos casos realizan funciones distintas. Como ejemplo recordemos:

a) **Tallos subterráneos.**—Llamados también reservantes, porque almacenan sustancias de reserva para que la planta pueda vivir durante la época de sequía. Entre los más importantes tenemos los **rizomas**, que crecen horizontalmente, formando por la cara superior tallos aéreos y por la inferior raíces adventicias, ejemplo: el lirio, el helecho, el carrizo, etc. Los **tubérculos**, tallos cortos que presentan varias yemas denominadas "ojos", ejemplo: la papa, el olluco. Los **bulbos** son tallos que tienen la forma de un platillo, por la cara inferior forman las raíces adventicias y la superior posee una yema protegida por hojas modificadas, llamadas cátafilos, ejemplo: la cebolla, el tulipán, los ajos, etc.

b) **Tallos volubles.**—Son tallos que al crecer no lo hacen verticalmente sino en sentido horizontal, debido a que carecen de un verdadero tejido de sostén; sin embargo, si encuentran un medio de apoyo, crecen hacia arriba, pero alrededor del medio que le sirve de apoyo, ejemplo: la campanilla.

c) **Tallos rastreros.**—También crecen horizontalmente, pero se diferencian de los tallos volubles porque emiten raíces adventicias, ejemplo: el berro, la hiedra, la grama, etc.

d) **Tallos trepadores.**—Son tallos que presentan órganos especiales llamados **zarcillos**, encargados de asegurar el crecimiento vertical porque sirven para sostenerlo, ejemplo: la vid, la bellísima, la granadilla, etc.

e) **Tallos defensivos.**—Como su nombre lo indica, se han modificado para convertirse en **espinas**, o sea órganos de defensa, ejemplo: el naranjo, el granado, etc.

f) **Tallos asimiladores.**—Ciertas plantas que viven en un medio muy seco han modificado sus hojas para cumplir con otras funciones; entonces la función de asimilación la realiza el tallo y por dicho motivo son verdes, o sea que poseen clorofila, ejemplo: el cactus, el palo verde, la retama, el ruscus, notable porque el tallo tiene la forma de una hoja.

FISIOLOGIA DEL TALLO

El tallo realiza las funciones de sostén, transporte y almacenamiento.

a) **Sostén.**—El tallo sirve de soporte a las ramas, hojas, flores y frutos.

b) **Transporte.**—Como órgano de transporte conduce hacia las hojas las sustancias inorgánicas mediante el **xilema**, y mediante otro tejido conductor, llamado **floema**, lleva hacia la raíz, hojas, fruto o semillas, las sustancias nutritivas elaboradas por la hoja durante la fotosíntesis.

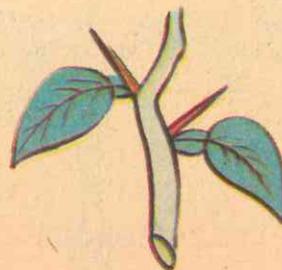
c) **Almacenamiento.**—El tallo de muchas plantas, almacena sustancias de reserva, como azúcar, almidón o agua, como ocurre con la caña de azúcar, la papa y muchos cactus.

CLASES DE TALLO



Cactus

Tallo suculento



Rama de naranjo
Tallo defensivo



Fresa
Tallo estolón

TALLOS SUBTERRANEOS



Cebolla
Bulbo tunicado



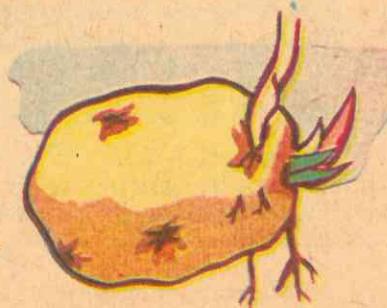
Azucena
Bulbo escamoso



Tulipán
Bulbo compacto



Lirio
Rizoma



Papa
Tubérculo

Muchas plantas mediante las yemas adventicias se pueden propagar por medio de estacas, esquejes e injertos. Esta propiedad tiene gran aplicación en la propagación comercial de numerosas plantas ornamentales y frutales.

VOCABULARIO:

- | | | |
|---------------|--------------|----------------|
| 1.—Absorción | 5.—Cormófita | 9.—Monopodio |
| 2.—Adventicia | 6.—Epífita | 10.—Rizoma |
| 3.—Arbusto | 7.—Folio | 11.—Simpodio |
| 4.—Bulbo | 8.—Fulcrea | 12.—Tubérculo. |

EXPERIENCIAS

1.—Como órgano de sostén.

Hacer que los alumnos observen cómo las ramas y el tallo sostienen a las hojas, flores y frutos.

2.—Observación de los nudos y entrenudos.

Llevar ramas de matico, de zebrina péndula o de otra planta y hacer que los alumnos observen y dibujen los nudos y los entrenudos.

3.—Observación de las yemas.

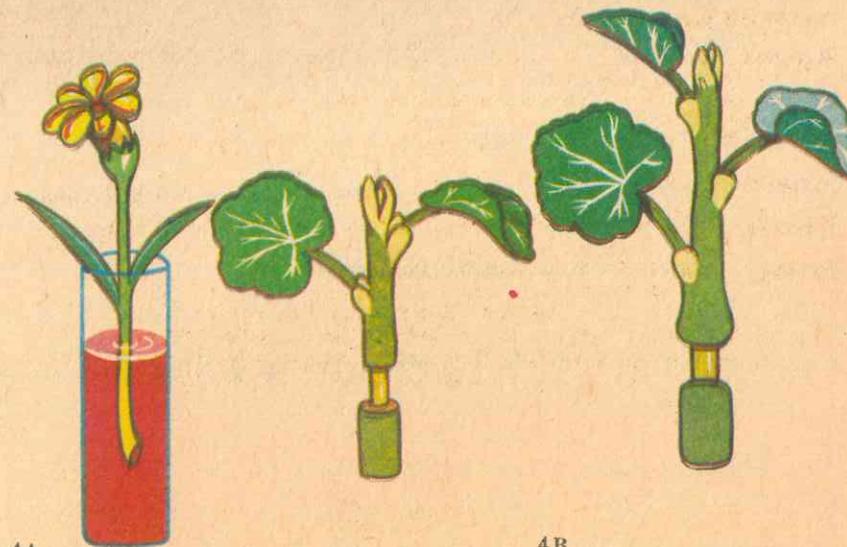
- a) **Terminales.**—Observe en las ramas de la cucarda, geranio, etc.
- b) **Axilares.**—En las mismas ramas observar las yemas situadas en la axila de la hoja; también se puede llevar ramas de roble para observar mejor dichas yemas.
- c) **Yemas adventicias.**—Tomar hojas de la planta “hoja del aire”, hiedra, boa y observar el nacimiento de raíces originadas por las yemas adventicias.

4.—Como órgano de conducción.

- a) **De la savia inorgánica.**—Tomar una ramita de clavel blanco, de apio, balsamina, etc. y cortar el tallo oblicuamente, luego introducirla en una solución de eosina en agua. Dejar 4 horas.

- 1.—¿Qué observa en el tallo o en la flor del clavel?
- 2.—¿Cómo explicaría dicho fenómeno?

- b) **De la savia orgánica.**—Tomar una planta de geranio y hacer un corte anular para quitarle la corteza y el liber. Dejar hasta dos meses.



4A

4B

- 1.—¿Qué observa en la ramita situada en la parte superior del corte? ...
- 2.—¿Qué observa en el corte superior de la ramita? ...
- 3.—¿Cómo se explicaría dicho fenómeno? ...

5.—Observación de los vasos conductores.

- a) **Del xilema.**—Cortar una rama tierna de la planta higuera, de más o menos un cm. de largo; hacer cortes longitudinales con una navajita de afeitar, dejar caer dichos cortes en un petri con agua; luego preparar una lámina y llevarla al microscopio. Observar en aumento de 10 y 45.
- b) **Del floema y xilema.**—Tomar un tallo de zapallo también de un cm. de largo, y proceder como en el caso anterior. Preparar una lámina ligeramente coloreada con eosina y fucsina. Observar con aumento de 10 y 45.

- 1.—Dibuje las tráqueas.
- 2.—¿Qué forma tienen los dibujos o esculturas de las tráqueas?
- 3.—¿Cómo se disponen los vasos liberianos?

4.—¿Observe las cribas? Dibújelas.

6.—Observación de tallos reservantes.

Observe y dibuje la papa, el rizoma del lirio, achira, carrizo, la cebolla, tulipán, poro, etc.

1.—¿Qué función tienen los tallos reservantes?

2.—¿Conoce alguna planta que almacene agua en el tallo?

—Ejemplo:

—¿Dónde viven normalmente dichas plantas?

ACTIVIDADES:

Coleccione:

- a) Tallos herbáceos y leñosos.
- b) Tallos subterráneos.
- c) Tallos alimenticios, medicinales e industriales.
- d) Tallos modificados.

CUESTIONARIOS

1.—Partes del tallo a) b)

2.—Escriba una definición de yema b)

3.—¿Cómo se dividen las yemas? Escriba ejemplos de cada una

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

4.—Escriba 5 ejemplos de cada ramificación del tallo.

Monopódico

Simpódico

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

5.—Escriba tres ejemplos de cada clase de tallo.

- a) Herbáceo
- b) Leñoso
- c) Anual
- d) Perenne
- e) Subterráneo
- f) Voluble
- g) Rastrero
- h) Trepador
- i) Asimilador

6.—Escriba las diferencias que se piden a continuación:

Tallo subterráneo

Raíz

- a)
- b)

Tallo rastrero

Tallo trepador

- a)
- b)

7.—¿Cómo se demuestran las siguientes funciones del tallo?

- a) De sostén
- b) De transporte
- c) De almacenamiento

CIRCULACION Y RESPIRACION EN ANIMALES

SISTEMA CIRCULATORIO.

El transporte y la distribución de las sustancias que resultan de la digestión de los alimentos, se realiza en los animales inferiores por difusión, a través de la membrana, como se observa en las esponjas, hidras y tenias.

En los animales de organización más complicada existe un sistema llamado circulatorio, encargado de la distribución interna de las sustancias nutritivas y del oxígeno, y de recoger las sustancias de excreción y el anhídrido carbónico para su posterior eliminación por medio del sistema excretor.

El sistema circulatorio está integrado por las siguientes partes:

a) **El tejido sanguíneo y linfático.**— Es el medio interno que lleva a las células las sustancias nutritivas y transporta los gases. El plasma está formado por todas las sustancias que forman el quilo, o sea glucosa, amino-ácido, glicerina, vitaminas, agua, sales minerales. Además, dichos tejidos poseen células cuyas funciones son: Los glóbulos rojos, transportan gases; los glóbulos blancos, defienden el organismo; las plaquetas intervienen en la coagulación.

b) **El corazón.**— Es el órgano encargado de regular la circulación de los tejidos sanguíneos y linfáticos, dada la propiedad que tiene de contraerse y dilatarse rítmicamente.

c) **Los vasos sanguíneos.**— Formados por una red de arterias, venas y capilares por cuyo interior circula la sangre.

CLASES DE SISTEMA CIRCULATORIO

Existen dos clases de sistema circulatorio:

I.—**Sistema circulatorio abierto.**— Propio de insectos, arañas, cangrejos, ciempiés, caracoles y choros. Se le llama así, porque carece de capilares sanguíneos; las arterias se comunican con las venas mediante unas cavidades o lagunas, por lo que también se le denomina lagunar.

En dichos animales y en todos los invertebrados, el corazón está situado en el lado dorsal y formado por una o varias aurículas y ventrículos.

II.—**Sistema circulatorio cerrado.**— Se considera cerrado, cuando las arterias y las venas se unen mediante los capilares sanguíneos. Es propio de los anélidos (lombriz de tierra) y de todos los vertebrados.

En todos los animales vertebrados el corazón está situado en la cara anterior o pectoral. En los peces está formado por una aurícula y un ventrículo; en los anfibios y reptiles, por dos aurículas y un ventrículo; y en las aves y mamíferos, por dos aurículas y dos ventrículos.

Tipos de sistema circulatorio en los vertebrados

Tenemos los siguientes:

a) En los peces es **simple, completo y a vasos cerrados.** Es simple porque la sangre circula formando un solo ciclo; es completo porque la sangre arterial no se mezcla con la venosa; y es a vasos cerrados porque las arterias y las venas se unen mediante los capilares.

b) En los anfibios y reptiles es **doble, incompleto y a vasos cerrados.** Es doble porque presenta una circulación pulmonar y otra aórtica; es incompleto, porque la sangre arterial se mezcla con la venosa; y es a vasos cerrados, porque las arterias se unen con las venas mediante los capilares sanguíneos.

c) En las aves y mamíferos es **doble, completo y a vasos cerrados.** Es doble porque presenta circulación pulmonar y aórtica; es completo porque la sangre arterial no se mezcla con la venosa; y es a vasos cerrados, por las mismas razones dichas en la circulación de los peces, anfibios y reptiles.

ASIMILACION

Al ser transportadas y distribuidas las sustancias nutritivas por el sistema circulatorio a los tejidos, órganos y células y penetrar en ellos, se combinan y forman moléculas complejas que sirven para reparar las gastadas, formar sustancias de reserva o transformarse en energía para realizar otras funciones.

Así, la glucosa es retenida en el hígado, donde se transforma en glucógeno o almidón animal; los amino-ácidos son transformados en proteínas; la glicerina en grasas; las proteosas en ácidos nucleicos.

SISTEMA RESPIRATORIO

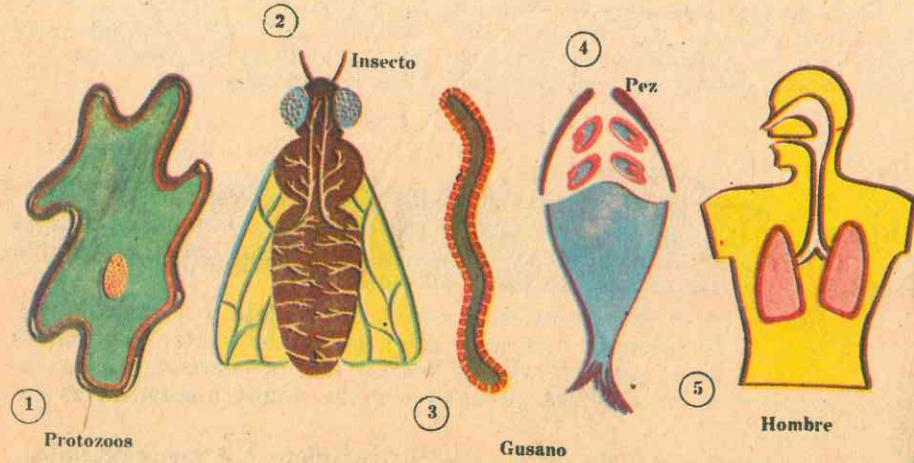
Como se ha dicho, al estudiar la célula, mediante la respiración se libera la energía que se encuentra en las moléculas o componentes del protoplasma, haciendo así posible el metabolismo y la vida.

Las plantas y los animales necesitan de energía, que la obtienen mediante la respiración. Esta función es tan fundamental que en los animales se considera como un signo de vida.

Se consideran dos clases de respiración:

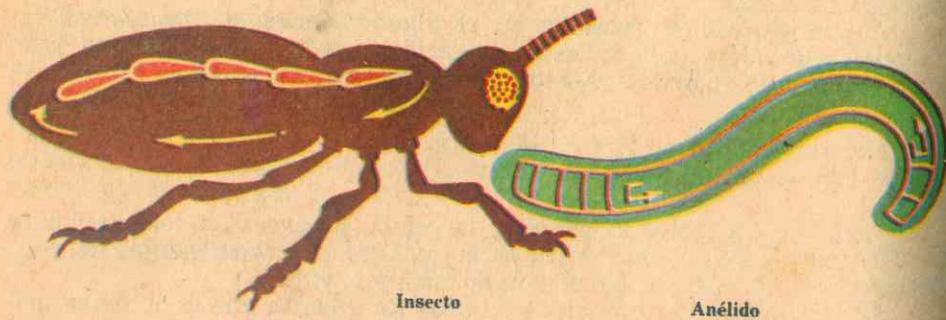
a) **Externa.**— Cuando el intercambio de gases se realiza entre los órganos encargados de dicha función (pulmones, braquias, tráqueas) y el medio externo (aire, agua).

LOS CINCO TIPOS DE RESPIRACION ANIMAL



- 1.—Difusión directa de los gases a través de la superficie celular.
- 2.—Tubos traqueales.
- 3.—Respiración cutánea.
- 4.—Respiración branquial.
- 5.—Respiración pulmonar.

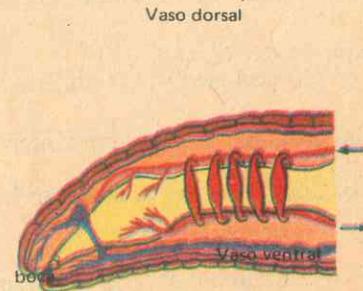
TIPOS DE CIRCULACION



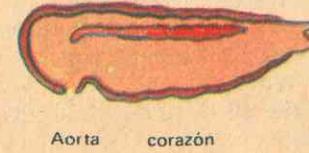
La circulación "abierta" de un insecto, comparada con la "cerrada" de un anélido.

SISTEMAS CIRCULATORIOS

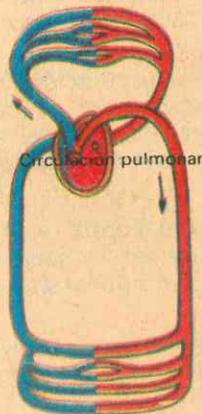
a) CERRADO. De la lombriz de tierra.



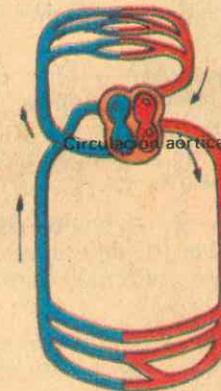
b) ABIERTO. De un insecto.



SISTEMA CIRCULATORIO DE LOS PECES



Sistema circulatorio de los anfibios y reptiles



Sistema circulatorio de las aves y mamíferos

- b) **Interna.**— Cuando el intercambio de gases se realiza entre el fluido circulante (sangre) y las células de los tejidos.

RESPIRACION DE LOS ANIMALES ACUATICOS

En el agua, la concentración del oxígeno se mantiene constante debido a los siguientes factores:

- Difusión del oxígeno del aire dentro del agua.
- Producción de oxígeno por las plantas acuáticas durante la fotosíntesis.

Asimismo, en el agua la cantidad de anhídrido carbónico se mantiene en una concentración baja debido a:

- Que es tomado por las plantas acuáticas para realizar la fotosíntesis.
- Que se difunde en el aire.
- Que es convertido en carbonato o bicarbonato, al combinarse con el agua y metales como el calcio.

En los animales acuáticos pequeños la respiración es epitelial: toman el oxígeno por difusión a través de todo el cuerpo, tal como sucede con las esponjas, hidras, malaguas, corales. Los órganos respiratorios de las estrellas de mar son las **pápulas**, que se encuentran cubriendo la cara libre del cuerpo; en cambio, los pepinos de mar presentan un órgano interno, llamado **árbol respiratorio**.

Los otros animales acuáticos respiran por branquias. Se caracterizan por presentar:

- a) **Un líquido circulatorio.**— Que se encarga de transportar el oxígeno y el anhídrido carbónico (tejido sanguíneo).
- b) **Los órganos respiratorios, o sea las branquias.**— Encargadas de realizar el intercambio de los gases del líquido circulatorio o medio interno con el agua que representa el medio externo. Este tipo de respiración es propio de los anélidos, los crustáceos, los peces y algunos anfibios.
- c) **Un mecanismo motor.**— Que permite la circulación del agua por las branquias. Así, en los choros, las branquias son ciliadas: al moverse los cilios hacen circular el agua que penetra por el sifón incurrente y que, después de bañar las branquias, sale al exterior por medio del sifón excurrente.

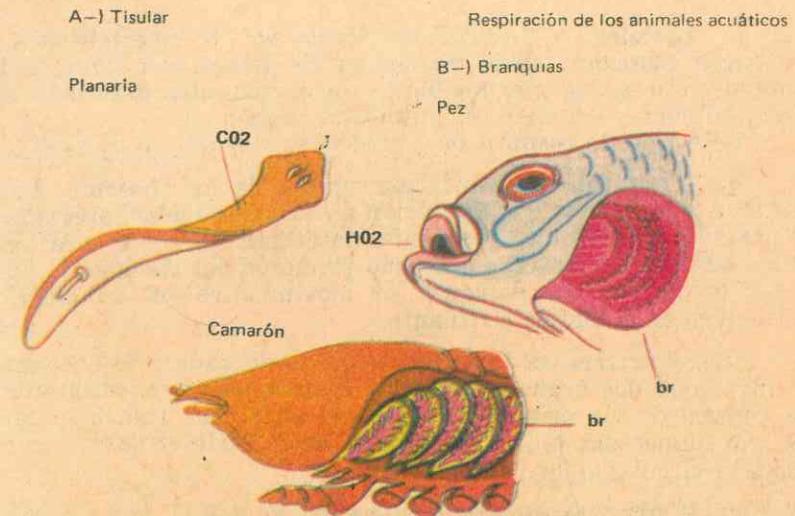
En los peces de esqueleto óseo, como el bonito y los de acuario, el agua circula hacia las branquias al abrir y cerrar la boca el pez; y sale al exterior a través del opérculo, que es una hendidura situada detrás de la cabeza.

En los peces de esqueleto cartilaginoso el agua penetra por una abertura llamada **espiráculo**, se dirige a las branquias y sale a través de las hendiduras branquiales.

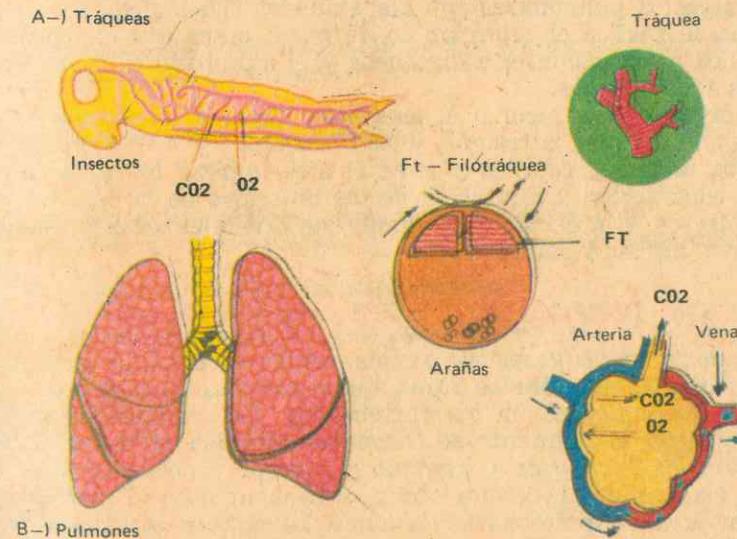
RESPIRACION DE LOS ANIMALES TERRESTRES

En los animales terrestres los órganos encargados de realizar el intercambio de gases se sitúan en el interior del cuerpo. Así son protegidos

SISTEMAS RESPIRATORIOS



RESPIRACION DE LOS ANIMALES TERRESTRES



contra la humedad y sequedad del ambiente, como también de los golpes y rozamientos.

Las siguientes formas de respiración se presentan en los animales terrestres:

I.—**Epitelial.**— Respiración propia de los invertebrados que viven en lugares húmedos, como la lombriz de tierra, por cuyo motivo deben mantener húmeda la piel mediante unas glándulas especiales para poder tomar oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico.

Este tipo de respiración también se observa en la rana y el sapo.

II.—**Traqueal.**— Respiración propia de los insectos. Las tráqueas son tubos ramificados que se inician en los espiráculos, aberturas ubicadas por pares en cada anillo y situadas lateralmente en la cara ventral (primero y tercero del tórax, y los ocho primeros del abdomen). El aire penetra por los espiráculos debido a los movimientos del abdomen, y después se disuelven en el líquido circulante.

En las arañas las tráqueas están modificadas. Se encuentran reunidas, formando dos órganos, llamados filotráqueas, que están situadas en la cara ventral de los primeros anillos del abdomen. Tienen la forma de un libro con numerosas hojas. El oxígeno se difunde en las hojas y luego en el líquido circulante que llega a ellas.

III.—**Pulmonar.**— Esta respiración es propia de los vertebrados terrestres, incluyendo los reptiles, aves y mamíferos acuáticos.

Los pulmones son dos órganos situados dentro de la cavidad torácica (mamíferos) o celoma. Están formados por un tejido esponjoso. Cada pulmón se divide en lóbulos, luego en lobulillos y terminan en los alvéolos pulmonares, que se encuentran rodeados por muchos capilares sanguíneos.

Los alvéolos pulmonares son las unidades fisiológicas de los pulmones; en ellos se realiza el intercambio de gases, o sea que el oxígeno pasa de los alvéolos a los capilares sanguíneos, y el anhídrido carbónico pasa de los capilares a los alvéolos.

Los órganos que recorre el aire para llegar a los alvéolos son: las fosas nasales, la faringe, la tráquea y los bronquios.

En los anfibios, reptiles y aves el aire ingresa hacia los pulmones, debido a la contracción y dilatación de los músculos de la base de la boca. En los mamíferos, el músculo diafragma, que divide el tórax y el abdomen, se encarga del ingreso y salida del aire.

TRANSPORTE DEL OXIGENO Y EL ANHIDRIDO CARBONICO

El transporte de gases es posible debido al sistema circulatorio y se realiza mediante los glóbulos rojos, que contienen un pigmento respiratorio llamado hemoglobina en los vertebrados. En algunos invertebrados, como los moluscos, el pigmento se llama hemocianina, diferenciándose del pigmento anterior porque está formado por cobre y no hierro y la sangre es azul. En los anélidos, la hemoglobina se encuentra en el plasma.

En los alvéolos pulmonares, la hemoglobina, por difusión, cede el anhídrido carbónico y se combina con el oxígeno para formar la oxihemoglobina (sangre arterial). En los tejidos la hemoglobina cede el oxígeno y se combina con el anhídrido carbónico formando la carbohemoglobina (sangre venosa).

Así combinada es transportada por las venas hacia el corazón; luego pasa a los alvéolos pulmonares, donde cede el anhídrido carbónico y se combina nuevamente con el oxígeno.

EXPERIENCIAS

1.—Observación del sistema circulatorio.

a) Lagunar abierto del camarón de río.

Comprar en el mercado uno o varios camarones grandes, extraer el caparazón del cefalotórax con mucho cuidado y observar el corazón que se encuentra en la cara dorsal.

b) Sistema circulatorio cerrado de la lombriz de tierra.

Observar las lombrices colectadas y colocadas en un petri, para localizar los vasos sanguíneos.

2.—Sistema circulatorio cerrado de un anfibio.

Anestesiarse a una rana o sapo y hacer un corte longitudinal teniendo cuidado de no cortar la vena ventral; cortar el esternón y observar el corazón ¿se contrae? Observar al microscopio la membrana interdigital de la pata posterior o la membrana mesentérica, para observar la circulación por los capilares sanguíneos.

3.—Observación de las aurículas y ventrículos.

a) De un anfibio.— Extraer el corazón del sapo anestesiado y hacer un corte longitudinal. ¿Cuántas cámaras presenta?

b) De un ave.—Extraer el corazón del ave y hacer un corte longitudinal. ¿Cuántas cámaras presenta?

4.—Observación de sistemas respiratorios.

a) De los animales acuáticos como las actinias o planarias.

Observar a dichos animales. ¿Presentan órganos respiratorios?

¿Qué clase de respiración tienen estos animales?

b) Las branquias de un pez y un choro.— Observar a un pez en un acuario para comprobar cómo abre y cierra la boca mientras abre el opérculo para permitir la circulación del agua de la boca hacia el opérculo pasando por las branquias.

Colectar un choro e introducirlo en un frasco de boca ancha con agua de mar y tratar de observar la corriente del agua de ingreso y salida por los sifones.

Extraer las branquias (agallas) del pez o las del choro; observar su color y forma en el del pez.

Preparar una lámina al microscopio de la branquia del choro y observar con el objetivo de 10. ¿Qué nota?

5.—De los animales terrestres.

a) De la lombriz de tierra.— ¿Presenta este animal órganos respiratorios? ...

- ¿Por qué debe mantener su piel húmeda?.....
—¿Qué clase de respiración tiene la lombriz de tierra?

b) De los insectos.— Coger un grillo o saltamonte. Observar los estigmas.

Con una navajita hacer cortes muy delgados del abdomen y preparar una lámina para observarla en el microscopio con el objetivo de 10.

- ¿Observa las tráqueas?
—¿Qué forma tienen?.....

c) De un vertebrado terrestre

- Obtener los pulmones del sapo, observar su forma y tamaño.
—Obtener los pulmones del ave, compararlos con los del sapo. ¿Nota alguna diferencia?
—Obtener del camal o mercado los pulmones de una res o carnero; observar su color y consistencia; échese sobre una vasija con agua. ¿Flota o se hunde? ¿Por qué?

6.—Observación de las propiedades de la hemoglobina.

Adquirir de un laboratorio hemoglobina cristalizada y preparar una solución acuosa; observar el color. Agitar fuertemente y observar si hay cambio en el color.

A la solución anterior agregar un poco de sulfuro de amonio (agente reductor); observar el efecto.

CUESTIONARIOS

1.—Explique brevemente la función del sistema circulatorio.

.....
.....

2.—¿Cuándo se dice que el sistema circulatorio es:

a) Abierto

b) Cerrado

3.—Ponga ejemplos de animales con la siguiente circulación:

Abierta o lagunar

Cerrada

a)

b)

c)

d)

4.—Al lado de cada órgano, escriba la función que desempeña:

a) Corazón

b) Arterias

c) Venas

d) Capilares

5.—¿Cuándo se dice que la circulación es:

a) Simple

b) Doble

c) Incompleta

d) Completa

6.—Al lado de cada clase de vertebrados, escriba el sistema circulatorio que poseen:

a) Los peces

b) Los anfibios y los reptiles

c) Las aves y los mamíferos
.....

7.—En cuántas cavidades se divide el corazón de:

- a) Los peces
- b) Los anfibios
- c) Los reptiles
- d) Las aves
- e) Los mamíferos

8.—A qué se denomina en los mamíferos circulación:

- a) Pulmonar
-
- b) Aórtica
-

9.—Haga un esquema de la circulación de un mamífero.

10.—¿Qué tejido se encarga de la distribución de las sustancias nutritivas absorbidas por las vellosidades intestinales?

11.—Escriba la composición del plasma sanguíneo.

- a)

- b)
- c)
- d)

12.—Escriba cinco funciones del tejido sanguíneo:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

13.—Escriba dos funciones del tejido linfático:

- a)
- b)

14.—¿Dónde se encuentra situado el corazón en los animales:

- a) Invertebrados
- b) Vertebrados

15.—Explique brevemente la función del sistema respiratorio.

.....
.....
.....

16.—Cuándo se dice que la respiración es:

- a) Interna
-
- b) Externa

17.—¿Qué clase de respiración presentan los animales acuáticos?

- a)
- b)

18.—Escriba ejemplos de animales acuáticos cuya respiración sea:

Epitelial

Branquial

- a)
- b)
- c)
- d)

19.—¿Por qué en el agua no disminuye el porcentaje de oxígeno?

.....
.....

20.—¿Por qué no aumenta el porcentaje de anhídrido carbónico en el:

a) Agua?

.....
.....

b) Aire?

21.—¿Qué clase de respiración presentan los animales terrestres?

a) b) c)

.....

22.—Escriba ejemplos de animales terrestres que presentan respiración:

Tisular

Traqueal

Pulmonar

- | | | |
|----------|-------|-------|
| a) ..... | ..... | ..... |
| b) ..... | ..... | ..... |
| c) ..... | ..... | ..... |
| d) ..... | ..... | ..... |
| e) ..... | ..... | ..... |

23.—¿Por qué las branquias no pueden tomar, para la respiración, el oxígeno del aire?

.....
.....

.....
24.—Explique brevemente, cuál es el objeto de las siguientes respiraciones:

a) Pulmonar

.....

b) Tisular

25.—¿Qué células del tejido sanguíneo se encargan del transporte del anhídrido carbónico y del oxígeno?

.....

26.—¿Qué compuestos forma la hemoglobina durante la respiración?

a) Con el oxígeno

b) Con el anhídrido carbónico

c) Con el monóxido de carbono

27.—A qué se denomina en la respiración:

a) Espiración

b) Inspiración



WILLIAM HARVEY
1578 - 1658

Médico inglés que descubrió la circulación aórtica, al relacionar la anatomía con la fisiología del corazón, las venas y las arterias. Consideró el corazón como una bomba muscular.

SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE

El cuerpo del hombre está formado por millones de células incapaces de obtener por sí solas oxígeno y eliminar las sustancias de desecho. El cuerpo requiere, por lo tanto, de un sistema que se encargue de llevar a las distintas células de nuestro cuerpo el oxígeno y sustancias que necesita y de recoger las innecesarias para eliminarlas.

Un organismo unicelular tiene el mismo problema, pero éste se encuentra rodeado por el agua, y mediante la ósmosis satisface sus necesidades.

Las células humanas están bañadas por un líquido extracelular llamado linfa.

La linfa contiene oxígeno y sustancias nutritivas, que pasan al interior de la célula por ósmosis; también recibe las sustancias catabólicas. La sangre es otro líquido que lleva sustancias a la célula y saca a su vez otras de la célula. Ambos líquidos, para cumplir con su función, deben estar en continuo movimiento. Existe un sistema llamado **circulatorio** encargado de llevar la sangre y la linfa a todas las células de nuestro organismo.

TEJIDO SANGUINEO.—Se considera a la sangre como un tejido porque está formada por células, diferenciándose de los otros tejidos porque la sustancia intercelular es líquida y en ella se encuentran dispersas las células sanguíneas.

Aspecto externo.—Tiene un color rojo brillante en las arterias y rojo oscuro en las venas; una viscosidad de 5 a 6 veces mayor que el agua y una densidad menor que la del protoplasma (1.05 gr/cc.). Constituye entre el 5% y el 7% del peso de nuestro cuerpo, o sea que una persona que pesa 70 Kg. tiene alrededor de 5 litros de sangre.

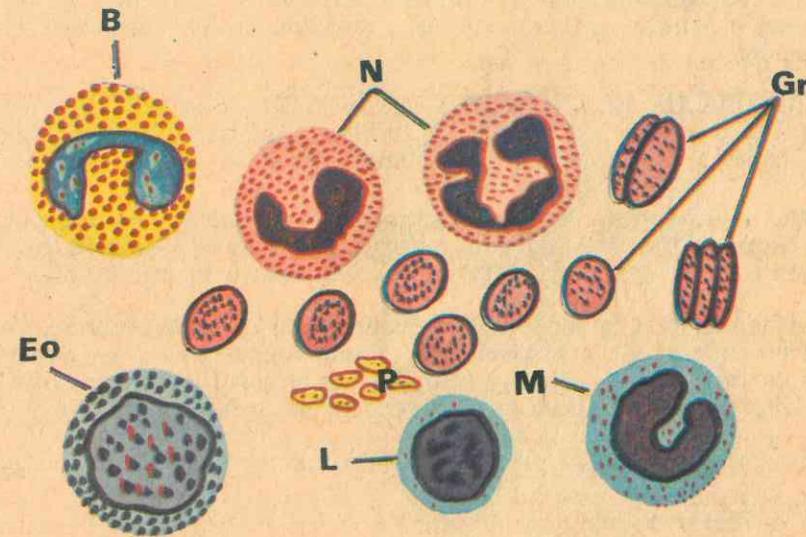
Composición de la sangre.—Está formada por el **plasma**, o sustancia intercelular líquida, y las **células sanguíneas**: los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas.

PLASMA.—Es la porción líquida del tejido sanguíneo; tiene un color ámbar y en él se encuentran las células sanguíneas y numerosas sustancias que forman parte del plasma, las que son transportadas a todo nuestro organismo.

Composición del plasma.—Está formado por:

- Agua.**—Más o menos el 90%.
- Sustancias nutritivas.**—Amino-ácidos, glucosa, glicerina, vitaminas y sales minerales.
- Gases disueltos.**—Oxígeno, anhídrido carbónico, nitrógeno.

CELULAS DEL TEJIDO SANGUINEO



Gr. = Glóbulos rojos, P = Plaquetas, N = Neutrófilos, B = Basófilo, Eo. = Eosinófilo, L = Linfocito, M = Monocito (los 5 últimos son clases de glóbulos blancos).

- d) **Sustancias catabólicas.**—Tales como úrea, ácido úrico, anhídrido carbónico.
- e) **Hormonas.**—Sustancias secretadas por las glándulas endocrinas.
- f) **Anticuerpos y antitoxinas.**—Sustancias que protegen nuestro cuerpo contra la invasión de organismos patógenos.
- g) **Proteínas sanguíneas.**—Tales como la sero-albúmina, sero-globulina y fibrinógeno.

CELULAS SANGUINEAS

GLOBULOS ROJOS O ERITROCITOS.—Son células sin núcleo; tienen la forma de un disco, de perfil son bicóncavas, de 7-8 micras de diámetro; su cantidad se expresa en volumen y es de 5 millones por mm. cc. en el hombre, mientras que en la mujer es de 4 y medio millones por milímetro cúbico; se originan en la médula roja de los huesos, a partir de unas células que presentan núcleos pero carecen de hemoglobina. La hemoglobina es un pigmento respiratorio formado por fierro y que se encuentra en todos los glóbulos rojos. Viven aproximadamente 120 días.

Fisiología.—Los glóbulos rojos transportan el oxígeno y el anhídrido carbónico.

La hemoglobina tiene la propiedad de unirse con el oxígeno para formar la **oxihemoglobina**, o sangre arterial. En los tejidos libera el oxígeno y se combina con el anhídrido carbónico, formando la **carbohemoglobina**, o sangre venosa, que es conducida a los pulmones para su oxigenación.

GLOBULOS BLANCOS O LEUCOCITOS.—Son células que se encuentran en la sangre, la linfa y los tejidos; carecen de hemoglobina pero poseen núcleo y tienen movimiento semejante al de una ameba, mediante pseudópodos.

Su tamaño varía de 8-12 micras y son de seis a diez mil por mm. cc. Se forman en la médula roja de los huesos, en el tejido linfático, especialmente en los ganglios linfáticos; viven más o menos 12 días.

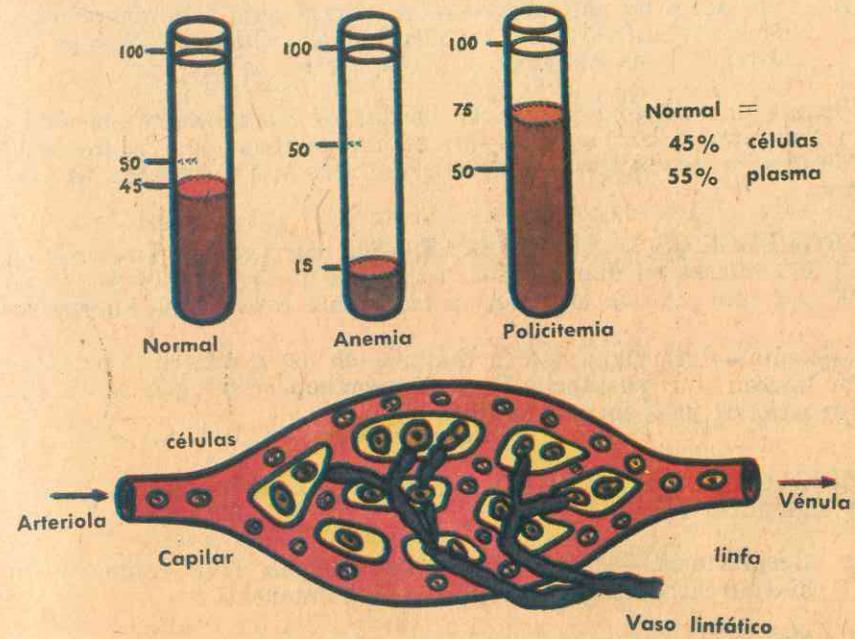
Atendiendo a la presencia o ausencia de granulaciones en el citoplasma se dividen en: **granulocitos** o **polimorfonucleares** y en **agranulocitos**. El primer grupo está formado por los neutrófilos, los eosinófilos y los basófilos; los agranulocitos comprenden los linfocitos y los monocitos.

De éstos, los más numerosos e importantes son los neutrófilos.

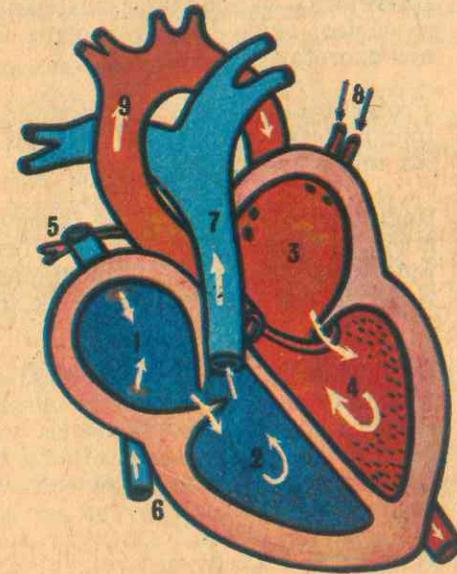
Fisiología.—Poseen las siguientes propiedades:

- a) **Diapédesis.**—Que le permite atravesar las paredes de los capilares y localizarse en un lugar inflamado o herido.
- b) **Quimiotaxis.**—Consiste en la atracción o repulsión a una sustancia determinada.

RELACION ENTRE LAS CELULAS SANGUINEAS Y EL PLASMA DESPUES DE HABER SIDO CENTRIFUGADOS



- 1—Aurícula derecha
- 2—Ventrículo derecho
- 3—Aurícula izquierda
- 4—Ventrículo izquierdo
- 5—Vena cava superior
- 6—Vena cava inferior
- 7—Arteria pulmonar
- 8—Venas pulmonares
- 9—Arteria aorta



- c) **Fagocitosis.**—Propiedad de devorar sustancias extrañas u otras células; mediante la fagocitosis los leucocitos destruyen a los microbios.
- d) **Formación de anticuerpos.**—Sustancias que elaboran principalmente los linfocitos, los monocitos y las células del plasma, para destruir a las bacterias y otras partículas extrañas.

Cuando una persona tiene una herida, los leucocitos se concentran en ella y fagocitan a las bacterias que se han introducido. La formación de pus se debe a las bacterias y células muertas y a los leucocitos vivos y muertos.

TROMBOCITOS O PLAQUETAS.—Son corpúsculos incoloros, sin núcleo, de 1-3 micras de diámetro, en forma de disco; existen de 250,000 a 400,000 por mm. cc.; se originan en la médula roja de los huesos.

Fisiología.—Intervienen en la coagulación de la sangre. Cuando se destruyen liberan una sustancia llamada **tromboplastina**, que inicia una serie de reacciones para formar la fibrina.

FISIOLOGIA DEL TEJIDO SANGUINEO.—El tejido sanguíneo tiene las siguientes funciones:

- a) **Respiratoria.**—Cuando transporta oxígeno a los tejidos, y anhídrido carbónico de los tejidos a los pulmones.
- b) **Nutritiva.**—Al transportar sustancias nutritivas como glucosa, amino-ácidos, grasas hacia los tejidos y órganos.
- c) **Excretora.**—Al conducir sustancias catabólicas como úrea, ácido úrico, ácido láctico y otros de las células hacia los órganos excretores.
- d) **Protectora.**—Cuando, mediante los leucocitos, devora los microbios o forma sustancias llamadas anticuerpos, que destruyen a los microbios.
- e) **Reguladora.**—Mediante las hormonas u otras sustancias químicas, que actúan regulando la función de muchos órganos o de todo el organismo. También mantiene la temperatura y cantidad de agua en las células de los tejidos.

COAGULACION DE LA SANGRE.—Cuando la sangre circula dentro de los vasos sanguíneos tiene la consistencia de un fluido; sin embargo, si deja de circular o escapa de los vasos, toma la consistencia de una masa gelatinosa, o se **coagula**. Dicho fenómeno constituye una defensa del organismo para evitar la pérdida de sangre cuando una persona tiene una herida.

Aunque no se conocen todos los detalles sobre la coagulación, se

sabe que intervienen cuatro sustancias para que se produzca.

- 1.—**Tromboplastina.**—Sustancia formada al dañarse un tejido y al destruirse las plaquetas.
- 2.—**Protrombina.**—Sustancia presente en el plasma sanguíneo. Es originada en el hígado, debido a la vitamina K.
- 3.—**Calcio.**—También presente en el plasma, en forma de ion.
- 4.—**Fibrinógeno.**—Formado en el hígado se encuentra en el plasma.

Las fases de la coagulación pueden bosquejarse de la siguiente manera:

Fase 1.—Al destruirse las plaquetas dejan éstas en libertad a la **tromboplastina**.

Fase 2.—La tromboplastina, en presencia de los iones calcio, actúa sobre la protrombina produciendo la **trombina**.

Fase 3.—La trombina reacciona con el fibrinógeno para formar la **fibrina**. La fibrina, que tiene el aspecto de una red, junto con las células sanguíneas, forman el **coágulo**.

TRANSFUSIONES DE SANGRE Y GRUPOS SANGUINEOS

Cuando una persona pierde sangre debido a una hemorragia intensa, después de una operación o por otras causas, es necesario reemplazar la sangre perdida y ello se realiza mediante transfusiones de sangre, de plasma, de suero o de soluciones coloidales.

Cuando se trata de la sangre total, la persona que recibe la sangre se denomina **receptor**; y la que da, **donante**. Entre los peligros que entraña esta transfusión tenemos: a) posible transmisión de enfermedades infecciosas como paludismo, verruga, sífilis u otras propias de la sangre; b) que las proteínas de la sangre del donante sean extrañas, de tal modo que causen alergias al receptor; c) que exista incompatibilidad, cuando los glóbulos rojos del donante sean aglutinados por el plasma del receptor, lo que produce efectos fatales. Estos hechos hicieron surgir y resolver el problema de los grupos sanguíneos.

Existen cuatro grupos sanguíneos: A, B, AB y O, que se transmiten de acuerdo a las leyes de la herencia.

La aglutinación se produce porque los glóbulos rojos elaboran una sustancia llamada **aglutinógeno** que reacciona con la **aglutinina** que se encuentra en el plasma; ejemplo: el tipo A tiene el aglutinógeno A pero no la aglutinina A, porque se produciría la aglutinación; por consiguiente, aglutinógeno y aglutinina del mismo tipo, no pueden estar presentes en el mismo individuo.

REPRESENTACION DE LOS GRUPOS SANGUINEOS

Tipos	Glóbulos rojos Aglutinógeno	Proteína del plasma Aglutinina	Puede dar sangre a:	Puede recibir sangre de:
A	A	Anti B	A, AB	A,O
B	B	Anti A	B, AB	B,O
AB	A y B	ninguna	AB	A,B,AB y O
O	ninguno	Anti A y B	A,B,AB y O	O

Como en el tipo O los glóbulos rojos no forman aglutinógenos, teóricamente puede ser donante para los otros grupos; por eso se le llama **donante universal**.

Por otra parte, en el tipo AB su plasma carece de aglutininas, que puedan reaccionar con los aglutinógenos de los donantes, por lo tanto puede recibir cualquier tipo de sangre, y se le llama **receptor universal**.

El tipo A puede recibir sangre de su propio tipo o de tipo O.

El tipo B recibe sangre del tipo B y tipo O.

El tipo AB puede recibir sangre de cualquier tipo.

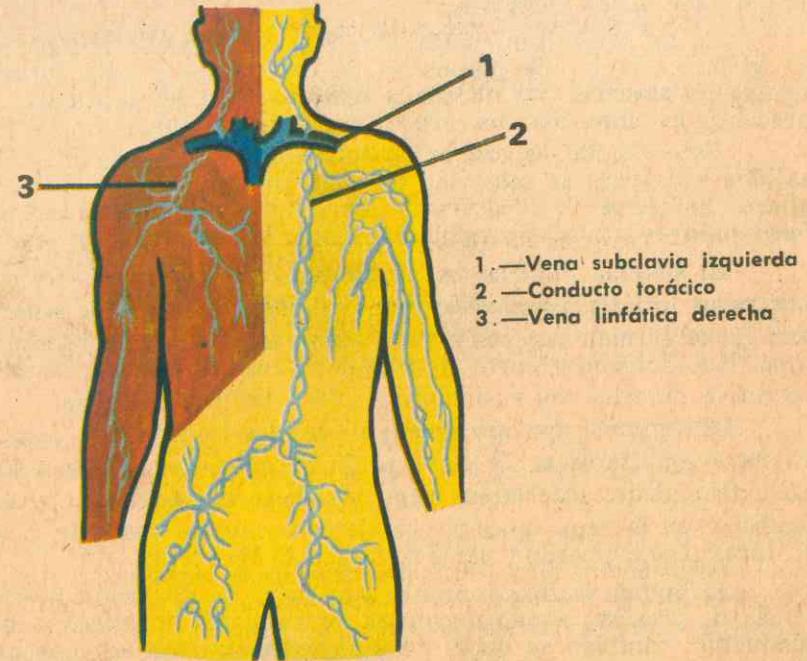
Mientras el tipo O sólo recibe sangre del tipo O.

Aproximadamente el 45% de las personas tiene el tipo O; el 42%, el tipo A; el 10% el tipo B; y el 3% el AB.

EL FACTOR Rh

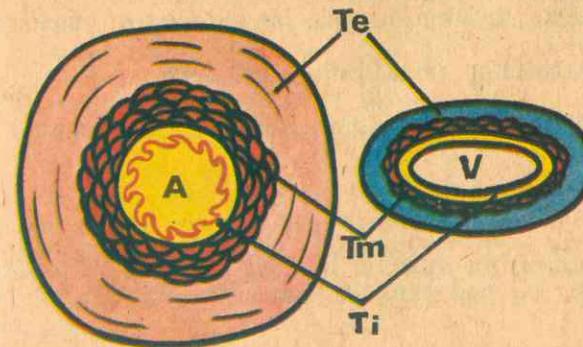
Es un tipo de proteína que también produce aglutinación. Se encontró por primera vez en la sangre del mono **Macacus rhesus**. Si se encuentra en la sangre del hombre se dice que tiene **Rh positivo** y si no se encuentra tiene **Rh negativo**. El factor Rh, que también es hereditario, difiere de los tipos sanguíneos porque no existe un **anti Rh** en el plasma de la persona Rh negativo, mientras éste no haya sido expuesto por mucho tiempo a la proteína Rh. Esto ocurre cuando un Rh negativo recibe varias veces sangre Rh positivo o cuando una futura madre Rh negativo, tiene un feto Rh positivo heredado del padre (el Rh positivo es dominante sobre el Rh negativo). Después del primer embarazo, se produce la eritoblastosis fetal, porque la sangre del feto crea en la madre el **anti Rh** que provoca el aborto o graves perturbaciones sanguíneas en el recién nacido; en cambio, no afecta a la madre.

SISTEMA LINFATICO DEL HOMBRE



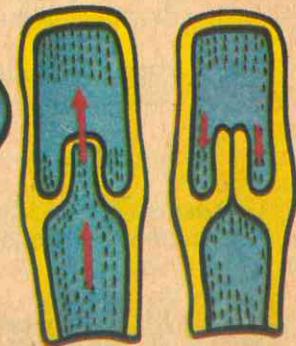
La vena linfática derecha drena el brazo derecho, mitad derecha del tórax y cabeza; mientras que el conducto torácico drena el resto.

Corte transversal de una arteria y de una vena.



Tm = Túnica media
Te = Túnica externa
Ti = Túnica interna

Vena con sus válvulas



Abierta

Cerrada

Más o menos el 85% de la población blanca es Rh positivo, mientras que el 15% es Rh negativo.

Es un tejido semejante a la sangre, diferenciándose porque carece de glóbulos rojos. El plasma es de color claro y está formado por las mismas sustancias del plasma sanguíneo pero en cantidades diferentes: presenta glóbulos blancos, especialmente linfocitos.

Este líquido se encuentra inicialmente bañando las células de los tejidos y después es colectado por una fina red de capilares llamados **capilares linfáticos**; a la altura de las vellosidades intestinales se denomina **vaso quilífero** y está encargado de recoger las sustancias grasas absorbibles.

El sistema linfático es un sistema colector porque recoge la linfa. Los vasos linfáticos presentan unas dilataciones llamadas **ganglios linfáticos**; luego forman dos conductos. Uno recoge la linfa del brazo derecho, tórax lado derecho y parte derecha de la cabeza, desembocando en la vena subclavia derecha con el nombre de **vena linfática derecha**.

El segundo, llamado **conducto torácico izquierdo**, se forma al unirse los vasos quilíferos en la cisterna de Pecquet, donde llegan los vasos de las extremidades inferiores, luego atraviesa el diafragma y antes de desembocar en la vena subclavia izquierda recibe los vasos del brazo izquierdo, tórax lado izquierdo y parte izquierda de la cabeza.

El líquido linfático circula a lo largo de los vasos debido a la diferencia de presión, siendo mayor en los capilares linfáticos y menor en los conductos; también se debe a las contracciones de los músculos esqueléticos, movimientos respiratorios y movimientos peristálticos del intestino delgado. Los vasos linfáticos presentan válvulas que evitan el regreso de la linfa.

El tejido linfático es:

- a) Un líquido intermediario entre la sangre y las células, donde se realiza el intercambio de sustancias.
- b) Interviene en la defensa de nuestro organismo mediante los glóbulos blancos.

Fisiología.—El sistema linfático cumple las siguientes funciones:

- a) Es un sistema colector de la linfa y del quilo.
- b) Forma los glóbulos blancos (linfocitos), en los ganglios linfáticos.

OTROS FLUIDOS EN EL HOMBRE

Además de la sangre y la linfa, el hombre presenta otros fluidos en determinados órganos, los que cumplen funciones específicas. Estos son:

- 1) **El líquido cefalorraquídeo** (cerebro espinal). Se encuentra en el cerebro y la médula espinal.
- 2) **El líquido sinovial.**—En las cavidades de las articulaciones.

- 3) **El humor acuoso y el humor vítreo.**—En el globo del ojo.
- 4) **La endolinfa.**—Dentro del laberinto membranoso del oído interno.
- 5) **La perilinfa.**—En el espacio entre el laberinto óseo y el membranoso del oído interno.

ALGUNAS ENFERMEDADES Y DESORDENES DE LOS FLUIDOS

Entre las más comunes tenemos:

- a) **Anemia.**—Se origina debido a la disminución de los glóbulos rojos, de la hemoglobina, o de ambos; debido a hemorragias internas o externas, destrucción de los glóbulos rojos por acción de ciertas sustancias o microbios como el paludismo, verruga, fiebre escarlata.
- b) **Hemofilia.**—Se caracteriza porque la sangre no coagula, produciéndose una hemorragia que puede ser fatal; esto sucede cuando la persona sufre alguna herida (corte, extracción de un diente, etc.).

Esta enfermedad es hereditaria y está ligada al cromosoma X; se caracteriza porque la mujer lo trasmite, pero el hombre es el que tiene la enfermedad. De tal manera que un hombre hemofílico que se casa con una mujer normal, tiene hijos normales, pero al casarse la hija con un hombre normal, los hijos nacen hemofílicos; luego el nieto hereda la enfermedad del abuelo.

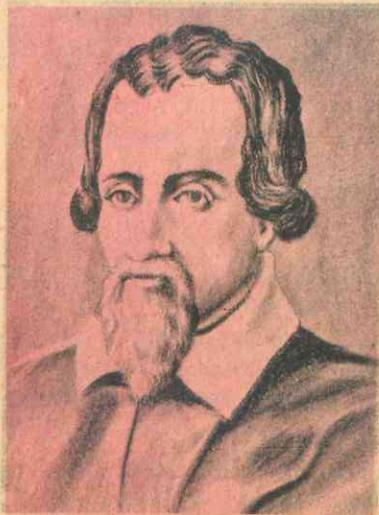
Leucemia.—Es una enfermedad producida por el aumento anormal de los glóbulos blancos; se desconoce su origen y es mortal.

Edema.—Consiste en la acumulación de líquidos en los espacios celulares, causando una hinchazón; a menudo se asocia con enfermedades al corazón y riñones.

Anemia y hemofilia debido a las radiaciones atómicas y lluvia radioactiva.—Las radiaciones atómicas afectan a los órganos hematopoyéticos y también el mecanismo de coagulación se altera, lo que produce una tendencia a la hemorragia. Un elemento de lluvia radioactiva, el **estroncio 90**, es de gran peligro porque se absorbe como el calcio y se deposita en los huesos. El estroncio 90 al caer al suelo es tomado por las plantas y luego pasa a los animales herbívoros. Cuando se consume alimentos o se bebe leche, el estroncio se incorpora al organismo humano, afectando los órganos hematopoyéticos o desarrollando el cáncer.

VOCABULARIO:

1.—Anemia	9.—Fluido	17.—Leucemia
2.—Aglutinación	10.—Fibrina	18.—Osmosis
3.—Alergia	11.—Fibrinógeno	19.—Plasma
4.—Capilar	12.—Ganglio	20.—Plaquetas
5.—Donante	13.—Humor	21.—Seudópodo
6.—Edema	14.—Hemofilia	22.—Trombina
7.—Eritrocitos	15.—Linfa	23.—Trombocito
8.—Feto	16.—Leucocitos	24.—Vasos



MIGUEL SERVET
1511 - 1553

Teólogo y médico español que descubrió la circulación pulmonar de la sangre. Apresado en Ginebra, fue condenado a morir en la hoguera.

ORGANOS QUE FORMAN EL SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE

El sistema circulatorio está formado por:

- Un sistema de vasos encargados de transportar la sangre; dichos vasos son las **arterias**, las **venas** y los **capilares sanguíneos**.
- Un órgano motor, el **corazón**, encargado de impulsar la sangre.
- El líquido circulatorio, formado por la **sangre** y la **linfa**, ya estudiadas.

EL CORAZON

Es un órgano muscular hueco, de forma cónica, de más o menos 10 cms. de ancho por 10 cms. de largo; está situado en la cavidad que dejan los dos pulmones (mediastino), apoyado sobre el diafragma y ligeramente inclinado hacia la izquierda; es de color rojo.

Estructuralmente, el corazón está formado por tres tejidos: uno externo o **pericardio**, formado por células epiteliales simples; otro medio o **miocardio**, constituido por células musculares cardíacas; y un tercero, llamado **endocardio**, formado por un endotelio simple. Este tejido se continúa en los vasos sanguíneos, constituyendo la túnica interna.

Al corazón se le divide en corazón derecho, por donde circula la sangre venosa, y en corazón izquierdo, por donde circula la sangre arterial. Cada uno presenta una **aurícula** y un **ventrículo**, derecho e izquierdo, respectivamente. La aurícula derecha se comunica con el ventrículo respectivo mediante una válvula llamada **tricúspide**, mientras que la aurícula

izquierda lo hace con el ventrículo izquierdo mediante la **válvula mitral**; además, cada ventrículo presenta otra válvula denominada **semilunar**, situada en la base de la arteria pulmonar y aorta, respectivamente. Las válvulas tienen por objeto asegurar la circulación de la sangre en un solo sentido.

A la aurícula derecha llegan la vena cava superior, la vena cava inferior y la vena coronaria.

A la aurícula izquierda llegan las cuatro venas pulmonares, dos derechas y dos izquierdas, trayendo sangre arterial.

Del ventrículo derecho sale la arteria pulmonar llevando sangre venosa a los pulmones.

Del ventrículo izquierdo sale la arteria aorta, que lleva la sangre arterial a todas las partes del cuerpo.

Fisiología del corazón.—El corazón al contraerse y dilatarse rítmicamente y debido a sus válvulas permite la circulación de la sangre en un solo sentido. La contracción se denomina **sístole** y la dilatación **diástole**.

Revolución cardíaca.—Es el tiempo que dura una contracción y dilatación del corazón. Este tiempo se realiza en tres fases:

1ª Fase.— Sístole auricular, 0.1 de segundo.

2ª Fase.— Sístole ventricular, 0.3 de segundo.

3ª Fase.— Diástole general, 0.4 de segundo.

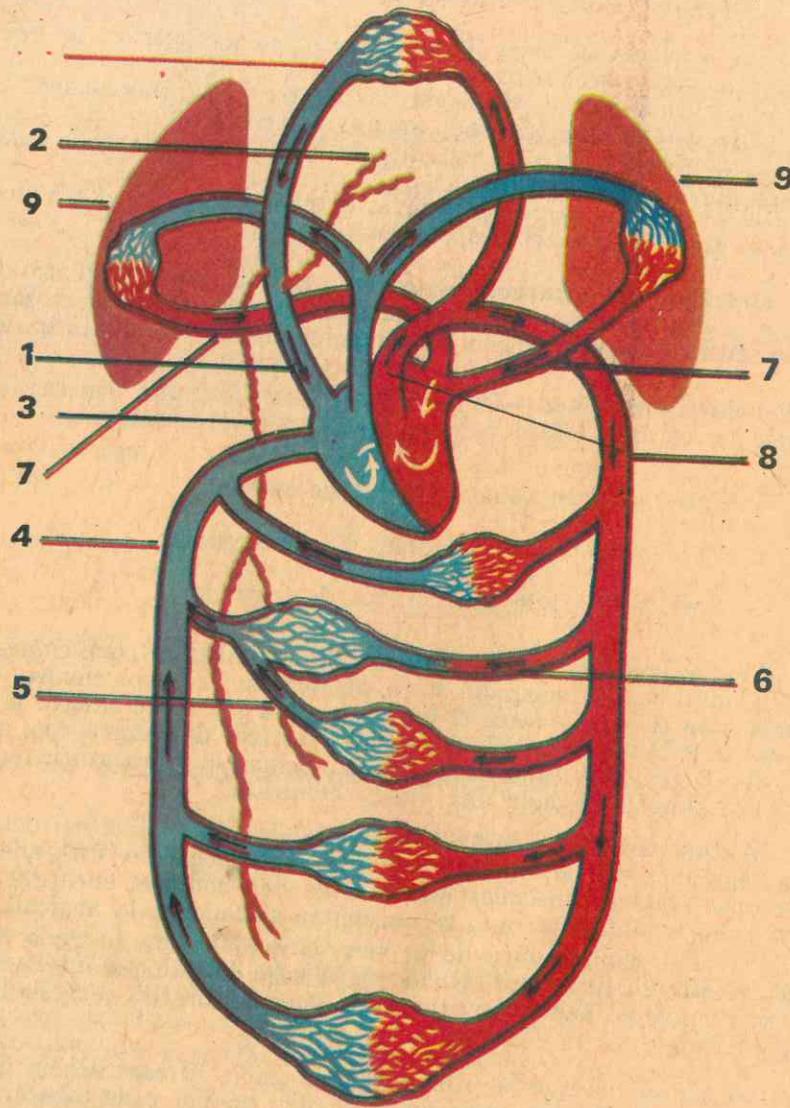
Una revolución cardíaca dura, por lo tanto, en condiciones normales, ocho décimos de segundo, y en un minuto 72 revoluciones. Si consideramos que en cada sístole el corazón envía 70 cc. de sangre a las arterias, en un minuto debe haber circulado 5 litros de sangre, que es la cantidad de sangre, que tiene una persona normal, lo que significa que en un minuto la sangre ha dado una vuelta completa.

Automatismo del corazón.—Aunque los movimientos del corazón están regulados por el sistema nervioso y el miocardio, éste, además, presenta unas células especiales que forman **dos nódulos**, encargados de regular dicho movimiento; uno se encuentra situado en la aurícula derecha, cerca de la desembocadura de la vena cava superior, llamado **nódulo sinusal**; el otro se encuentra situado en la base del tabique interauricular, y es llamado nódulo **aurículo-ventricular**, que se ramifica dirigiéndose hacia los ventrículos.

Se considera que el primer nódulo inicia la contracción que se extiende a manera de una onda hacia el otro nódulo y de éste a sus ramificaciones, provocando la contracción de las aurículas y ventrículos.

LAS ARTERIAS

Son vasos que sacan la sangre del corazón; se originan en los ventrículos. En su base presentan una válvula denominada **sigmoides** o **semilunar**, encargada de impedir que la sangre regrese de la arteria al co-



1.—Vena cava superior, 2.—Vena linfática, 3.—Conducto torácico, 4.—Vena cava inferior, 5.—Vena porta, 6.—Arteria hepática, 7.—Venas pulmonares, 8.—Arteria aorta, 9.—Pulmones.

razón, cuando éste se encuentra en diástole.

Estructuralmente cada arteria está formada por tres capas de tejidos, llamadas tunicas: una **externa conjuntiva**; una **media**, formada por células **musculares lisas**, fibras elásticas y colágenas; y una **túnica interna**, formada por un tejido endotelial semejante al endocardio.

Arterias importantes

La arteria pulmonar.—Se origina en el ventrículo derecho; lleva **sangre venosa** a los pulmones. Se divide en arteria pulmonar derecha y arteria pulmonar izquierda.

La arteria aorta.—Se origina en el ventrículo izquierdo y se divide en aorta ascendente, el cayado de la aorta y la aorta descendente; de su base se desprende la arteria coronaria.

Del cayado de la aorta se desprenden las arterias que irrigan la cabeza y extremidades superiores; de la aorta descendente se van desprendiendo las arterias que irrigan los órganos del tórax y abdomen, prolongándose hasta las extremidades inferiores.

Las arterias toman generalmente el nombre del hueso a lo largo del cual circulan o del órgano al que llegan, como: cubital, radial, costal, humeral, iliaca, hepática, intestinal, (mesentérica), etc.

Fisiología de las arterias

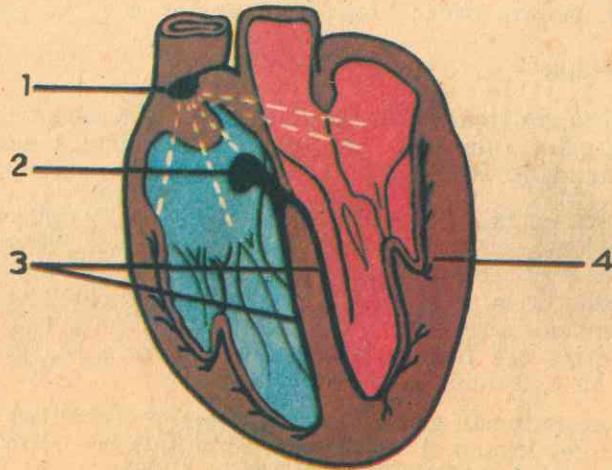
- Conducen la sangre del corazón hacia las células de los tejidos; y a excepción de la arteria pulmonar, llevan sangre rica en oxígeno.
- Debido a la elasticidad de la túnica media de las arterias, al contraerse el ventrículo para arrojar la sangre dentro de ellas, se dilatan y luego toman su calibre normal. Como esta dilatación se transmite hasta los capilares, da la sensación de ondas, que reciben el nombre de **pulso arterial**. Se puede tomar en la arteria radial, carótida, temporal, femoral; y su número normal es de alrededor de 70 por minuto.
- La presión ejercida por la sangre sobre las paredes de los vasos dentro de los cuales circula, recibe el nombre de presión; tal presión puede ser arterial, venosa o capilar. La presión que se considera es la arterial y se mide mediante los **esfigmomanómetros** o **tensiómetros**; la unidad de medida es en milímetros de mercurio y se expresa mediante un quebrado, en cuyo numerador se coloca la presión arterial durante la sístole y en el denominador la presión durante la diástole. Por ejemplo 120/80.

Las arterias se encuentran situadas profundamente para evitar su ruptura y la consiguiente hemorragia, que es difícil de detener.

LAS VENAS.—Son los vasos encargados de llevar la sangre de las células de los tejidos hacia las aurículas del corazón.

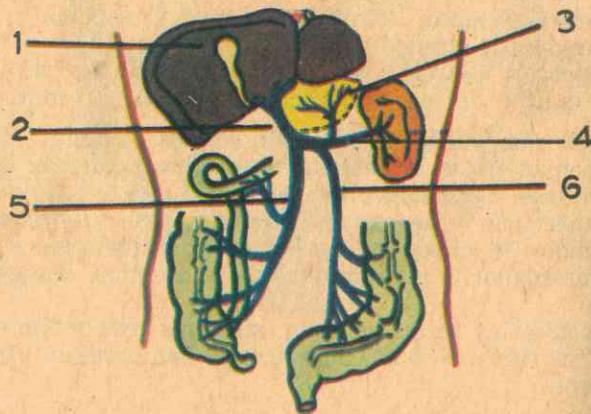
Sus paredes presentan, también, las tres tunicas que poseen las arterias, con la diferencia que la túnica media contiene menos tejido muscu-

ESQUEMA DEL SISTEMA CONDUCTOR DEL CORAZON



1.—Nódulo sinusal, 2.—Nódulo aurículo-ventricular, 3.—Fascículo aurículo-ventricular derecho e izquierdo, 4.—Fibra de Purkinje.

SISTEMA DE LA VENA PORTA



1.—Hígado, 2.—Vena porta, 3.—Vena gástrica, 4.—Vena esplénica, 5.—Vena mesentérica superior, 6.—Vena mesentérica inferior.

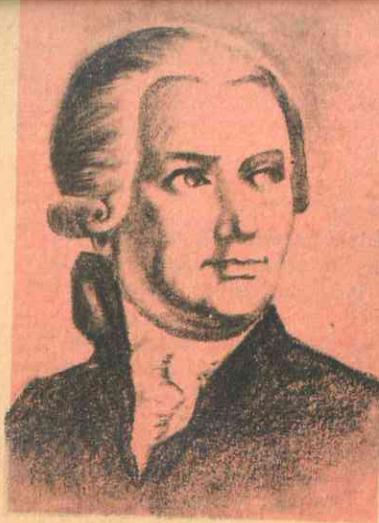
duce al hígado, donde se almacena la glucosa en forma de glucógeno mientras que las otras sustancias pasan a la vena cava inferior mediante las venas suprahepáticas.

ALGUNAS ANOMALIAS DEL SISTEMA CIRCULATORIO

- a) **Aneurismas.**—Consiste en la dilatación de las paredes de una arteria, la que forma una especie de bolsa que se llena de sangre; puede presentarse en cualquier arteria, siendo más común en la aorta, debido a alta presión.
- b) **Várices.**—Resulta de la dilatación de las paredes de las venas y son más comunes en las extremidades inferiores y en la mujer; también existe predisposición en los obesos y durante el embarazo.
- c) **Arteriosclerosis.**—Se debe a la pérdida de la elasticidad de la túnica media de las arterias y es muy común en las personas de edad avanzada; el corazón tiene que trabajar más y generalmente se hipertrofia.
- d) **Taquicardia.**—Se produce debido al aumento del número de los latidos del corazón, que pueden llegar a 150 o más por minuto; sus causas son numerosas y variadas.
- e) **Hipertensión.**—Cuando la presión sanguínea es muy alta (160 mm. de mercurio o más). Como consecuencia de la hipertensión se puede producir la hipertrofia cardíaca, la arteriosclerosis y la ruptura de los vasos sanguíneos, especialmente del cerebro (apoplejía).
- f) **Hipotensión.**—Cuando la presión sanguínea es baja, o sea inferior a los 90 mm. de mercurio.
- g) **Varicocele.**—Debido a la dilatación de las venas del conducto espermático, siendo más frecuente en el del lado izquierdo.

VOCABULARIO:

- | | |
|----------------|--------------------|
| 1.—Aorta | 9.—Nódulo |
| 2.—Aneurisma | 10.—Pericardio |
| 3.—Diástole | 11.—Sístole |
| 4.—Densidad | 12.—Semilunar |
| 5.—Endocardio | 13.—Taquicardia |
| 6.—Anticuerpos | 14.—Várices |
| 7.—Antitoxinas | 15.—Viscosidad |
| 8.—Miocardio | 16.—Hematopoyético |



ANTONIO LORENZO DE
LAVOISIER
1743 - 1794

Químico francés que consideró "la respiración como una combustión lenta de carbono e hidrógeno, semejante a la que se efectúa en una lámpara encendida. Desde este punto de vista los animales que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que arden y se consumen". Fue ejecutado durante la Revolución Francesa.

RESPIRACION EN EL HOMBRE

El sistema respiratorio está formado por una serie de órganos encargados del intercambio de gases entre el organismo y el medio ambiente; la respiración específicamente consiste en el ingreso del oxígeno y salida del anhídrido carbónico. El intercambio de gases entre la sangre y los pulmones recibe el nombre de **respiración externa**, mientras que el intercambio de gases entre los fluidos y las células se denomina **respiración interna o tisular**.

Este intercambio de gases es fundamental para el ser vivo, porque mediante la respiración, obtiene la energía necesaria de las sustancias nutritivas almacenadas en las células.

Químicamente es una reacción de oxidación, en tanto que desde el punto de vista del metabolismo, es destructiva o catabólica. Tiene por fin obtención de energía.

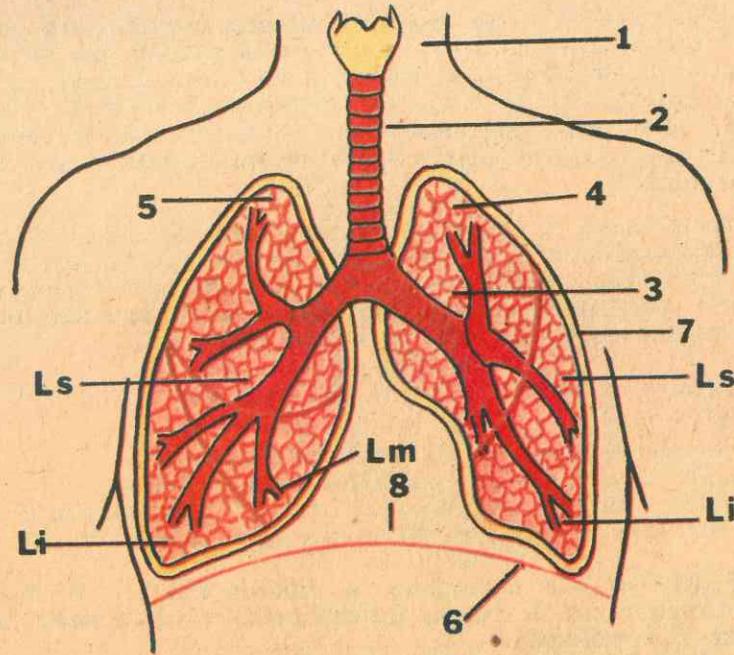
El mantenimiento de la vida requiere un continuo ingreso de oxígeno y eliminación de anhídrido carbónico; su interrupción puede provocar la muerte debido a que las células son incapaces de almacenar oxígeno.

El oxígeno, entonces, es fundamental para la liberación de la energía, que se transforma en calor, movimiento, electricidad, etc.

ORGANOS QUE FORMAN EL SISTEMA RESPIRATORIO

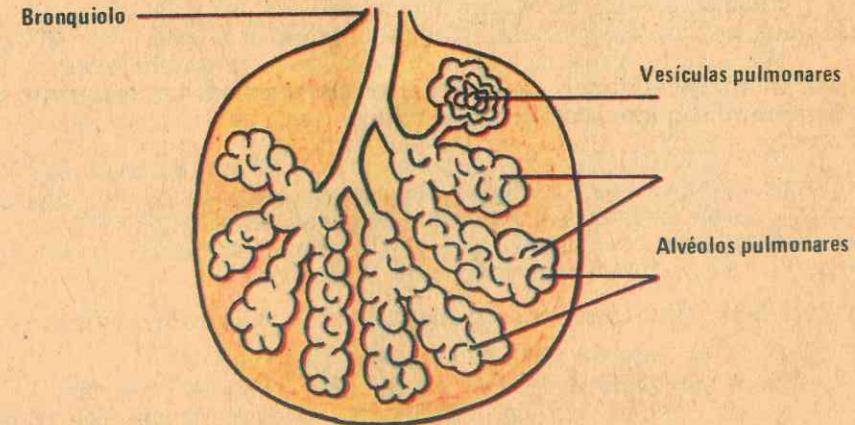
- a) **Los conductos aeríferos.**—Formado por órganos a lo largo de los cuales circula el aire para llegar a los pulmones. Son la cavidad nasal, la faringe, la laringe, la tráquea y los bronquios.

ESQUEMA DEL SISTEMA RESPIRATORIO



1.— Laringe, 2.— Tráquea, 3.— Bronquio izquierdo, 4.— Pulmón izquierdo, 5.— Pulmón derecho, 6.— Diafragma, 7.— Pleura, 8.— Cavidad mediastino, Ls. — Lóbulo superior, Lm. — Lóbulo medio, Li. — Lóbulo inferior.

ESQUEMA DE UN LOBULILLO PULMONAR



b) Los pulmones.

CAVIDAD NASAL.—Se encuentra situada entre la parte superior de la boca e inferior de la cavidad craneal y está dividida por un tabique medio, formado por la lámina perpendicular del hueso etmoides, el vómer y el cartílago nasal; por la parte anterior, presenta dos aberturas llamadas nasales y por la posterior, se comunica por la faringe; lateralmente, presenta tres **cornetes: superior, medio e inferior**, que forman unas cavidades denominadas **meatos**.

La cavidad nasal se encuentra tapizada por una membrana mucosa llamada **pituitaria**, diferenciada en **pituitaria respiratoria o roja**, que tapiza la parte inferior de la cavidad nasal y está formada por un epitelio pseudoestratificado columnar vibrátil; y la **pituitaria olfatoria o amarilla**, que ocupa la parte superior y contiene las células olfatorias.

Fisiología.—Además de servir como órgano del olfato, tiene las siguientes funciones:

- Permite el paso del aire hacia los pulmones.
- Calienta y humedece el aire mediante la mucosa.
- Filtra o retiene partículas extrañas que ingresan con el aire.
- Sirve como órgano de resonancia en la producción del sonido.

LA FARINGE.—Es un órgano de función mixta. Por su parte superior se comunica con la cavidad nasal y bucal y por su parte inferior con la laringe y el esófago.

LA LARINGE.—Llamada también manzana de Adán, es un órgano de más o menos 4 cm. de largo; se encuentra a la altura de la 4ª, 5ª y 6ª vértebras cervicales. Histológicamente está formada por tres tejidos:

- Uno interno, mucoso.
- Uno medio, cartilaginoso, y
- Uno externo, muscular.

Está formada por nueve cartílagos: tres pares y tres impares.

Fisiología.—Es el órgano encargado de la producción del sonido, mediante las cuerdas vocales. También permite el paso del aire.

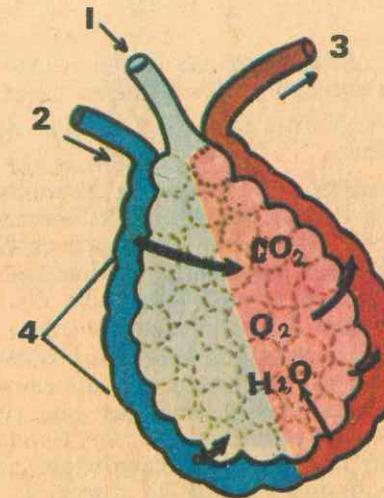
Durante la niñez es más o menos igual en ambos sexos y por eso la voz también es igual; pero al llegar la pubertad, se desarrolla más en el hombre, hecho que ocasiona el cambio de voz.

LA TRAQUEA.—Es un tubo de 10 a 12 cm. de largo por 2 cm. de diámetro. Por su parte superior se comunica con la laringe, mientras que por la inferior lo hace con los bronquios; su dirección es vertical, delante del esófago y se extiende desde la 6ª ó 7ª vértebra cervical hasta la 3ª ó 4ª dorsal, donde se divide para formar los bronquios.

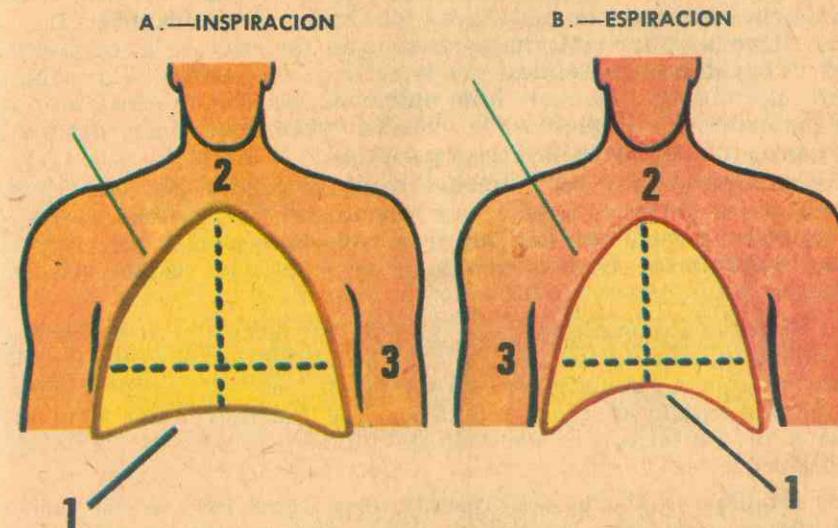
Histológicamente está formada por los siguientes tejidos:

- Uno interno, ciliado y pseudoestratificado.
- Uno submucoso, con numerosas glándulas mucosas.
- Un tejido cartilaginoso hialino, que se dispone formando 15 a 20 anillos incompletos por el lado que se encuentra en contacto

ESQUEMA DE UNA VESÍCULA PULMONAR, MOSTRANDO EL INTERCAMBIO GASEOSO ENTRE LA SANGRE Y EL AIRE



1.—Bronquiolo por donde ingresa y sale el aire, 2.—Arteriola de la arteria pulmonar, 3.—Vénula de la vena pulmonar, 4.—Capilares sanguíneos. Penetra a la vena pulmonar el oxígeno, sale de ella el anhídrido carbónico y vapor de agua.



1.—Diafragma, 2.—Diámetro vertical, 3.—Diámetro transversal.

- con el esófago; se considera que tiene la forma de la letra C.
- d) Un tejido externo conjuntivo, con numerosas fibras elásticas y reticulares.

Fisiología.—

- a) A lo largo de ella ingresa y sale el aire hacia o de los pulmones.
- b) Retiene y expulsa las sustancias extrañas que se depositan en la membrana interna ciliada, debido a que los cilios se mueven hacia arriba.

LOS BRONQUIOS.—Se forman al dividirse la tráquea a la altura de la 3ª o 4ª vértebra dorsal. El bronquio derecho tiene una longitud de 2 cm. ; el izquierdo, de 4 cm. Penetran al respectivo pulmón a través de una abertura llamada **hilio pulmonar**, dividiéndose el bronquio derecho en tres ramas mientras que el izquierdo en sólo dos; cada rama se dirige al respectivo lóbulo pulmonar.

Dentro de los pulmones, los bronquios se dividen en bronquios primarios, secundarios, terciarios, hasta convertirse en tubitos de 1 milímetro de diámetro llamados **bronquiolos**, los que terminan en unas dilataciones llamadas **vesículas pulmonares**, que tienen el aspecto de un racimo de uvas debido a que están formadas por numerosas cavidades llamadas **alvéolos pulmonares** que se abren al interior de la vesícula. Histológicamente, los bronquios tienen los mismos tejidos que la tráquea, con la diferencia de que los anillos cartilagosos son completos; pero a medida que se van dividiendo, desaparece el tejido cartilaginoso, la capa externa se adelgaza y el epitelio pierde sus cilios.

LOS PULMONES.—Son los órganos primordiales de la respiración. Presentan una estructura que les permiten el intercambio de gases entre la sangre y el aire. Se encuentran dentro de la cavidad torácica, tienen la forma de un cono con la base apoyada sobre el diafragma, una cara externa convexa y una interna cóncava que forma con la otra cara del pulmón la **cavidad mediastínica**, donde se aloja el corazón. En dicha cara presenta una abertura llamada **hilio pulmonar**, por donde penetran o salen de los pulmones, los bronquios, la arteria y vena pulmonar, las venas y arterias bronquiales, vasos linfáticos y nervios.

Histológicamente los pulmones están formados por un tejido esponjoso que les permite aumentar y disminuir de volumen. Dentro de dicho tejido se encuentran las ramificaciones bronquiales, las vesículas y los vasos sanguíneos. Se considera que la superficie respiratoria de los pulmones es de 55 metros cuadrados.

Lóbulos pulmonares.—Cada pulmón presenta un surco profundo que lo divide en **lóbulos**. El pulmón derecho presenta dos surcos que lo divide en tres lóbulos: **superior, medio e inferior**, respectivamente; mientras que el pulmón izquierdo presenta un surco que lo divide en dos lóbulos: uno **superior** y otro **inferior**. El volumen del pulmón derecho es mayor que el del izquierdo.

Lobulillos.—Cada lóbulo presenta unas líneas oscuras que encierran unas superficies de más o menos un centímetro cuadrado y que reciben el nombre de **lobulillos**. Cada lobulillo contiene numerosas vesículas pulmonares, o las dilataciones terminales de los bronquiolos y por consiguiente los **alvéolos pulmonares**. Como cada lobulillo es independiente de los de-

más, se puede decir que es la unidad anatómica del pulmón.

También las paredes de las vesículas se encuentran abundantemente irrigadas por los capilares sanguíneos.

Pleura.—Es una doble membrana de naturaleza serosa que cubre los pulmones; la externa está en contacto con las paredes del tórax y se denomina **parietal**; la interna cubre los pulmones y se llama **pleura visceral**. Entre las dos membranas existe un espacio llamado **cavidad pleural**, que normalmente contiene una pequeña cantidad de líquido seroso que permite el movimiento de los pulmones. La inflamación de dichas membranas produce la enfermedad denominada **pleuresía**.

Fisiología de los pulmones.—Realizan el intercambio de gases entre la sangre y el aire que se encuentra dentro de las vesículas pulmonares.

FISIOLOGIA DE LA RESPIRACION

Se considera la **respiración externa**, que se realiza en los pulmones con el aire, y la **respiración interna o celular**, que se efectúa entre la sangre y las células.

RESPIRACION EXTERNA

Se cumple mediante el ingreso y salida del aire y mediante el intercambio de gases entre la sangre y el aire.

Fenómenos mecánicos.—El ingreso y salida del aire se realiza mediante dos movimientos, llamados de **inspiración** y de **expiración**. Dichos movimientos se deben al aumento y disminución del volumen de la cavidad torácica, y al aumento y disminución de la presión de los gases en los pulmones con relación al aire externo.

Inspiración.—Se realiza al disminuir la presión del aire que se encuentra en los alvéolos, lo que permite el ingreso del aire externo. Esta disminución de presión se debe principalmente al músculo **diafragma**, el que se contrae y adopta una forma más o menos aplanada, aumentando el volumen de los pulmones; además, los músculos intercostales, pectorales, escalenos y serratos, al contraerse, levantan las costillas hacia arriba y adelante, aumentando el volumen torácico y produciendo un vacío que permite el ingreso del aire.

Expiración.—Es un proceso pasivo, porque los músculos vuelven a su estado normal. El diafragma adquiere su convexidad y los otros músculos se relajan disminuyendo el volumen del tórax y ejerciendo presión sobre los pulmones; también las costillas se mueven hacia abajo y adentro, disminuyendo la capacidad torácica.

Las vesículas pulmonares que se han dilatado durante la inspiración, vuelven a su volumen normal.

Número de movimientos respiratorios.—Una inspiración y expiración forman un movimiento rítmico llamado movimiento respiratorio. En el adulto es de 14 a 18 por minuto, aunque varía de acuerdo a la actividad, la temperatura y los estados patológicos. También varía con la edad, el sexo, la posición del cuerpo y el estado emocional.

Capacidad pulmonar.—Es la cantidad máxima de aire que pueden contener los pulmones después de una inspiración forzada.

Durante una espiración forzada siempre queda una cantidad de aire (1.5 litros), que recibe el nombre de **aire residual**.

Existen aparatos llamados **espirómetros**, que miden la cantidad de aire que se puede expulsar de los pulmones después de una inspiración forzada.

El aire que ingresa a los pulmones se divide en:

- Aire corriente.**—Es el aire que ingresa y sale durante la respiración normal; es igual a 500 cc.
- Aire complementario.**—Es la cantidad de aire que penetra durante una inspiración forzada; es igual a 1.5 litros.
- Aire de reserva.**—Es la cantidad de aire que se elimina durante una espiración forzada; es igual a 1.5 litros.
- Aire residual.**—Es el aire que no puede ser expulsado de los conductos aeríferos.

Capacidad vital.—Con este nombre se designa la suma del aire corriente, complementario y de reserva; es igual a 3,5 litros. Esta cantidad varía en los atletas, obesos, etc.

Capacidad pulmonar total.—Es la suma de todos los aires y es igual a 5 litros.

Tipos respiratorios.—Se consideran:

- El abdominal o diafragmático.**—Es propio de los niños y se manifiesta con movimientos de los músculos del abdomen durante la inspiración.
- El costal-inferior.**—Es muy común en el hombre adulto y se manifiesta mediante el movimiento de las costillas inferiores.
- El costal-superior.**—Es propio de la mujer y se caracteriza por la elevación del esternón y las costillas.

FENOMENOS QUIMICOS DE LA RESPIRACION EXTERNA

Se refiere a los cambios que sufren el aire y la sangre a la altura de los alvéolos pulmonares.

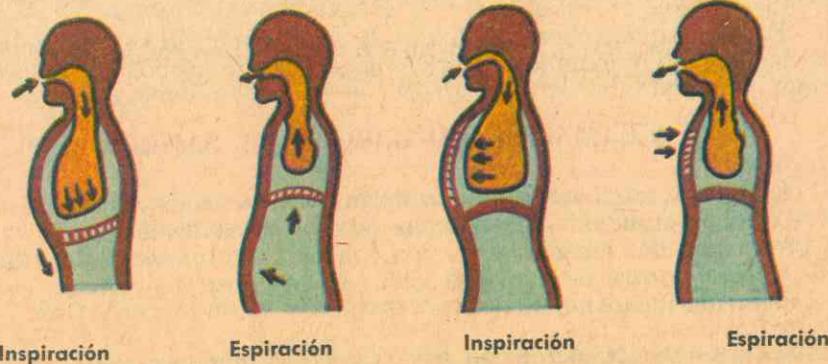
CAMBIOS QUIMICOS DEL AIRE.— El siguiente cuadro nos muestra el cambio químico que sufre el aire dentro de los pulmones, considerando 100 litros y a una temperatura de 35° a 36°.

TIPOS RESPIRATORIOS



a) Abdominal

b) Torácica



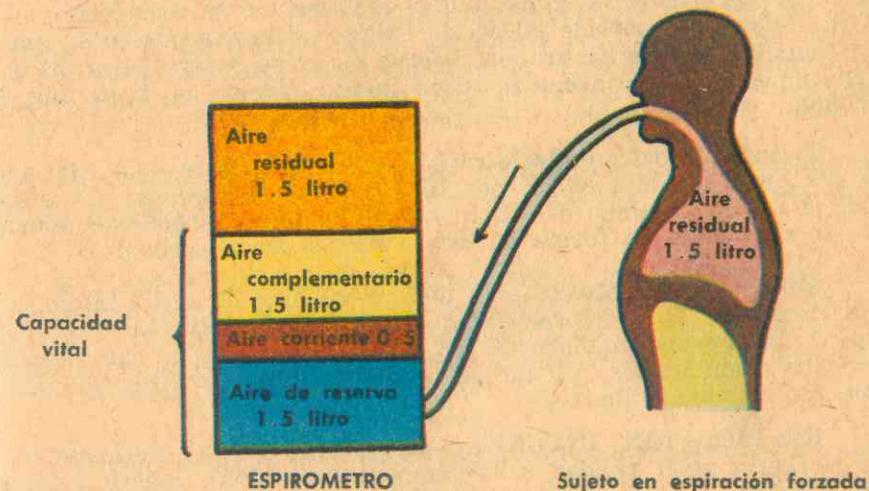
Inspiración

Espiración

Inspiración

Espiración

CAPACIDAD PULMONAR



	Oxígeno	Anh. Carbónico	Nitrógeno	Vapor de agua
Aire inspirado	20.9	0.04	79	Bajo
Aire espirado	16	4	79	Alto
Cambio aproximado	-5	+4	0	Alto

Es decir, que sobre 100 litros de aire respirado se han retenido 5 litros de oxígeno y exhalado 4 litros de anhídrido carbónico, aumentando el vapor de agua.

CAMBIOS QUÍMICOS DE LA SANGRE

Los gases atraviesan la membrana de los alvéolos por difusión y esto se realiza siguiendo las mismas leyes físicas de los gases. Cuando hay diferencias de tensión o presión, un gas se mueve de un lugar de mayor tensión a otro de menor tensión; si hay mezcla de gases, cada uno actúa en forma independiente.

En los alvéolos la tensión del oxígeno es mayor y tiende a pasar a la sangre, mientras que el anhídrido carbónico tiene mayor tensión en la sangre venosa que en los alvéolos y tiende a pasar a ellos; es así como la sangre venosa se transforma en arterial, llamándose a este fenómeno hematosi.

Transporte del oxígeno por la sangre.—El oxígeno es llevado por la sangre en dos formas: disuelto en el plasma o combinado con la hemoglobina de los eritrocitos, como **oxihemoglobina**. Si se considera que cada 100 cc. de sangre contiene 20 cc. de oxígeno y si, normalmente, una persona tiene 5 litros de sangre, su reserva de oxígeno será de un litro, que se consume en cuatro minutos, y en menos tiempo, si tiene una gran actividad.

Transporte del anhídrido carbónico por la sangre.—La cantidad de este gas varía de 50 a 80 cc. por 100 cc. de sangre venosa; de esa cantidad, el 8% se combina con la hemoglobina como **carbohemoglobina**; el resto se encuentra en forma de bicarbonato o ácido carbónico.

Músculos respiratorios.—El más importante es el diafragma, luego los intercostales, los pectorales, etc. Es necesario advertir que aunque dichos músculos son voluntarios, los movimientos respiratorios son esencialmente involuntarios, aunque se pueda acelerar o retardar dichos movimientos por tiempo limitado.

RESPIRACION INTERNA.—Representa la verdadera respiración y se realiza a nivel celular, al descomponerse químicamente sustancias como hidratos de carbono y grasas, mediante la acción de enzimas respiratorias y del ATP (Adenosin trifosfato). Se inicia en el **citoplasma** mediante la deshidrogenación de la **glucosa**; luego continúa en las **mitocondrias**, eliminando anhídrido carbónico y agua. La respiración termina al

combinarse el oxígeno con el hidrógeno para formar agua y formarse ATP, considerada como la molécula universal de energía.

Todas estas reacciones químicas se realizan a 37°C. El anhídrido carbónico formado pasa a la sangre, para ser transportado a los pulmones, donde es eliminado.

Centros nerviosos de la respiración.—Se encuentran localizados en el bulbo raquídeo, de manera que una lesión en dicho centro produce la paralización de los movimientos respiratorios y por lo tanto la muerte.

También presenta un centro inspirador y otro espirador.

Formas modificadas de la respiración.—Tenemos:

Tos, estornudo, hipo, suspiro, ronquido, bostezo.

ASFIXIA.—Consiste en la suspensión de la función respiratoria; la sangre del que ha muerto por asfixia es negra, debido a la gran cantidad de anhídrido carbónico.

Entre las causas de la asfixia, tenemos:

- 1) **Las mecánicas.**—Entre ellas por inmersión en el ahogado; por compresión de la tráquea en el estrangulado; por obstrucción de la tráquea o laringe, o debido a un cuerpo extraño.
- 2) **Por la composición del aire.**—Que puede tener un exceso de anhídrido carbónico, de gases tóxicos o una deficiencia de oxígeno.

SOROCHE.—Se produce cuando una persona que vive en la costa asciende a grandes alturas, en la cordillera por ejemplo y se debe a la baja presión atmosférica, poca cantidad de oxígeno y de glóbulos rojos. Se manifiesta por dolor de cabeza, náuseas, dificultad para la respiración, a la par que el individuo toma una coloración azul.

El organismo se adapta a las grandes alturas aumentando el número de glóbulos rojos (6 a 8 millones por mm.cc.) y el volumen torácico.

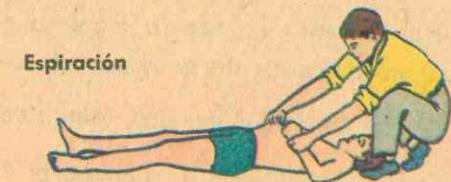
RESPIRACION ARTIFICIAL.—Cuando los movimientos respiratorios han cesado por ahogamiento, asfixia, shock eléctrico u otras causas, se pueden nuevamente provocar, mediante la respiración artificial, dichos movimientos, siempre y cuando no haya transcurrido más de cinco minutos y el corazón esté aún funcionando.

Existen métodos manuales, mecánicos y electrofrénicos de respiración artificial.

Métodos manuales de respiración artificial.—Entre los más importantes tenemos:

RESPIRACION ARTIFICIAL

Método Silvester



Método de Shafer



Método de boca a boca



a) **El método Silvester.**—Se coloca al accidentado con la cara hacia arriba, luego se toman los brazos y extendiéndolos por encima de la cabeza (inspiración), se les hace describir un semicírculo, y se les presiona sobre el pecho (expiración). El número de movimientos debe ser de más o menos 18 a 20 por minuto.

b) **El método Shafer.**—El accidentado es puesto con la cara hacia abajo y la cabeza descansando sobre uno de los brazos; el operador, a horcajadas sobre las piernas del sujeto, apoya las manos sobre las falsas costillas ejerciendo presión (expiración), luego cesa la presión (inspiración) para que las paredes del tórax se extiendan. Como en el caso anterior, el número de movimientos debe ser de 18 a 20 por minuto.

c) **Método de boca a boca.**—En la actualidad se considera que es el mejor método para producir la respiración artificial. Consiste en lo siguiente:

Se coloca al accidentado de espaldas y, poniendo la mano debajo de la nuca, se le inclina la cabeza hacia atrás, lo más posible.

Se apoya la boca firmemente sobre la de la víctima y oprimiéndole las fosas nasales se sopla fuertemente, observando si se produce la elevación del tórax.

Luego se retira la boca y se escucha si hay exhalación de aire.

Se repite nuevamente, con una frecuencia de 16 por minuto en una persona adulta; si es un niño, debe ser de 18 a 20 por minuto.

Método mecánico de respiración artificial.—Se aplica cuando la respiración artificial debe realizarse durante días y quizás semanas o meses. Se emplea entonces los pulmo-motores, que son pequeñas bombas que permiten la respiración. Se coloca al paciente en cabinas herméticamente selladas y donde la presión es alternativamente aumentada o disminuida por dichas bombas.

Métodos electrofrénicos.—Consisten en estimular el nervio frénico mediante descargas eléctricas que tienen su misma fuerza, duración y frecuencia; al responder dicho nervio, se inician los movimientos respiratorios.

HIGIENE DE LA RESPIRACION

Se refiere a los movimientos respiratorios, que deben ser amplios, para que llegue el aire a todo el pulmón.

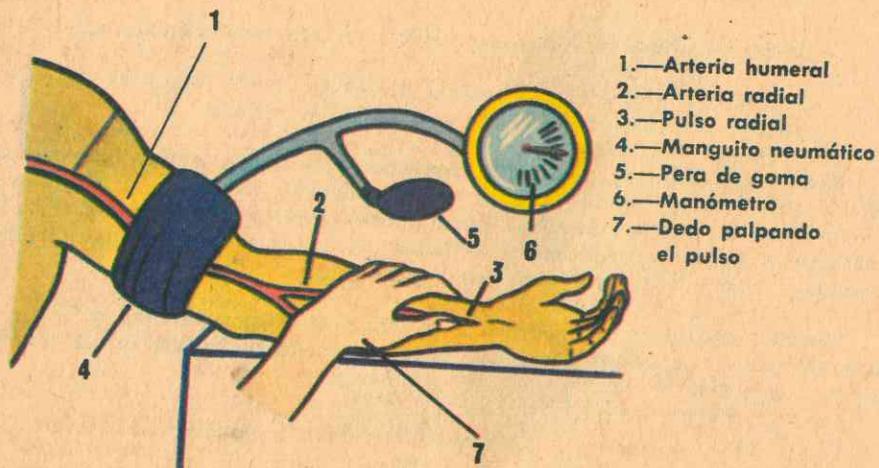
También se deben realizar ejercicios para desarrollar el volumen torácico. En cuanto al aire respirado, es necesario evitar los lugares de mucha congestión de personas o lugares de poca ventilación, porque el aire se encuentra viciado con gases como el monóxido de carbono o partículas extrañas en suspensión.

En lo que se refiere a las vías respiratorias, existen enfermedades tales como:

Amigdalitis.—O sea la inflamación de las amígdalas con formación de abscesos.

VOCABULARIO:

- 1.—Alvéolo
- 2.—Asfixia
- 3.—Bronquiolo
- 4.—Espiración
- 5.—Espirómetro
- 6.—Fenómeno
- 7.—Hematosis
- 8.—Inspiración
- 9.—Lóbulo
- 10.—Lobulillo
- 11.—Meato
- 12.—Oxidación
- 13.—Pleura
- 14.—Pituitaria
- 15.—Resonancia
- 16.—Tisular
- 17.—Tensión
- 18.—Vesícula



Aparato para medir la presión arterial (Esfigmomanómetro). Mediante la pera de goma se infla el manguito hasta que desaparezca el pulso de la arteria; entonces se lee en el manómetro, que marca la presión máxima en milímetros de mercurio.

En algunos casos dicha inflamación puede provocar la obstrucción nasal, por lo que el sujeto respira por la boca.

Bronquioectasia.—Cuando los bronquios y bronquiolos se dilatan, generalmente con acumulación de pus, el que ocasiona la tos con expectoración de materia purulenta.

Pleuresía.—O sea la inflamación de las membranas que cubren los pulmones.

Difteria.—Es una infección causada por el bacilo de Klebs-Löffler; se caracteriza por la formación de una falsa membrana sobre la mucosa y superficie de los órganos de la garganta, provocando una gran postración.

Existen enfermedades de tipo profesional que se adquieren al respirar partículas de una sustancia determinada; así, por ejemplo los mineros que trabajan en minas de plomo, mercurio, sílice, carbón, adquieren el saturnismo, hidragirismo, silicosis y la antracosis, respectivamente, si no emplean máscaras que los protejan de dicho polvo.

Tuberculosis.—Es una enfermedad producida por el bacilo de Koch; ataca principalmente a los pulmones, también a los huesos, a los riñones, a los ganglios linfáticos. En los pulmones se inicia generalmente en el ápice y forma las cavernas.

Asma.—Se caracteriza por la dificultad en la respiración y sonido anormal durante ella. En la mayoría de los casos se debe a reacciones alérgicas que provocan la inflamación de los tejidos de los bronquios. Se cree que también tiene un origen psicológico.

Tos ferina o coqueheche.—Causada por el *Haemophylus pertussis*, se caracteriza por ataques de tos, que provocan una especie de asfixia; es muy peligrosa en los bebés.

EXPERIENCIAS

1.—Observación del tejido sanguíneo.

Material.—Sangre obtenida mediante un pinchazo en la yema del dedo.

Técnica.—Desinfectar el dedo y una aguja, luego hacer una punción para conseguir una gota de sangre; tomar la segunda gota con un portaobjeto, tomar otro portaobjeto para apoyar un extremo sobre el portaobjeto que contiene la gota de sangre y deslizarlo rápidamente en un sentido. Observar con el objetivo de 10 el frotis preparado. Para colorear la lámina se realiza lo siguiente:

- Gotear con alcohol absoluto el frotis y luego esperar que se evapore.
- Cubrir el frotis con hematoxilina, durante 15 minutos.
- Lavar la preparación con agua destilada.
- Cubrir con eosina durante 1 minuto.
- Lavar la preparación hasta que no desprenda colorante.
- Observar a menor y mayor aumento.

- ¿Qué color tienen los hematíes?.....
- ¿Tienen núcleo los hematíes?
- ¿Qué color tienen los leucocitos?
- ¿Tienen núcleo?.....
- ¿Puede notar diferencias en los leucocitos?.....

2.—Para conocer los grupos sanguíneos.

Material.—Suero Anti-A, suero Anti-B, portaobjetos, sangre.

- Técnica.—Tomar 4 portaobjetos y disponerlos en columna.
—En un extremo de cada uno dejar caer una gota de suero Anti-A y en el otro extremo suero Anti-B.
—Mezclar con una gota de sangre de la misma persona. Observar.
—¿De qué grupo sería si no aglutina ambos sueros?
—¿De qué grupo sería si aglutina el suero Anti-A?
—¿De qué grupo sería si aglutina el suero Anti-B?
—¿De qué grupo sería si aglutinan ambos sueros?

3.—Observación del sistema circulatorio del sapo o rana.

Material.—Sapo o rana anestesiado

- Técnica.—Después de hacer el corte longitudinal, observar lo siguiente:
—La cubierta del corazón.
—Los movimientos del corazón, la contracción de las aurículas y ventrículo
—Cuenta el número de contracciones por minuto.
—Con ayuda de las pinzas y estiletes descubrir los vasos sanguíneos que llegan o salen del corazón. Observar su color y consistencia.

4.—Automatismo del corazón de la rana.

Material.—Rana o sapo anestesiado; Solución Ringer (CINa 0.8, Cl₂Ca, 0.02, ClK, 0.02, CO³HNa 0.02, agua destilada 100 cc.) suero fisiológico (CINa, 0.6, agua destilada 100 cc.).

- Técnica.—Extraer rápidamente el corazón de la rana, inclusive el seno venoso y colocarlo dentro de un vidrio de reloj, lleno de la solución Ringer. Observar.
—Trasladar el corazón u otro vidrio de reloj, lleno de suero fisiológico. Observe. ¿Se debilitan los latidos?
—Vuelva nuevamente a la solución Ringer. ¿Qué observa?...
—¿Por qué sigue contrayéndose el corazón a pesar de no estar innervado por los nervios?
—¿El corazón del hombre también presenta un sistema autónomo?

5.—Observación de la circulación por los capilares sanguíneos.

Material.—Membrana digital de la pata posterior del sapo anestesiado, o mesenterio del intestino.

- Técnica.—Tomar un cartón de 8 x 30 cm. y hacer un agujero de 1 cm. en un extremo.
—Tome el sapo anestesiado y mediante alfileres fije la pata posterior sobre el agujero, de tal manera que la membrana interdigital se encuentre al centro. Observar.
—También puede tomar un asa intestinal y estirándolo fijarlo sobre el agujero. Es necesario mantener húmeda dicha superficie.
—¿Puede diferenciar las arterias de las venas? ¿Por qué?
—¿Observa los eritrocitos?.....

6.—Observación del pulso arterial.

Material.—Chinche metálico, palos de fósforo.

- Técnica.—Clavar el extremo libre del palo de fósforo en el chinche.
—Colocar sobre la arteria radial el chinche preparado. Observar.
—Si enciende el fósforo, también se notan las oscilaciones.

7.—Dissección del corazón de un cordero o res.

Material.—Corazón de un cordero.

- Técnica.—1° Localizar las venas y arterias; las primeras están aplanadas, mientras que las arterias están abiertas.
2°—Cortar por el borde superior de la aurícula izquierda, luego, introduciendo la tijera por la aorta, cortar el ventrículo llegando hasta la punta.

3.—Cortar la aurícula derecha y ventrículo, procediendo como en el caso anterior.

En esta forma abrimos el corazón para observar las válvulas, el grosor de los tejidos de las aurículas y ventrículos, los filamentos que sujetan a las válvulas, los orificios de las arterias coronarias.

8.—Construcción de un estetoscopio.

Material.—Embudo de cristal de 6 cm. de diámetro, tubo de vidrio en forma de T, dos trozos de tubos de goma de 35 cm. y otro de 3 cm.

- Técnica.—Unir el tallo del embudo con el tubo en T con el tubo de goma de 3 cms.; ajustar por los extremos del tubo en T los otros tubos de 35 cm.
—Apoyar la boca del embudo sobre el corazón e introducir los extremos de los tubos de 35 cm. en los oídos. Escuche.

9.—Para demostrar las propiedades de la hemoglobina.

Material.—Hemoglobina cristalizada, obtenida de las farmacias, o sangre fresca; tubos de prueba.

- Técnica.—Hacer la solución de la hemoglobina; observar el color, agitar fuertemente al aire, observar el cambio de color.
—¿Por qué cambia de color la solución de hemoglobina?
—Tome una porción de sangre venosa y agítela en un tubo que contiene oxígeno. ¿Qué sucede?
—Tome una porción de sangre arterial y agítela en un tubo que contiene anhídrido carbónico. ¿Qué observa en el color?

10.—Para demostrar la coagulación de la sangre.

Material.—Sangre fresca, portaobjeto, solución al 10% de citrato de sodio.

- Técnica.—Tomar dos portaobjetos, en uno colocar una gota de la solución de citrato de sodio, luego dejar caer una gota de sangre en cada uno. Observar.
—¿Qué pasó con el portaobjeto con sangre sola?
—¿Qué sucede con el otro portaobjeto?
—Sobre el portaobjeto con citrato de sodio dejar caer gotas de cloruro de calcio. Observe.
—¿Qué conclusión podemos obtener de esta experiencia?.....

11.—Para observar el sistema respiratorio de una res o carnero.

Material.—Adquirir en el mercado asadura de cordero.

- Técnica.—1°—Observe y dibuje los pulmones y tráquea.
2°—Cortar el pulmón en pedazos, comprimir y observar si recupera su volumen anterior cada pedazo.
3°—Echar sobre un recipiente con agua un trozo de pulmón. ¿Flota o se hunde? ¿Por qué?
4°—Introduzca un trozo de pulmón al fondo de un recipiente con agua y comprímalo fuertemente. ¿Qué observa?
5°—Corte transversalmente un anillo de la tráquea. Observe.

—¿Los anillos son completos?

—¿Qué ventaja tiene que los anillos sean blandos por la cara que se encuentra en contacto con el esófago?.....

12.—Construcción de un modelo para observar los movimientos respiratorios.

Material.—Una botella de un litro de volumen, de boca ancha y sin fondo, un tapón de jebes atravesado por una cánula bifurcada, dos globos de jebes, un diafragma, de preferencia de jebes.

- Técnica.—Cierre la botella con el tapón que se encuentra atravesado por la cánula bifurcada; colocar los globos en los extremos de la cánula, cerrar el fondo con el diafragma fijándolo con esparadrapo. Al estirar el diafragma mediante un hilo, la presión del aire del interior de la botella

disminuye, ingresando aire por la cánula y llenando los globos; al dejar de estirar, los globos se desinflan.

- ¿Qué nos demuestra esta experiencia?
- ¿Cuál es el principal músculo respiratorio?

13.—Para demostrar que al respirar se elimina anhídrido carbónico.

Material.—Solución de agua de cal al 10%, un vaso, una cañita para sorber.
Técnica.—Soplar por la cañita, cuyo extremo toca el fondo del vaso con el agua de cal, durante dos minutos. Observe.

- ¿Qué observa en el agua de cal cristalina?
- ¿Cómo se puede demostrar que el precipitado es de carbonato de calcio?

CUESTIONARIOS

1.—¿Cuáles son los tejidos que forman el sistema circulatorio?

- a)
- b)

2.—¿Cuál es la composición del plasma?

- a) c)
- b) d)

3.—Al lado de cada célula sanguínea escriba lo que se pide:

Células	Estructura	Función
a) Glóbulos rojos
b) Glóbulos blancos
c) Plaquetas

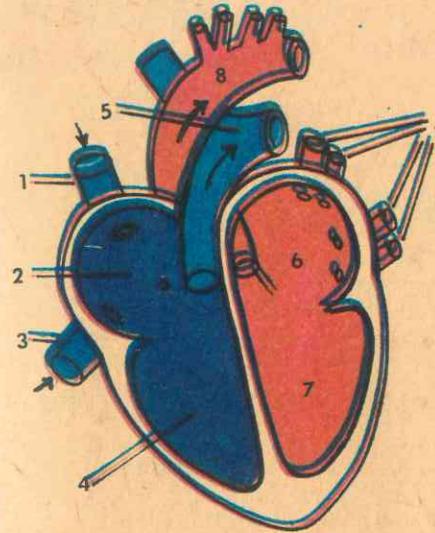
4.—Escriba las funciones del tejido sanguíneo:

- a) d)
- b) e)
- c)

5.—Explique cómo se realiza la coagulación de la sangre.

- 1ra. fase
- 2da. fase
- 3ra. fase

6.—Escriba el nombre correcto de la parte que señala cada número.



- 1.—.....
- 2.—.....
- 3.—.....
- 4.—.....
- 5.—.....
- 6.—.....
- 7.—.....
- 8.—.....
- 9.—.....

7.—¿Cuáles son los tipos sanguíneos?

8.—¿Quién elabora:

- a) El aglutinógeno?
- b) La aglutinina?

9.—Explique el factor Rh

10.—¿Cuál es la diferencia entre el tejido linfático y el sanguíneo?

11. —¿Dónde terminan los vasos linfáticos derecho e izquierdo? ...

12. —Escriba algunas enfermedades o desórdenes en la sangre y la linfa.

- a)
- b)
- c)

13. —¿Dónde se forman los:

- a) Glóbulos rojos?
- b) Glóbulos blancos?

14. —Escriba lo que se pide del corazón:

Partes	Función
a) Aurícula derecha
b) Aurícula izquierda
c) Ventriculo derecho
d) Ventriculo izquierdo
e) Válvulas (hay 4)
f) ¿Qué sangre circula?

15. —¿A qué se denomina revolución cardíaca?

16. —¿A qué se debe el automatismo del corazón?

17. —El dibujo representa el corazón con sus partes numeradas. Escriba el nombre correcto de la parte que señala cada número. (Ver página 252).

18. —Escriba las diferencias que se piden entre una arteria y una vena.

Diferencias	Arteria	Vena
a) Origen
b) Túnica media
c) ¿Lleva o saca sangre del corazón?
d) Válvulas
e) ¿La sangre circula lenta o rápidamente?
f) ¿Qué origina al enfermarse?

19. —¿Cuál es la función de los capilares sanguíneos?

20. —Escriba los órganos que forman la:

- a) Circulación pulmonar
- b) Circulación aórtica
- c) Circulación de la vena porta

21. —Dé una explicación de lo siguiente:

- a) Las venas presentan válvulas, las arterias no
- b) La sangre que ingresa al hígado contiene más azúcar que la que sale de dicho órgano
- c) La sangre que llega a los músculos contiene menos anhídrido carbónico que la que sale
- d) Las paredes de las arterias son gruesas y elásticas
- e) Una persona anémica se cansa fácilmente

22. —Escriba algunas anomalías del sistema circulatorio:

- a) c)
- b) d)

23.—¿Qué función cumple el sistema respiratorio?

24.—¿Por qué decimos que en la respiración se realiza un intercambio de gases?

25.—Al lado de cada órgano del sistema respiratorio escriba su estructura y función.

Organos	Tejidos que lo forman	Función
a) Fosas nasales
b) Tráquea
c) Bronquios
d) Bronquiolos
e) Vesículas pulmonares
f) Pleuras

26.—¿Qué órganos y vasos pasan a través del hilio pulmonar? a)
 b) c) d)

27.—¿Qué tejido forman a los pulmones?

28.—¿En cuántos lóbulos se divide el:

a) Pulmón derecho?

b) Pulmón izquierdo?

29.—¿Qué nombres tienen los movimientos respiratorios?

a) b)

30.—¿A qué se denomina:

a) Inspiración?

b) Espiración?

31.—¿Cuáles son los músculos respiratorios?

32.—¿A qué se llama capacidad vital y cómo se mide?

a)

b)

33.—En la respiración externa o pulmonar, ¿qué cambios sufre el aire?

34.—¿En qué consiste la hematosis?

35.—¿Cómo son transportados en la sangre:

a) El oxígeno?

b) El anhídrido carbónico?

36.—¿Por qué decimos que la respiración interna o tisular es contraria a la pulmonar?

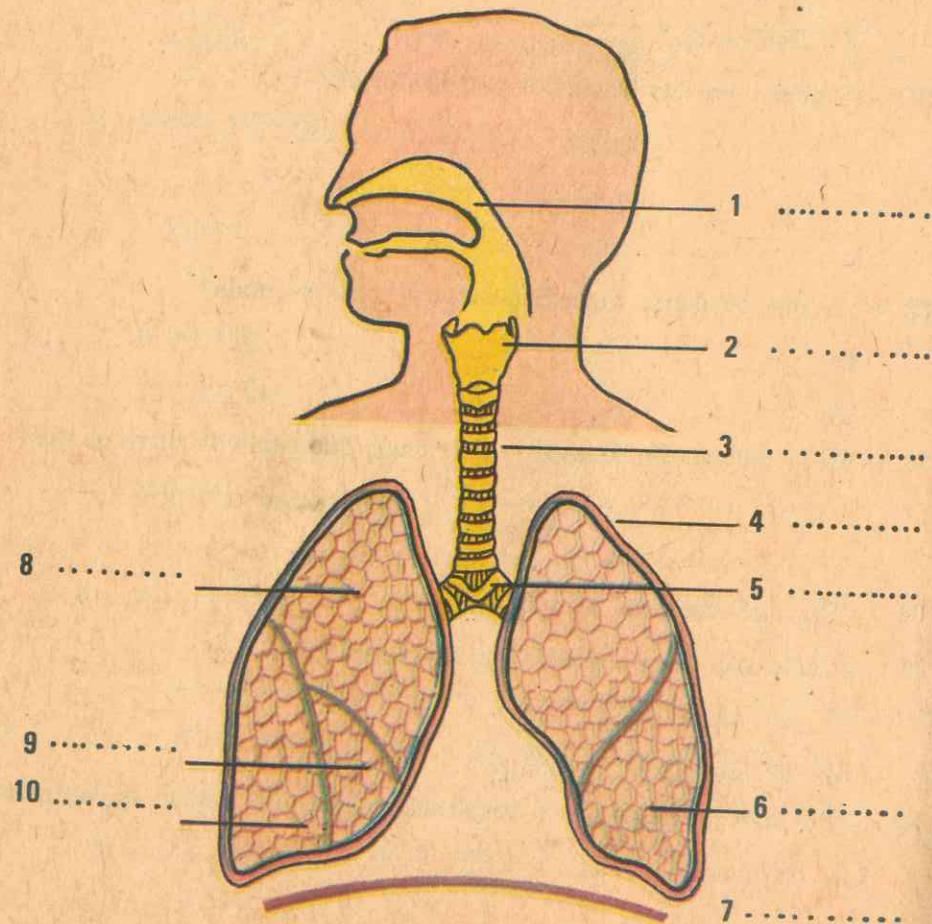
37.—Conteste lo que sucedería si

- a) El diafragma dejara de funcionar
- b) Las paredes de los alvéolos pulmonares se engrosaran como resultado de una infección

38.—Escriba algunas anomalías de la respiración

- a)
- b)
- c)

39.—Escriba el nombre correcto de la parte que señala cada número.



3^a UNIDAD

ASIMILACION

- MATERIA Y ENERGIA.
- LA HOJA: ORGANO DE ASIMILACION.
- FOTOSINTESIS.

CONTENIDO

MATERIA Y ENERGIA.— Formas de energía: química, mecánica y radiante.— La respiración y la energía.— Factores que afectan la respiración: internos y externos.— Respiración anaeróbica.— Respiración aeróbica.— Experiencias.— Cuestionarios.

LA HOJA: ORGANO DE ASIMILACION.— Definición.— Inserción de la hoja sobre el tallo: alterna, opuesta y verticilada.— Partes de una hoja completa: limbo, peciolo y vaina.— Diversas formas de limbo.— Nervadura de la hoja.— Hojas simples y compuestas.— Hojas especiales.— Los estomas.— Los cloroplastos.— Fisiología de la hoja.

FOTOSINTESIS.— Fase luminosa o fotoquímica.— Fase oscura.— Factores que intervienen en la fotosíntesis: agua, anhídrido carbónico, luz solar y clorofila.— Transporte de la savia mineral.— Transporte de la savia orgánica.— Síntesis de las grasas y proteínas por las plantas. Hormonas vegetales: de crecimiento radicular, de crecimiento foliar, de crecimiento del tallo.— Experiencias.— Cuestionarios.

MATERIA Y ENERGIA

Materia.—Se da el nombre de materia a todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene peso. A la Biología le interesa la materia que forma y utilizan los seres vivos, como el oxígeno, el anhídrido carbónico, el nitrógeno entre los gases; las proteínas, las grasas, los hidratos de carbono, las vitaminas entre las sustancias sólidas, y el agua entre los líquidos.

Energía.—Recibe el nombre de energía todo lo que produce trabajo. Existen dos clases de energía: la potencial y la cinética.

La energía potencial es la energía almacenada o inactiva. Cuando se libera se convierte en energía cinética y puede realizar trabajo.

En los organismos existe una continua transformación de la energía potencial en cinética o viceversa; así, al contraerse un músculo libera la energía necesaria para producir movimiento.

Son necesarias la materia y la energía para que un organismo crezca, se desplace de un lugar a otro, y pueda cumplir con todas las funciones propias de los seres vivos.

La energía que utilizan los animales y vegetales se encuentran en la molécula química llamada adenosin trifosfato (ATP) que es formada en las células.

Formas de energía.—Dentro de la energía potencial y cinética se conocen tres formas principales de energía que utilizan los seres vivos, y son:

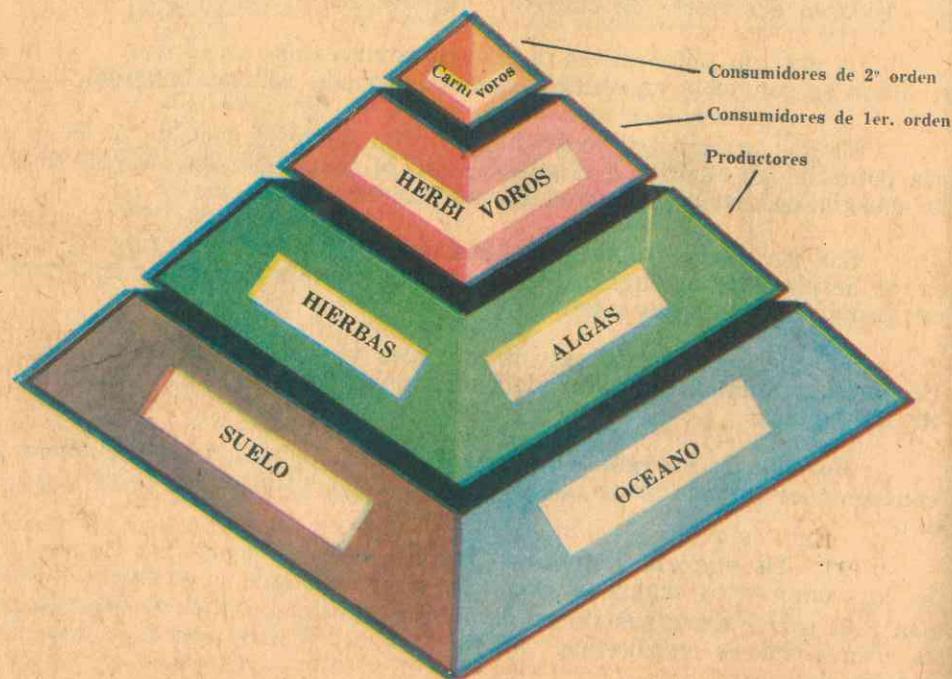
a) **La energía química.**—Dicha energía se encuentra almacenada en los compuestos orgánicos como los azúcares, grasas, aceites y proteínas. Al sufrir estas sustancias cambios químicos se libera la energía, para transformarse en cinética. En todas estas transformaciones hay formación de calor.

b) **Energía mecánica.**—Se produce cuando la energía potencial que se encuentra almacenada en diversos órganos, como los músculos, se libera y se transforma en energía cinética.

c) **Energía radiante.**—El sol es la fuente de dicha energía, siendo la luz parte de ella.

En los animales, la energía radiante les sirve sólo para aumentar la temperatura de su cuerpo, en cambio los vegetales con clorofila se apoderan de dicha energía y la transforman en energía química (ATP) que la célula vegetal utiliza para la formación de azúcares, proteínas y lípidos.

FORMA GENERAL DE LA PIRAMIDE DE LOS ALIMENTOS



La Respiración y la energía.— Químicamente la respiración es una oxidación con liberación de energía y con cambios químicos dentro de la célula, sobre todo de los hidratos de carbono. La sustancia por excelencia para la respiración es la glucosa ($C_6H_{12}O_6$). En la planta el oxígeno ingresa por las hojas a través de los estomas; por la raíz, absorbido por los pelos radicales disuelto en el agua; por los tallos herbáceos y leñosos; luego se difunde a través de las membranas celulares y penetra dentro de cada célula donde las mitocondrias intervienen mediante las enzimas respiratorias y ATP.

Aunque la respiración en las plantas se realiza continuamente, es más intensa durante la noche.

Como se ha dicho, la sustancia utilizada para la respiración es la glucosa, aunque también utiliza otros azúcares, grasas, aminoácidos, ácidos orgánicos.

Factores que afectan la respiración. Se consideran los internos y externos.

Entre los factores internos importantes tenemos las **enzimas respiratorias** (oxidasa, deshidrogenasa).

Entre los factores externos más importantes, tenemos la temperatura, la luz, suministro de oxígeno, suministro de agua, concentración de anhídrido carbónico, sustancias tóxicas, estimulantes, enfermedades y lesiones.

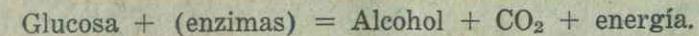
La respiración de las plantas es muy similar a la de los animales y mucha de la energía química de las moléculas orgánicas es transferida en ATP.

Las células y las plantas presentan respiración anaeróbica y aeróbica.

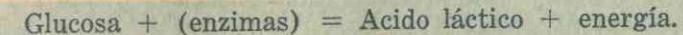
Respiración anaeróbica.— Esta respiración también es conocida como **fermentación**.

Existen dos clases de fermentación:

- a) **Fermentación alcohólica.**— Realizada por las levaduras y bacterias, transforma la glucosa en alcohol y anhídrido carbónico:



- b) **Fermentación láctica.**— Realizada por ciertos mohos y bacterias, transforma la glucosa en ácido láctico.



En la respiración anaeróbica la cantidad de energía obtenida es muy baja pero es lo suficiente para mantener formas de vida inferiores incluyendo levaduras, mohos y bacterias.

Respiración aeróbica.— En esta respiración interviene el oxígeno que ingresa a la planta a través de los estomas, lenticelas y la raíz; la cantidad de energía obtenida es 20 veces mayor que en la respiración anaeróbica.

Glucosa + oxígeno (enzimas) = CO₂ + H₂O + energía.

Comparación entre la respiración y la fotosíntesis.

	Respiración	Fotosíntesis
Sustancias orgánicas	1.—Se oxidan los alimentos. 2.—Se forma ATP	1.—Se forman alimentos. 2.—Se forma PGAL y glucosa.
Energía	1.—Fuente: glucosa, etc. 2.—Liberado por oxidación.	1.—Fuente: luz solar. 2.—Almacenado en glucosa, etc.
CO ₂ — O ₂ — H ₂ O	1.—Elimina CO ₂ y H ₂ O. 2.—Toma O ₂	1.—Toma CO ₂ y H ₂ O. 2.—Elimina O ₂ .
Se realiza	1.—Día y Noche. 2.—En todas las células vivas.	1.—Sólo de día. 2.—En presencia de la clorofila.

EXPERIENCIAS

1.—FERMENTACION

Materiales.— Frascos de boca ancha, corcho horadado, tubo de desprendimiento, 30 gr. de azúcar, 200 cc de agua, una pastilla de levadura de cerveza, agua de cal.

Procedimiento.— Disuelva el azúcar en el agua y un octavo de la pastilla de levadura también en agua, mezcla todo y viértelo en un frasco cerrando con el corcho honradado la boca, coloca el tubo de desprendimiento introduciendo el extremo libre dentro de otro frasco que contenga una solución del 10% de hidróxido de calcio (agua de cal). Coloque el frasco a una temperatura de 20 a 25 grados y observe durante dos o tres días.

- ¿Qué observas en el agua de cal?
- ¿Por qué se enturbia el agua de cal?
- Prepara otra solución de agua de cal y mediante un tubito sopla lentamente.
- ¿Se produce, en el agua de cal, el mismo enturbiamiento?
- ¿Qué gas expelemos al soplar?
- ¿En la experiencia anterior también se ha producido anhídrido carbónico?
- ¿Se produce el mismo fenómeno si no se agrega levadura a la solución de azúcar?
- Toma una solución de levadura y prepara una lámina y obsérvalo al microscopio ¿Qué observas?
- Agréglele lugol. ¿Se tiñen las células de la levadura? ¿Puedes explicar por qué?
- ¿Qué nombre recibe este fenómeno químico?
- ¿Puedes explicar por qué recibe dicho nombre?

- Cuando cesa la fermentación toma la solución y procede a destilarlo.
- ¿A qué temperatura comienza a destilar?
 - ¿A qué temperatura termina la destilación?
 - Recibe en una cápsula de porcelana las primeras gotas del destilado. Examínalo.
 - ¿Qué olor tiene?
 - ¿El líquido es combustible?
 - ¿Qué nombre tiene el líquido que resulta de la fermentación?
 - ¿Qué conclusión obtenemos de éstas experiencias?
 - ¿Qué papel desempeñan las células de la levadura?

CUESTIONARIOS

- 1.—¿A qué se denomina:
 - a) Materia?
 - b) Energía?
- 2.—¿Por qué un ser vivo necesita de:
 - a) Materia?
 - b) Energía?
- 3.—¿A qué se denomina energía:
 - a) Química?
 - b) Mecánica?
 - c) Radiante?
- 4.—¿Qué productos se forma en la fermentación:
 - a) Alcohólica?
 - b) Láctica?

LA HOJA: ORGANO DE ASIMILACION

Definición.—La hoja es un órgano aéreo, propio de las plantas cor-mófitas, de forma laminar y color verde.

Origen.—Las hojas se forman al desarrollarse los cotiledones del embrión y, al desarrollarse las yemas foliares que posee el tallo.

INSERCIÓN DE LA HOJA SOBRE EL TALLO.—Se denomina inserción a la forma como las hojas se disponen sobre los nudos del tallo. Existen tres inserciones muy corrientes denominadas:

1.—**Alternada.**—Cuando se inserta una hoja sobre el nudo, pero en forma alternada con relación a la anterior; ejemplo: el geranio, la acalifa, la cucarda.

2.—**Opuesta.**—Cuando se insertan dos hojas sobre un nudo, pero opuesta o frente a la otra. Ejemplo: el clavel, la menta, la salvia.

3.—**Verticilada.**—Cuando a la altura de un nudo se insertan más de dos hojas. Ejemplo: el laurel rosa, elodea.

PARTES DE UNA HOJA COMPLETA.—Una hoja se considera completa cuando presenta las siguientes partes: el limbo, el peciolo, y la vaina.

A) **El limbo.**—Es la parte plana de la hoja y en la mayoría de los casos se le considera como la verdadera hoja. Para describir el limbo se consideran dos caras, una superior o haz y una inferior o envés; el ápice, la base, el borde, la nervadura y la forma del limbo.

B) **El peciolo.**—Es el tallito de la hoja, que une el limbo al tallo, sirve, también, para alejarlo del tallo y exponerlo mejor a la luz. Algunas hojas carecen de peciolo.

C) **La vaina.**—Es la parte de la hoja que se inserta sobre el nudo del tallo; en muchos casos sirve para dar mayor solidez a los tallos, tal como sucede en el maíz, el trigo. En el plátano forma un falso tallo. En otras plantas la vaina se modifica adoptando la forma de hojitas para proteger a la yema. A dicha modificación se le denomina **estípula**; como ejemplo tenemos: el geranio, la acalifa, la cucarda, el pallar, la rosa.

Además de las partes nombradas se considera en la hoja la yema axilar, llamada así porque se encuentra en el vértice (axila) del ángulo formado por el tallo y el peciolo de la hoja. La yema axilar es propia de las hojas simples y sirve para diferenciarlas de una hoja compuesta.

DIVERSAS FORMAS DE LIMBO.—Existen muchas clasificaciones de la hoja, de acuerdo a la parte que se considere; así, si tomamos la forma del limbo tenemos entre las más comunes:

1.—**Acicular.**—Cuando tiene la forma de una aguja, ejemplo: las hojas del pino.

2.—**Lanceolada.**—Cuando tiene la forma de una lanza, o sea que el ápice y la base son agudos, ejemplo: el laurel-rosa, el níspero.

3.—**Aovada.**—Cuando tiene la forma de un huevo; la base y el ápice son obtusos, ejemplo: la albaca, el llantén, el chirimoyo.

4.—**Aovada-lanceolada.**—Cuando la base es obtusa y el ápice agudo resulta más o menos de la combinación de una hoja aovada y una lanceolada, ejemplo: la cucarda, el ficus, la acalifa.

5.—**Circular.**—Cuando tiene una forma más o menos redonda, ejemplo: el mastuerzo, el sombrerito.

6.—**Palmatiforme.**—Cuando tiene la forma de una mano extendida, ejemplo: la higuerrilla, la vid, el algodónero, la hiedra.

NERVADURA DE LA HOJA.—La nervadura resulta al dividirse el peciolo dentro del limbo y está formada por los vasos conductores, o sea el floema y el xilema; a través de ellos circula la savia orgánica y mineral, respectivamente. Atendiendo a su nervadura las hojas se dividen en:

1.—**Paralelinervia.**—Cuando las nervaduras se disponen paralelamente con relación a la nervadura central o media, ejemplo: el lirio, el bambú, el maíz, el trigo, la grama y otras.

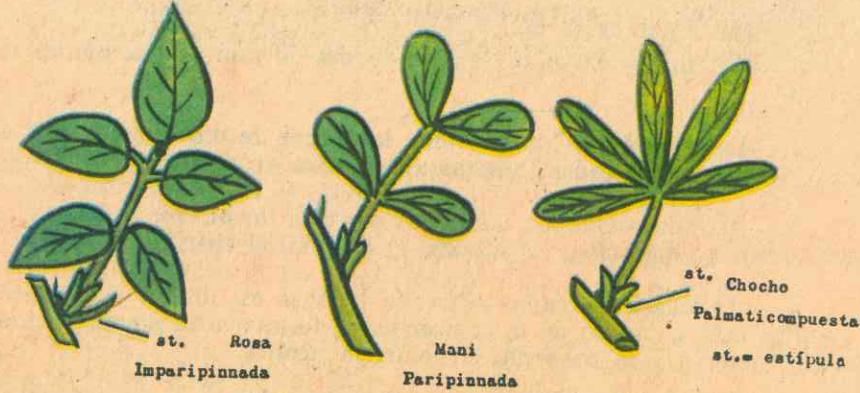
2.—**Penninervia o reticulada.**—Cuando de la nervadura central se desprenden a uno y otro lado las nervaduras secundarias; que también se ramifican tomando el aspecto de una red, ejemplo: la acalifa, la cucarda, el cardenal, el chirimoyo.

3.—**Palmatinervia.**—Cuando del punto de inserción del peciolo con el limbo parten nervaduras que divergen como los dedos de una mano abierta, ejemplo: la malva, el geranio, el algodónero.

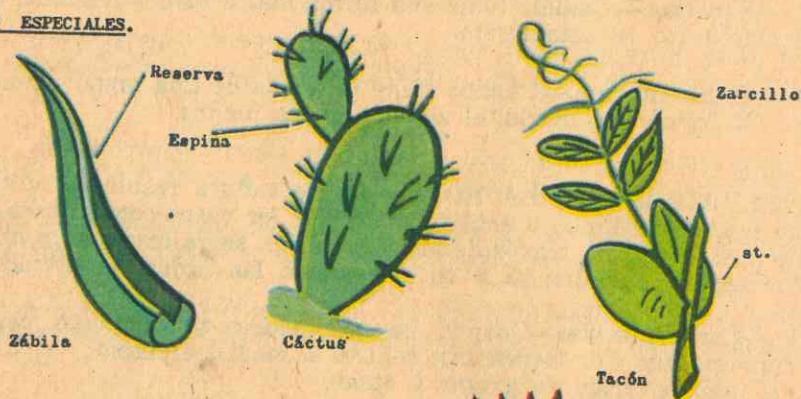
HOJAS SIMPLES Y COMPUESTAS

Una hoja se considera compuesta cuando el limbo está dividido hasta la nervadura central y cada lóbulo tiene la forma de una hojita, que re-

HOJAS COMPUESTAS.



HOJAS ESPECIALES.



Hoja reproductora



Hoja del aire (Bryophyllum)

Hoja de una planta insectívora



Hoja de venus (Dionaea)

cibe el nombre de **foliolo**. La hoja compuesta se diferencia de la simple porque los foliolos no presentan yema axilar, ejemplo: la rosa, el maní, el chocho, el tacón, el trébol, etc.

HOJAS ESPECIALES.—Son las hojas que tienen otras formas y funciones. Entre las hojas especiales más comunes recordemos:

a) **Las hojas reservantes o suculentas.**—Son propias de las plantas que viven en los lugares secos y desérticos. Estas hojas almacenan sustancias de reserva y principalmente agua. Ejemplo: la zábila, el magüey, la hoja del aire, etc.

b) **Hojas espinas.**—Pertenecen a las plantas propias de los lugares desérticos, tienen por fin evitar la pérdida de agua y también sirven como órgano de defensa, ejemplo: el cactus, el berberis, etc.

c) **Hojas zarcillos.**—Son propias de las plantas trepadoras y tienen por función fijar a las ramas u objeto que les sirve de sostén, ejemplo: el tacón, la lluvia de oro, la arveja, el frijol, etc.

d) **Hojas reproductoras.**—Llamadas así porque forman yemas adventicias que originan raíces o tallos, o sea otra planta, ejemplo: la hoja del aire, la begonia, la violeta africana, etc.

e) **Hojas carnívoras.**—Ciertas plantas que viven en los lugares pantanosos, como la Dionea, Sarracenia y otras han adaptado sus hojas para capturar insectos y devorarlos. Así, la hoja de Dionea tiene los bordes dentados y en el limbo presenta unos pelos sensitivos, que al ser tocados por el insecto hacen que ésta se cierre y aprisione el insecto.

LOS ESTOMAS.—Son estructuras que se encuentran en el tejido epidérmico de las hojas y de los tallos verdes. Están formados por dos células llamadas de cierre, que tienen la forma de un riñón y que se unen por el lado cóncavo dejando en el centro una abertura llamada **ostíolo**. Además de la forma, que es diferente con relación a las células epidérmicas, se caracterizan porque poseen cloroplastos. Los estomas se comunican con una cavidad llamada **cámara subestomática**.

A través de los estomas, las hojas toman el anhídrido carbónico, expelen el oxígeno y el vapor de agua.

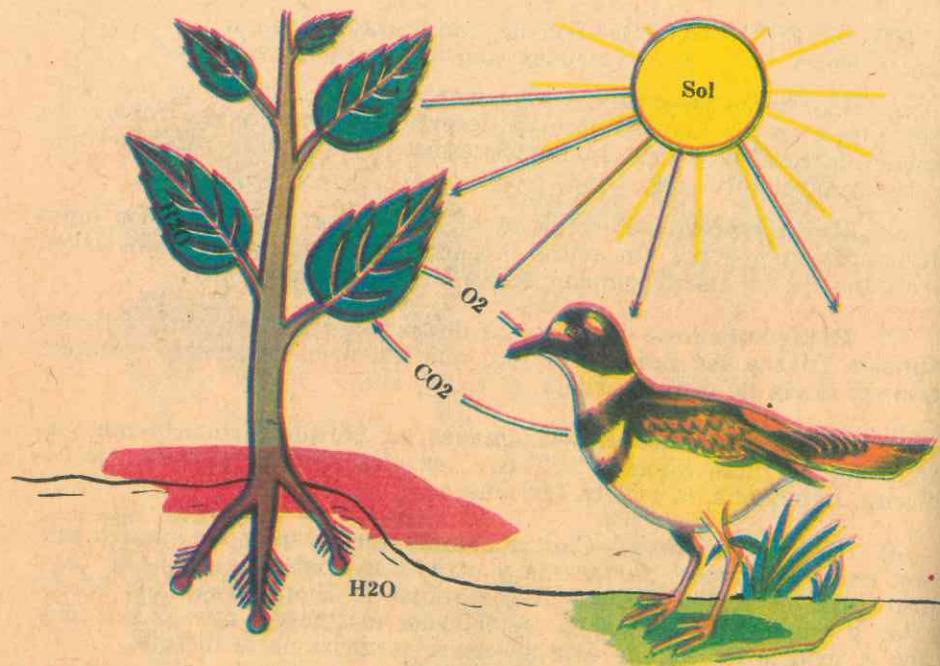
LOS CLOROPLASTOS.—Son organoides que se encuentran dentro de las células vegetales, de forma generalmente oval, redonda o de platillo. Son de color verde debido a un pigmento denominado **clorofila**, sustancia que interviene en la fotosíntesis absorbiendo la energía luminosa.

FISIOLOGIA DE LA HOJA

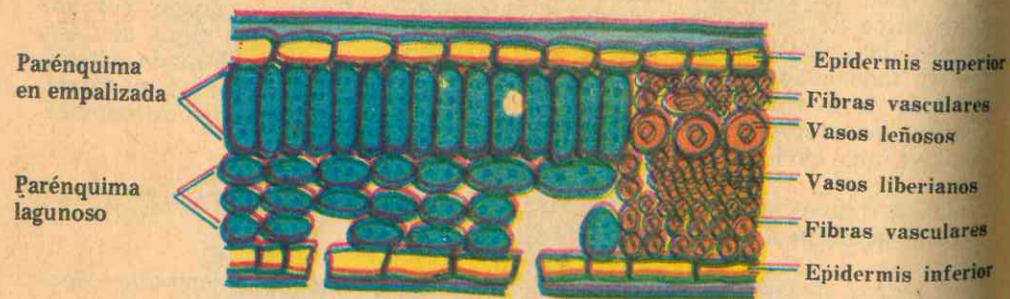
La forma laminar de la hoja y su estructura especial le permite realizar las funciones de **fotosíntesis, respiración y transpiración**.

Estructura de una hoja.—Al hacer un corte transversal de la hoja del chirimoyo y observar dicho corte en el microscopio, podemos ver lo siguiente:

FOTOSÍNTESIS



ESTRUCTURA DE UNA HOJA



Parénquima en empalizada

Parénquima lagunoso

Epidermis superior

Fibras vasculares

Vasos leñosos

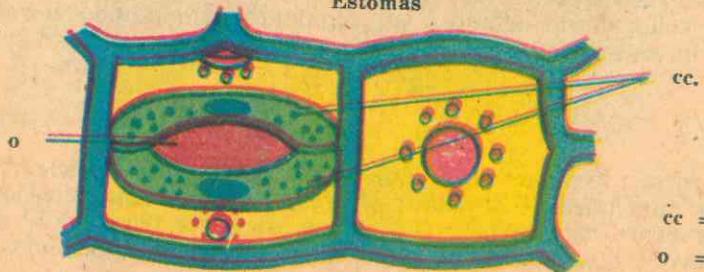
Vasos liberianos

Fibras vasculares

Epidermis inferior

ESTOMA

Estomas



cc.

cc = célula de cierre

o = ostiolo

a) Una capa de células incoloras, que en conjunto forman la epidermis superior o haz de la hoja.

b) Otra capa de células incoloras, que forman la epidermis inferior o envés de la hoja; entre las células de este tejido se observan los estomas, órganos a través de los cuales se realiza el intercambio de gases entre la hoja y el aire.

c) Entre las dos capas existe un tejido formado por células con cloroplastos, que en la cara superior se dispone perpendicularmente a la epidermis; es el **parénquima en empalizada**, encargado de captar la energía luminosa; mientras que en la cara inferior dichas células presentan espacios para permitir la circulación del oxígeno, anhídrido carbónico y del vapor de agua; es el **parénquima lagunoso**.

Fotosíntesis.—Como ya se ha dicho, la fotosíntesis es un proceso mediante el cual las células con clorofila, captan la energía radiante del sol, y la transforman en energía química (ATP), liberan oxígeno y forman hidratos de carbono, proteínas y lípidos, a partir del agua obtenida del suelo y del anhídrido carbónico que toman del aire.

Es una de las funciones más importantes de la hoja y del vegetal en general.

Respiración.—Las plantas, como todos los organismos vivos, respiran o sea toman el oxígeno del aire o del agua y eliminan anhídrido carbónico, esta función es más intensa durante la noche. Se considera que es contraria a la fotosíntesis, porque en la respiración toma el oxígeno para eliminar anhídrido carbónico, mientras que en la fotosíntesis toma el anhídrido carbónico para eliminar oxígeno.

Transpiración.—Consiste en la eliminación del agua. Las plantas de acuerdo a la temperatura y cantidad de agua en su interior, pierden agua en forma de vapor a través de los estomas.

VOCABULARIO:

1.—Cloroplastos

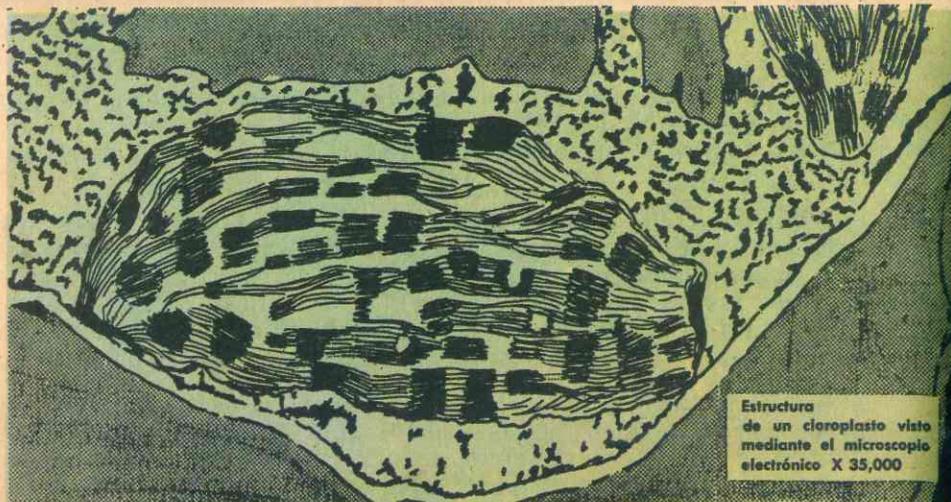
3.—Estomas

5.—Haz

2.—Epidermis

4.—Envés

6.—Parénquima.



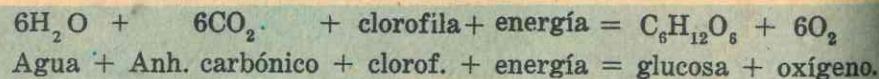
Estructura de un cloroplasto visto mediante el microscopio electrónico X 35,000

FOTOSINTESIS

Para que un organismo pueda vivir, necesita de materia y de energía; de la primera, para reparar las gastadas y permitir su crecimiento; y de la energía, para cumplir con las diversas funciones propias de los seres vivos. Las plantas con clorofila adquieren materia y energía mediante la fotosíntesis.

FOTOSINTESIS.—Este término significa “unión o síntesis por medio de la luz” y es el proceso que permite a los vegetales con clorofila capturar la energía radiante y sintetizar compuestos orgánicos a partir del agua y anhídrido carbónico.

Para resumir todo el proceso de la fotosíntesis, químicamente antes se representaba de la siguiente manera:



Se calcula que mediante la fotosíntesis los vegetales llegan a fijar más de 250,000 millones de toneladas de carbono, correspondiendo el 90% de esta cantidad a las plantas acuáticas.

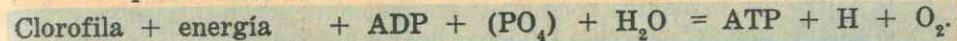
Mediante el microscopio óptico y electrónico y minuciosos estudios químicos, se ha llegado a determinar que en los cloroplastos se realizan dos complejas fases de reacciones.

A.—FASE LUMINOSA O FOTOQUÍMICA.—En esta fase la energía radiante capturada por la clorofila es usada para descomponer el agua y formar ATP, sustancia energética. Su proceso se desarrollaría de la siguiente manera:

- 1.—La energía luminosa es absorbida por la clorofila que se transforma en una molécula inestable y desprende un electrón (e) que no

se convierte en luz o calor sino provoca una reacción química.

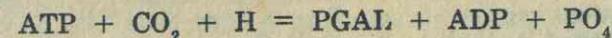
- 2.—Esta energía es usada para descomponer el agua en sus elementos y para formar ATP al combinarse el ADP con un radical fosfato (PO_4).
- 3.—El oxígeno del agua es eliminado mientras que el hidrógeno se une a otras moléculas almacenadoras de energía. La reacción química sería:



B.—FASE OSCURA.—Se realizaría de la siguiente manera:

- 1.—El anhídrido carbónico (CO_2) se combina con un azúcar de 5 carbonos (ribulosa difosfato) que se forma constantemente dentro de la célula.
- 2.—Se forman dos moléculas de azúcar con tres carbonos (ácido fosfoglicérico).
- 3.—Interviene el ATP para combinar el hidrógeno y formar una molécula de fosfogliceraldehído (PGAL) más ADP y radical fosfato.

La reacción química sería:



Se incorpora el anhídrido carbónico y se forma como producto final PGAL.

A partir de esta sustancia la célula puede sintetizar moléculas de glucosa, sacarosa o polisacáridos; también se considera que del PGAL se realizan las síntesis de las proteínas y los lípidos.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA FOTOSINTESIS

Tenemos:

1° **EL AGUA.** Como sabemos, se encuentra formando el protoplasma celular; además, toda célula debe encontrarse rodeada de un medio líquido, formado principalmente por el agua.

Las plantas terrestres para formar y conservar la estructura de sus células tienen que solucionar la obtención del agua perdida por la evaporación. El órgano encargado de tomar el agua es la raíz, a la altura de los pelos radicales.

INGRESO DEL AGUA AL XILEMA. El agua penetra dentro de la planta, a la altura de los pelos radicales, debido a la presión osmótica. Los pelos radicales se encuentran rodeados por una capa de agua y, como la concentración del citoplasma en dichos pelos es mayor que el agua, se establece una corriente de afuera hacia adentro; luego el agua, atravesando las células del parénquima cortical y las células de paso de la endodermis, llega a las tráqueas del xilema, para ser transportada hacia las hojas.

SALES MINERALES. Juntamente con el agua, ingresan en el interior de la planta ciertas sales solubles en ella, importantes para el nor-

mal desarrollo de la planta.

Hoy se sabe que son 12 los elementos que la planta necesita, y que se dividen en 6 elementos esenciales abundantes y 6 esenciales en pequeñas proporciones.

Los primeros son: el calcio, el magnesio, el potasio, el nitrógeno (en forma de nitratos), el azufre (en forma de sulfatos), el fósforo (en forma de fosfatos).

Entre los elementos necesarios en pequeña cantidad tenemos: el hierro, el zinc, el manganeso, el molibdeno, el boro y el cobre.

En la actualidad se conoce cuándo una planta tiene o no deficiencia de un elemento determinado. Así, la falta de magnesio ocasiona en las hojas inferiores de la planta un color amarillento a partir del ápice que, se reuerce, mientras que las venas permanecen de color verde; la falta de fósforo se manifiesta mediante un color verde oscuro en las hojas, etc.

2º ANHIDRIDO CARBONICO. Es un gas que se encuentra formando el aire (0.03%); es un producto catabólico de la respiración y de la combustión.

El órgano de la planta encargado de tomar este gas es la hoja y su ingreso se realiza a través de los estomas.

3º LA LUZ SOLAR. Constituye la energía; es un mezcla de ondas electromagnéticas que se caracterizan porque cada una de ellas tiene una diferente longitud de onda y energía. Cuando se hace pasar un rayo de luz a través de un prisma óptico, se observa que está formado por 7 colores (espectro).

Como sabemos, el color de los objetos se debe al color que reflejan. La clorofila refleja el color verde, por lo tanto, este color no desempeña ningún papel en la fotosíntesis. Los colores que mejor se absorben son el rojo y el violeta.

4º LA CLOROFILA. Es el factor esencial para capturar la energía radiante del sol, se encuentra dentro de los **cloroplastos** y dentro de éstos en los **grana**. Químicamente es una molécula compleja (un anillo porfirina con 4 núcleos pirrólicos) tiene la misma fórmula que la hemoglobina de la sangre, con la diferencia que posee magnesio en vez de hierro. Existen cuatro o más tipos de clorofila a, b, c, d, siendo la más abundante la clorofila a y la b.

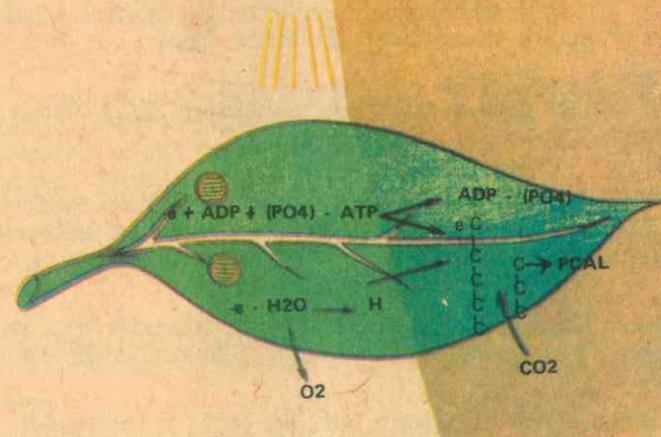
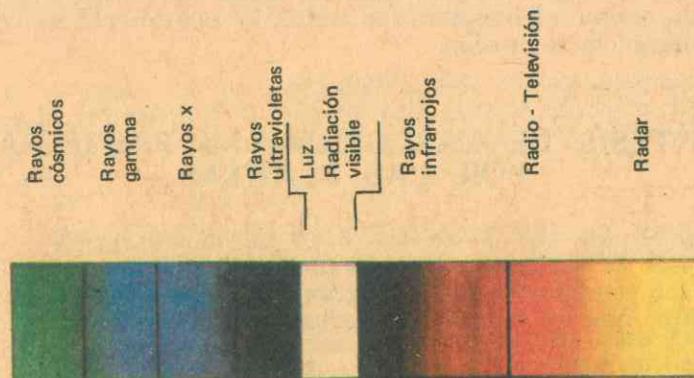
A la clorofila generalmente acompañan otros pigmentos, como la carotina (anaranjado) y la xantofila (amarillo).

La hoja y las partes verdes de las plantas son fotosintéticas porque poseen clorofila.

TRANSPORTE DE LA SAVIA MINERAL. Al llegar el agua y las sales (savia mineral) al xilema, son conducidas a lo largo de la raíz y del tallo en dirección a las hojas.

Tres teorías se han propuesto para explicar el transporte de la savia mineral:

- La presión radical**, o fuerza de la raíz, debida a la diferencia de concentración entre el agua del suelo y el agua en el xilema.
- La capilaridad**, o sea que un líquido tiende a subir por los tubos muy delgados, debido a la propiedad de adhesión de sus moléculas. El diá-



Fase luminosa

Fase oscura

(Las ecuaciones no están balanceadas)

metro de las tráqueas que forman el xilema es de 20 a 70 micras; tan reducido, que permite la subida de la savia hasta alturas por encima de los 100 metros.

- c) **La cohesión**, debido a la transpiración en las hojas, el agua que se encuentra en la parte inferior tiende a ocupar el espacio dejado por la evaporación y esto lo realiza mediante la fuerza de cohesión de las moléculas que tienden a arrastrar las moléculas inferiores.

TRANSPORTE DE LA SAVIA ORGANICA. La glucosa formada durante la fotosíntesis, una parte se transforma en almidón de asimilación: otra es empleada para la respiración; y el resto es llevado por el floema a los diferentes órganos de la planta.

El floema es el tejido conductor encargado de transportar las sustancias nutritivas mediante las **células cribosas**. La circulación puede realizarse hacia arriba o hacia abajo, o en los dos sentidos. La circulación se debe a la diferencia de presión.

SINTESIS DE LAS GRASAS Y PROTEINAS POR LAS PLANTAS

Síntesis de las grasas y aceites.—Químicamente reciben el nombre de lípidos, son compuestos que presentan su molécula formada por los mismos elementos que los hidratos de carbono, o sea de hidrógeno, oxígeno y carbono.

Los lípidos que nos interesan son los formados por la glicerina y un ácido graso. Estas sustancias se forman en las plantas a partir de la glucosa siguiendo más o menos las siguientes fases:

- a) **Formación de la glicerina**, mediante el desdoblamiento de la glucosa.
- b) **Formación de los ácidos grasos**, debido a la fermentación de azúcares. Los ácidos grasos importantes son: el esteárico, el palmítico y el oleico.
- c) **Combinación de la glicerina con los ácidos grasos**, para formar la grasa, debido a la acción de una enzima denominada **lipasa**.

Las grasas y aceites junto con las ceras y fosfolípidos en conjunto, forman los lípidos.

Las grasas y aceites son sustancias de reserva que se almacenan preferentemente en las semillas y en ciertos frutos como el girasol, el maíz, coco, maíz, lino, higuera, olivo; también se encuentran en pequeñas cantidades en hojas, tallos y raíces.

Síntesis de las proteínas.—Las proteínas son sustancias cuya molécula contiene nitrógeno, además de carbono, hidrógeno y oxígeno, pudiendo contener también azufre y fósforo. Para la formación de las proteínas las plantas deben incorporar a su protoplasma el nitrógeno que, se cree se realiza mediante las siguientes fases:

- a) **Reducción de los nitratos.**—Los nitratos son sales minerales que se encuentran en el suelo y que son absorbidos por los pelos radicales, junto con el agua.

Por otra parte sabemos que el nitrógeno forma las cuatro quintas partes del aire (80%); este nitrógeno libre es fijado mediante ciertas bacterias que viven sobre las raíces de las plantas leguminosas, como: el frejol, alfalfa, pallar, habas, y otras.

Los nitratos que ingresan a la planta para ser incorporados al protoplasma celular deben primero transformarse en otra sustancia llamada **amoníaco**, mediante la acción de una enzima.

- b) **Síntesis de los aminoácidos.**—Se realiza mediante la reacción del amoníaco formado y la glucosa; esta fase la efectúan diferentes órganos de la planta, de preferencia en las hojas y en las partes terminales del tallo.

- c) **Formación de las proteínas.**—Las proteínas resultan al combinarse los aminoácidos, mediante la acción de enzimas; esta formación es mayor en las zonas de crecimiento y en las semillas.

Las proteínas son sustancias indispensables para la materia viva vegetal y animal; se encuentran formando las enzimas, en muchas vitaminas, núcleo-proteínas, etc.

HORMONAS VEGETALES

El crecimiento de una planta no sólo está regulado por el agua y las sustancias minerales absorbidas por los pelos radicales, sino también por los hidratos de carbono sintetizados en las hojas; además existen ciertas sustancias químicas especiales, que actuando en pequeñas proporciones y en forma específica, regulan el crecimiento de un determinado órgano y de la planta en conjunto. Dichas sustancias se forman en un determinado tejido u órgano y reciben el nombre de **hormonas vegetales o fitohormonas**.

Hormonas de crecimiento radicular.—Estas hormonas se forman en las hojas, pasando de allí hacia las raíces para estimular el crecimiento longitudinal.

Se ha logrado aislar dichas sustancias, que las raíces no pueden sintetizar químicamente: son la **piridoxina**, la **tiamina** y el **ácido nicotínico**; las dos primeras son vitaminas que pertenecen al complejo vitamínico B y juntas con el ácido nicotínico son necesarias también para la alimentación animal.

Hormonas de crecimiento foliar.—La transformación de las hojas jóvenes a adultas también está regulada por ciertas hormonas que se encuentran en los cotiledones y se forman en las hojas adultas, siendo una de ellas la adenina.

Hormonas de crecimiento del tallo.—Estas hormonas se forman en la yema terminal del tallo y en las hojas muy tiernas, siendo transportadas de allí a la zona de crecimiento del tallo.

Se les conoce con el nombre de **auxinas**, siendo la hormona más conocida el **ácido indolacético**.

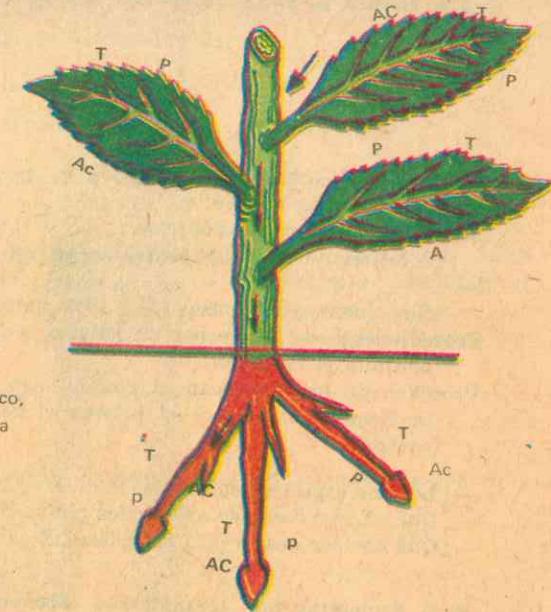
En 1928 F. W. Went fue el que descubrió dicha auxina al realizar la siguiente experiencia:

Cortó el extremo de los tallos de la planta avena, que se encontraban en proceso de germinación, luego colocó varios cortes sobre blocks especiales de agar durante varias horas. Después, puso el trozo de agar sobre la parte cortada, observando que el crecimiento longitudinal del tallito se reanudaba, mientras las plantitas que no habían recibido el agar no continuaban creciendo. Esto demostró que en el extremo del tallito se formaba una sustancia química que estimulaba el crecimiento longitudinal del tallo que por difusión había pasado el agar. Dicha sustancia recibió el nombre de **auxina**, palabra griega que significa "crecimiento"

Entre las actividades más importantes de las auxinas tenemos:

- Determinan el fototropismo y geotropismo del tallo y raíz, respectivamente.
- Permiten el desarrollo de los frutos impidiendo su caída prematura. Si se aplica al pistilo de las flores antes de la polinización, desarrollan el fruto sin semillas, tal como sucede con las naranjas, tomates, etc.
- Permiten el desarrollo de la yema terminal, inhibiendo el de las laterales.
- Evitan la caída prematura de las hojas y de ciertos frutos como las manzanas, naranjas y otros, cuando se pulverizan con dicha auxina.
- Aceleran la formación de las flores.
- Sirven para destruir las malas hierbas. Cuando se usa en concentraciones más o menos fuertes, sirven como herbicida, destruyendo determinadas hierbas de un sembrío.
- Intervienen en la producción de las ramificaciones laterales de las raíces.

ESQUEMA DE LA FORMACION DE LAS HORMONAS VEGETALES



T — Tiamina
P — Piridoxina
Ac — Acido nicotínico

Las hormonas, tiamina, piridoxina, ácido nicotínico, que intervienen en el crecimiento longitudinal de la raíz se forman en las hojas.

EXPERIENCIAS

1 — Para demostrar que la luz es necesaria para la fotosíntesis.

Mantener una planta coleus o pelargonium en la oscuridad (durante la noche), luego tomar una hoja y cubrirla por ambos lados con un trozo de cartulina negra o platina, a las que se ha hecho un recorte en la parte media; sujetar los trozos de tal manera que coincidan los recortes y exponerla durante varias horas a la luz solar; luego arrancar la hoja y después de lavarla introducirla en un recipiente con alcohol, hacerla hervir con el objeto de extraer la clorofila. Cuando la hoja tiene un color casi blanco, sacarla para lavarla bien y colocarla en un petri que contenga una solución de Lugol. Dejar cinco minutos.

— ¿Qué color toma la parte de la hoja expuesta a la luz solar?

.....

¿Por qué toma dicho color?

.....

¿Qué color toma la parte de la hoja que ha estado cubierta por la cartulina?

.....

¿Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

.....

- ¿Se colorea la parte de la hoja que no tiene el color verde?
-
- ¿Por qué?
-

2.—Para demostrar la acción selectiva de la luz por la clorofila.

Material.— Dos prismas ópticos.

Solución de clorofila contenida en un recipiente de vidrio de lados paralelos.

Dos fuentes luminosas de rayos paralelos.

Procedimiento.— Interponer un prisma sobre un rayo de luz y observar en una pantalla el espectro.

Proceder de idéntica manera con el otro rayo luminoso, pero colocando entre la fuente luminosa y el prisma el recipiente con clorofila, observar el espectro.

- ¿ Los dos espectros son iguales?.....
- ¿ Qué colores han sido absorbidos por la clorofila?.....
- ¿ Qué nos demuestra esta experiencia?.....

3.—Para demostrar que el anhídrido carbónico es necesario para la fotosíntesis.

Se emplea el Bromotimol como sustancia química indicadora de este gas; ésta toma una coloración azul cuando se disuelve en el agua, cambiando al amarillo si se deja burbujear anhídrido carbónico, y vuelve a tomar el color azul si desaparece el anhídrido carbónico del agua.

Se toman dos tubos de prueba que contengan la solución de bromotimol azul, se deja burbujear anhídrido carbónico hasta que el color cambia a amarillo, luego se introduce en cada uno una ramita de la planta acuática Elodea y se cierra mediante un corcho. Un tubo se expone a la luz solar mientras que el otro se guarda en la oscuridad como control.

1.—¿ Qué ha sucedido con el tubo expuesto a:

- a) La luz solar?
-

4.—Para demostrar la conducción del agua y sales minerales.

Hacer germinar en macetas diversas semillas, como trigo, frijol, etc. Cuando el tallito ha alcanzado un tamaño de 10 a 15 cms. cortar el extremo con una navaja.

- ¿ Qué observa en el extremo del tallito cortado?.....
- ¿ Qué nos demuestra esta experiencia?.....

5.—También se puede cortar tallos de clavel blanco, de apio, balsamina; pero debe realizarse el corte bajo de agua y con un cuchillo bien afilado; colocar los tallos en vasos con agua coloreada por tinta, fucsina. Observar después de varias horas.

- b) La oscuridad?
-

2.—¿ Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

6.—Para demostrar que durante la fotosíntesis se forma el gas oxígeno.

Tomar un recipiente de vidrio grande con agua y una ramita de Elodea, cubrir la ramita con un embudo de pico corto, luego colocar un tubo de prueba lleno de agua sobre el pico del embudo, procurando que el borde del tubo se encuentre bajo el agua y no caiga ésta. Exponer todo a la luz solar por cuatro horas, lo suficiente para observar cómo un gas se va acumulando lentamente en la parte superior del tubo de prueba desplazando al agua. Sacar con mucho cuidado el tubo de prueba para evitar que se pierda el gas, luego colocarlo en la gradilla e introducir una astilla encendida.

1.—¿ Qué observa en la astilla encendida?

2.—¿ El mismo fenómeno se observará si introduce la astilla encendida en otro tubo de prueba lleno de aire?

3.—¿ Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

4.—¿ Por qué decimos que el gas desprendido es oxígeno?

7.—Observación de granos de aleurona en la semilla de la higuera.

Hacer un corte muy fino de la semilla de la higuera y preparar una lámina montada en glicerina. Observar con el objetivo de 10 y 45.

- ¿ Qué forma tienen los gránulos?.....
- Si le agregamos lugol, ¿ qué color toman los gránulos?.....

8.—Observación de proteínas (aleurona) en el fruto de la cebada, trigo o maíz.

Hacer cortes muy delgados de uno de los frutos mencionados, preparar una lámina con una gota de lugol. Observar y dibujar.

- ¿ Dónde se encuentra la capa de células de aleurona?.....
- ¿ Qué color toman las células que contienen almidón?.....

9.—Observación de cristales de oxalato de calcio en las células muertas de las escamas del bulbo de la cebolla o de ajo.

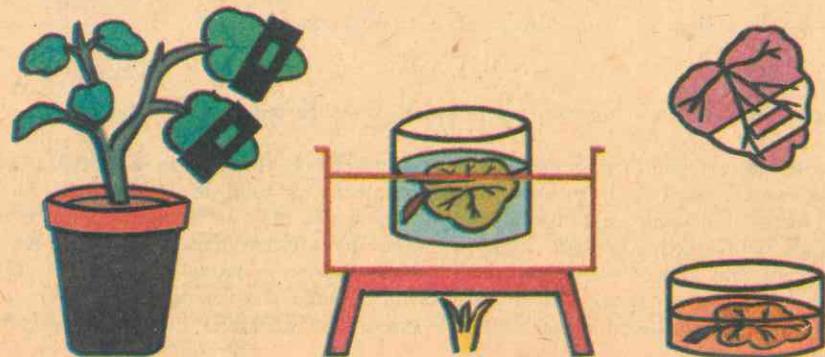
Escoger un pedazo de 2 x 3 mm., de una escama de ajo y preparar en agua una lámina. Observar con el objetivo de 10 y de 45.

—¿ Qué observa dentro de cada célula?.....

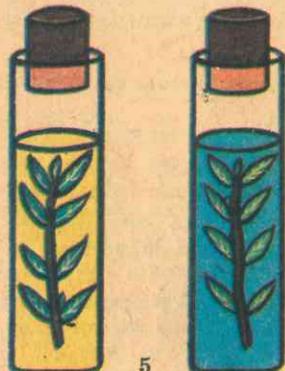
—¿ Todos los cristales son iguales?.....

—Dibuje los cristales.

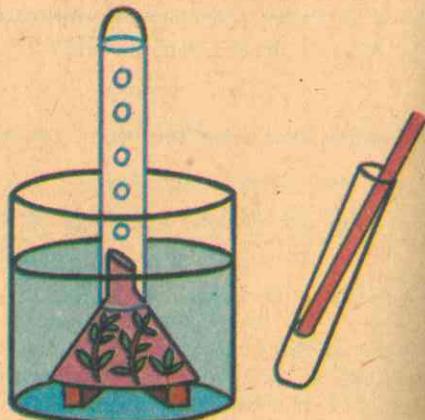
—Dibuje una macla.....



1



5



6



1

10.—Para observar la secreción de algunas plantas.

- Arrancar ramas del cardenal, del higo.
- Observar los troncos del pino, araucaria, ciprés, molle, etc.
- Arrancar hojas de geranio, pétalos de rosa, de nardo y estrujarlos fuertemente, luego llevar la mano a la nariz.
- ¿Qué sucede al arrancar una rama del cardenal?.....
- Al hacer un corte en el tronco del pino ¿Qué sucede?.....
- ¿Dónde se elaboran los aceites esenciales en el geranio?.....

11.—Obtención de colorantes vegetales.

- a) Insolubles en el agua (Clorofila, xantofila, rodofila). Hojas de geranio, mastuerzo.

Para obtener clorofila y xantofila machacar, en un mortero la hoja con un poco de alcohol; filtrar el líquido y al resultado agregarle un poco de bencina.

- b) Pigmentos solubles en el agua. (Antocianinas).

Material.— Raíces de betarraga y de zanahoria en trozos.— Dos vasos con agua.

Procedimiento.—Dejar caer en un vaso los trozos de la raíz de zanahoria y en el otro de la betarraga. Observar.

- ¿Qué sucede en el vaso con zanahoria?.....
 - ¿Qué sucede en el vaso con la betarraga?.....
- Separar en dos tubos de prueba el agua coloreada en la betarraga y en uno dejar caer gotas de amoníaco, mientras que en el otro gotas de ácido clorhídrico. Observar.
- ¿Qué color toma el tubo al que se le ha agregado amoníaco?.....
 - ¿Qué color toma el tubo al que se ha agregado ácido clorhídrico?.....
 - ¿Qué conclusión podemos obtener con estas experiencias?.....

12 —Observación de gránulos de almidón.

- a) Del tubérculo de la papa.— Hacer un corte muy delgado del tubérculo y preparar una lámina en agua para observar al microscopio.
- b) Del cotiledón del frijol.— Hacer un corte muy delgado de la semilla del frijol, pall. o habas, preparar una lámina en agua y observar al microscopio.
- c) De los granos (fruto) del maíz.— Proceder como en a y b. Observar con el objetivo de 10 y luego de 45; dibujar. A cada lámina agregar una gota de lugol y observar.

- ¿Se puede conocer los gránulos de almidón de cada planta?
- ¿En qué órganos de la planta se depositan los gránulos de almidón?
- ¿Qué conclusión obtenemos con la experiencia del lugol?

13.—Como órgano de conducción.

- a) De la savia inorgánica.—Tomar una ramita de clavel blanco, de apio, bal-

samina, etc. y cortar el tallo oblicuamente, luego introducirla en una solución de eosina en agua. Dejar 4 horas.

1.—¿Qué observa en el tallo o en la flor del clavel?

2.—¿Cómo explicaría dicho fenómeno?

b) De la savia orgánica.—Tomar una planta de geranio y hacer un corte anular para quitarle la corteza y el liber. Dejar hasta dos meses.

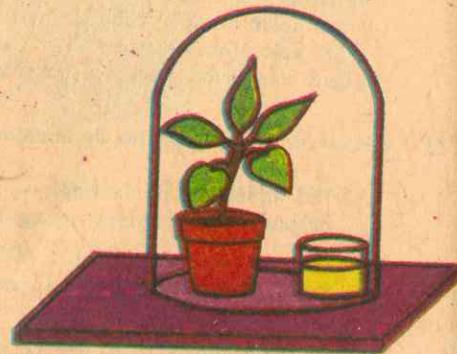
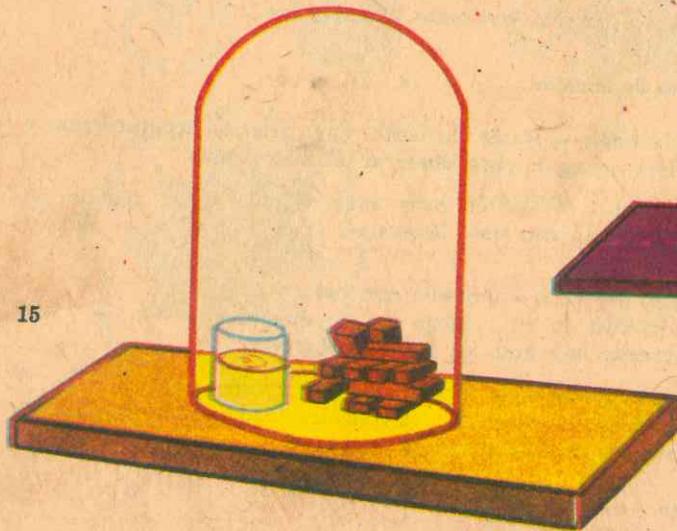
1.—¿Qué observa en la ramita situada en la parte superior del corte?

2.—¿Qué observa en el corte superior de la ramita?

3.—¿Cómo se explicaría dicho fenómeno?

14.—Observación de los vasos conductores.

a) Del xilema.—Cortar una rama tierna de la planta higuera, de más o menos un cm. de largo; hacer cortes longitudinales con una navajita de afeitar, dejar caer dichos cortes en un petri con agua; luego preparar una lámina y llevarla al microscopio. Observar en aumento de 10 y 45.



15 —Cómo demostrar que la raíz exhala anhídrido carbónico.

Coloque la raíz de una planta joven sobre la superficie bien pulimentada de mármol y cúbrala con aserrín húmedo durante varios días, luego quite el aserrín y observe qué ha ocurrido con la parte del mármol que estuvo en contacto con la raíz.

1.—¿Cómo explicaría Ud. este fenómeno?

16.—Para demostrar la respiración de las plantas.

Proceder de la manera siguiente: colocar dentro de una campana de vidrio una plantita. Como testigo se puede tomar otra plantita, a una se le expone a la luz solar mientras que la otra debe guardarse en la oscuridad. Después de varias horas observar:

1.—¿Qué nota en la solución de agua de cal de la plantita expuesta a la:

- a) Luz solar?
- b) La oscuridad?

2.—¿Qué conclusión se obtiene con esta experiencia?

3.—¿Cuándo la respiración de las plantas es más intensa? ¿Durante el día o durante la noche?

CUESTIONARIOS

1.—Dibuje una hoja completa y señale cada una de sus partes.

2.—Escriba tres ejemplos de hojas con la siguiente inserción:

- a) Alterna
- b) Opuesta
- c) Verticilada

3.—Escriba tres ejemplos de hojas con la siguiente nervadura:

- a) Paralelinervia
- b) Penninervia
- c) Palmatinervia

4.—¿Cómo se diferencia una hoja simple de una compuesta?

5.—¿A qué se denominan folíolos y dónde se encuentran?

6.—¿A qué pigmento se debe el color verde de las hojas?

- 7.—Escriba tres ejemplos de las siguientes hojas especiales:
- a) Reserva
 - b) Espina
 - c) Zarcillo
 - d) Propagadoras
- 8.—¿Qué son los cloroplastos y dónde se encuentran?
- 9.—¿Qué son los estomas y qué funciones tienen?
- 10.—¿Por qué las plantas con clorofila son productoras?
- 11.—¿Cómo se demuestra cada una de las siguientes funciones de las hojas:
- a) Fotosíntesis?
 - b) Respiración?
 - c) Transpiración?
- 12.—¿Cuáles son los factores necesarios para la realización de la fotosíntesis?
- 13.—¿Por qué durante la noche no se realiza la fotosíntesis?
- 14.—¿Por qué durante la fotosíntesis se purifica el ambiente?
- 15.—¿En qué sustancia se transforma el agua al combinarse con el anhídrido carbónico, durante la fotosíntesis?
- 16.—¿A partir de qué sustancias las plantas sintetizan los lípidos y las proteínas?
- 17.—¿Cómo adquieren el nitrógeno las plantas para formar las proteínas?
- 18.—¿Cómo se alimentan las plantas que carecen de clorofila?
- 19.—¿Por qué a dichas plantas se les denomina heterotróficas?

- 20.—Escriba ejemplos de plantas heterotróficas
- 21.—Dibuje un estoma y nombre cada una de sus partes.

- 22.—¿Por qué el color verde no es útil para la fotosíntesis?
- 23.—¿Cuáles son los colores absorbidos durante la fotosíntesis?
- 24.—¿Cómo se explica la circulación del agua y sales minerales de los pelos radicales hacia las hojas?
- 25.—Complete lo que se pide sobre la diferencia que existe entre la fotosíntesis y un automóvil.

	Hoja	Automóvil
a) Materia empleada
b) Energía utilizada
c) Maquinaria o catalizador
d) Producto resultante
e) Subproducto formado
f) ¿Cuándo se realiza?

26.—Si se ilumina una hoja en ausencia del anhídrido carbónico (CO₂), ¿se realizará la fotosíntesis? ¿Por qué?

27.—¿Qué eliminan las plantas como sub-producto de la fotosíntesis?

28.—¿Cómo se explica la circulación de las sustancias nutritivas (savia orgánica) de las hojas hacia otros órganos?

29.—¿Durante qué fase de la fotosíntesis se:
 a) Descompone el H₂O?

b) Se utiliza el CO₂?

30.—¿Qué objeto tiene la respiración?

31.—¿Qué sustancia es la más importante para la respiración?

32.—Complete lo que se pide sobre las diferencias entre la respiración y la fotosíntesis.

	Respiración	Fotosíntesis
a) Gas utilizado
b) Gas eliminado
c) Tipo de metabolismo
d) Sustancias formadas
e) Organismos que lo realizan
f) ¿Cuándo se realiza?

33.—Represente mediante dibujos el intercambio del oxígeno y el anhídrido carbónico entre las plantas y los animales.

34.—Explique por qué la respiración es opuesta a la fotosíntesis.

35.—¿Qué tejido se encarga del transporte de la savia orgánica?

36.—¿Cómo realizan las plantas la síntesis de:
 a) Las grasas?

b) Las proteínas?

37.—¿Cómo se alimentan las plantas sin clorofila?

38.—¿En qué consiste la secreción?

39.—¿Cuáles son las sustancias gaseosas que eliminan las plantas?
 a) b)

40.—¿Por qué las plantas no eliminan sustancias sólidas?

41.—A continuación escriba ejemplos de plantas que elaboran:
 a) Alcaloides

b) Aceites

c) Tanino

d) Colorantes

4^a UNIDAD

SISTEMAS EXCRETORES

- EXCRECION EN LAS CELULAS.
- EXCRECION EN LOS VEGETALES.
- EXCRECION EN LOS ANIMALES.
- HISTOLOGIA.
- EXCRECION EN EL HOMBRE.
- SISTEMA ENDOCRINO.

CONTENIDO

EXCRECION EN LAS CELULAS.— Síntesis de las células.— Cuestionarios. **EXCRECION EN LOS VEGETALES.**— Excreción en vegetales unicelulares.— Cuestionarios.— **EXCRECION EN LOS ANIMALES.**— De los protozoarios.— De los invertebrados.— De los vertebrados.— Formación de la orina.— **HISTOLOGIA.**— Definición.— Tejido.— Tejido epitelial.— División del tejido epitelial: Epitelio escamoso, epitelio cúbico, epitelio columnar, epitelio glandular.— Glándula.— Fisiología del Tejido epitelial.— Tejido conjuntivo.— Conjuntivo propiamente dicho.— Tejido adiposo.— Tejido cartilaginoso.— Tejido óseo.— Fisiología.— Cuestionarios.— Experiencias.

EXCRECION EN EL HOMBRE.— Sistema Urinario.— Los riñones.— Los nefrones.— Fisiología de los riñones.— Los uréteres.— La vejiga.— La uretra.— Fisiología del sistema urinario.— La orina.— Composición de la orina.— Origen de los constituyentes de la orina.— Urea, ácido úrico, cloruro de sodio, fosfatos, hormonas y agua.— Formación de la orina.— Filtración, Reabsorción, Secreción, Micción.— Sustancias anormales en la orina.— Algunos desórdenes en el sistema urinario.— Otros sistemas excretores.

SISTEMA ENDOCRINO.— Hormonas.— Hormonas locales y hormonas generales.— Sistema endocrino del hombre.— Cuadro general de las glándulas endocrinas del hombre.— Experiencias.— Cuestionarios.

EXCRECION EN LAS CELULAS

Toda célula se encuentra rodeada por un líquido denominado **fluido extra celular**.

También sabemos que desde el punto de vista físico el protoplasma se encuentra bajo un estado llamado **coloidal**, y que a través de la membrana de la célula se realiza un constante intercambio de ingreso y salida de sustancias. Cuando el líquido que rodea a la célula tiene la misma concentración de sustancias semejante al del protoplasma el ingreso y salida de sustancias es igual, pero si el fluido extracelular tiene una mayor concentración con relación al protoplasma, se produce el fenómeno llamado de **plasmólisis**, que consiste en la salida del agua del interior de la célula y la reducción del protoplasma. Este fenómeno desaparece si cambiamos a la célula a un líquido de igual concentración, porque el agua ingresa al interior.

En condiciones naturales cuando el agua ingresa más de lo necesario ella es eliminada a través de una estructura llamada **vacuola contráctil**.

Durante el metabolismo de la célula ella forma **amoníaco** al realizar la descomposición de las proteínas, **anhídrido carbónico**, al realizar la oxidación o respiración; dichos gases son eliminados por **difusión** a través de la membrana celular.

En las células vegetales se forman cristales de oxalato de calcio que se depositan dentro de las vacuolas debido a que no pueden ser eliminadas.

Síntesis en las células.

Las células **autotróficas**, mediante pigmentos como la clorofila, forman sustancias orgánicas o toman otras que pasan a formar el cuerpo de la célula. En el caso de las células **heterotróficas**, mediante las enzimas descomponen la sustancia orgánica y la transforman en otras más simples que sirven para formar, como en el caso anterior, el cuerpo de la célula o sustancias de reserva en forma de materia o de energía.

Las sustancias que forman el protoplasma de la célula reciben el nombre de **principios inmediatos** y entre ellas tenemos el agua, las sales, los almidones, azúcares y proteínas. Entre estos principios inmediatos los más importantes son las proteínas y el agua por servir como componentes del protoplasma, las enzimas; mientras que los otros tienen más una **función energética**.

CUESTIONARIOS

- 1.—¿Qué nombre recibe el líquido que rodea a toda célula?
- 2.—¿Recuerdas, a qué se denomina sistema coloidal?
- 3.—¿Recuerdas, cuáles son las fases de un sistema coloidal?

- 4.—¿Por qué es importante la membrana celular?
- 5.—¿Cuándo se produce la plasmólisis?
- 6.—¿Cómo elimina la célula gases como el amoníaco y el anhídrido carbónico?
- 7.—¿Cuál es el papel de la vacuola contráctil?
- 8.—¿Por qué ciertas células carecen de vacuolas contráctiles?
- 9.—Busca las siguientes definiciones:
 - a) Excreción.
 - b) Egestión.
- 10.—De acuerdo a las definiciones anteriores separa entre las sustancias que eliminan la células cuáles pertenecen a la egestión y cuáles son de excreción.
- 11.—¿A qué se denominan principios inmediatos en la célula?
- 12.—¿Qué otros principios inmediatos puedes mencionar además de los nombrados?
- 13.—¿Por qué el agua y las proteínas son importantes?
- 14.—¿Qué función tienen los azúcares?
- 15.—¿La membrana celulósica sirve como protección a la célula?
- 16.—¿Sabes a qué grupo de principio inmediato pertenece la sustancia que forma la membrana celulósica?

EXCRECION EN LOS VEGETALES

Excreción en vegetales unicelulares.

Ciertas células vegetales carecen de clorofila por lo tanto para alimentarse lo hacen de sustancias orgánicas; algunas se alimentan de sustancias orgánicas en descomposición, se les denomina **saprotitas**, otras lo hacen de organismo vivos, se les llama **parásitas**.

Para descomponer a las sustancias orgánicas las células vegetales elaboran ciertas sustancias llamadas **toxinas**.

Las bacterias parásitas al elaborar las toxinas producen las enfermedades, como la tifoidea, bubónica, etc.

Existe otro grupo de vegetales unicelulares que presentan flagelos, como la Euglena, Píridíneos y otros, que se diferencian de las bacterias por presentar clorofila u otros pigmentos, mediante los cuales elaboran gotitas de grasa y almidón, que al microscopio se observa de un color rojo.

Las algas debido a la clorofila o pigmentos como la ficoxantina o ficoeritrina elaboran sustancias de reserva. Así las algas rojas forman una sustancia llamada **almidón de las florídeas**, muy semejante al glucógeno que se elabora en el hígado, músculos de los mamíferos; el yodo también es elaborado en ciertas algas rojas. Otras algas elaboran muélagos debido a la constitución de su membrana celular; así el agar-agar es obtenida de diversas especies de algas marinas del género Gelidium, que se emplea como medio de cultivo en bacteriología.

Los hongos que parasitan al trigo, centeno como el Cornezuelo del centeno son importantes porque de ellos se prepara la ergotina, sustancia que se emplea en medicina para contener las hemorragias. Existe un grupo del género Oidium, que parasita a las plantas de la vid. Otros hongos son tóxicos e impropios para la alimentación del hombre.

En las plantas superiores no existe una verdadera excreción, pues sus productos no son eliminados al exterior porque carecen de sistemas de eliminación; ellos son almacenados dentro de las vacuolas o cavidad celular, algunos almacenan taninos; sustancias ternarias que precipitan con las sales férricas y productos de color oscuro, se aplica principalmente en la industria de la curtiembre, preparación de tintes y abundan en la corteza de las plantas del género Quercus.

Las plantas como el pino, araucaria, abeto elaboran sustancias llamadas **terpenos**, como la trementina; otras plantas elaboran aceites como el limoneno, la citronela, geraniol, etc. El caucho y la gutapercha también son terpenos igual que el alcanfor que se obtiene del alcanforero. El olor de numerosas plantas se debe a los aceites volátiles que elaboran unos en los pelos glandulares o en glándulas situadas en el interior del tallo (Hinojo).

Como el metabolismo de las plantas es muy lento, la elaboración de sustancias de excreción se acumula muy lentamente; también las plantas con clorofila toman ciertas sustancias de excreción de la respiración como el agua y anhídrido carbónico para realizar la fotosíntesis y el ni-

trógeno eliminado por los animales es tomado por las plantas para formar proteínas.

Elaboración de sustancias de reserva en las plantas. Como resultado de la fotosíntesis las plantas elaboran primero a un grupo de sustancias llamadas Hidratos de carbono siendo las más importantes los azúcares, almidones y la celulosa, de ellas la última pasa a formar parte de la membrana celulósica o pared celular mientras que las otras se acumulan en el tallo, como en la caña de azúcar, en la raíz como en la remolacha; mientras que los almidones se depositan en la raíz, tubérculos, frutos o semillas; yuca, papa, trigo, frijol, respectivamente.

CUESTIONARIOS

- 1.—¿Qué organismos elaboran las toxinas?
- 2.—¿Las toxinas de las bacterias parásitas son útiles o dañinas?
- 3.—Escribe otros ejemplos de enfermedades producidas por toxinas de las bacterias.
- 4.—¿Los vegetales unicelulares con clorofila u otros pigmentos son autótrofos o heterótrofos?
- 5.—¿Qué vegetales unicelulares elaboran grasa y almidón?
- 6.—Escribe algunos productos que elaboran las algas.
- 7.—¿Las royas y carbonos son dañinos a las plantas?
- 8.—¿De dónde se obtiene la ergotina?
- 9.—¿A qué plantas ataca el Oidio?
- 10.—¿Por qué son importantes los taninos?
- 11.—Escribe ejemplos de plantas que elaboran aceites volátiles.
- 12.—¿De qué planta se obtiene la trementina?
- 13.—Escribe ejemplos de plantas que almacenen azúcar.
- 14.—Escribe ejemplos de plantas que almacenen almidones.
- 15.—Escribe seis ejemplos realizados por el hombre de la acción de las auxinas sobre las plantas.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

EXCRECION EN LOS ANIMALES

Sabemos que todo ser vivo para realizar su metabolismo debe cumplir con lo siguiente:

- 1.—Adquirir la materia y la energía del medio ambiente.
- 2.—Transportar dicha materia y energía dentro del organismo.
- 3.—Asimilar tales materias, o sea integrarlas dentro de las células.
- 4.—Durante dichos procesos se forman sustancias no aprovechables que deben de ser eliminadas al exterior o al medio ambiente. Esto se cumple mediante órganos especiales o por un sistema excretor, completando así el metabolismo.

La excreción, además, tiene por función mantener constante la organización interna del ser vivo, eliminando gases, exceso de agua, sales y sustancias orgánicas.

a) **De los protozoarios.**—Los animales unicelulares presentan orgánoides denominados **vacuolas pulsátiles o contráctiles**, encargados de eliminar principalmente líquidos; los productos sólidos son eliminados por cualquier lugar de su membrana, a excepción de los ciliados que presentan un organoide denominado **citopigio**; el anhídrido carbónico que se forma durante la respiración es eliminado por la membrana.

b) **De los invertebrados.**—En esponjas, hidras, malaguas, la excreción se realiza por difusión en las células epidérmicas, que eliminan las sustancias catabólicas al agua.

Las planarias poseen las **células flamígenas** que se encuentran dispersas en el cuerpo de la planaria, pero se unen para formar un canal excretor; su función principal es la de eliminar el agua.

La lombriz de tierra presenta en cada anillo un par de riñones primitivos llamados **nefridios**, en forma de tubo, que se inician en el interior del cuerpo y terminan, mediante el **nefridiostoma**, en la cara inferior y lateral de cada anillo. Mediante los nefridios la lombriz de tierra elimina agua y sustancias nitrogenadas.

Los insectos y otros artrópodos terrestres presentan como órgano excretor una serie de tubitos llamados **tubos de Malpighi**, situados entre el estómago y el intestino. Las sustancias que eliminan son: urea, uratos y otras sales, que son vaciadas al intestino.

c) **De los vertebrados.**—El principal órgano de excreción de los vertebrados es el riñón, órgano par situado en el celoma o cavidad abdominal.

De cada riñón se desprende un conducto llamado **uréter**, que en los anfibios, reptiles y aves, termina en la **cloaca**; y en los mamíferos, en la **vejiga**. A su vez, de la vejiga se origina otro conducto llamado **uretra**, encargado de eliminar la orina al exterior.

La unidad fisiológica de los riñones es el **nefrón**, o tubo urinífero.

El nefrón tiene la forma de un tubo contorneado, que se inicia en una dilatación como bolsa, llamada **cápsula de Bowman**, que encierra una red de capilares denominada, en conjunto **glomérulo de Malpighi**. La cápsula de Bowman continúa por el **segmento proximal**, muy sinuoso, el **Asa**

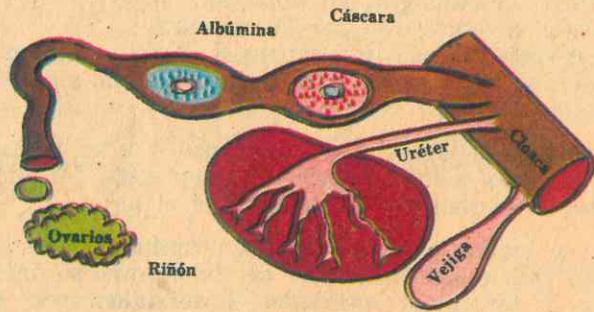
de Henle, y termina en el segmento distal, que finaliza en el tubo colector. Los dos primeros segmentos se encuentran ricamente vascularizados.

Formación de la orina.—Al llegar la sangre, mediante una arteriola, a los glomérulos pierde el agua y las sales, que pasan a la cápsula de Bowman; en el Asa de Henle pasan la urea, el ácido úrico y las sustancias colorantes las que al mezclarse con el agua y las sales absorbidas en la cápsula de Bowman, forman la orina.

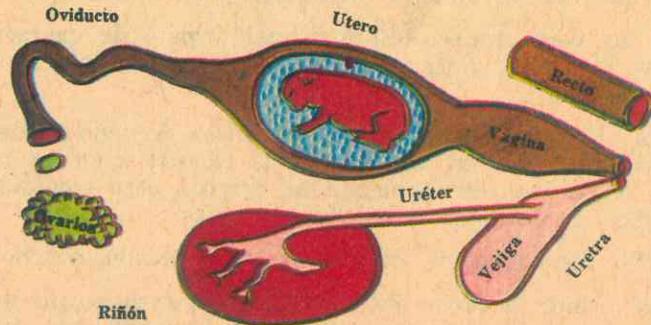
Conformada así la orina cae al tubo colector; luego a la pelvis renal; de ahí, mediante los uréteres, llega a la cloaca o a la vejiga; de la vejiga es eliminada al exterior mediante la uretra.

SISTEMAS EXCRETORES Y REPRODUCTORES FEMENINOS

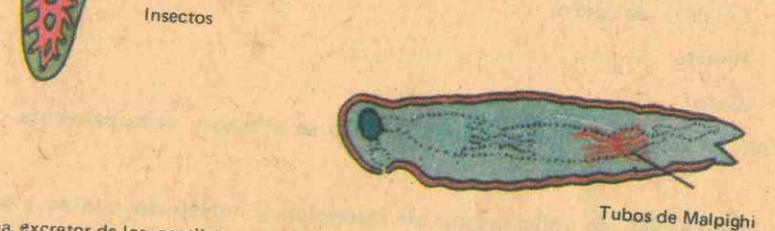
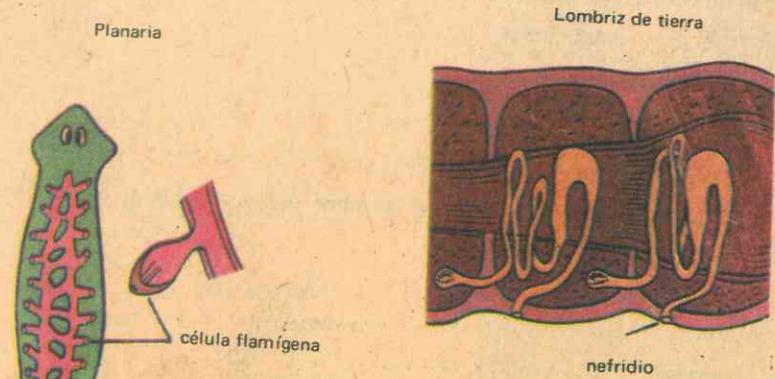
AVES



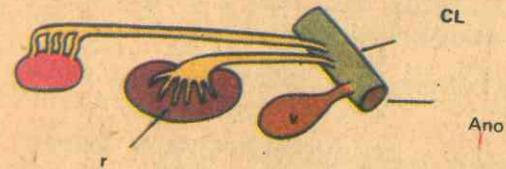
MAMIFEROS



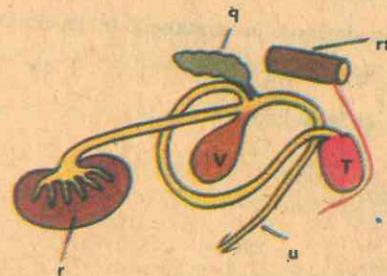
SISTEMAS EXCRETORES



Sistema excretor de los reptiles y aves (masculino)



Sistema excretor de los mamíferos (masculino).



- t - testículo
- r - riñón
- v - vejiga
- ut - uretra
- cl - cloaca
- rt - recto
- p - proctata
- u - uretra

- 1.—Explique brevemente la función del sistema excretor.
- 2.—Escriba la diferencia entre:
 - a) Excreción
 - b) Secreción
 - c) Egestión
- 3.—Al lado de cada animal, escriba el nombre del organoide u órgano encargado de la excreción.
 - a) Amebas
 - b) Hidra
 - c) Planaria
 - d) Lombriz de tierra
 - e) Insecto
 - f) Gato

4.—¿Qué excreta el hombre o animal cuando se alimenta principalmente de carne?

5.—A continuación de cada órgano de excreción, complete lo que se pide:

Organo	Sustancia que elimina
a) Riñón
b) La piel
c) Los pulmones
d) El hígado
e) Intestino grueso

- 6.—Escriba una definición de tejido
- 7.—¿Con qué otros nombres se designa la sustancia intercelular de los tejidos?
 - a)
 - b)
 - c)
- 8.—Escriba lo que se pide de cada tejido.



MARCELO MALPHIGI
1628 - 1694

Médico y naturalista italiano que descubrió la circulación capilar y los glomérulos renales que llevan su nombre.

EXCRECION EN EL HOMBRE

Se da el nombre de excreción a la eliminación de las sustancias de desecho o catabólicas que se forman durante la digestión, la circulación, la respiración u otra actividad de las células; dichas sustancias, como anhídrido carbónico, agua, urea, ácido úrico, sales minerales y otras, deben ser eliminadas por órganos especiales, porque su permanencia dentro de nuestro organismo, nos puede ocasionar graves trastornos.

Los alimentos no digeridos y eliminados no son considerados como una excreción sino una egestión.

Los órganos y sistemas encargados de la eliminación de las sustancias catabólicas son: el sistema urinario, los pulmones, la piel y el hígado.

SISTEMA URINARIO

Es el encargado de extraer de la sangre las sustancias de desecho formadas durante la actividad de las células de nuestro organismo.

Se considera formado por:

- a) Dos glándulas donde se elabora la orina: los riñones.
- b) Los conductos excretorios: formados por los dos uréteres, la vejiga y la uretra.

LOS RIÑONES.—Son dos órganos, de color rojo vino. Se encuen-

tran situados en la parte posterior del abdomen, a la altura de las dos últimas vértebras dorsales y primeras lumbares; miden de 10 a 12 cms. de largo por 5.7 cms. de ancho; tienen la forma de un pajar; y generalmente están rodeados por una capa de grasa.

Se encuentran irrigados por la arteria renal, que penetra a través del hilo renal y por donde también pasan la vena renal, los vasos linfáticos, los nervios, y emergen los uréteres.

Exteriormente presentan una cara anterior y una posterior, un borde externo, convexo, y uno interno, cóncavo, donde se encuentra el hilio; una extremidad inferior y otra superior, coronada por la glándula suprarrenal.

Estructura.—Haciendo un corte longitudinal, se observan de afuera hacia adentro :

- 1.—Un tejido fibroso, llamado también cápsula, que cubre exteriormente los riñones.
- 2.—La zona cortical.—De color castaño, presenta numerosas granulaciones formadas por los corpúsculos de Malpighio.
- 3.—La zona medular.—De color rojo oscuro, es de aspecto estriado, debido a la gran cantidad de conductos que contiene (tubos uriníferos). Dichos tubos se agrupan en número de 10 a 12 para formar las pirámides, cuyos vértices terminan en la pelvis renal.
- 4.—La pelvis renal.—Es una cavidad situada detrás del hilio; en ella terminan las pirámides formadas por los tubos colectores.

LOS NEFRONES.—Desde el punto de vista estructural y funcional, son las unidades que forman los riñones; se considera que hay un millón o más de nefrones en cada riñón, y tienen una longitud de 30 a 38 mm. Cada nefrón está formado por el corpúsculo de Malpighio y el tubo urinífero.

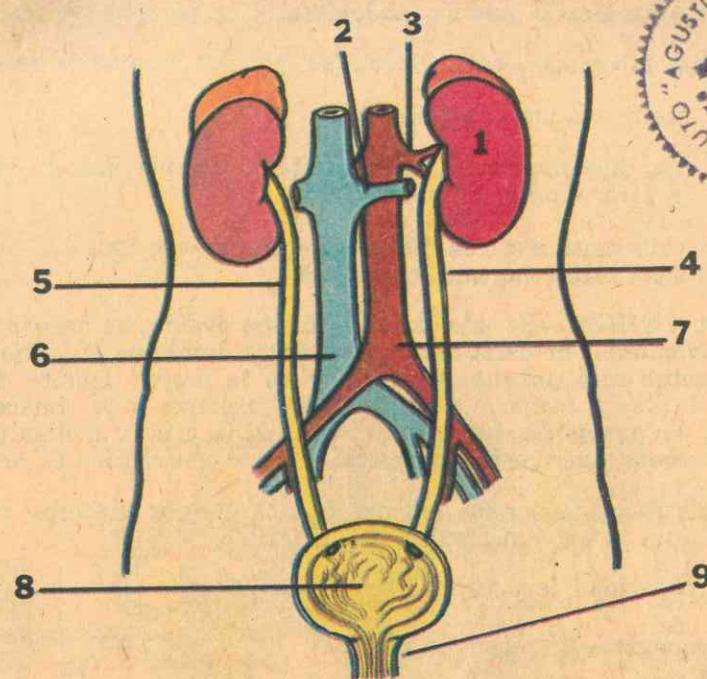
El corpúsculo de Malpighio tiene una forma más o menos esferoidal y está formado por el glomérulo, que consiste en un ovillo de vasos capilares en comunicación con una arteria que entra, o aferente, y otra que sale, o eferente; la cápsula de Bowman, que encierra al glomérulo, es una esfera hueca y, estructuralmente, una parte del tubo urinífero.

El tubo urinífero está formado por las siguientes partes: la cápsula de Bowman, la porción proximal, el asa de Henle y la porción distal que termina en el tubo colector o de Bellini. La arteriola eferente se capilariza a la altura del asa de Henle y luego se convierte en una vénula.

Fisiología de los riñones.—Es la formación de la orina.

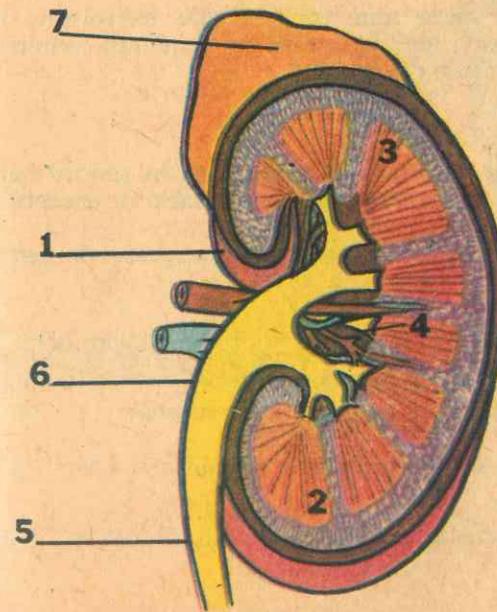
LOS URETERES.—Son dos tubos de 25 a 30 cms. de largo por 45 mm. de diámetro; se desprenden de la pelvis renal y terminan en la

ORGANOS DEL SISTEMA URINARIO



- 1.— Riñón, 2.— Vena renal, 3.— Arteria renal, 4.— Uréter izquierdo, 5.— Uréter, derecho, 6.— Vena cava inferior, 7.— Arteria abdominal, 8.— Vejiga, 9.— Uretra.

CORTE LONGITUDINAL DEL RIÑON IZQUIERDO



- 1.— Cápsula fibrosa
2.— Zona cortical con los corpúsculos de Malpighio
3.— Zona medular con las pirámides de Malpighio
4.— Pelvis renal
5.— Uréter
6.— Hilio renal
7.— Glándula suprarrenal.

vejiga; se considera la porción abdominal y la porción pélvica.

Histológicamente, están formados por los siguientes tejidos:

- a) Una capa interna mucosa.
- b) La capa muscular lisa, consistente en una interna longitudinal y otra externa circular.
- c) Una capa externa fibrosa de tejido conjuntivo, con numerosas fibras colágenas y elásticas.

LA VEJIGA.—Es una bolsa de forma ovoide; se encuentra situada en la porción anterior de la cavidad pélvica y detrás de la sínfisis pubiana. En el hombre está delante del recto y en la mujer delante del útero y vagina. Recibe la orina que conducen los uréteres y la almacena temporalmente, para luego descargarla a través de la uretra mediante una abertura controlada por el esfínter vesical, y cuya contracción es voluntaria.

Está formada por los mismos tejidos que los uréteres, con la diferencia de que la capa muscular lisa es triple.

La capacidad de la vejiga es de 300 a 500 cc.

Fisiología.—Almacena la orina.

LA URETRA.—Es un conducto impar que lleva la orina de la vejiga al exterior. En la mujer tiene una longitud de 3-4 cms. y termina entre la abertura de la vagina y el clítoris. En el hombre tiene una longitud de alrededor de 10 cms. y se divide en uretra prostática, (4 cms.) ; membranosa, 1 cm.) ; y esponjosa.

Fisiología.—En la mujer tiene una función sólo excretora; en el hombre, además, conduce el semen, por lo que es un conducto común para la excreción de la orina y la expulsión del semen.

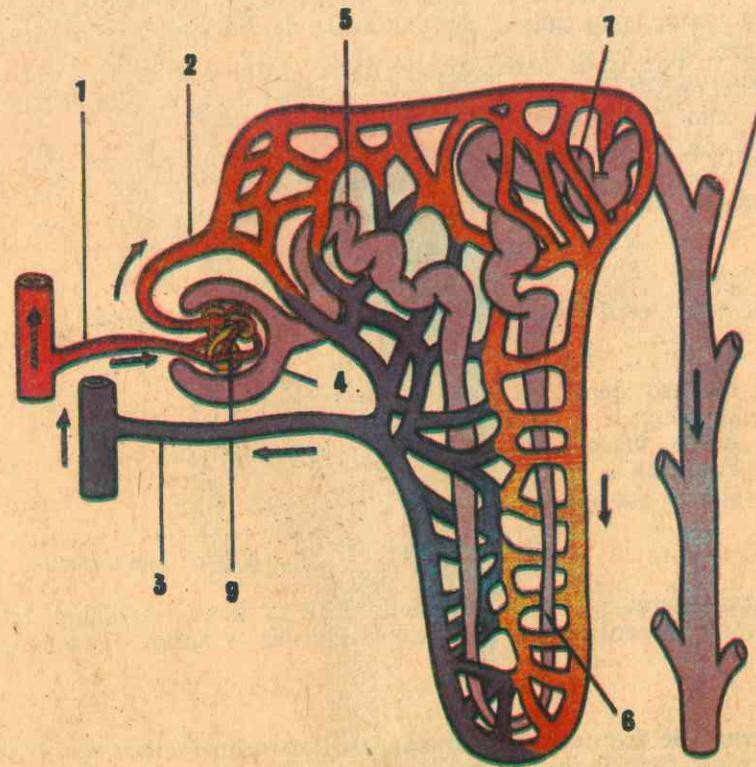
FISIOLOGIA DEL SISTEMA URINARIO

El sistema urinario tiene por función extraer de la sangre las sustancias que forman la orina, o sea formarla, almacenarla y excretarla.

Esta función, así como la de los otros órganos excretores, tiene por finalidad.

- a) La eliminación de sustancias tóxicas y productos catabólicos del metabolismo, especialmente de las sustancias nitrogenadas.
- b) Mantener constante el equilibrio del agua.
- c) Mantener constante la concentración de sales y otras sustancias en la sangre.
- d) Mantener el equilibrio ácido básico de los fluidos de nuestro cuerpo.

ESQUEMA DE UN NEFRON



1.—Arteriola aferente, 2.—Arteriola eferente, 3.—Vénula, 4.—Cápsula de Bowman, 5.—Porción proximal, 6.—Asa de Henle, 7.—Porción distal, 8.—Tubo colector, 9.—Glomérulo.

LA ORINA.—Es un líquido que presenta los siguientes caracteres:

Color amarillento, debido a dos pigmentos: el **urocromo** y la **urobilina**, que proviene de la bilirrubina de la bilis. Drogas, condiciones patológicas y ciertos alimentos, pueden alterar dicho color.

Normalmente es transparente y clara, pero tiende a enturbiarse y formar sedimentos debido a la acción de ciertas bacterias que actúan sobre los fosfatos de calcio y magnesio y las precipitan por ser insolubles.

Tiene un sabor ligeramente ácido debido a un fosfato ácido de sodio; dicha acidez se reduce si la dieta se realiza a base de vegetales y frutos; la acidez aumenta cuando la persona sufre de diabetes y estado de hambre.

Es un poco más densa que el agua (1.015 a 1.025). Esta densidad varía de acuerdo a la mayor o menor cantidad de agua que eliminan otros órganos, como los pulmones, la piel, los intestinos.

En cuanto al volumen formado, es de más o menos un litro y medio cada 24 horas, aunque muchos factores tienden a alterar dicha cantidad, como la dieta, las horas de sueño y de trabajo muscular.

COMPOSICION DE LA ORINA

La orina está formada por las siguientes sustancias:

Agua	955	gr. x mil
Cloruro de sodio	10	gr.
Urea	20	gr.
Acido úrico	0.5	gr.
Fosfatos	1	gr.
Otras sustancias	13.5	gr.

Total 1000 cc. (un litro)

Estas sustancias varían de acuerdo a la dieta y la salud del individuo o pueden presentarse otras como la glucosa, enzimas, hormonas, etc.

ORIGEN DE LOS CONSTITUYENTES DE LA ORINA

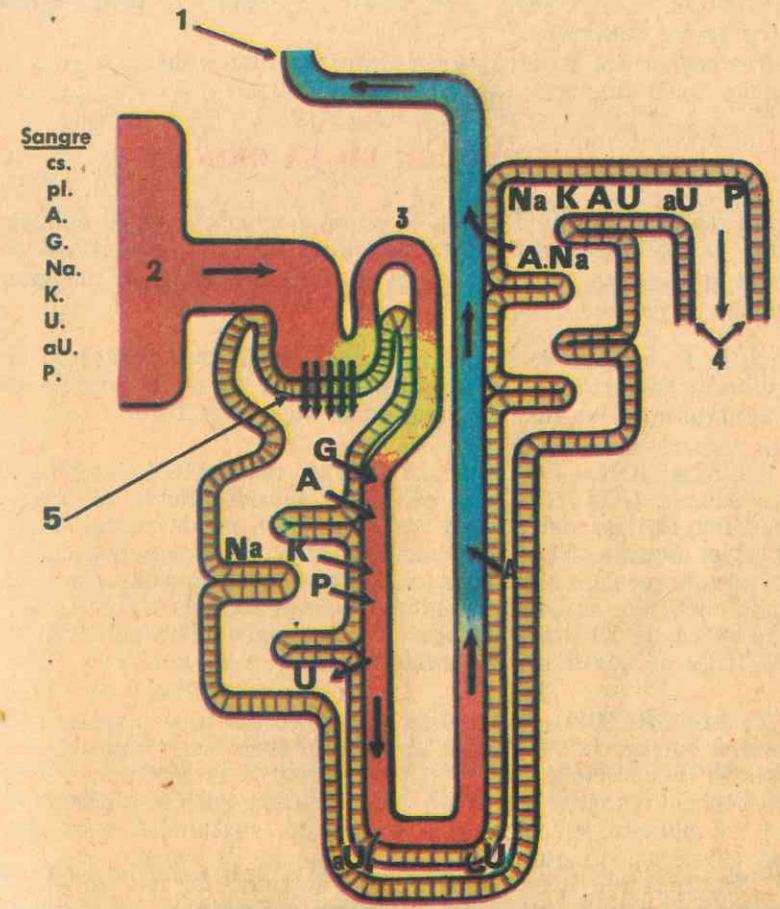
Urea.—Se forma al descomponerse los amino-ácidos en el hígado o en los tejidos, formándose primero el amoníaco que, al combinarse con el anhídrido carbónico, forma la urea.

Acido úrico.—Es el producto final de las nucleoproteínas; como es insoluble en el agua, tiende a cristalizar resultando un constituyente de los cálculos renales. Cuando la cantidad de este ácido es muy alta, se deposita en las articulaciones ocasionando la enfermedad llamada gota.

Cloruro de sodio.—Cuando la cantidad de esta sal es mayor que la que normalmente existe en la sangre, es eliminada; se ingiere junto con los alimentos.

Fosfatos.—Se encuentran formando fosfatos de sodio, potasio, cal-

ESQUEMA DE LA FORMACION DE LA ORINA: FILTRACION REABSORCION Y SECRECION



1.—Vénula, 2.—Arteriola aferente, 3.—Arteriola eferente, 4.—Tubo colector, 5.—Cápsula de Bowman, donde se realiza la filtración.
 cs. = células sanguíneas, pl. = plasma, A. = agua, G. = glucosa, Na. = sodio, K. = Potasio, U. = Urea, aU. = ácido úrico, P. = fosfatos.

cio y magnesio. Ayudan a mantener la alcalinidad de la sangre.

Hormonas.—Se encuentran muchas hormonas, sobre todo las elaboradas por la hipófisis y las glándulas sexuales.

Agua.—Aunque la cantidad que se requiere varía de un individuo a otro, su promedio es de 2,500 cc. por día, (1,200 en líquidos, 1,000 como agua y 300 cc. como "agua metabólica", formada en la oxidación de los alimentos en los tejidos).

Por otro lado, la pérdida de agua por día es de: 500 cc. por la piel, 350 cc. por los pulmones, 1,500 por los riñones y 150 con las heces.

FORMACION DE LA ORINA

Las sustancias que forman la orina normalmente se encuentran en la sangre. Los riñones actúan manteniendo constante la cantidad de dichas sustancias y sólo las eliminan si se encuentran en una cantidad mayor a la normal.

En la formación de la orina se consideran tres procesos: filtración, reabsorción y secreción; el primero se realiza en el corpúsculo de Malpighio, mientras que los dos últimos, en el tubo urinífero.

FILTRACION.—Al llegar la sangre, mediante la arteria aferente, al glomérulo, la presión de ella sobre las paredes de la cápsula de Bowman, permite el paso del agua y las sales pero no de sustancias como las proteínas; el líquido filtrado es semejante al de la sangre, con la excepción de que carece de proteínas y células sanguíneas. Se calcula que existiendo como dos millones de glomérulos en los dos riñones, filtran cada 24 horas cerca de 16 litros de agua de la sangre; esta cantidad se reduce a 1 o 5 litros debido a la reabsorción.

REABSORCION.—Se realiza a lo largo del tubo urinífero; mediante ella, muchas sustancias filtradas en el glomérulo son reabsorbidas por los capilares de la arteriola eferente que rodean a dicho tubo. Se considera que la absorción puede ser **total**, como sucede con la glucosa, el cloruro de sodio, el potasio, el calcio y el magnesio, sustancias que para ser excretadas es necesario que su concentración en la sangre sea mayor a la normal. También puede ser **limitada**, por lo tanto, forma parte de la orina. Esas sustancias son la úrea, el ácido úrico y fosfatos. Por último, existen sustancias no reabsorbidas y que deben ser forzosamente excretadas, como los sulfatos.

Debido a la reabsorción, las sustancias que se encuentran muy diluidas en la sangre se concentran fuertemente en la orina.

SECRECION.—Consiste en el regreso al tubo urinífero de sustancias que han sido reabsorbidas.

MICCION.—Es el acto mediante el cual la orina sale al exterior por la uretra; y se realiza mediante la acción de los nervios que relajan

el esfínter vesical. Por lo tanto, es un acto voluntario reflejo. En los niños es un acto reflejo y su control se adquiere mediante el entrenamiento.

Sustancias anormales en la orina.—El análisis de la orina es importante para conocer si existe alguna condición patológica en el metabolismo, cuando contiene sustancias anormales o cuando aumenta o disminuye un componente de ella.

Tales sustancias son: glucosa, acetona, albúmina, sangre, pus, etc.

ALGUNOS DESORDENES EN EL SISTEMA URINARIO

Anuria.—Cuando los riñones dejan de producir la orina; esto se debe a la obstrucción de uno o de ambos uréteres, a la obstrucción de los nefrones debido a sustancias tóxicas o a ciertas enfermedades, como el cólera o la fiebre tifoidea.

Oliguria.—Cuando la cantidad de orina formada es muy reducida.

OTROS SISTEMAS EXCRETORES

Además del sistema urinario, tenemos:

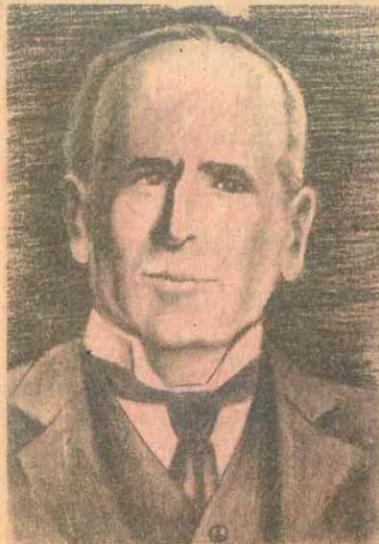
1.—**La piel.**—Aunque es un tejido protector y forma uno de los órganos de los sentidos, también es un órgano excretor, ya que elimina, mediante las glándulas sudoríparas, el agua y sales como cloruro de sodio.

La piel también ayuda a regular la temperatura del cuerpo, pues, al evaporarse el agua, enfría la superficie del cuerpo.

2.—**Los pulmones.**—Ya sabemos que durante la respiración, las sustancias oxidadas dan como producto de excreción agua y anhídrido carbónico; dichas sustancias son continuamente eliminadas de la sangre a través de los pulmones, mediante la respiración.

3.—**El intestino grueso.**—No es un verdadero órgano digestivo; en él se acumulan las sustancias no digeridas y recibe ciertas sales, como las de calcio y fierro. Dichas sales, más las sustancias no digeridas y muchas bacterias, forman el excremento, que es eliminado posteriormente mediante la defecación.

4.—**El hígado.**—Entre las numerosas funciones del hígado tenemos la transformación de los aminoácidos en urea, la formación de pigmentos biliares tomados de la hemoglobina de los glóbulos rojos; tales sustancias pasan al intestino delgado mediante el conducto colédoco, para su eliminación junto con los excrementos.



ERNESTO STARLING
1866 - 1927

Médico inglés, que se dedicó al laboratorio y a la investigación; formuló las leyes de las presiones osmóticas e hidrostáticas dentro de nuestro organismo. Fue quien denominó a los productos de secreción de las glándulas internas con el nombre de "hormonas"

SISTEMA ENDOCRINO

Al cumplir con su metabolismo, todas las células elaboran determinadas sustancias, unas útiles y otras inútiles. A las primeras se les denomina **productos de secreción** y a las otras, **productos de excreción**.

También existen órganos, llamados **glándulas**, encargadas de segregar determinadas sustancias. Entre las clasificaciones de las glándulas tenemos la que considera si presentan o no un conducto excretor. Si presentan conducto y las sustancias que elaboran lo vierten al exterior o a una cavidad, la glándula se denomina **exocrina**, como las sudoríparas, las salivales, las intestinales. Si las glándulas carecen de conducto excretor y la sustancia que elaboran es absorbida por la sangre o linfa, se les llama **endocrinas**, como la tiroides, la hipófisis.

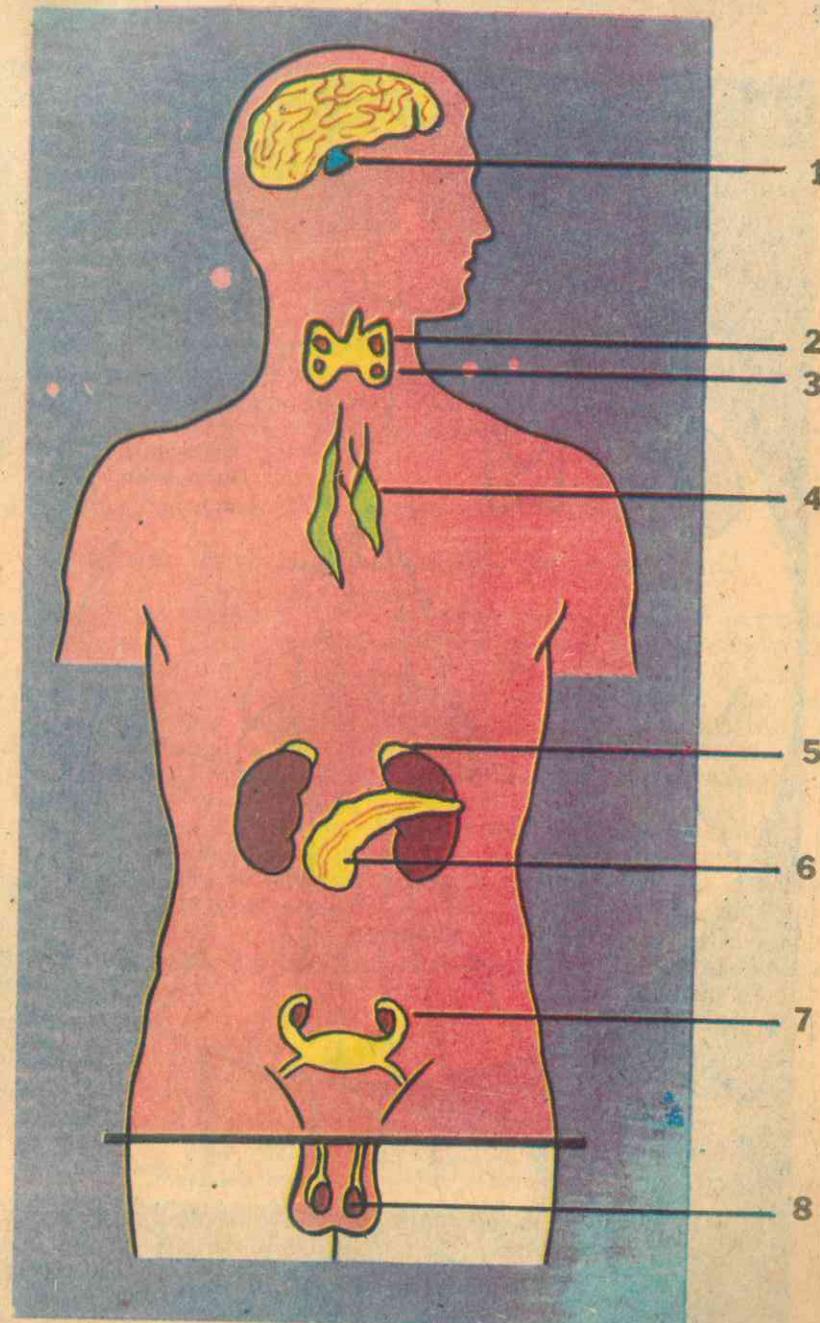
Las glándulas endocrinas, aunque se encuentran situadas en diferentes partes de nuestro organismo, forman un sistema llamado **ENDOCRINO**, y sus productos, denominados **hormonas**, tienen por función, junto con el sistema nervioso, regular y coordinar las distintas funciones de nuestro organismo.

HORMONAS.—Son compuestos orgánicos de estructura simple y compleja, actúan regulando el metabolismo celular y son necesarias para la salud física y psíquica del individuo. En la actualidad se ha logrado sintetizarlas.

Se caracterizan porque:

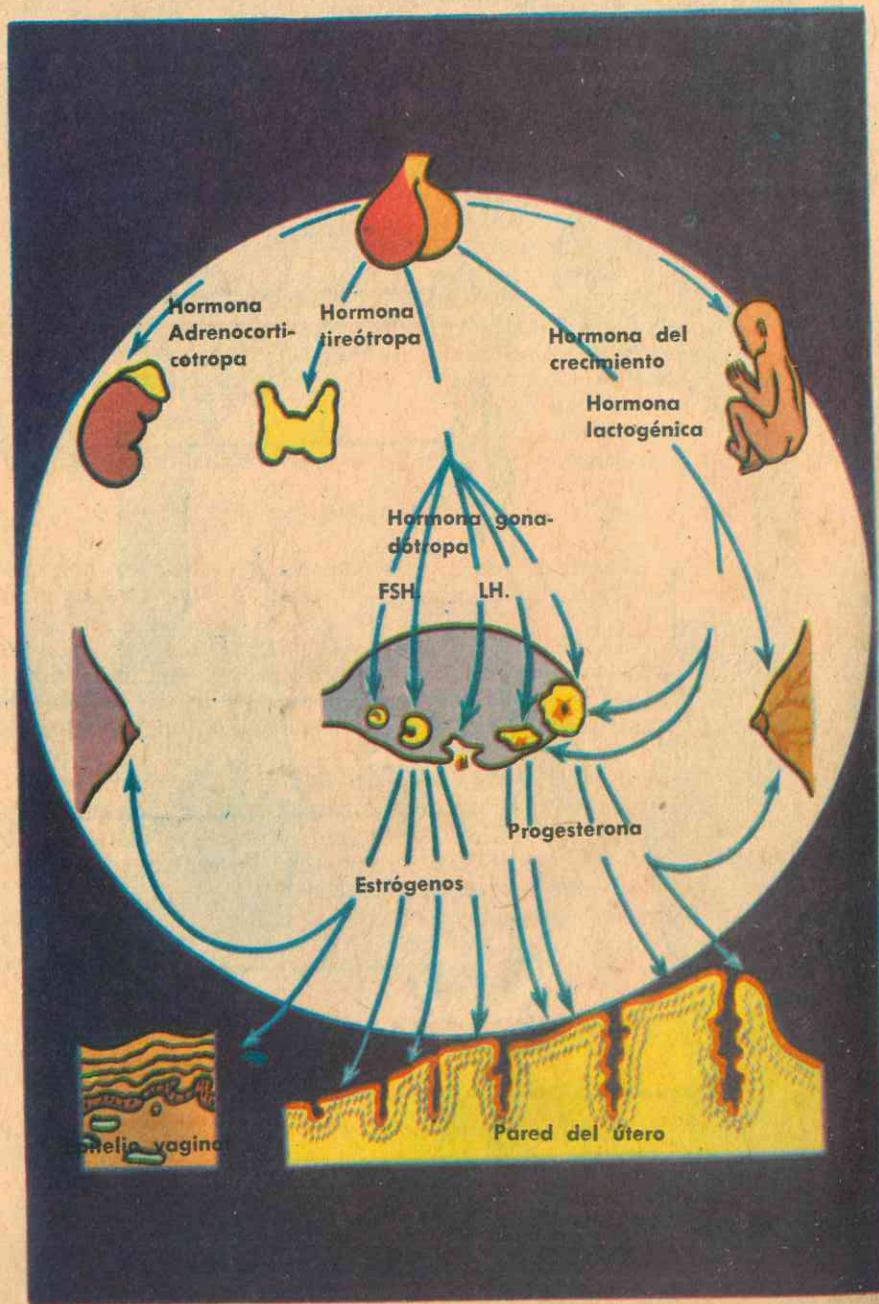
— Son elaboradas por glándulas especiales.

SISTEMA ENDOCRINO SITUACION DE LAS GLANDULAS



- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. — Hipófisis, | 5. — Suprarrenales, |
| 2. — Tiroides, | 6. — Páncreas, |
| 3. — Paratiroides, | 7. — Ovario, |
| 4. — Timo, | 8. — Testículos. |

ESQUEMA DEL HIPOFISIS Y DE LAS HORMONAS REGULADORAS DEL LOBULO ANTERIOR



- b) Son secretadas directamente sobre la sangre y la linfa.
 - c) Su acción se realiza fuera de la glándula que las elabora.
 - d) Se requiere de pequeñas cantidades para que actúen.
 - e) No proporcionan materia o energía, pero sí regulan químicamente la actividad de un órgano determinado.
- Se dividen en:

Hormonas locales, cuando actúan en el órgano donde son producidos, como la **secretina** en la pared duodenal.

Hormonas generales, cuando actúan en órganos alejados, siendo su acción más amplia, tal como sucede con la **hormona del crecimiento**, elaborada por la hipófisis.

Aunque no se conoce la cantidad de hormonas que debe elaborar cada glándula, una producción inferior a la normal (hiposecreción), o mayor (hipersecreción) producen enfermedades o desórdenes en el individuo. Dichos cambios resultan de la atrofia, la hipertrofia, los quistes o tumores en determinada glándula.

Normalmente la secreción hormonal está regulada por:

- a) El sistema nervioso, principalmente por el autónomo.
- b) Sustancias químicas.—Dichas sustancias pueden ser hormonas (tropas) u otras sustancias químicas que son transportadas por la sangre y la linfa. Así, la actividad de las glándulas tiroideas, suprarrenales y gónadas son estimuladas por hormonas secretadas por la hipófisis; recíprocamente, una hormona de gónadas estimula la hipófisis. La producción de insulina por el páncreas depende de la cantidad de azúcar en la sangre.

Se puede afirmar que las funciones fundamentales de nuestro organismo, como el crecimiento, el desarrollo, la reproducción, están bajo el control de las hormonas. También la conducta de las personas se debe en gran parte al normal o anormal funcionamiento de dichas glándulas.

Sistema endocrino del hombre.—Está formado por las siguientes glándulas:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1.—Pituitaria o Hipófisis | 5.—Timo |
| 2.—Tiroides | 6.—Páncreas |
| 3.—Paratiroides | 7.—Gónadas (ovario y testículos). |
| 4.—Suprarrenales | 8.—Estómago y duodeno |

CUADRO GENERAL DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS DEL HOMBRE

Nombre	Situación	Hormonas	Función	Hiposecreción	Hipersecreción
HIPOFISIS o PITUITARIA	Base del cráneo	Lóbulo anterior. Del crecimiento Tireotropo (TSH) Gonadotropo	Regula el crecimiento Estimula a la Tiroides Estimula la actividad del ovario o testículo.	Lóbulo anterior: Enanismo Enflaquecimiento.	Gigantismo. Acromegalia (en el adulto).
		Lactogénica Adrenocorticotropa	Regula la secreción láctea. Estimula la actividad de la corteza suprarrenal.		
		Lóbulo posterior Vasopresina Oxitocina	Contrae los vasos sanguíneos y es antidiurético. Estimula la contracción de los músculos lisos, especialmente del útero grávido.	Diabetes insípida.	
TIROIDES	En la parte anterior e inferior de la laringe.	Tiroxina (65% de yodo)	Regula el normal desarrollo mental y físico del individuo.	Bocio simple (por falta de yodo). Cretinismo. Mixedema (en el adulto).	Bocio exoftálmico. (aumento en el metabolismo).
PARATIROIDES	Detrás de la tiroides.	Paratormonea	Regula el metabolismo del calcio y fósforo.	Tetania.	Descalcificación de los huesos.
SUPRARRENALES	Sobre los riñones	Corteza Muchos esteroides (Cortisona-Corticosterona etc.). Médula Adrenalina	Metabolismo de las proteínas, lípidos y carbohidratos. Regula el equilibrio del agua y las sales. Regula el funcionamiento de los órganos bajo el control del Simpático.	Enfermedad de Addison.	Prematuro desarrollo sexual en los niños. —Virilismo.

Nombre	Situación	Hormonas	Función	Hiposecreción	Hipersecreción
PANCREAS (Islotes de Langerhans)	Detrás del estómago.	Insulina	Regula el metabolismo de los carbohidratos.	Diabetes mellitus	Hiperinsulinismo (hipoglucemia con extrema hambre, fatiga, debilidad muscular, transpiración, ansiedad, neurosis).
TIMO	Detrás del esternón.	No se ha aislado.	Se considera que controla el crecimiento de los niños y forma sustancias de defensa.		
ESTOMAGO Y DUODENO (Mucosa)		Secretina Pancreozimina Colecistoquina Enterogastrona	Estimula la secreción del jugo pancreático y biliar. Estimula la secreción del jugo pancreático. Regula la contracción de la vesícula biliar. Regula la secreción gástrica y su movimiento.		
TESTICULOS	Dentro del escroto.	Andrógenos Testosterona	Regula el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos.	Retardo en la diferenciación y maduración sexual.	Acelera el desarrollo sexual.
OVARIOS	Cavidad abdominal.	Estrógenos (Folículos de De Graaf) Progesterona (Cuerpo amarillo)	Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios femeninos. Regula junto con la otra hormona el ciclo menstrual. Protege el desarrollo del embrión.	Igual a la glándula anterior.	Igual a la glándula anterior.

EXPERIENCIAS

1.—Observación del riñón de una res o carnero.

Material.—Riñón de carnero u otro animal mamífero.
Técnica.—Coloque el riñón sobre la tablilla de disección y observe: su color, forma, consistencia, la glándula suprarrenal.
 —Localice el hilio y el uréter.
 —Haga un corte sagital del riñón para observar: la zona cortical, la zona medular, la pelvis renal. Dibuje.

2.—Para comprobar la presencia de urea en la orina.

Material.—Un poco de orina, solución de hipobromito de sodio (2 cc. de bromo 23 cc. de hidróxido de sodio normal), tubos de prueba.

Técnica.—Preparar la solución y verterlo sobre un poco de orina. Observar lo que sucede.

3.—Para demostrar la presencia de sales minerales en la orina.

Material.—Solución de nitrato de plata 20%, solución de amoníaco, ácido clorhídrico, cloruro de bario, tubos de prueba.

Técnica.—a) **Para conocer los cloruros.**
 En un tubo de prueba agregar 2 cc. de una solución al 2% de sal común, en otro tubo agregar 2 cc. de orina, añadir 6 gotas de nitrato de plata. ¿Qué observa en cada tubo?
 Ahora vierta 5 gotas de amoníaco en cada tubo. ¿Qué sucede?
 —¿Qué objeto tiene el nitrato de plata en esta reacción?

b) **Para conocer la presencia de sulfatos.**
 A un tubo de prueba con orina añadir 2 cc. de ácido clorhídrico y luego la solución de cloruro de bario. ¿Qué observa?
 (Se puede tomar otro tubo que contiene una solución de sulfato de sodio, como testigo).
 —¿Qué objeto tiene el uso del cloruro de bario?

4.—Para demostrar la descomposición de la urea en amoníaco.

Material.—Potasa cáustica (KOH), tubo de prueba, papel de tornasol.
Técnica.—Caliente en un tubo de prueba un poco de orina al que se le ha agregado 2 gr. de potasa cáustica. Se desprende amoníaco que puede comprobarse por su olor y reacción al papel de tornasol.

CUESTIONARIOS

1.—Explique brevemente la función del sistema excretor.

.....

2.—Escriba la diferencia entre:

a) Excreción

b) Secreción
 c) Egestión

3.—Al lado de cada animal, escriba el organoide u órgano encargado de la excreción.

a) Ameba
 b) Hidra
 c) Planaria
 d) Lombriz de tierra
 e) Insecto
 f) Gato

4.—Escriba las sustancias que son absorbidas por el nefrón en:

a) El glomérulo
 b) El asa de Henle

5.—Dibuje un nefrón y escriba el nombre de cada una de sus partes:

6.—¿Qué sustancia aumenta cuando una persona se alimenta principalmente de carne?

7.—A continuación de cada órgano de excreción, complete lo que se pide:

Organo	Estructura funcional	Sustancia que elimina
a)	Los riñones .....	.....
b)	La piel .....	.....
c)	Los pulmones .....	.....
d)	El hígado .....	.....

e) El intestino grueso

8.—Al lado de cada sistema, escriba ordenadamente los órganos que lo forman en los mamíferos.

Sistema	Organos que lo forman
---------	-----------------------

Digestivo
-----------------	-------

.....
Circulatorio .....	.....

.....
Respiratorio .....	.....

.....
Excretor .....	.....

9.—¿Qué objeto tiene en los animales terrestres y en los aéreos, la situación de los órganos respiratorios dentro del celoma?

10.—¿Qué pigmentos dan el color a la orina?

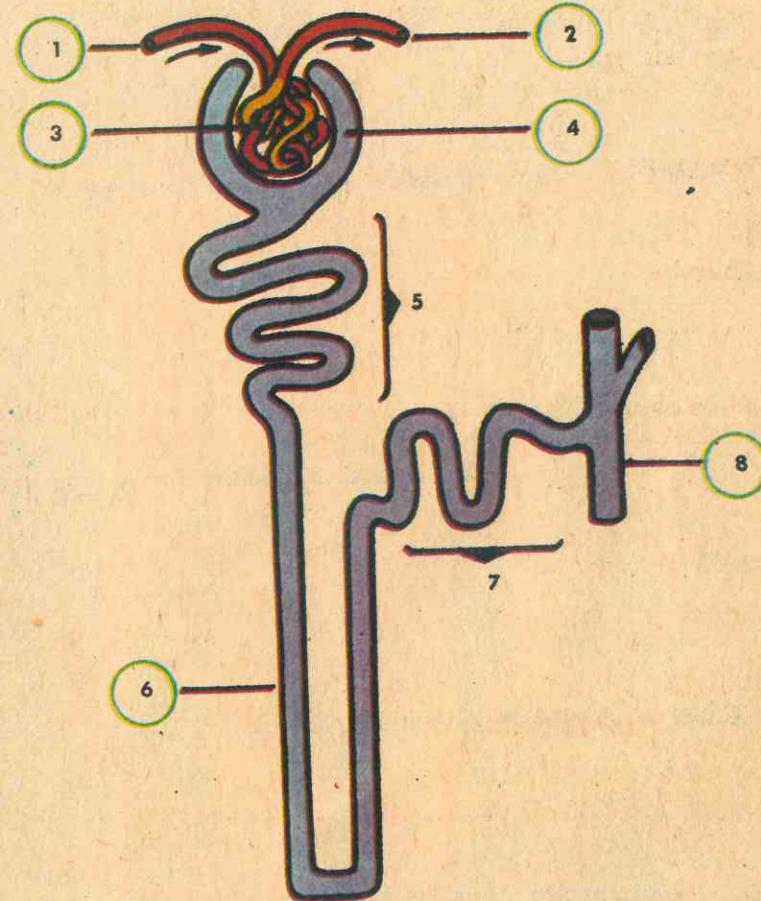
11.—¿Cómo se forma la orina en los nefrones?

12.—¿Cuál es la composición de la orina?

13.—Al lado de cada sustancia escriba cómo se forman:

a) La urea

14.—EN EL ESQUEMA DEL NEFRON ESCRIBA EL NOMBRE CORRECTO DE CADA PARTE NUMERADA



1.—.....

2.—.....

3.—.....

4.—.....

5.—.....

6.—.....

7.—.....

8.—.....

- b) El ácido úrico
- c) Los fosfatos
- d) Las hormonas

15. —¿Por qué es necesario hacer un análisis de la orina cuando una persona está enferma?

16. —¿Qué otros órganos excretores presenta el hombre?

- a)
- b)
- c)
- d)

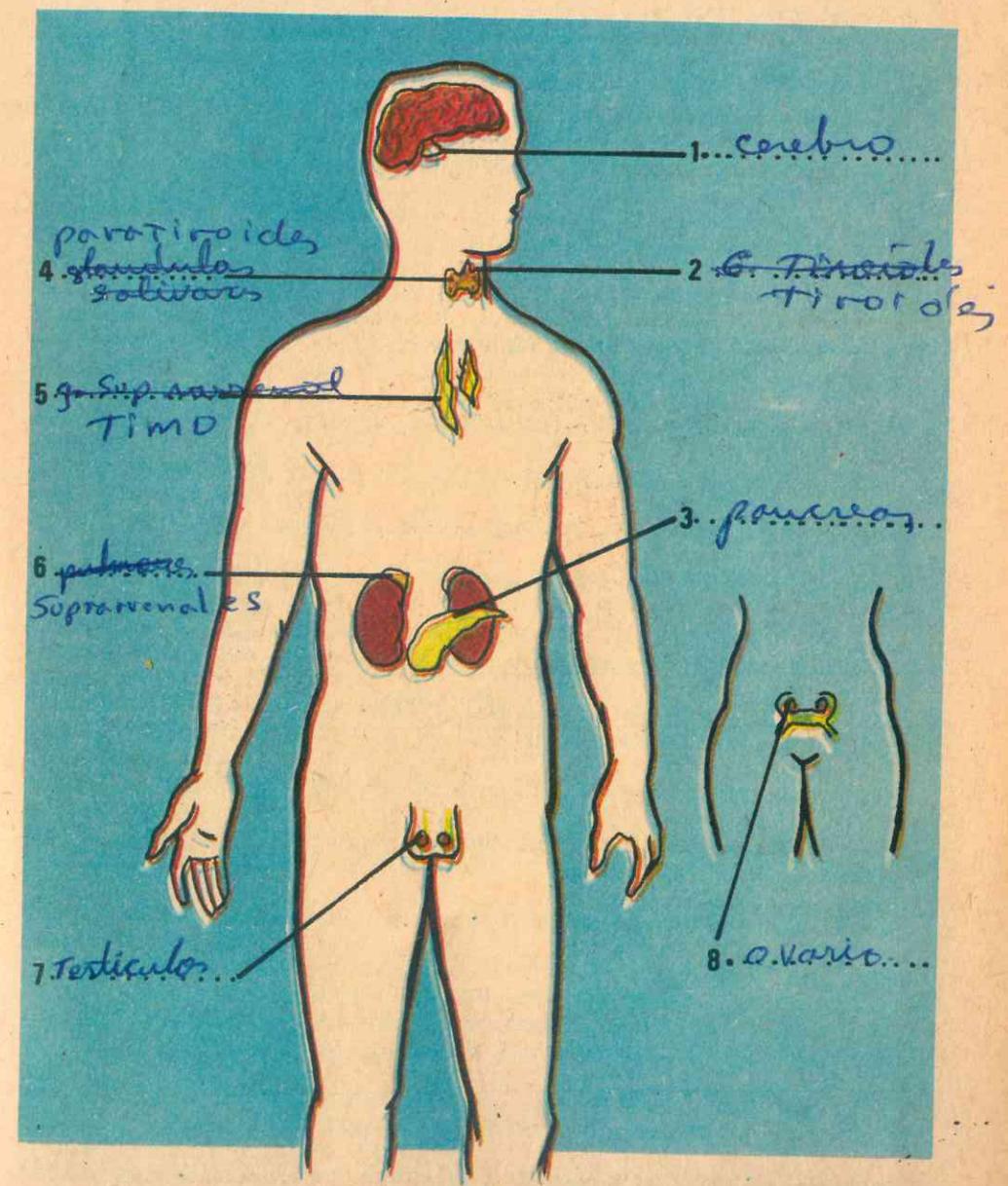
17. —Escriba los nombres de algunas anomalías del sistema urinario.

18. —¿A qué se denomina glándula?

19. —Embriológicamente, ¿cuál es el origen de las glándulas?

20. —¿Cuál es la diferencia entre una glándula endocrina y una exocrina?

21. —EL DIBUJO REPRESENTA LAS GLANDULAS ENDOCRINAS, ESCRIBA EL NOMBRE DE CADA UNA Y LA HORMONA QUE ELABORA



22.—¿A qué se denomina hormonas?

—¿Qué caracteres presentan las hormonas?

- a)
- b)
- c)
- d)

24.—¿Cuándo se dice que una glándula presenta:

- 25 a) Hiposecreción?
- b) Hipersecreción?

—Escriba los nombres de las hormonas que elabora cada glándula y su función.

Glándula	Hormona	Función
a) Hipófisis
b) Tiroides
c) Paratiroides
d) Suprarrenal
e) Páncreas
f) Ovario
g) Testículos

BIBLIOGRAFIA

- 1.—BILLINGS W. D. Las Plantas y el Ecosistema.— Herrero Hnos. México, 1968.
- 2.—BONNER Y GALSTON. Fisiología Vegetal.— Aguilar.— 1969.
- 3.—BRABDWEIN-BURNETT-STOLBERG.— Biología.— La Vida.— Sus formas y sus cambios.— Publicaciones Cultural S.A.— México, 1970.
- 4.—B.S.C.S.— Biología.— El Hombre y su ambiente.— Ed. Omega.— Barcelona, 1963.
- 5.—CLARKE L. GEORGE.— Elementos de Ecología.— Ed. Omega.— Barcelona, 1963.
- 6.—C.N.E.B.—Biología.— Unidad, Diversidad y Continuidad de los seres vivos.— Ed. Continental.— México, 1970.
- 7.—De ROBERTIS.— Biología Celular.— Ed. Ateneo.— Buenos Aires, 1968.
- 8.—De ROBERTIS.— Citología General.— Ed. Ateneo.— Buenos Aires, 1957.
- 9.—GOLA NEGRI.— Botánica.— Ed. Labor S.A.— 1959.
- 10.—HAN JOACHIN BOGEN.— El Libro de la Biología Moderna.— Ed. Omega.— Barcelona, 1969.
- 11.—HARMAN M. HAROLD.— Biology.— Cambridge Publishers Inc.— 1960.
- 12.—HILL OVERHOLTS.— Botánica.— Ed. Omega.— Barcelona, 1965.
- 13.—HOGG J.T.—Science for all.— Collier Books.— New York, 1963.
- 14.—KIMBALL W. JOHN.— Biology.— Addison Wesley Publishing Company.— London, 1965.
- 15.—KOEPCKE HANS-WILHELM.— Ecología y Biogeografía.— Ministerio de Agricultura.— Lima-Perú, 1968.
- 16.—KRAUS DAVID.— Concepts in Modern Biology.— Cambridge Book Company, Inc.— 1970.
- 17.—LANDETE AGUILAR AMPARO.— Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza.— Ediciones Anaya S.S.— 1970.
- 18.—LEVINE R.P.— Genética.— Ed. Continental S.A.— México, 1964.
- 19.—LOEWY-SIEKEVITS.— Estructura y función celular.— Ed. Continental S.A.— México, 1963.
- 20.—MAJOVKO Y MAKAROV.— Biología General.— Ed. Grisalbo.— México, 1964.
- 21.—MONN, OTTO and TOWLE.— Modern Biology.— Holt, Rinchart and Winston, Inc.— New York, 1968.
- 22.—MORALES MACEDO.— Biología Fundamental.— Salvat Editores S.A.— Barcelona, 1955.
- 23.—ODUM P. EUGENE.— Ecología.— Editora Continental.— México, 1965.
- 24.—ONDARZA N. RAUL.— Biología Moderna.— Siglo XXI Editores SA.— México, 1968.
- 25.—OPARIN ALEXANDER.— El origen y la evolución de la vida.— Ed. Curie.— Buenos Aires, 1968.
- 26.—SAN MARTIN MAURICIO.— Curso de Genética.— U.N.M.S.M.— Lima, 1963.
- 27.—SELECCIONES DE SCIENTIFIC AMERICAN.— Ed. Blume.— Madrid, 1969.
- 28.—SMALLWOOD-GREEN.— Biología.— Publicaciones Cultural S.A.— México, 1970.
- 29.—STORER I. TRACY.— General Zoology.— McGraw-Hill Book Company, Inc.— 1951.
- 30.—STRASBURGER E.— Tratado de Botánica.— Manuel Marín, Cía.— 1960.
- 31.—TAYLOR T. WILLIAM-WEBER J. RICHARD.— General Biology.— D. Van Nostrand Company, Inc.— New York, 1961.
- 32.—VIDAL JORGE.— Anatomía, Fisiología e Higiene.— Ed. STELLA.— Buenos Aires, 1968.
- 33.—VILLEE A. CLAUDE.— Biología.— EUDEBA.— Buenos Aires, 1968.
- 34.—WEIZS B. PAUL.— Biología.— Ediciones Omega.— Barcelona, 1963.
- 35.—WETTSTEIN R.— Tratado de Botánica Sistemática.— Ed. Labor.— 1944.

INDICE

	Pág.
La célula	11
El protoplasma	14
FISIOLOGIA CELULAR	16
La membrana celular y su importancia	20
Fagocitosis y pinocitosis	20
LAS PLANTAS COMO ORGANISMOS AUTOTROFOS	25
Nutrición de las plantas	25
La raíz	25
Morfología de la raíz	27
Raíces especiales	29
Fisiología de las raíces	29
Nutrición en los vegetales sin clorofila	31
Secreción de las plantas	31
ORGANISMOS HETEROTROFOS	39
Digestión intracelular y extracelular	41
Sistema digestivo de los vertebrados	41
Absorción	43
SISTEMA DIGESTIVO EN EL HOMBRE	49
Organos que forman el sistema digestivo	49
Tejidos que forman los órganos del sistema digestivo	49
La boca	49
Dientes	50
La lengua	52
Fisiología de la boca	52
La faringe	52

El esófago	52
El estómago	52
Intestino delgado	54
Intestino grueso	54
Peritoneo	56
Glándulas anexas al sistema digestivo	56
Glándulas salivales	56
Hígado	56
Páncreas	59
Fisiología de la digestión	59
Higiene del sistema digestivo	61
ALIMENTOS	63
Metabolismo	63
Clasificación de los alimentos	64
Cuadro general de las vitaminas	67
Valor calorífico de los alimentos	68
Dieta alimenticia	68
SISTEMAS CIRCULATORIOS Y RESPIRATORIOS	
LA CELULA.—MOVIMIENTO ENDOCELULAR	77
EL TALLO COMO ORGANO DE TRANSPORTE DEL AGUA Y SALES	78
Ramificación del tallo	78
Clasificación de los tallos	79
Tallos especiales	82
Fisiología del tallo	82
CIRCULACION Y RESPIRACION EN ANIMALES	88
Sistema circulatorio	88
Clases de sistema circulatorio	88
Asimilación	89
Sistema respiratorio	89
Respiración de los animales acuáticos	92
Respiración de los animales terrestres	92
Transporte del oxígeno y el anhídrido carbónico	94
SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE	102
Tejido sanguíneo	102
Plasma	103
Glóbulos rojos	104

Glóbulos blancos	104
Trombocitos o plaquetas	106
Fisiología del tejido sanguíneo	106
Coagulación de la sangre	106
Transfusiones de sangre y grupos sanguíneos	107
El factor Rh	108
Tejido linfático	108
Otros fluídos en el hombre	110
ORGANOS QUE FORMAN EL SISTEMA CIRCULATORIO EN EL HOMBRE	112
El corazón	112
Las arterias	113
Las venas	115
Capilares sanguíneos	118
Fisiología de la circulación	118
Circulación pulmonar	120
Circulación aórtica	120
Circulación de la vena porta	120
Algunas anomalías del sistema circulatorio	121
RESPIRACION EN EL HOMBRE	122
Organos que forman el sistema respiratorio	122
Cavidad nasal	124
La faringe	124
La laringe	124
La tráquea	124
Los bronquios	126
Los pulmones	126
Fisiología de la respiración	127
Respiración externa	127
Fenómenos químicos de la respiración externa	127
Cambios químicos de la sangre	130
Respiración interna	130
Asfixia	131
Soroche	131
Respiración artificial	131
Higiene de la respiración	133
ASIMILACION: MATERIA Y ENERGIA	147
Formas de energía	147
La respiración y la energía	149
Respiración anaeróbica	149
Respiración aeróbica	149

LA HOJA: ORGANO DE ASIMILACION	152
Partes de una hoja completa	152
Hojas simples y compuestas	153
Hojas especiales	155
Fisiología de la hoja	155
FOTOSINTESIS	158
Fase luminosa	158
Fase oscura	159
Factores que intervienen en la fotosíntesis	159
Transporte de la savia mineral	160
Transporte de la savia orgánica	162
Síntesis de las grasas y proteínas por las plantas	162
Hormonas vegetales	163
EXCRECION EN LAS CELULAS	179
EXCRECION EN LOS VEGETALES	181
EXCRECION EN LOS ANIMALES	183
HISTOLOGIA	186
Tejido epitelial	186
Tejido conjuntivo	188
EXCRECION EN EL HOMBRE	194
Sistema urinario	194
Los riñones	194
Los nefrones	195
Los uréteres	195
La vejiga	197
La uretra	197
Fisiología del sistema urinario	197
La orina	199
Formación de la orina	201
Otros sistemas excretorios	202
SISTEMA ENDOCRINO	203
Hormonas	203
Cuadro general de las glándulas endocrinas del hombre	207
BIBLIOGRAFIA	217

SE ACABO DE IMPRIMIR EN EL
MES DE ENERO DE MIL NO-
VECIENTOS SETENTA Y NUEVE
EN LOS TALLERES DE ORNALCO
CALI-COLOMBIA





COLEGIO
Francisco de Sales Schindler
Medellin - Colombia



2

ed