



Colección Secundaria Básica

Este libro constituye el texto de Biología 3. En él se tratan cuestiones relacionadas con la anatomía, la fisiología y la higiene del hombre, así como elementos de genética.

De manera amena y sencilla, te llegan temas fundamentales sobre el origen del hombre y el organismo humano como un todo, destacándose la importancia de los diferentes sistemas de órganos y las correspondientes medidas higiénicas que debes adoptar para mantenerte saludable; asimismo, te familiarizas con los estudios genéticos.

En el texto aparecen actividades prácticas, tareas y un vocabulario, que contribuyen a tu educación.



9789591306364



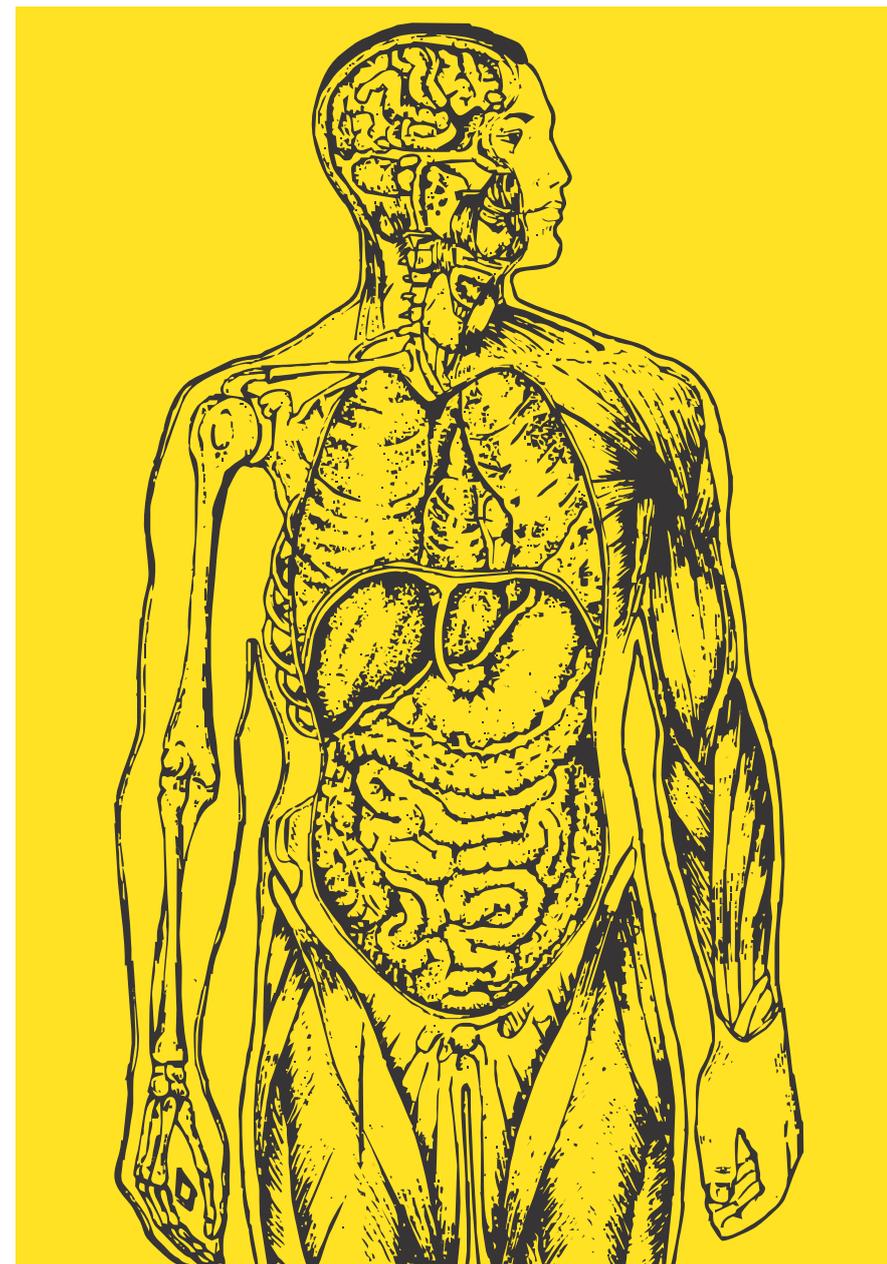
**Biología 3**

9º grado

**Biología 3**

9º grado

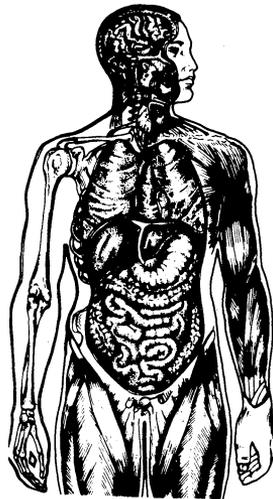
LIBRO DE DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



# **BIOLOGÍA 3**

## **Noveno grado**

**Dr. Jorge L. Hernández Mujica**  
**Prof. Agapito M. Díaz Hernández**  
**Lic. Natalia R. Campuzano Sentí**  
**Lic. José Miguel Mesa Baldassarri**  
**Prof. Lourdes M. Fumero Durán**  
**Prof. Migdalia Fernández Meneses**



**Editorial**  
**Pueblo y Educación**

Este libro forma parte del conjunto de trabajos dirigidos al Perfeccionamiento Continuo del Sistema Nacional de Educación en la Educación General Politécnica y Laboral. Ha sido elaborado por un colectivo de autores integrado por metodólogos, maestros, profesores y especialistas, y revisado por la subcomisión correspondiente de la Comisión Nacional Permanente para la Revisión de Planes, Programas y Textos de Estudio del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas del Ministerio de Educación.

Edición: Ing. Mayra Valdés Lara

Diseño: Bienvenida Díaz Rodríguez

Ilustración de cubierta: Diana Rodríguez Echezarreta

María Elena Cañas Hernández

Pedro Scull Jorge

Ilustración: Diana Rodríguez Echezarreta

Lucrecia Arnaíz Pérez

Pedro Scull Jorge

Ivy Leonard Hernández

Martha Rodríguez Núñez

María Elena Cañas Hernández

María Elena Duany Alayo

Corrección: Alina Mustelier Rodríguez

Emplante: María de los Ángeles Ramis Vázquez

Mercedes Pazos Moreno

© Octava reimpresión, 2011

© Primera reimpresión, 1997

© Ministerio de Educación, Cuba, 1991

© Editorial Pueblo y Educación, 1991

ISBN 978-959-13-0636-4

EDITORIAL PUEBLO Y EDUCACIÓN

Ave. 3ra. A No. 4601 entre 46 y 60,

Playa, La Habana, Cuba. CP 11300.

epe@ceniai.inf.cu

## Agradecimientos

Este libro es el fruto del esfuerzo conjunto de un colectivo de autores, integrado por profesores y metodólogos. La elaboración de las orientaciones para la realización de las actividades prácticas, estuvo a cargo del licenciado José Miguel Mesa Baldassarri y del profesor Juan F. Otero Fernández.

De gran ayuda ha sido la valiosa colaboración de un grupo de especialistas, entre los que se encuentran los compañeros doctora Irene Piedad Sánchez Alonso; licenciada María Luisa Sánchez Paz, profesora Lourdes Caravia Barbery, profesora Maritza Rosales Fajardo, profesora Esperanza Izquierdo Cala, candidata a doctora Josefa Banasco Armenteros, licenciada Mercedes Aguiar Castro, licenciada Hildelisa Leal Díaz, profesora Evangelina Rodríguez Domínguez, licenciada Silvia Díaz Llera, candidata a doctor Ramón Ferreiro Gravié, docentes del Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona"; candidato a doctor Vicente Berovides Álvarez, doctor Manuel Rivero de la Calle, licenciada Leticia Montañez Húquez, licenciado Ángel Sánchez Lamar, docentes de la Universidad de La Habana; licenciada Silvia Gutiérrez Vallciengo, docente del Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río; doctor Washington Rosell Puig, docente del Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana; licenciado Orestes Valdés Valdés y profesora Verena Páez Suárez, investigadores del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas; candidato a doctor Sergio Arce Bustabad, docente del Instituto de Nefrología; doctores Jorge Mas Díaz y Francisco Navaroli Fernández, docentes del Instituto Nacional de Endocrinología; doctor Alberto Toruncha Chucrán, docente del Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras".

De valor significativo ha sido el experimento pedagógico realizado en las provincias de Pinar del Río, La Habana, Holguín, Guantánamo y Ciudad de La Habana, a partir del cual se elaboró la concepción del contenido del séptimo capítulo de este libro de texto.

Agradecemos la orientación y las sugerencias de los compañeros de la Subcomisión de Biología del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, en especial, los siguientes miembros de esta subcomisión: candidato a doctor Jorge Fernández Costa, docente del Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana; candidato a doctor Gerónimo A. Domínguez Canet, docente del Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona"; profesor Gerardo Macías Zurita, jefe de la cátedra de Biología de la Secundaria Básica "José María Heredia", del Municipio 10 de Octu-

bre; la profesora Nidia Rodríguez González, metodóloga provincial de Biología de Ciudad de La Habana.

Asimismo, han sido importantes las consultas sostenidas con metodólogos y profesores de la Educación General Politécnica y Laboral.

Quisiéramos expresar nuestra gratitud a estos compañeros, que han enriquecido el texto con sus señalamientos y sugerencias, así como a los trabajadores de la Editorial Pueblo y Educación, quienes han hecho posible la culminación de este libro.

*Los autores*

## Al alumno

Este libro constituye el texto de *Biología 3*, correspondiente al noveno grado de la Educación General Politécnica y Laboral, con el cual se finaliza el estudio de la biología en la secundaria básica.

Está estructurado en capítulos; el primero trata sobre el origen y la evolución del hombre y en él se estudian las razas humanas. El segundo capítulo, de un gran carácter generalizador, trata sobre las características del organismo humano. En íntima relación con este capítulo, está el tercero, que abarca el estudio del control de las funciones, y permite comprender cómo las funciones del organismo humano tienen una regulación nerviosa y hormonal.

A partir de las generalizaciones que se introducen en los capítulos anteriores, se estructuran los capítulos cuarto, quinto y sexto, referidos a: las funciones vegetativas; la protección, el sostén y el movimiento; y la reproducción y el desarrollo, respectivamente.

El séptimo capítulo abarca el estudio de la herencia y en él se estudia la primera ley de la herencia.

Al final de los capítulos que lo requieren, se encuentran las orientaciones para el desarrollo de las actividades prácticas. Estas se pueden identificar, dentro del libro, porque están señaladas por una lupa; cada actividad tiene como referencia el número que le corresponde.

El libro consta de un vocabulario, en el cual se definen conceptos de importancia, que tú puedes consultar cuando te sea necesario.

Las tareas presentadas al finalizar algunos epígrafes se distinguen por un signo de interrogación.

# Índice

**Introducción / 1**

## **1 Origen y evolución del hombre / 7**

Introducción al estudio del origen y la evolución del hombre. Breve recuento de los antecesores del hombre actual. Rasgos cualitativos que distinguen a los grupos principales / 7  
*Homo sapiens*. Las razas humanas / 18

## **2 Introducción al estudio del organismo humano / 22**

Organización del cuerpo humano / 22  
El organismo humano como un todo / 43  
*Observación de tejidos humanos* / 47

## **3 Regulación de las funciones / 49**

Introducción al estudio de la regulación / 49  
Características de la regulación nerviosa / 51  
Receptores. Características de su estructura y función / 64  
Características de la regulación endocrina / 70  
Medidas higiénicas / 78  
*Observación de diferentes respuestas reflejas en el hombre* / 81

## **4 Funciones vegetativas / 82**

Introducción al estudio de las funciones vegetativas / 82  
Características principales de la estructura y la función del sistema digestivo / 82  
Características principales de la estructura y la función del sistema respiratorio / 99  
Los órganos excretores. Características principales de la estructura y la función del sistema urinario / 106

Características principales de la estructura y la función del sistema circulatorio / 111

La sangre. Su composición y funciones / 122

Medidas higiénicas / 129

*Acción de las enzimas digestivas sobre los carbohidratos* / 132

## **5 Protección, sostén y movimiento / 134**

Introducción al estudio del sistema osteomuscular y de la piel / 134

Características principales de la estructura y la función del sistema osteomuscular / 134

Características principales de la estructura y la función de la piel / 147

Medidas higiénicas / 150

*Características de diferentes tipos de huesos* / 154

## **6 Reproducción y desarrollo / 155**

Introducción al estudio de la reproducción humana / 155

Características principales de la estructura y la función de los órganos del sistema reproductor: masculino y femenino / 156

Ciclo menstrual / 161

Fecundación y desarrollo / 162

Condiciones básicas para la selección de la pareja. El matrimonio y la constitución de la familia / 165

Medidas higiénicas / 168

## **7 Herencia / 170**

Introducción al estudio de la herencia / 170

Primeros estudios sobre la herencia / 171

Importancia de los conocimientos genéticos / 175

**Conclusiones / 177**

**Vocabulario / 180**

## Introducción

El estudio de la biología te ha permitido conocer que, en las mareas de la Tierra primitiva hace millones de años, surgieron las primeras manifestaciones de vida, representadas por organismos procarlotas muy primitivos; estos organismos son, como conoces, el tronco común del origen, tanto de los procarlotas actuales como de los más primitivos eucariotas; a partir de estos últimos, se originaron los organismos eucariotas actuales (figura 1).

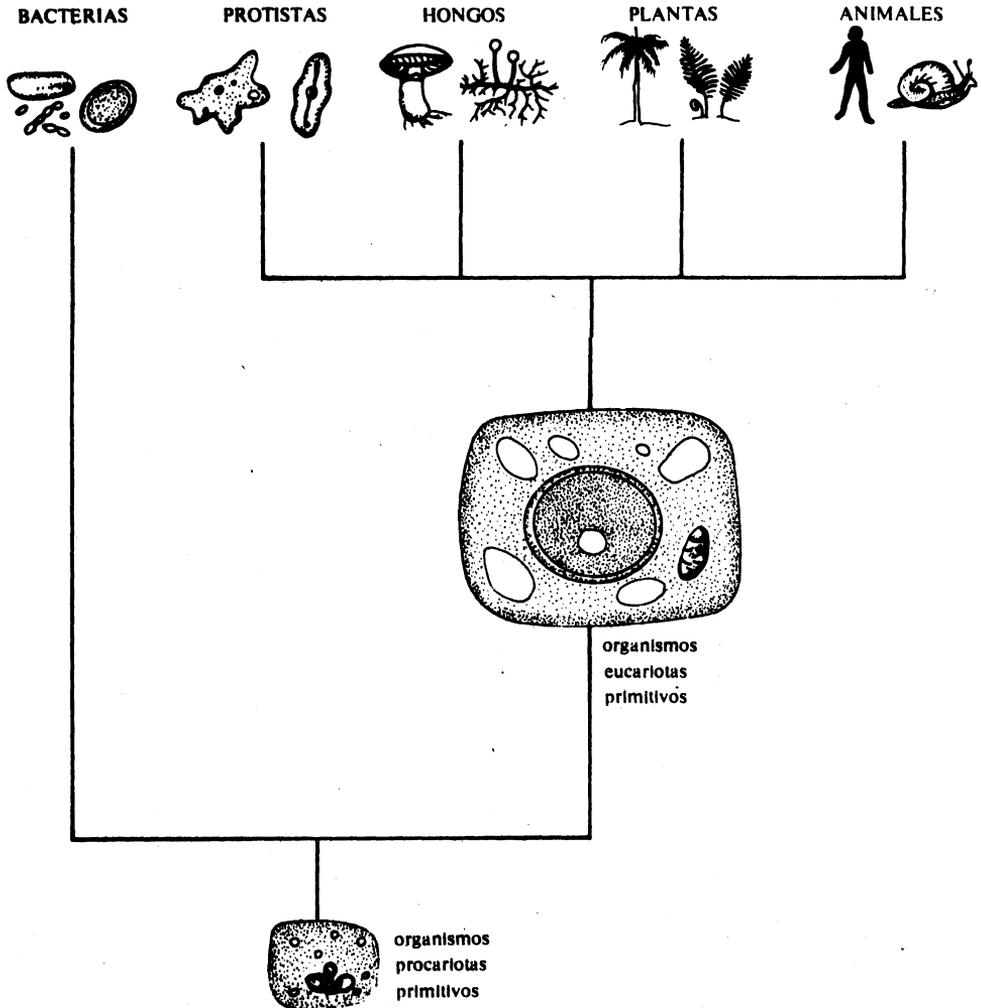


Fig. 1 Los organismos tienen un origen común.

Basándote en la observación de la figura 1, posiblemente recordarás que la enorme diversidad de organismos que existe hoy día, tiene un origen común; no obstante, muchas de las interrogantes que te surjan al respecto puedes responderlas. Has aprendido no solo que lo vivo surgió de lo no vivo, sino también que unas especies se originaron a partir de otras, mediante la evolución, un proceso de cambios, lento y gradual, que tiene lugar en las poblaciones y está determinado, entre otros factores, por la interacción de las **variaciones hereditarias**, la **competencia** y la **selección natural**.

Como un ejemplo de cambios significativos en las especies, se destaca la tendencia a la formación de **colonias**, que tuvo lugar en determinadas poblaciones de protistas flagelados que poblaban los mares de la Tierra primitiva. La formación de colonias tuvo gran importancia evolutiva, pues estas representan la transición entre los organismos unicelulares y los pluricelulares. ¿Crees que se habrían originado los animales, por ejemplo, si no hubiesen evolucionado los organismos coloniales primitivos?

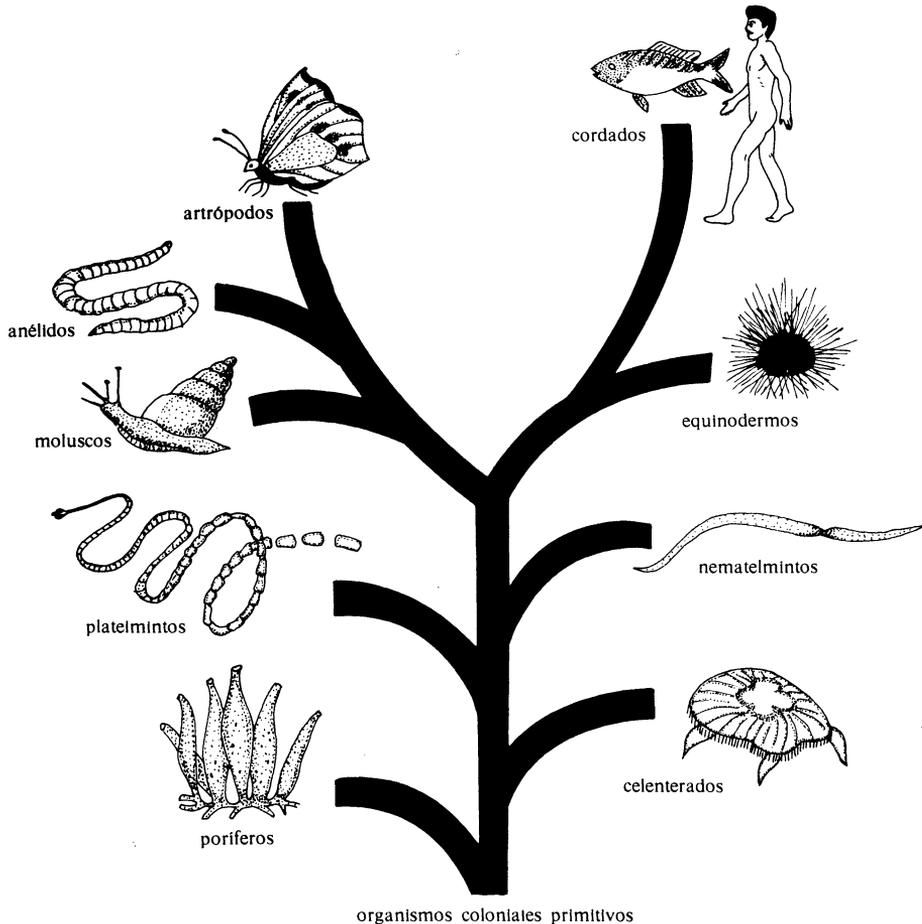


Fig. 2 Los animales tienen un origen común.

A partir de los primitivos organismos coloniales, evolucionaron los animales más primitivos, los cuales representan el tronco común del origen de la diversidad de animales que existe hoy día (figura 2).

Los animales representados en la figura 2 son conocidos por ti, de modo que no tendrás dudas de que, entre las formas de manifestarse la diversidad en ellos, está el nivel de organización que alcanzan y el tipo de **simetría**; así, unos alcanzan la formación de **tejidos** incipientes y son generalmente asimétricos; ¿recuerdas a los poríferos?; están en este caso. Otros, como los celenterados, son de **simetría radial** y la formación de **órganos** en ellos es incipiente. Los grupos restantes, que constituyen la mayoría de los animales, presentan **simetría bilateral** y alcanzan el nivel de organización en **sistemas de órganos**.

En los animales de simetría bilateral, durante su desarrollo embrionario se forman tres capas germinales: la externa, la media y la interna; en los adultos se destaca que unos poseen cavidad del cuerpo y otros carecen de ella. Los platelmintos están entre los que carecen de cavidad del cuerpo; ello se debe a que las células que derivan de la capa media del embrión ocupan, por completo, el espacio comprendido entre la pared del cuerpo y el futuro tubo digestivo.

En los restantes animales de simetría bilateral, se forma la cavidad del cuerpo, pero puede ser de dos modos diferentes; en los nematelmintos, por ejemplo, las células que derivan de la capa media del embrión, al adherirse internamente a la pared del cuerpo, dejan un espacio o cavidad, el **seudoceloma**. En los otros casos, desde los anélidos hasta los cordados, de la capa germinal media se deriva una membrana de tejido conectivo, llamada peritoneo, que se adhiere, tanto a la pared del cuerpo como al futuro tubo digestivo, de modo que la cavidad que se forma, el **celoma**, está limitada interiormente por **peritoneo**.

Estás en condiciones de mencionar cómo se denominan los animales que carecen de cavidad del cuerpo, así como a los que la poseen, sea esta un seudoceloma o un celoma; pudieras, igualmente, referirte a ejemplos de especies representativas de los distintos grupos, que son de interés para el hombre, bien porque le reportan beneficios, o por ser perjudiciales. ¿Recuerdas, entre estos últimos, a los parásitos estudiados?; también has de recordar las medidas que, en cada caso, deben adoptarse para interrumpir su ciclo de vida y evitar, con ello, que infesten al hombre.

Entre los animales celomados, los hay con el cuerpo no segmentado, como son los equinodermos; y con el cuerpo segmentado, los anélidos, los artrópodos y la mayoría de los **cordados**. En relación con estos grupos de animales, pudieras ejemplificar cómo se manifiesta la diversidad y la distribución en cada caso, así como establecer comparaciones, tanto de especies del mismo grupo, como de grupos diferentes entre sí.

De los grupos de animales mencionados anteriormente, merece una mayor atención el de los cordados; ¿recuerdas qué características distinguen a estos de los restantes animales? En los cordados se incluyen, junto con la especie humana, muchos animales relacionados con la subsistencia de esta, desde los tiempos en que la caza y la pesca constituían las fuentes básicas de ali-

mentación del hombre; incluso, hoy día, animales de cría, como la vaca y el cerdo, o la gallina y el pavo, son de indiscutible utilidad al hombre, sin que este deje de aprovecharse de la captura, por ejemplo, de pargos y bajajibas, de grandes tortugas y cocodrilos e, incluso, de ranas toros.

Seguramente no tendrás dudas de que, entre los animales mencionados anteriormente, hay tanto peces como anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y de que estos cinco grupos de animales pertenecen a los **vertebrados**. Igualmente pudieras referirte a cuáles de estos grupos se incluyen en los **tetrápodos**, así como hacer mención a las características que los distinguen de los peces.

Puede suceder que, durante la aplicación de los conocimientos que posees, sientas la necesidad de hacer algunas reflexiones, tales como: ¿son cordados todos los vertebrados?, ¿cuál es el origen de los vertebrados? Es importante que recuerdes que se denominan vertebrados a los cordados de mayor complejidad, pues existen grupos de cordados de menor complejidad; es precisamente, a partir de un primitivo grupo de estos animales, que evolucionaron los primeros vertebrados (figura 3), los cuales constituyen el tronco común del origen de los vertebrados actuales.

La figura 3 te permite recordar la amplia diversidad de los vertebrados, así como la distribución de estos animales, ya que han ocupado hábitats inimaginables, tanto en la parte sólida de la Tierra como en los ríos y los mares. En este sentido, son variados los ejemplos que pudieras mencionar, que corroboran las posibilidades adaptativas de estos animales, o lo que pudiera llamarse su éxito biológico; sin embargo, resulta de mayor interés que te detengas en el análisis de algunas de las características que han determinado ese éxito.

Si recuerdas la definición de vertebrados, o la consultas en el vocabulario, te darás cuenta que en ella se precisa que son cordados que presentan, como parte del **esqueleto**: columna vertebral y cráneo. Los huesos o los cartílagos que constituyen estas estructuras y el esqueleto, en general, a diferencia del esqueleto de otros animales, están constituidos por células, por lo cual, crecen conjuntamente con el resto del cuerpo; es esta una de las razones por las cuales los vertebrados son los animales que, por lo general, alcanzan mayor tamaño.

No obstante el tamaño notable de muchos vertebrados, no son estos animales torpes o lentos, sino que, por el contrario, despliegan gran variedad de rápidos y precisos movimientos. Seguramente conoces muchos de estos animales que son “eficientes”, por ejemplo, al procurarse el alimento, escapar de sus enemigos o evadir los efectos de los cambios bruscos de temperatura. ¿Crees que un comportamiento de esta índole esté determinado solo por el desarrollo de los huesos, los cartílagos y los músculos?

En la coordinación de los movimientos, que tienen lugar como respuestas a una gran variedad de estímulos, intervienen el **sistema nervioso** y los receptores; este sistema ha alcanzado gran complejidad en los vertebrados, pues, a diferencia de otros animales de simetría bilateral, que presentan abultamientos relativamente pequeños de tejido nervioso (ganglios nerviosos), en los

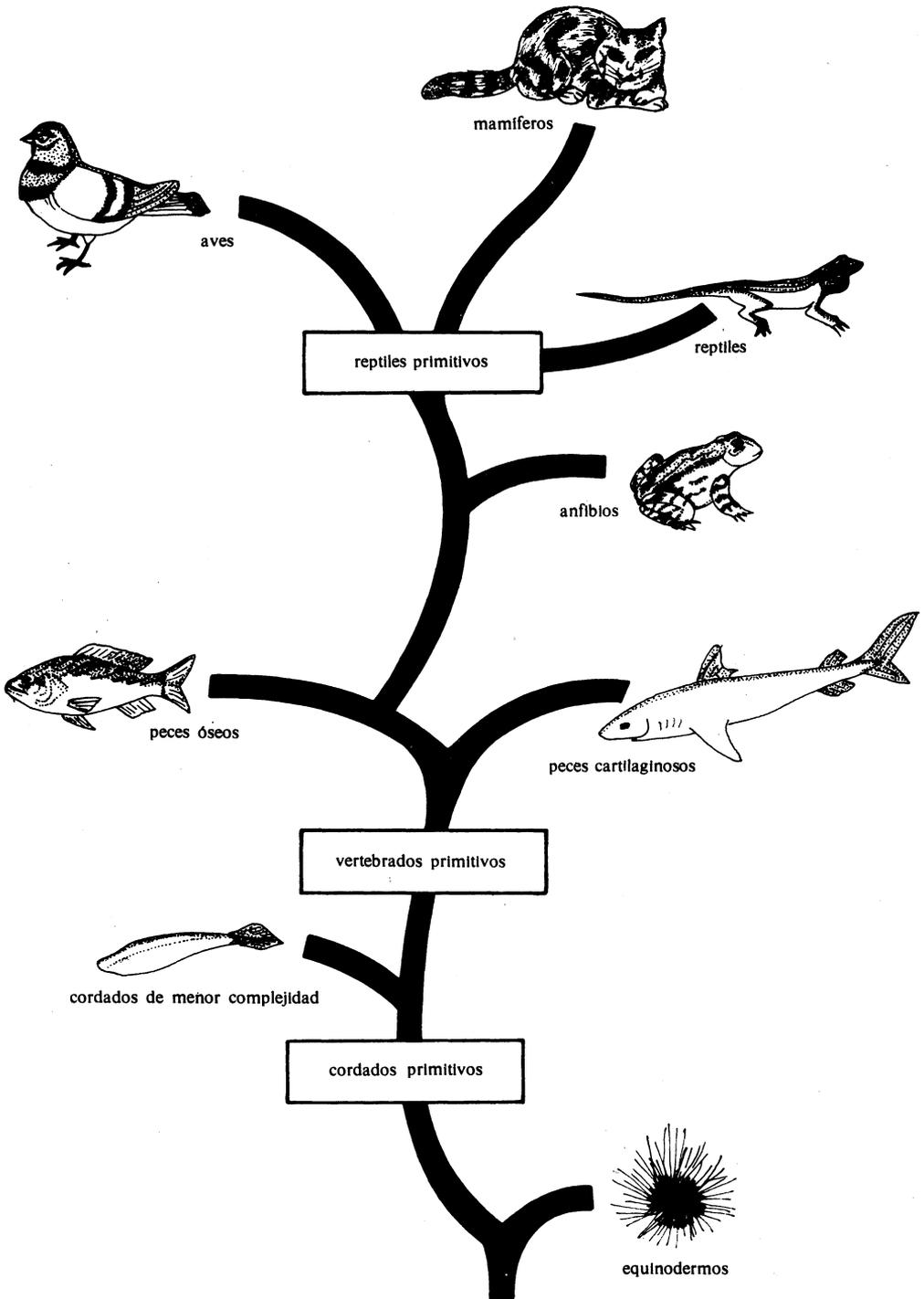


Fig. 3 Los vertebrados evolucionaron a partir de un primitivo grupo de cordados.

vertebrados es proporcionalmente mayor la masa de tejido nervioso que, como conoces, se encuentra formando parte del encéfalo y la médula espinal.

Entre el encéfalo y la médula espinal, por un lado, y los diferentes órganos del cuerpo, por otro, hay nervios que, a su vez, se relacionan con los receptores; con respecto al desarrollo de estos últimos, seguramente no tendrás dudas, si tienes en cuenta el fino olfato del perro, o la agudeza visual de un cernícalo, por solo citar dos ejemplos.

En relación con el desarrollo del sistema nervioso alcanzado por los vertebrados, se destaca que las posibilidades de aprendizaje en estos animales son superiores a las de otros, en los cuales predominan las respuestas heredadas en su conducta.

Entre los vertebrados, son los **mamíferos** los de mayores posibilidades en el aprendizaje; los ejemplos del perro, el delfín y los monos, seguramente te resultan conocidos pero, al respecto, hay un ejemplo más elocuente que también conoces: es el del **hombre**.

El presente libro está dedicado, fundamentalmente, al estudio del hombre, de modo que en él encontrarás, en primer lugar, una interesante información acerca de su origen y evolución.

No menos interesante ha de resultarte el estudio de cómo está constituido y cómo funciona el organismo humano como un todo, así como las particularidades de estructura y función de cada sistema de órganos. Con ello, llegarás a conocerte mejor a ti mismo y, lo que es más importante, aprenderás a adoptar medidas que te permitirán continuar creciendo fuerte y saludable y a tener una conducta social adecuada.



## Tarea

- Explica por qué la formación de colonias tuvo notable importancia en el origen y la evolución, no solo de los animales, sino de los organismos, en general.
- La simetría bilateral en los animales está relacionada con la complejidad en el nivel de organización. Explica por qué.
- Argumenta por qué:
  - a) Todos los animales celomados presentan cavidad del cuerpo, pero no todos los animales con cavidad del cuerpo son celomados.
  - b) Todos los vertebrados son cordados, mas no todos los cordados son vertebrados.
- Compara una lombriz de tierra con una lagartija, teniendo en cuenta el sistema nervioso. Puedes consultar el libro de texto de *Biología 2* para realizar esta tarea.
- Las posibilidades adaptativas de los vertebrados están relacionadas con características de estos animales, que los distinguen de otros animales estudiados. Argumenta la afirmación anterior.
- Basándose en la consulta del libro de texto de *Biología 2*, explica por qué el hombre es:
  - animal
  - animal de simetría bilateral
  - animal de simetría bilateral celomado
  - cordado
  - vertebrado
  - tetrápodo
  - mamífero

## Origen y evolución del hombre

Durante el estudio de los animales, conociste numerosas formas de mostrarse su diversidad y, como parte de esta, las diferencias existentes en cuanto a la complejidad estructural entre unos grupos y otros (figura 3).

Si observas la figura 3, recordarás que, a partir de cordados de menor complejidad, con el transcurso de millones de años, surgieron los primeros vertebrados, los cuales originaron numerosos y diversos grupos, como los peces y los tetrápodos; entre estos últimos se destacan los mamíferos, que son los animales que han alcanzado el mayor nivel de complejidad estructural. ¿Crees que la gran diversidad de mamíferos que vive hoy en nuestro planeta, siempre existió? Los resultados de las investigaciones realizadas confirman que no fue así, pues hoy se conoce que, en la evolución de los diferentes grupos de mamíferos, existió un tronco común que, en el caso de los mamíferos más desarrollados, fue parecido a los insectívoros actuales (figura 4).



Fig. 4 Representación de cómo pudo ser uno de los insectívoros primitivos.

Los mamíferos primitivos que se hallaban en las tierras bajas de nuestro planeta, pasaron a ocupar todos los hábitats disponibles, después de la extinción de la mayoría de los grandes reptiles. Las variaciones hereditarias, la competencia y la selección natural, entre otros factores, son las causas que provocaron la transformación de los pequeños insectívoros ancestrales, con el transcurso del tiempo, en los diversos mamíferos desarrollados que conocemos en la actualidad (figura 5).

Como puedes observar en la figura 5, existe una gran diversidad entre los mamíferos, lo cual se manifiesta, entre otros aspectos, en la diferencia de tamaño, forma, color, hábitos de alimentación y comportamiento; si analizas los mamíferos representados, podrás llegar a la conclusión de que su distribución también es muy amplia.

También el hombre se encuentra representado; analicemos por qué. Al igual que el resto de los mamíferos, el hombre presenta glándulas mamarias, pelos, dientes alojados en cavidades de las mandíbulas, tronco dividido por el diafragma en tórax y abdomen, circulación doble y completa y temperatura del cuerpo constante.

*Introducción al estudio del origen y la evolución del hombre. Breve recuento de los antecesores del hombre actual. Rasgos cualitativos que distinguen a los grupos principales*

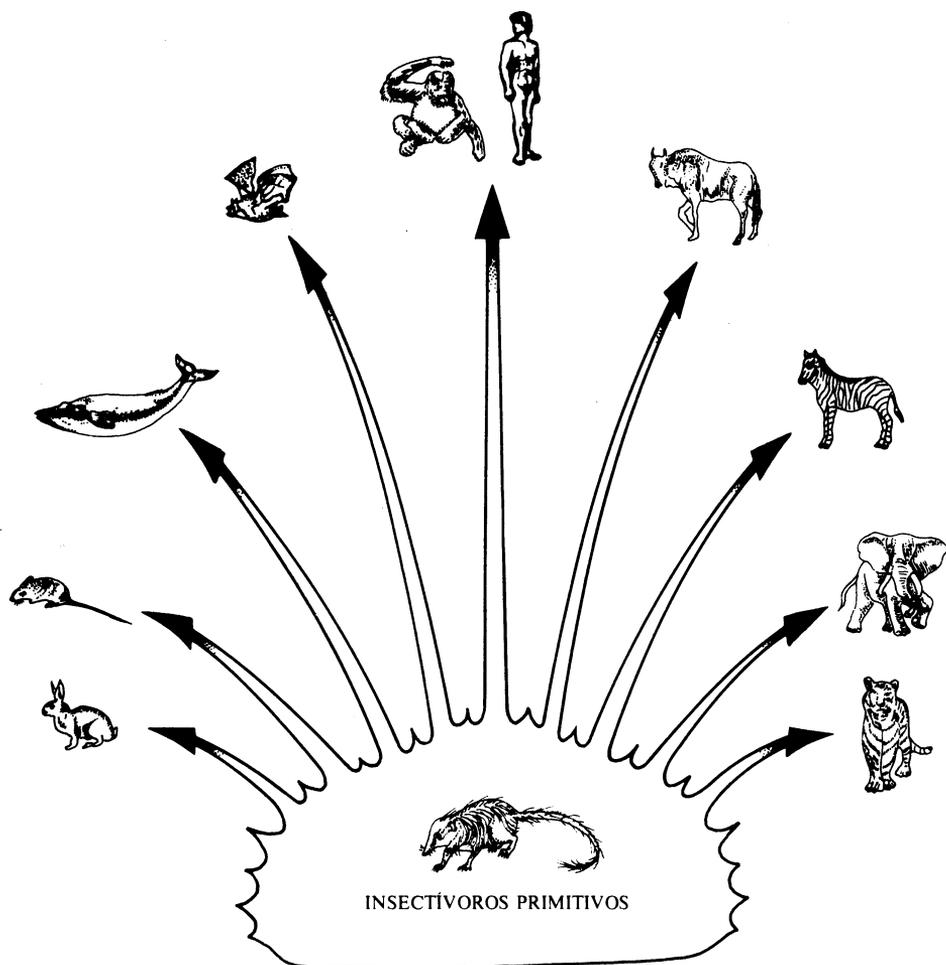


Fig. 5 Los animales representados constituyen ejemplos de aquellos mamíferos que muchos científicos consideran que tuvieron un origen común a partir de los insectívoros primitivos.

Estas semejanzas te permiten explicar que el hombre es un mamífero; y si analizas nuevamente la figura, encontrarás que tiene más semejanzas con los monos que con el resto de los mamíferos, en especial con los llamados monos antropomorfos, lo que es una prueba en favor de su parentesco y, por lo tanto, del origen animal del hombre.

Numerosos conflictos, trabajos y mucho tiempo, le ha costado al hombre, desde la más remota antigüedad, entender y aceptar su origen y evolución como especie; diversos pueblos crearon distintas leyendas acerca del origen "milagroso" de los primeros hombres.

No es hasta los años cincuenta del pasado siglo que una fuerte corriente científica comenzó a desplazar las concepciones religiosas sobre el origen del hombre, y es que, para las ciencias, no resultan suficientes las similitudes que, a partir de una simple ob-

#### Curiosidades

El hombre y los llamados monos antropomorfos, como los gorilas, los chimpancés y los orangutanes, tienen parásitos comunes, por ejemplo, el piojo, y sufren, en algunos casos, enfermedades similares, como la gripe, la viruela y la sífilis.

servación, se evidencian entre los monos antropomorfos y el hombre, por lo que numerosos científicos dedicaron gran parte de su vida a la búsqueda de una explicación científica de este fenómeno, que demostrara el origen del hombre; es por esos tiempos que aparece publicada la obra de Carlos Darwin (1809-1882) *La descendencia del hombre y la selección sexual*, en la que se fundamenta la evolución biológica, incluyendo a la del hombre, lo que significa un paso de avance extraordinario al plantear la unidad de origen entre el hombre y el resto de los animales.

Muchos fueron los que, en aquella época, se dedicaron al estudio del origen y la evolución del hombre, fundándose numerosas sociedades antropológicas, entre las que se destacó la de París. En Cuba, también se fundó una sociedad antropológica, en la cual su principal figura fue Luis Montané Dardé (1849-1936) (figura 6), quien, a lo largo de muchos años, realizó importantes trabajos en el campo de la antropología.



Fig. 6 Luis Montané Dardé (1849-1936) se destacó por el estudio sobre el indio cubano de la Ciénaga de Zapata y el hallazgo de importantes restos fósiles.

Pocas fueron las personas que, en aquellos años, aceptaron la teoría de que los hombres y los monos antropomorfos descienden de un antecesor común; es más, muchos desataron una campaña que popularizó la falsa y ridícula idea de que, lo que proponía Darwin, era que literalmente “el hombre desciende del mono” y, además, dio lugar a que muchas personas pensasen en buscar el “eslabón perdido” de la evolución del hombre, a partir de los primates primitivos; tal único eslabón no fue ni podía ser encontrado pero, en cambio, han sido hallados varios eslabones (figura 7), que han permitido reconstruir, en gran parte, algunas de las grandes etapas de la evolución de nuestra especie.

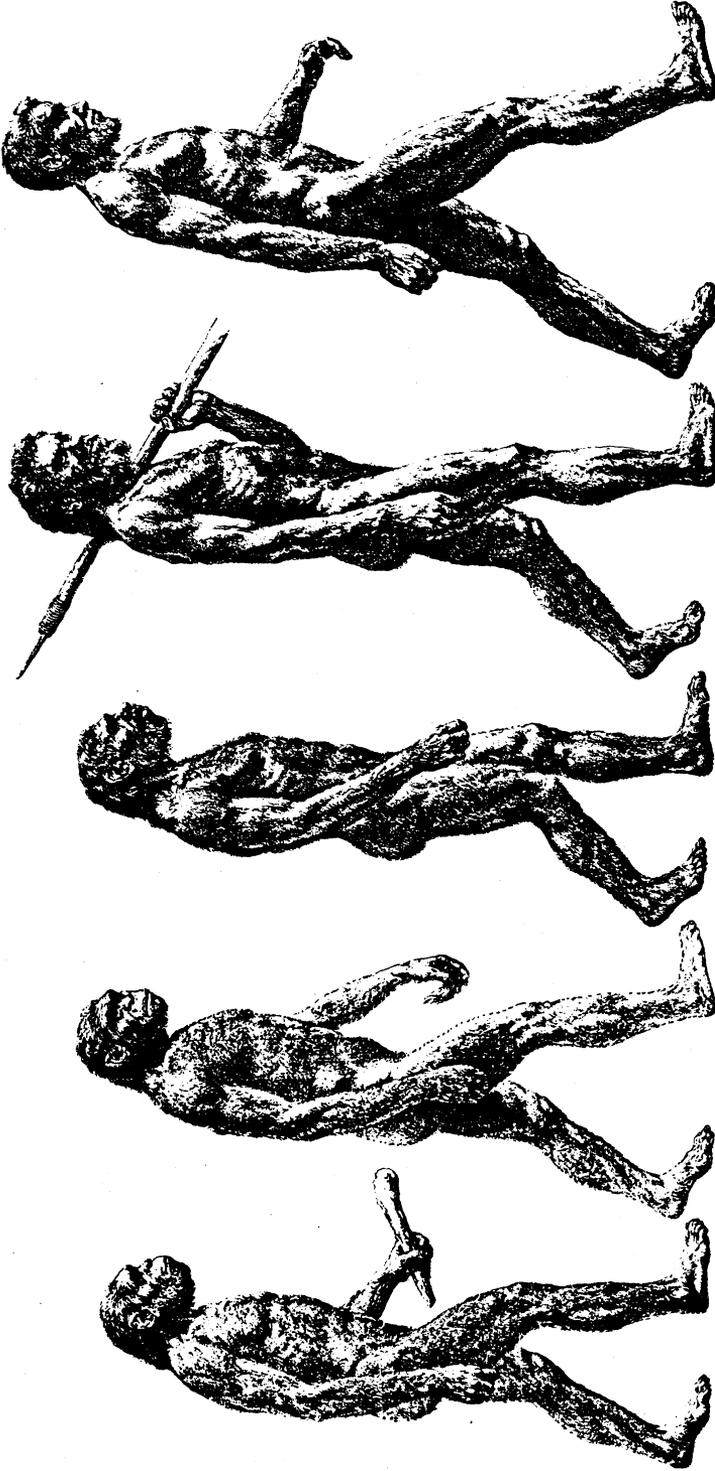


Fig. 7 Principales representantes de los antecesores del hombre actual.

Han sido numerosos los fósiles que el hombre ha desenterrado en cavernas, en antiguos cauces de ríos y otros lugares, buscando restos de sus antecesores, y cada nuevo resto fósil hallado ha sido estudiado y comparado con los encontrados anteriormente. ¿Qué importancia tienen estos descubrimientos?; ellos han posibilitado la reconstrucción de importantes etapas por las que pasaron los antecesores del hombre hasta alcanzar el desarrollo actual.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las diferentes investigaciones realizadas, se ha podido confirmar que los primates primitivos tenían vida arborícola. Es de imaginar lo hábiles que fueron al agarrarse con ambos pares de extremidades, pasando de rama en rama, al procurarse alimentos, como frutas y semillas, al huir de sus enemigos y buscar parejas; sin embargo, estos animales desaparecieron, en su mayoría, como resultado de cambios en el planeta, que provocaron la desaparición de los grandes bosques.

La extinción de los bosques dio paso a la formación paulatina de grandes espacios abiertos con abundantes hierbas, lo cual influyó en el incremento de animales herbívoros y, junto con estos, los carnívoros que los capturaban para alimentarse.

En las nuevas condiciones de vida anteriormente descritas, desaparecieron muchos de los primates. Es de suponer la influencia que en ello tuvo la escasez de alimentos, así como el ataque de los carnívoros; sin embargo, sobreviven algunos grupos de primates. ¿Cuáles lograron sobrevivir?

Tus estudios acerca de la evolución te permiten reconocer que sobrevivieron solo aquellos grupos de primates cuyas características estructurales, funcionales y de comportamiento se correspondieron mejor con las condiciones existentes en los espacios abiertos y que, generación tras generación, transmitieron esas características a sus descendientes. Expresado de otro modo: la selección natural favoreció, por ejemplo, a aquellos cuyo sistema digestivo se modificó paulatinamente en relación con el cambio en el régimen alimentario, a base no solo de vegetales, sino también de carnes; o a los que utilizaron una filosa piedra o un duro madero, al matar una presa o defenderse de un enemigo.

Los *Australopithecus* (figura 8) son ejemplos de primates, cuyos restos fósiles permiten afirmar la existencia de algunas características exclusivas de los homínidos, como una imperfecta posición erecta durante la marcha; se considera el primer paso hacia la hominización. Esta posición en la marcha liberó en ellos las extremidades anteriores que, con su dedo pulgar oponible a todos los demás dedos, les facilitó coger y tirar los objetos, lo que les permitió tomar los alimentos y los objetos que utilizarían como medios de defensa.

De los *Australopithecus* se originó *Homo habilis* (figura 9), que se diferencia de sus antecesores por presentar una mayor capacidad craneana y una postura erecta más perfecta.

En la figura 9 puedes observar que los representantes de *Homo habilis* utilizaron instrumentos elaborados con un propósito definido, por lo que se considera que fueron los primeros en comenzar la transformación de la naturaleza para su beneficio mediante **el trabajo**, característica que lo diferencia del resto de los



Fig. 8 *Australopithecus* en actitud defensiva.

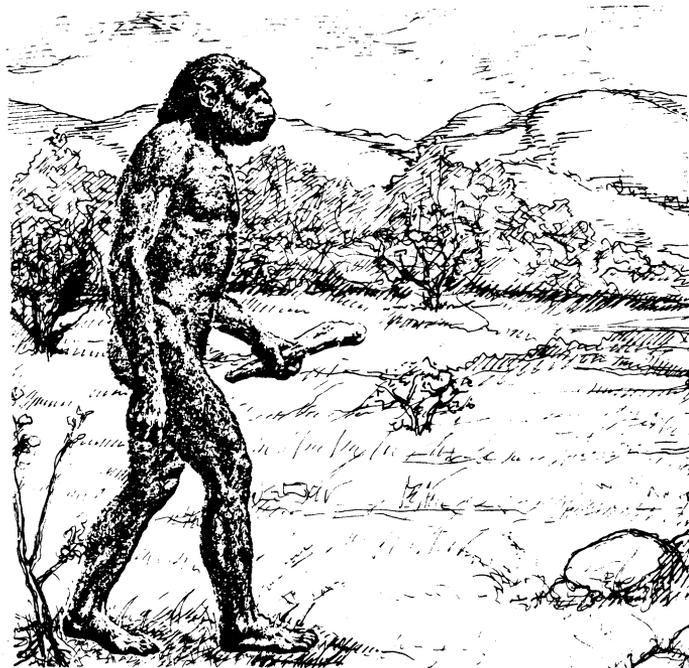


Fig. 9 *Homo habilis* portando instrumentos elaborados por ellos para la caza.

animales. ¿Conoces de algún otro animal que, mediante el trabajo, sea capaz de transformar la naturaleza en su beneficio?

La importancia del trabajo en la evolución de los homínidos hay que analizarla en relación con su decisiva influencia en el desarrollo del cerebro y la complejidad de su actividad psíquica, la cual se manifestó, por supuesto, en el modo en que reaccionaron los antecesores del hombre ante determinados estímulos del medio ambiente.

Acerca de la influencia del trabajo, piensa cómo se manifestaría en los representantes de *Homo habilis*, por ejemplo; imagina que a un grupo de estos, fatigados y hambrientos, se les apareciera, de repente, una robusta bestia. Lo más probable es que, todos en conjunto, la atacaran con palos puntiagudos y piedras afiladas hasta matarla; logrado esto, tendrían alimento asegurado y, quizás, utilizarían la piel para cubrirse, de haber existido bajas temperaturas.

Mediante el ejemplo anterior, puedes inferir que el trabajo les permitió a los antecesores del hombre sobrevivir; muchos ejemplos más pudieran plantearse al respecto, en los cuales se evidencia que, entre los antecesores del hombre, la selección natural favoreció a aquellos que fueron capaces de trabajar.

Poco a poco, *Homo habilis* fue reemplazado por otros homínidos de mayor capacidad craneana y más erguidos, así como con otras características semejantes a las del hombre, lo que nos permite afirmar que era un verdadero hombre, el que se conoce como *Homo erectus* (figura 10).

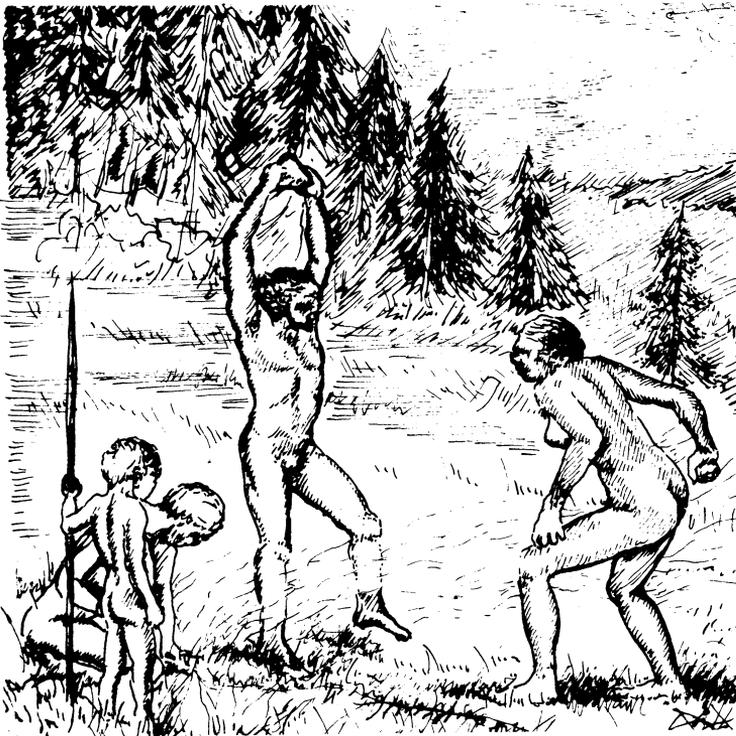


Fig. 10 *Homo erectus* tirando un objeto.

¿Qué aspecto tenía *Homo erectus*? Numerosos hallazgos de restos fósiles e instrumentos de trabajo relacionados confirman que este era más parecido al hombre que *Homo habilis*; así, presentaba mayor tamaño que este y se destacan importantes modificaciones: las extremidades inferiores son más rectas y la presencia de una mayor complejidad del cerebro, lo cual se confirma por el volumen del cráneo. Es indudable que estas características estructurales determinaron una conducta similar a la del hombre; el andar erguido, a mayor velocidad, no habría sido posible sin cambios hacia una posición erecta, y la complejidad del cerebro, conjuntamente con las modificaciones de la mano, le permitieron no solo coger y tirar objetos, sino modificarlos, de acuerdo con sus necesidades, y manipularlos con precisión.

*Homo erectus*, al igual que *Homo habilis*, pudo comunicar a sus semejantes el modo de fabricar y utilizar los instrumentos y utensilios; también pudo comunicar el modo de emplear y conservar el fuego.

Aunque no se sabe con seguridad si *Homo erectus* hablaba, se considera que poseía un sistema de comunicación eficiente que le permitió organizar su vida social y los trabajos en cooperación; de ello puede dar una idea lo representado en la figura 11, en la cual aparece *Homo erectus* organizado en grupos y así asustar a los grandes animales salvajes y hacer que huyeran en dirección a profundos abismos y causarles la muerte, para después aprovechar sus carnes, pieles y huesos.

El éxito adaptativo alcanzado por *Homo erectus* fue notable; así, llegó a ocupar prácticamente todo el continente euroasiático y gran parte del continente africano. Tan amplia área de distribución dio lugar a que las poblaciones comenzaran a diferenciarse, del mismo modo, o aún más, que las poblaciones y razas del hombre actual, *Homo sapiens*.

Los antecesores inmediatos del hombre actual, son conocidos como *hombre de Neandertal* y *hombre de Cro-Magnon*, llamados así en recuerdo a las localidades de Alemania y Francia, respectivamente, en que fueron descubiertos sus restos por primera vez. ¿Cómo eran estos hombres primitivos?, ¿cómo vivían?, ¿qué zonas de nuestro planeta ocuparon?

El *hombre de Neandertal* fue más bajo que el actual; tenía extremidades cortas y no se mantenía completamente erecto al caminar, pues aún se inclinaba ligeramente hacia adelante; su capacidad craneana era notablemente grande (figura 12).

Como se observa en la figura 12, estos hombres vivían en condiciones muy difíciles: en cavernas donde constantemente mantenían el fuego con que se protegían del frío y cocinaban las carnes que comían.

El *hombre de Neandertal* usaba, para la caza, diversos instrumentos de piedra y huesos, elaborados por ellos con mayor precisión que *Homo erectus*, desarrollando su propio estilo en la fabricación de utensilios de trabajo.

Es asombrosa la amplia distribución geográfica que alcanzaron estos hombres primitivos, cuyos restos han sido encontrados en numerosos países de casi todo el continente europeo y el africano.



Fig. 11 *Homo erectus* acorralando grandes animales para cazarlos.

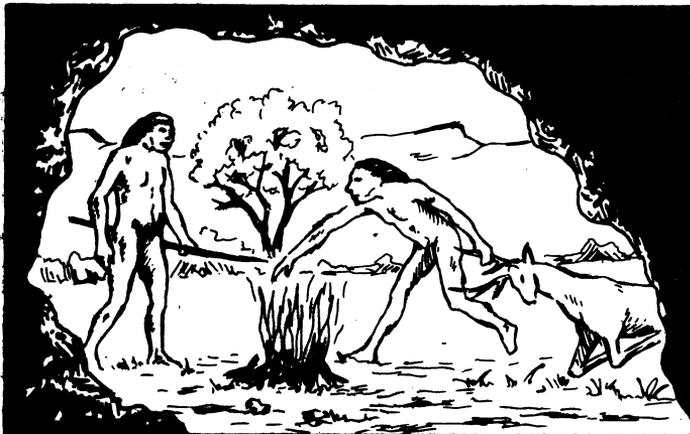


Fig. 12 *El hombre de Neandertal* utilizaba el fuego para protegerse del frío.

Si el *hombre de Neandertal* era ya muy semejante al hombre actual, el de *Cro-Magnon* lo era aún más, con su frente menos inclinada y su mentón más pronunciado, características que, entre otras, le daban un aspecto más semejante al actual (figura 13).

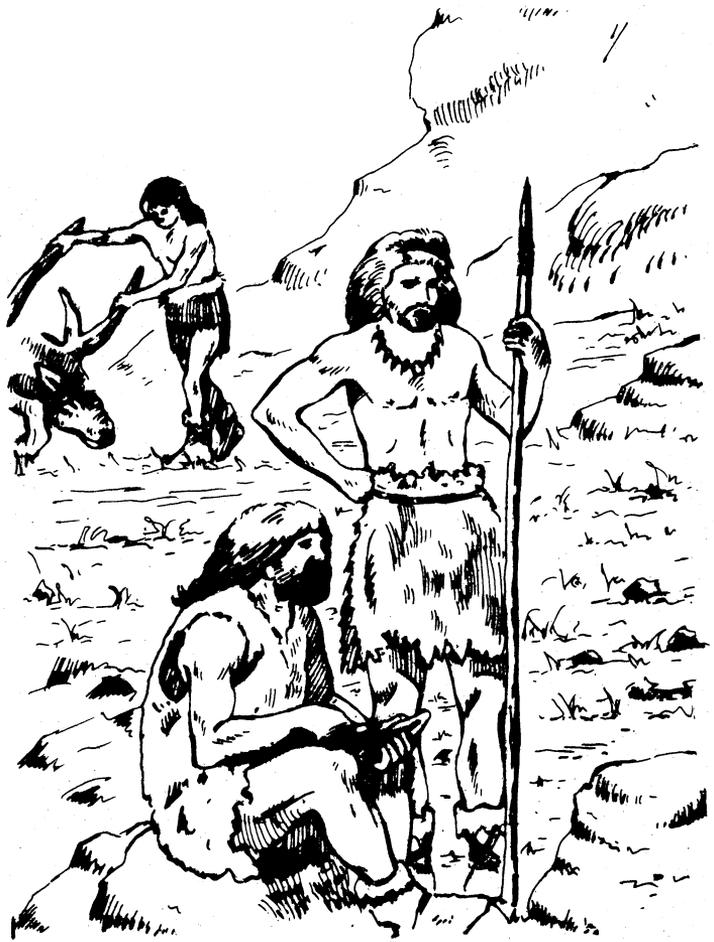


Fig. 13 *El hombre de Cro-Magnon* portando armas y vistiendo ropas rudimentarias.

El *hombre de Cro-Magnon* alcanzó una organización social más avanzada; aunque, de un modo rústico, construyó sus viviendas y desarrolló notablemente la comunicación mediante el lenguaje articulado. Otra forma de comunicación fue mediante las pinturas rupestres (figura 14), o sea, dibujos que hacían en las paredes de las cavernas, representando diversos episodios, como la caza y el baile. Como se puede observar en la figura 13, fabricó mejores armas para capturar sus presas y vestía ropas rudimentarias, hechas con las pieles de los animales.



Fig. 14 Las pinturas rupestres constituyen una manifestación del arte de los hombres primitivos.

En el *hombre de Cro-Magnon*, la técnica de confección de instrumentos de trabajo y de diferentes objetos de uso fue mucho más perfecta que en el *hombre de Neandertal*; dieron los primeros pasos en la agricultura y la cría de animales.

En la evolución del *hombre de Cro-Magnon*, las relaciones sociales y laborales llegaron a ser lo fundamental, destacándose la importancia del trabajo, aspecto que, por primera vez, fue enfocado en el artículo de Federico Engels (1820-1895) (figura 15) "El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre", en el cual expuso que el desarrollo del hombre es el producto de la acumulación de características biológicas y sociales, por lo tanto, pasa de un proceso predominantemente biológico, a uno fundamentalmente social.



Fig. 15 Federico Engels (1820-1895).

En el proceso de evolución del hombre se considera que el trabajo, como actividad consciente y con un fin determinado, facilitó cambios importantísimos en sus antecesores en cuanto a su adaptación al medio ambiente, por medio de las modificaciones de su estructura, que contribuyeron a la elaboración de instrumentos de trabajo y al desarrollo del lenguaje articulado, que sirvió de comunicación dentro del grupo social, de forma tal que fueron adquiriendo las características de los hombres actuales.



### Tarea

- ¿Qué características presentan en común los monos antropomorfos y el hombre?
- ¿Cuáles son las modificaciones más importantes aparecidas en los homínidos primitivos en el proceso de formación del hombre?
- Si un compañero tuyo te dijera que, según lo planteado por Carlos Darwin, hoy se sabe que el hombre proviene del mono, ¿aceptarías esta afirmación? Argumenta tu respuesta.
- ¿Qué características presentaba *Australopithecus* que demuestran que fue un antecesor del hombre?
- ¿Qué homínido es considerado uno de los primeros antepasados del hombre?
- En una conversación sostenida entre dos alumnos de noveno grado, sobre los hallazgos de unos restos fósiles que reportaba la prensa ese día, uno planteaba que eran restos de *Homo habilis*, y lo afirmaba al referirse que, de acuerdo con los datos que aportaba la información, era posible destacar en estos una mayor capacidad craneana que en *Australopithecus*, y el uso de instrumentos fabricados de piedra. ¿Cuál es tu criterio? Argumenta tu respuesta.
- Compara *Homo habilis* con *Homo erectus*.
- Menciona algunas de las características del denominado *hombre de Neandertal*.
- ¿Por qué se considera al *hombre de Cro-Magnon* como un antecesor inmediato del hombre actual?
- Explica por qué se puede afirmar que la evolución del hombre tuvo un carácter biológico-social.
- De acuerdo con tus conocimientos, explica la importancia del trabajo en el origen y la evolución del hombre.

### *Homo sapiens.* *Las razas humanas*

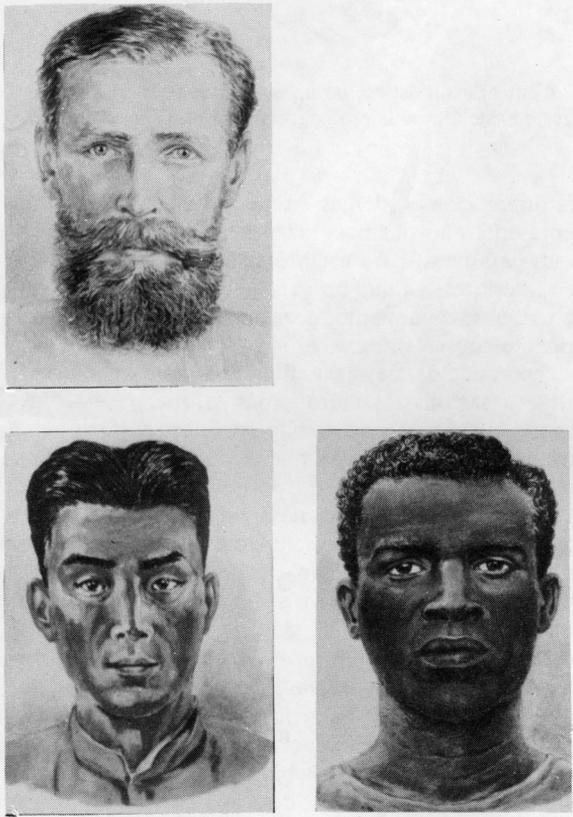
Todos los hombres que hoy viven en nuestro planeta pertenecen a una misma especie, *Homo sapiens*, lo que fácilmente puede ser comprobado al comparar el cráneo, el cerebro, sus extremidades y los grupos sanguíneos, características que, entre otras, nos permiten afirmar el origen común de todos los hombres.

*Homo sapiens* es considerado el eslabón cualitativamente superior de la evolución del hombre, y está caracterizado por un alto grado de organización social, en el cual el lenguaje transmite la experiencia acumulada por generaciones, permitiendo, de esta forma, la existencia de una rica y diversa organización económica, social y cultural

Una vez formado el hombre actual, las tendencias sociales, ejercidas por el trabajo y el modo de vida social, debilitaron la acción de los factores causales de la evolución biológica, razón

por la cual *Homo sapiens* no experimentó cambios de importancia, y los pequeños cambios estructurales ocurridos en el hombre han dado lugar a las principales razas.

En la actualidad, se conocen tres grandes razas humanas: la *negroide*, la *europoide* y la *mongoloide*, las cuales no son más que variedades de la especie *Homo sapiens*, entre las cuales, las diferencias consisten en particularidades en el tipo de pelo, el color de la piel y de los ojos, la forma de la nariz y los labios, así como en pequeñas variaciones fisiológicas, entre otras (figura 16).



mongoloide

negroide

Fig. 16 Las razas humanas.

Las diferencias existentes entre una raza y otra surgieron como adaptación a las condiciones del medio ambiente cuando los grupos humanos se distribuyeron por los distintos territorios; por ejemplo, la pigmentación oscura de la piel se considera como una adaptación a la intensidad de los rayos solares; y en el caso de los europeos de piel blanca, también constituye una adaptación que permite el paso de los rayos ultravioletas del Sol con mayor facilidad en zonas como estas, en que estas radiaciones son débiles y limitadas en ciertas etapas del año, las que son tan importantes para evitar el raquitismo. También, la nariz saliente y estrecha de la raza blanca es una adaptación que permite calentar el aire inspirado en épocas de frío.

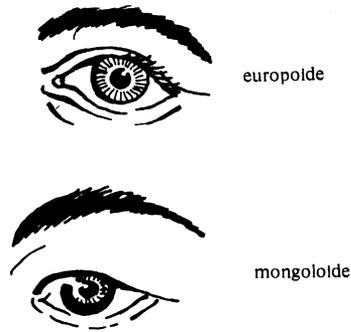


Fig. 17 Comparación del ojo de un europoide y un mongoloide, donde se destaca en este último la prolongación del párpado cubriendo el lagrimal.

### Curiosidades

La forma de los ojos en los asiáticos (figura 17) está determinada por un pliegue que se forma al prolongarse el párpado hasta el lagrimal, protegiendo al ojo del severo invierno en las regiones en que estos hombres viven.

Las diferencias existentes en la estructura de los individuos que representan las distintas razas, no constituyen, en modo alguno, un parámetro para establecer la existencia de razas superiores e inferiores, ya que no existen diferencias en la capacidad intelectual, el razonamiento, por lo que todas las razas son biológicamente equivalentes.

Muchos pueblos, de razas diferentes, que ocupan territorios distantes, desarrollan culturas más o menos avanzadas, en correspondencia con el desarrollo socio-económico alcanzado.

Durante muchos años, en nuestro país se tuvo la imagen de que los pueblos de África son pobres y muy atrasados, sobre todo al ser comparados con el desarrollo alcanzado por los hombres que pueblan las grandes ciudades americanas, en especial, de los Estados Unidos de América. ¿Es esto realmente así?, ¿a qué se debe la diferencia entre su forma de vida y la nuestra?

En realidad, en el continente africano, todavía viven pueblos en condiciones que podrían ser muy semejantes a las de los primitivos *hombres de Cro-Magnon*, pero esto no permite generalizar y decir que los pueblos africanos son culturalmente atrasados, pues no todos viven así; además, esto no permite plantear una inferioridad entre unos pueblos u otros, ya que, por ejemplo, en los propios Estados Unidos de América, que tanto se empeña en resaltar su desarrollo y demostrar su "superioridad", viven pueblos fundamentalmente indígenas, que habitan en condiciones sumamente atrasadas.

¿Podemos afirmar que la actual situación de la mayoría negra en muchos países de África o de los indios de América Latina, demuestra la superioridad biológica de la raza europoide? ¿No es esto lo que plantean algunos gobiernos? ¿Tendrá esto algo que ver con el interés de dominación de un grupo racial sobre otro? Lo cierto es que las razas existen como resultado de las modificaciones sufridas por las diferentes poblaciones, como adaptación a las condiciones del medio ambiente, pero lo que no existe es la prueba científica de la superioridad de una raza sobre otra.

¿Existe una raza pura? Ninguna de las actuales razas constituyen una raza pura, pues las migraciones han sido frecuentes en la historia del hombre y se ha producido un notable mestizaje y

en la medida que transcurre el tiempo, esto es más frecuente, tanto que, en la actualidad, existen muchos países en que el mestizaje representa la mayoría, como por ejemplo, en Cuba, Brasil y Méjico.



#### Tarea

- ¿Cuáles son las características que permiten diferenciar al hombre del resto de los animales?
- ¿Cuáles, de los hombres primitivos, son considerados como *Homo sapiens*?
- Argumenta por qué se puede plantear que *Homo sapiens* constituye una sola especie.
- ¿A qué se debe el surgimiento de las razas humanas? Argumenta tu respuesta.
- ¿Qué opinión tienes acerca de la teoría que apoya la existencia de unas razas humanas superiores a otras? Explica tu respuesta.
- Ejemplifica algunos hechos de las manifestaciones de racismo en diferentes países que hayas conocido por la radio, la televisión o cualquier otro medio de difusión. ¿Qué tú opinas acerca de estas manifestaciones de racismo?
- ¿Se puede afirmar que el hombre es un producto de la evolución animal? ¿Por qué?

## Introducción al estudio del organismo humano

### *Organización del cuerpo humano*

Después de haber estudiado los factores que propiciaron el origen y el desarrollo de la especie humana, así como los rasgos que distinguen a esta, entre todos los animales, estás en condiciones de pasar al estudio del hombre; es conveniente realizar dicho estudio a partir del análisis de la organización del cuerpo humano, lo cual se hace más factible si se inicia con una presentación general de este.

#### **Curiosidades**

Uno de los más antiguos libros referidos a la estructura del organismo humano fue escrito por el célebre médico griego Alcmeón de Crotona, que vivió cerca del año 500 a.n.e.

### Presentación general del cuerpo humano

Al observar la estructura del cuerpo humano se aprecia que se distinguen tres regiones: la **cabeza**, el **tronco** y las **extremidades** (figura 18); uniendo la cabeza al tronco, se halla el **cuello**.

En la cabeza se pueden diferenciar el **cráneo** y la **cara** y, en el tronco, el **tórax** y el **abdomen** (figura 18).

Entre las extremidades se destacan las **dos superiores** y las **dos inferiores**; te percatarás que estas no se denominan así en animales como el perro y el caballo, por ejemplo. Como seguramente has de suponer, esto está determinado por la posición erecta, característica del hombre.

Las extremidades superiores están formadas por el **brazo**, el **antebrazo** y la **mano** (figura 18), en la que la disposición de los dedos, como conoces, tiene gran significación en el desarrollo de múltiples actividades.

En las extremidades inferiores se distinguen: el **muslo**, la **pierna** y el **pie** (figura 18).

El análisis de la estructura interna del cuerpo humano permite comprobar que, bajo la piel, se hallan los músculos, y que estos cubren a los huesos, en general; todos estos órganos están unidos mediante tejido conectivo y, en las regiones de la cabeza y el tronco, constituyen la pared del cuerpo, la cual está tapizada internamente por membranas.

La pared del cuerpo limita las cavidades de este, en las cuales están alojados y protegidos órganos de los diferentes sistemas de órganos.

En la cabeza se halla la **cavidad craneana** (figura 19), en la que está alojado el encéfalo; continua a esta cavidad, hay un conducto que se extiende internamente a lo largo de la columna vertebral, y aloja a la médula espinal.

En el tronco se distinguen dos cavidades (figura 19): una superior, la **torácica**, y una inferior, la **abdominal**. ¿Recuerdas la localización del diafragma?; es precisamente este músculo, en forma de cúpula, el que delimita internamente al tórax del abdomen y, por lo tanto, a las dos cavidades mencionadas. En la ca-

#### **Curiosidades**

El primer libro acerca de la estructura del cuerpo humano, escrito por un cubano, se editó en 1893 y su autor fue el notable médico José Leopoldo Yarini.

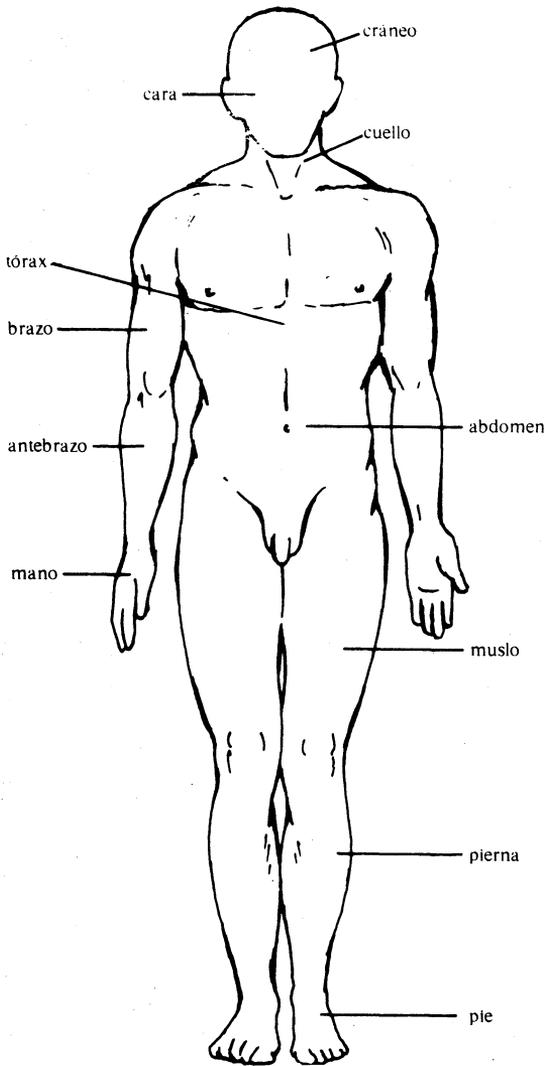


Fig. 18 En el cuerpo humano se distinguen diferentes regiones.

vidad torácica están alojados el corazón y grandes vasos sanguíneos, así como los bronquios y los pulmones; en la cavidad abdominal se hallan, entre otros, el estómago, el intestino, el páncreas, el bazo y los riñones.

Hasta ahora se ha hecho referencia solo a las principales cavidades del cuerpo humano; existen otras de menores dimensiones, en las cuales se alojan órganos no menos importantes. Podrías averiguar con tu profesor la importancia, al respecto, de las cavidades orbitales, nasales y bucal.

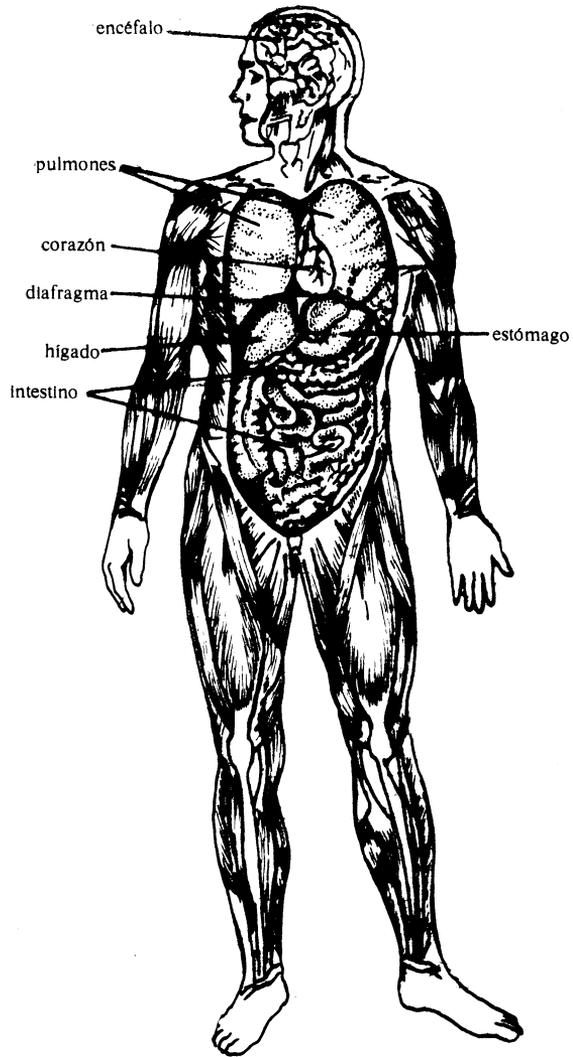


Fig. 19 En las cavidades del cuerpo están alojados diferentes órganos.



### Tarea

- ¿Cuáles son las regiones que se distinguen en el cuerpo humano? Menciona, además, las partes en que se dividen esas regiones.
- Refiérete a la localización de las principales cavidades del cuerpo humano, así como a ejemplos de órganos que en ellas están alojados.

## La célula como unidad estructural y funcional del organismo humano

Te has familiarizado, a grandes rasgos, con las características del cuerpo humano en cuanto a su organización. Seguramente te interesará conocer cómo funciona el organismo como un todo; para esto, es necesario el análisis previo de sus partes componentes y, en este sentido, conviene comenzar por la que constituye la unidad de estructura y función del organismo: la **célula**.

Los estudios realizados en grados anteriores te permitieron conocer que la célula es la unidad básica de todos los organismos, tanto de estructura como de función. Asimismo, recordarás que todas las células tienen características comunes y que constituyen la unidad tanto de estructura como de función de los organismos, por lo que esto es válido también en el organismo humano.

¿Qué características presentan las células del organismo humano? Seguidamente estudiarás algunas características de estas que te permitirán profundizar en tus estudios sobre la célula **eucariota**.

Al observar estas células con el microscopio óptico (figura 20a), se aprecia que, aunque presentan diferentes formas, en ellas se distinguen dos partes bien definidas, que son el **citoplasma** y el **núcleo**; sin embargo, otras estructuras, como la **membrana citoplasmática**, las **mitocondrias**, el **complejo de Golgi**, los **ribosomas**, el **retículo endoplasmático**, los **centríolos** y el **nucléolo**, no se observan con nitidez o no es posible observarlos, por lo que es necesario, para su estudio, el empleo de equipos más potentes, como el microscopio electrónico (figuras 20b y 21).

Todo este conjunto de estructuras que constituyen la célula intervienen en funciones específicas, pero muy relacionadas entre sí, es decir, se integran en un todo que mantiene un constante intercambio con el medio circundante, por lo que podemos afirmar que todas las estructuras que constituyen la célula, y la célula como unidad básica, se encuentran en continuo cambio y transformación, lo cual es una evidencia del movimiento biológico.

### Membrana citoplasmática. Características fundamentales

Como conoces, la membrana citoplasmática separa el medio intracelular del extracelular y es, a través de ella, que se realiza el intercambio de sustancias, pero, ¿pasan libremente todas las sustancias a través de la membrana citoplasmática? Por supuesto que no; las características de su estructura, así como su compleja composición química, determinan que el paso de sustancias entre el medio intracelular y el extracelular esté en dependencia de la permeabilidad de la membrana citoplasmática con respecto a dichas sustancias, por lo que actúa como una barrera selectiva entre los dos medios.

El intercambio de sustancias a través de la membrana citoplasmática se establece, fundamentalmente, por medio de dos procesos: **transporte pasivo** y **transporte activo**. Uno de estos procesos consiste en que las sustancias que se encuentran en ma-

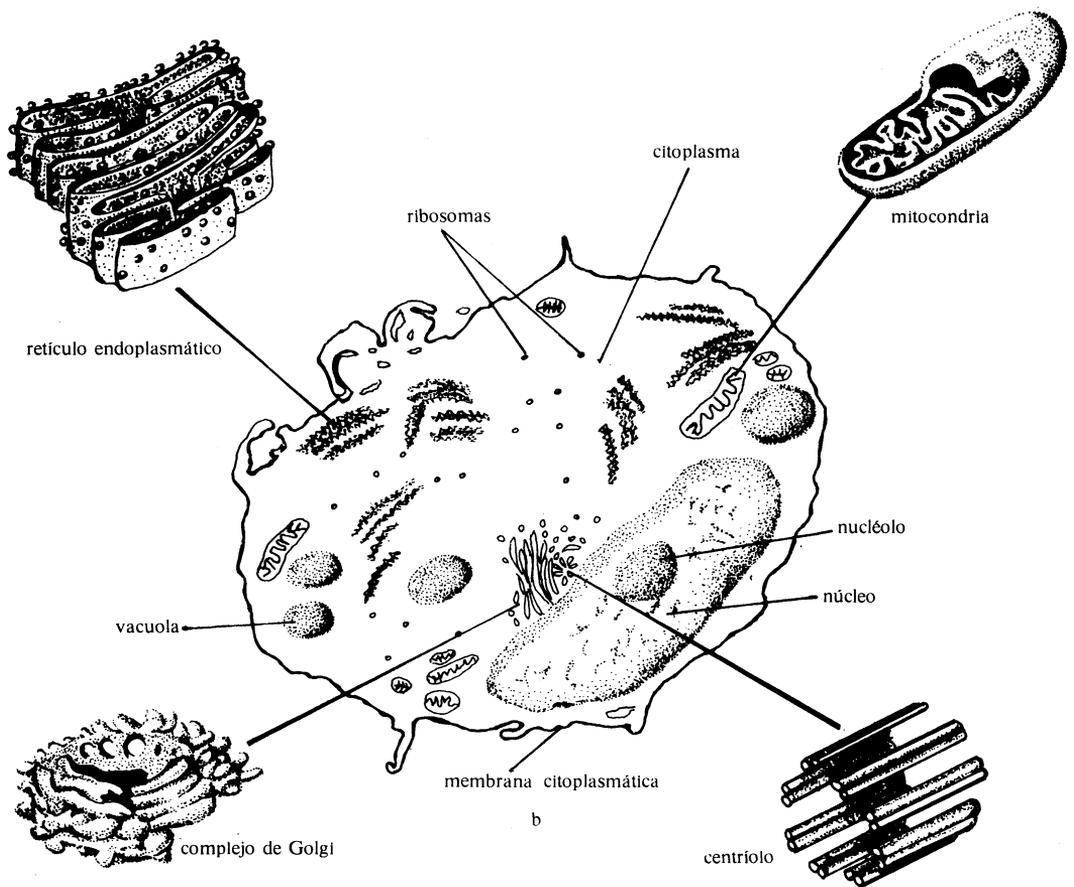
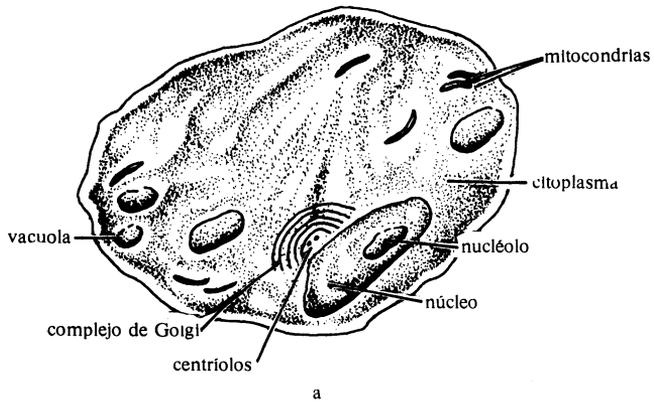


Fig. 20 Cuando se utiliza el microscopio electrónico, se observan detalles de las estructuras celulares que no se aprecian cuando se utiliza el microscopio óptico para observar la célula.

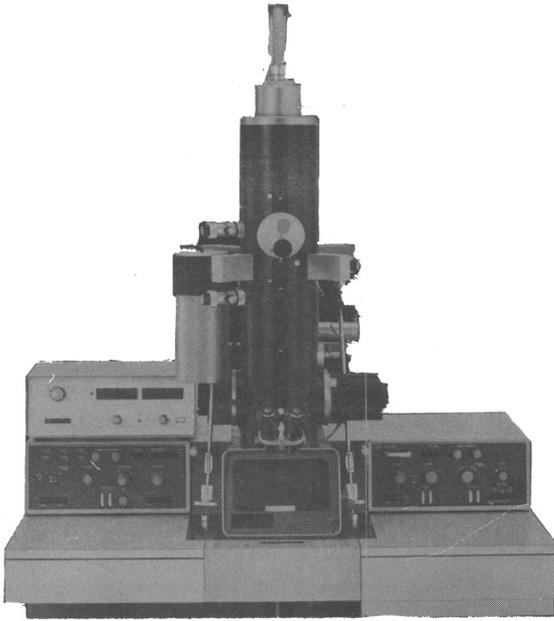


Fig. 21 El microscopio electrónico, un valioso auxiliar en el estudio de la célula.

yor concentración a un lado de la membrana tengan mayores posibilidades de pasar a través de esta; este proceso, que no requiere de gasto de energía de la que se obtiene de la respiración, es el **transporte pasivo** (figura 22), el cual, en este caso, se denomina también **difusión**.

Sin embargo, hay determinadas sustancias que, encontrándose en menor concentración en uno de los lados de la membrana, pasan al otro lado; ¿habrán pasado por difusión?; indudablemente que no, ya que, en este caso, por ocurrir el paso de sustancias desde donde hay menor concentración hacia donde hay mayor concentración, requiere de energía en su realización. Este proceso se denomina **transporte activo** (figura 22). Entonces, ¿qué es el transporte activo? Es el paso de sustancias a través de la membrana, desde el medio donde se encuentran en menor concentración hacia el medio donde hay mayor concentración, con utilización de energía proveniente de la respiración.

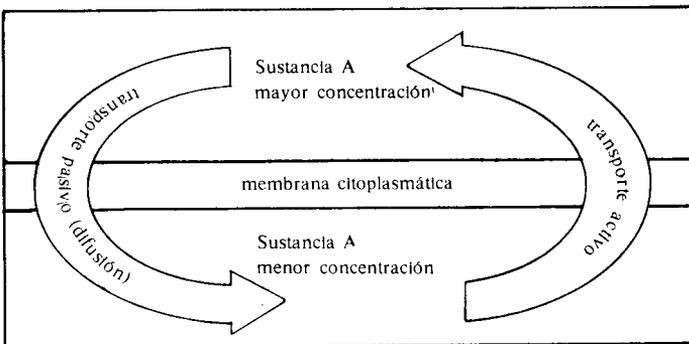


Fig. 22 El transporte pasivo se diferencia del transporte activo.

## Citoplasma. Características fundamentales

El uso del microscopio electrónico permitió a los científicos conocer la compleja estructura del citoplasma y realizar su estudio detallado, tanto de los orgánulos, como del resto de este.

El citoplasma, que se halla localizado entre la membrana citoplasmática y la envoltura nuclear (figura 20), se caracteriza por tener una constitución gelatinosa; en él se realizan importantes funciones que determinan las transformaciones que tienen lugar en la célula.

Los orgánulos citoplasmáticos presentan características estructurales propias e intervienen en funciones específicas pero, a su vez, mantienen una estrecha relación entre ellos.

Entre los orgánulos se encuentran las **mitocondrias**. Cuando estas se observan al microscopio electrónico, se pueden distinguir, en su estructura, dos membranas fundamentales: una externa y una interna, la cual forma pliegues (figura 20). Estos orgánulos participan en la **respiración**.

Las **vacuolas**, como has estudiado, intervienen en el almacenamiento de determinadas sustancias en las células y los **centríolos** son orgánulos que, al microscopio óptico, se observan como dos pequeños puntos (figura 20). Estos puntos, vistos con el microscopio electrónico, pueden notarse que constituyen estructuras cilíndricas y se ha comprobado que están asociados al proceso de **división celular**.

Además de los orgánulos celulares mencionados anteriormente, en el citoplasma se encuentran otras estructuras, como son el **retículo endoplasmático** y el **complejo de Golgi**, sistemas de cavidades interconectadas y limitadas por membranas; asimismo, se destaca la presencia de los **ribosomas**.

En la célula se elaboran sustancias necesarias en su funcionamiento. ¿Crees que en tal elaboración intervenga una estructura citoplasmática aislada, o varias de estas, relacionadas entre sí? Son varias las estructuras que intervienen; así, por ejemplo, tres de ellas, que se encuentran muy relacionadas estructural y funcionalmente, participan en este proceso; estas son: el retículo endoplasmático, los ribosomas y el complejo de Golgi.

El **retículo endoplasmático** y los **ribosomas** se han podido conocer con el empleo del microscopio electrónico; estos últimos, por lo general, están asociados a las membranas del retículo o pueden presentarse libres. El retículo se caracteriza por presentar canales que participan en la elaboración y la conducción de sustancias que han sido elaboradas por él y por los ribosomas (figura 20); tales sustancias pueden ser constituyentes del organismo o intervenir en determinadas funciones en este.

En el **complejo de Golgi** (figura 20) se almacenan las sustancias transportadas por el retículo y, a partir de estas, se elaboran sustancias que pueden ser utilizadas por la célula o ser secretadas al exterior de esta.

Al analizar las funciones de la membrana y de los orgánulos citoplasmáticos, te habrás percatado cómo, en las continuas transformaciones que ocurren, se manifiesta el movimiento de la célula.

## Núcleo. Características fundamentales. Importancia de los cromosomas

El **núcleo** (figura 20), debido a su tamaño, se puede observar con el microscopio óptico con relativa facilidad. Está limitado por una envoltura nuclear y, dentro de él, se observan zonas más densas que son los **nucleolos**; estos participan en la elaboración de los componentes de los ribosomas.

De tus estudios en grados anteriores recordarás que en el núcleo se encuentran presentes unas estructuras en forma de filamento que intervienen en la transmisión de las características hereditarias. Estas estructuras son los **cromosomas**, los que, en ocasiones, pueden observarse con el microscopio óptico como unos bastoncillos cortos y gruesos que presentan diferente forma y tamaño.

Los cromosomas se encuentran formando parte del material nuclear de las células de todos los organismos. Entonces, ¿todos los organismos tienen el mismo número de cromosomas? Por supuesto que no; su número varía en dependencia de la especie; por ejemplo, en el hombre hay 23 pares, es decir, 46 cromosomas; en el perro, hay 39 pares; en la vaca 30, en el tabaco 24, y en la cebolla hay 16 pares, manteniéndose siempre constante este número en cada especie.

Entre estos pares de cromosomas hay un par que corresponde a los cromosomas sexuales. Así, la especie humana, que presenta 23 pares, tiene un par de cromosomas sexuales y 22 pares de cromosomas no sexuales; el par de cromosomas sexuales interviene en la determinación del sexo.

Los cromosomas, a su vez, están constituidos fundamentalmente por segmentos o unidades más pequeñas: los **genes**; estos son indispensables en la transmisión de las características hereditarias, como el color de los ojos y del pelo, la estatura y la velocidad de crecimiento, entre otras.



### Tarea

- Observa la figura 20 y, basándote en esa observación, así como en lo que has estudiado, llega a conclusiones acerca de la importancia del microscopio electrónico en el estudio de la célula.
- ¿Qué características presenta la estructura que interviene en el intercambio de la célula con el medio circundante?
- Compara los procesos de difusión y de transporte activo.
- Se ha observado que las fibras musculares de las alas de los insectos poseen una mayor cantidad de mitocondrias que el resto de las fibras musculares de estos animales. ¿Qué importancia puedes atribuir a esta situación?
- ¿Por qué se puede plantear que las funciones del retículo endoplasmático, el complejo de Golgi y los ribosomas están estrechamente relacionadas?
- Argumenta la afirmación siguiente: en la célula ocurren variados y complejos procesos que aseguran el mantenimiento de la vida del organismo.

- ¿Qué importancia tienen los cromosomas?
- En una investigación se hallaron dos organismos muy parecidos entre sí y se pensó que pertenecían a la misma especie. Al analizar sus cromosomas, se comprobó

que poseían diferente número de estos. ¿A qué conclusiones tú llegarías?

- ¿Qué son los genes y qué importancia tienen?

### Mitosis y meiosis. Importancia

#### Mitosis

Seguramente te habrás preguntado alguna vez por qué se cicatriza una herida, o se pueden soldar los huesos cuando ocurre una fractura; así como por qué crecen las ramas de un árbol.

Esto ocurre porque las células del organismo tienen la propiedad de dividirse continuamente y así reparan tejidos, restituyen células que mueren y posibilitan el crecimiento. Todo esto es posible debido a que en las células, tras un período en el que se preparan intensamente las condiciones, tiene lugar un proceso de división celular denominado **mitosis**. Los cambios que ocurren en la célula durante este proceso se manifiestan, fundamentalmente, en el núcleo y, en especial, en los cromosomas.

¿Cómo ocurre el proceso de división celular por mitosis? Analicemos algunos detalles.

El proceso de división celular por mitosis tiene lugar de forma continua y, durante él, ocurren transformaciones en las diferentes estructuras que componen la célula, siendo significativos los cambios en los cromosomas.

Desde el inicio de la mitosis, los cromosomas se observan cada vez más gruesos, puesto que se han duplicado; posteriormente, se sitúan en el plano ecuatorial de la célula al desorganizarse la envoltura nuclear (figura 23). A continuación, se van separando por una región determinada y cada parte se mueve hacia los polos de la célula. Cada mitad de los cromosomas llega a constituir los futuros cromosomas "hijos" (figura 23).

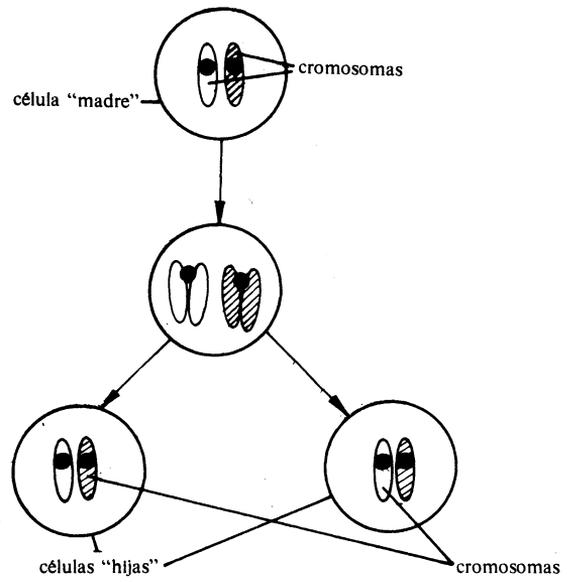


Fig. 23 La división celular por mitosis. Solo se representan los cambios que ocurren en los cromosomas.

Por último, reaparece la envoltura nuclear y la célula se estrangula por su región central, formándose dos células “hijas” a partir de la célula “madre” (figura 23).

¿Qué importancia tiene este proceso? Asegura que las células “hijas” tengan la misma cantidad de cromosomas que la célula que les dio origen. Las células “hijas” formadas se desarrollan y crecen y, por medio de este proceso de división celular, es posible el desarrollo del embrión, su crecimiento, la renovación de tejidos, la cicatrización de las heridas, etcétera.

### *Meiosis*

¿Por qué los hijos no son totalmente iguales a los padres? Para dar respuesta a esta pregunta es necesario que analices lo siguiente.

Como conoces de grados anteriores, en los organismos que se reproducen sexualmente tiene lugar el proceso de fecundación, mediante el cual se unen dos células, una del organismo femenino (óvulo) y una del organismo masculino (espermatozoide), y forman el huevo o cigote, que posteriormente se desarrolla y da lugar a un nuevo individuo.

Las células que participan en la fecundación son las llamadas células sexuales o gametos y aportan las características hereditarias que se transmiten de padres a hijos.

Si en la especie humana, tanto la hembra como el varón aportaran sus 23 pares de cromosomas, ¿cuántos pares de cromosomas tendría la descendencia? Tendría 46 pares de cromosomas; y si dos de estos individuos (masculino y femenino) se reproducen, a su vez, seguiría aumentando el número de cromosomas. Sin embargo, como planteamos con anterioridad, el número de cromosomas es constante en cada especie; ¿a qué se debe esto? Existe un proceso de división celular diferente a la mitosis, que posibilita que se mantenga constante el número de cromosomas de la especie. Este proceso se denomina **meiosis** (figura 24) y ocurre durante la formación de las células sexuales; consiste en dos divisiones celulares sucesivas que dan lugar a células “hijas” con la mitad del número de cromosomas de la célula “madre”. Estas células “hijas” constituyen los gametos, es decir, los óvulos y los espermatozoides.

¿Qué importancia tiene este proceso? Este proceso asegura que, en las especies que se reproducen sexualmente, como la humana, en la que cada gameto tiene 23 cromosomas, al fusionarse la célula masculina con la femenina, dé lugar a un cigote con 23 pares también; como has de suponer, en cada par de cromosomas de las células del nuevo individuo, que se origina al desarrollarse el cigote, un cromosoma proviene del padre y el otro, de la madre.

Las características aportadas por los padres durante la fecundación se combinan en la formación del huevo o cigote, lo que, unido a otros factores, determinan que los hijos no sean totalmente iguales a sus padres, dando lugar, de esta forma, a la gran diversidad de individuos. ¿Puedes ahora responder la pregunta realizada al inicio del estudio de la meiosis?

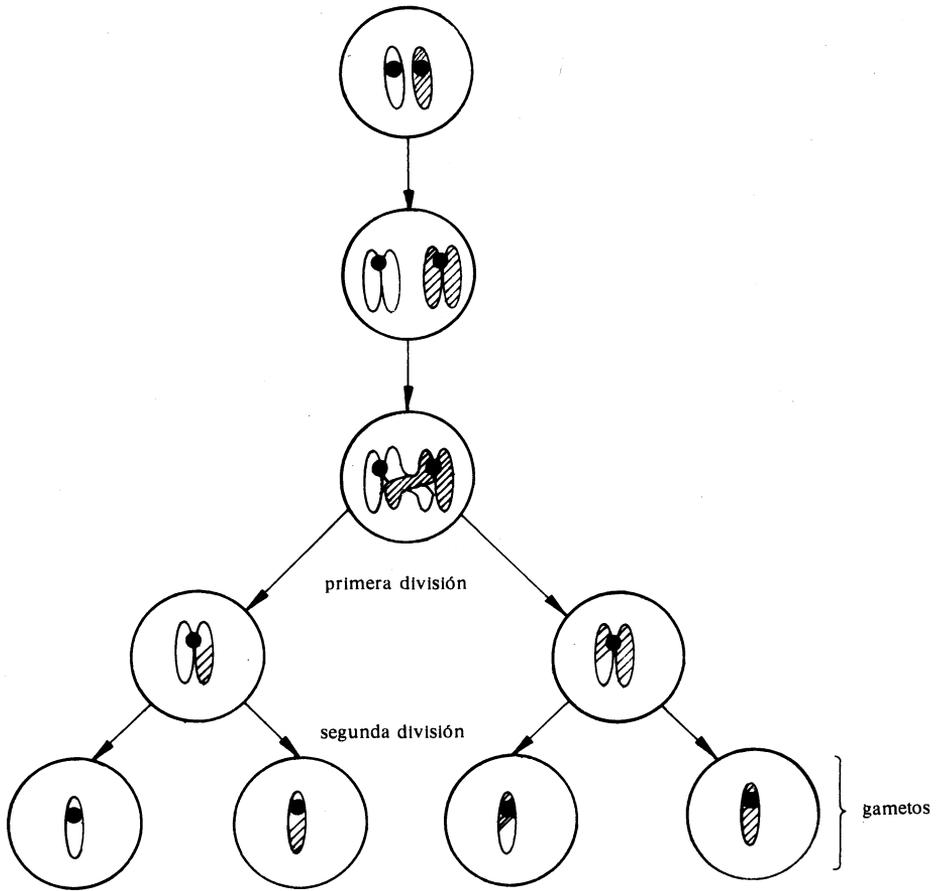


Fig. 24 La meiosis ocurre durante la formación de los gametos. Solo se representan los cambios que ocurren en los cromosomas.



Tarea.

- ¿Qué importancia tiene que los cromosomas se dupliquen al inicio del proceso de mitosis? Para responder, puedes apoyarte en la figura 23.
- ¿Qué importancia tiene el proceso de división celular por mitosis?
- ¿Qué es la meiosis?
- ¿Qué sucedería si no ocurriera el proceso de división celular por meiosis durante la formación de las células sexuales?
- Compara los procesos de mitosis y meiosis.

## Tejidos fundamentales

Seguramente tienes ya la certeza de que las células no se hallan aisladas en el organismo, sino que, por el contrario, están agrupadas y se relacionan mutuamente; a la agrupación de células, que se distingue por presentar características estructurales semejantes, y que realizan una o varias funciones en el organismo, se le denomina **tejido**.

Al estudiar un determinado tejido, el conocimiento de su localización en el organismo, así como el análisis de las características de sus partes componentes (las **células** y la **sustancia intercelular**), hacen posible una mejor comprensión de las funciones que este realiza. Estas funciones pueden ser, entre otras: protección, sostén, secreción, contracción, recepción de estímulos y transmisión de impulsos nerviosos.

En los diferentes tejidos, el intercambio entre las células y el medio extracelular es posible porque estas se hallan bañadas por un líquido; dicho líquido representa un "puente" de intercambio entre la sangre y las células.

En el cuerpo humano, como en muchos animales, existen cuatro tipos fundamentales de tejidos: **epitelial**, **conectivo**, **muscular** y **nervioso**.

### Tejido epitelial

El tejido epitelial es un tejido de revestimiento, tanto de las superficies externas como de las cavidades y los conductos internos del organismo. Si observas la figura 25, puedes percatarte de que sus células se encuentran unidas estrechamente, debido a la escasa sustancia intercelular; esta característica, en un tejido de revestimiento o de superficie, es la más conveniente a la función de **protección** que realiza el epitelio. Este tejido realiza, además, otras funciones; por ejemplo, el fino epitelio intestinal, que reviste el intestino delgado, secreta sustancias que intervienen en la transformación de los alimentos, es decir, tiene función de **secreción**. No te resultará extraño que las glándulas, cuya función es la de secreción, estén constituidas por tejido epitelial.

A través del mismo epitelio intestinal pasan a los líquidos circulantes (sangre y linfa) las sustancias alimenticias digeridas, o sea, es un epitelio que tiene también función de **absorción**.

Mientras que el epitelio anteriormente mencionado está constituido por solo una capa de células, el que forma la epidermis de nuestra piel lo constituyen varias capas o estratos de células. ¿Qué importancia atribuyes a esto?

### Tejido conectivo

El tejido conectivo se encuentra prácticamente en todo el organismo, generalmente uniendo o conectando, así como relacionando diferentes órganos; es precisamente a esto a lo que debe su nombre. La observación microscópica de diferentes muestras de tejido conectivo revela que, a diferencia del tejido epitelial, le es característico presentar abundante sustancia intercelular (figu-

ra 25), la cual puede tener diferente consistencia y estar atravesada por numerosas fibras.

El tejido conectivo comprende diferentes variedades; al respecto, se hará referencia al **conectivo fibroso**, al **óseo**, al **cartilaginoso**, al **adiposo** y a la **sangre**, considerada por muchos autores como una variedad especial.

Seguramente habrás visto, en la carne de res, como unas membranas que envuelven y unen entre sí los músculos, así como unos cordones blancos, llamados tendones, que unen a estos con los huesos; estas estructuras mencionadas están constituidas por tejido **conectivo fibroso**, el cual debe su nombre a la abundancia de fibras que presenta en la sustancia intercelular (figura 25). Atendiendo a la función de este tejido, ¿te das cuenta a qué se debe el nombre de conectivo, al cual se hizo referencia anteriormente?

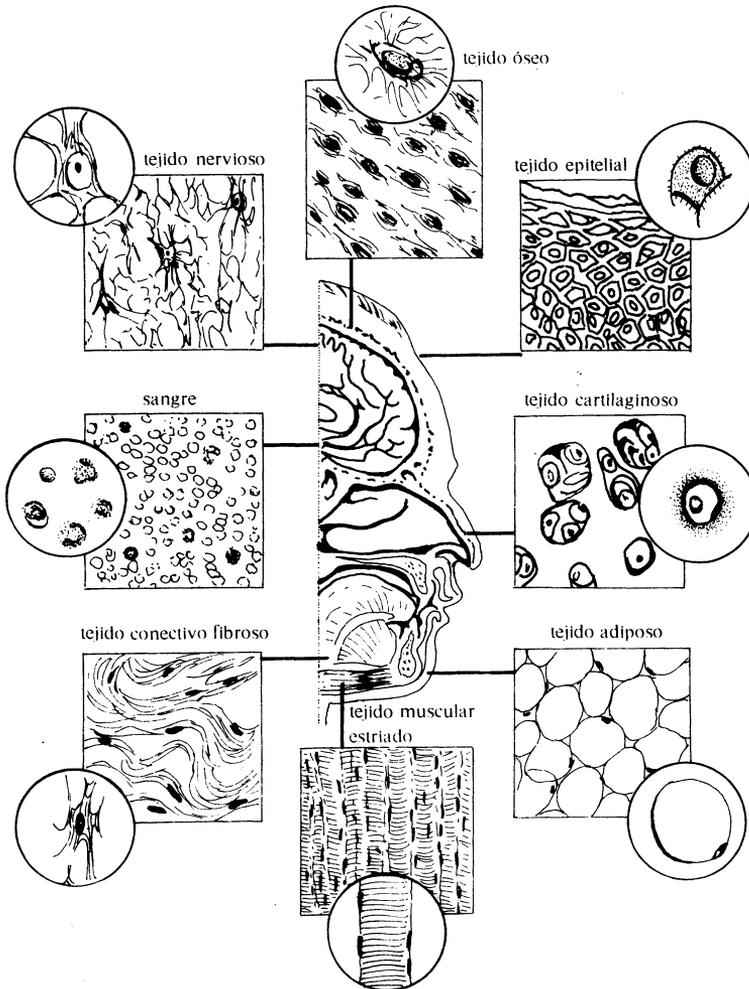


Fig. 25 Los tejidos en el organismo humano son constituyentes de los diferentes órganos.

El tejido **óseo** es una variedad de tejido conectivo que, como sugiere su nombre, se localiza en los huesos del esqueleto; no tendrás dudas, entonces, de su función de sostén. En este tejido es característica la sólida consistencia de la sustancia intercelular, así como la disposición de esta (figura 25), lo cual tiene gran significado en la función que desempeña.

El tejido **cartilaginoso** se localiza en estructuras como el pabellón de la oreja, el tabique de la nariz, la tráquea y los bronquios, entre otros; como el óseo, interviene en el sostén, entre otras funciones. Si observas la figura 25, notarás que las células del tejido cartilaginoso se hallan en espacios libres o lagunas, rodeadas por numerosas fibras; esas fibras son fuertes, flexibles y elásticas, lo cual se relaciona con la función que este tejido realiza.

El tejido **adiposo** se localiza, por ejemplo, debajo de la piel, pudiendo ser abundante en el abdomen y los glúteos, por ejemplo. En la figura puedes observar que, en las células de este tejido, el citoplasma ha sido desplazado debido a la presencia de grandes vacuolas (figura 25), en las cuales se almacena grasa; una capa de tejido adiposo bajo la piel contribuye a mantener la temperatura corporal, además de amortiguar los efectos de los golpes.

Teniendo en cuenta su composición, la **sangre** presenta características propias del tejido conectivo, de ahí que muchos autores la consideran como tal, según se ha expresado. Los elementos celulares de la sangre, por ejemplo, los glóbulos rojos y los glóbulos blancos, se encuentran en una abundante sustancia intercelular líquida, el plasma sanguíneo (figura 25). Entre otras funciones, la sangre interviene en el transporte de sustancias en el organismo, con lo que, de hecho, relaciona los diferentes tejidos entre sí.

## Tejido muscular

El tejido muscular está localizado en órganos contráctiles y elásticos como, por ejemplo, los músculos y el estómago. Las células de este tejido, que está especializado en la contracción, se denominan **fibras musculares**, por tener forma alargada en la dirección de la contracción. ¿Comprendes lo conveniente que resulta esta forma a la función del tejido? Es indudable que las contracciones y relajaciones son decisivas en el movimiento.

No todas las fibras musculares presentan iguales características; las que constituyen los músculos que se unen al esqueleto (músculos esqueléticos), son cilíndricas y están provistas de varios núcleos; por presentar bandas o estriaciones, se les denomina fibras **estriadas** (figura 26).

Las fibras musculares que forman parte de las paredes del estómago y el útero, así como de los vasos sanguíneos, por ejemplo, son aguzadas en sus extremos y poseen un solo núcleo; a diferencia de las fibras estriadas, carecen de bandas o estriaciones (figura 26), por lo cual se les denomina fibras **lisas**.

### Curiosidades

La longitud de las fibras musculares estriadas puede ser superior, en más de 50 veces, a la de las fibras lisas; sin embargo, la duración de la contracción de estas últimas es mucho mayor.

Mientras las fibras musculares estriadas se contraen voluntariamente, las lisas lo hacen de modo involuntario. Basándote en esta característica, llegarás a la conclusión de que los músculos esqueléticos son voluntarios, y podrás mencionar ejemplos de órganos y estructuras que presenten tejido muscular de contracción involuntaria.

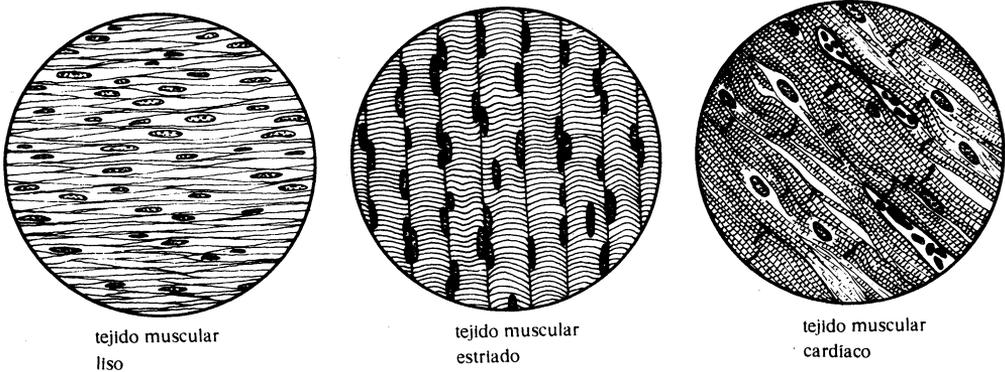


Fig. 26 Todas las fibras musculares no presentan iguales características.

En el tejido muscular **cardíaco** (figura 26), que está presente en el corazón, las fibras se encuentran dispuestas en forma de red y sus estriaciones no son bien visibles, de modo que se distingue del tejido descrito anteriormente; lo distingue, asimismo, su contracción involuntaria, una característica funcional que te resulta conocida.

### Tejido nervioso

El tejido nervioso se localiza en el cerebro y la médula espinal, por ejemplo. Este tejido está especializado, fundamentalmente, en transmitir los impulsos nerviosos.

En las células del tejido nervioso, denominadas **neuronas**, se distingue un cuerpo celular con numerosas prolongaciones (figura 27); de estas, a las que son generalmente más cortas y numerosas, se les llama **dendritas** y transmiten el impulso hacia el cuerpo celular; la prolongación única que, por lo general, es larga, se denomina **axón**; este transmite el impulso nervioso, bien hacia otra neurona, hacia un músculo, o una glándula.

Como las neuronas se relacionan con los músculos, mediante el axón, es evidente la vinculación que existe entre estas y las fibras musculares pues, mientras las primeras se encargan de transmitir el impulso nervioso, las fibras musculares, constituyentes de los músculos, intervienen en la respuesta al estímulo, contrayéndose. Por supuesto, que la relación entre los tejidos nervioso y muscular es posible solo en la mayoría de los animales. ¿Conoces de otros organismos que posean estos dos tipos de tejidos que no sean los animales?

### Curiosidades

En el cuerpo humano hay neuronas cuyo axón puede tener una longitud superior a un metro.

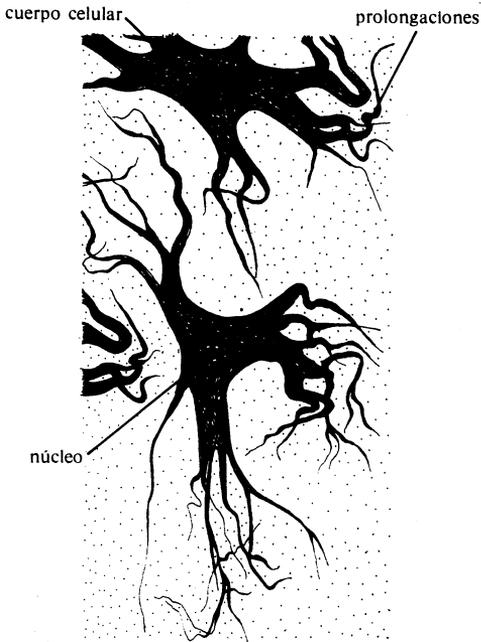


Fig. 27 En la célula nerviosa (neurona) es característica la presencia de ramificaciones.



### Tarea

- Menciona los tipos fundamentales de tejidos del organismo humano y refiérete, además, a las variedades que pertenecen a algunos de estos tipos.
- ¿Por qué se afirma que un tejido puede tener una o varias funciones en el organismo? Ejemplifica.
- Explica cómo se manifiesta la relación estructura-función en algunos de los tejidos estudiados.
- Compara los tejidos epitelial y conectivo.
- Refiérete a un ejemplo de la relación que existe entre dos tejidos.

## Órganos y sistemas de órganos

Las células y los tejidos que estas constituyen son partes componentes del organismo; partes de este son también los **órganos**, que están constituidos por diferentes tejidos, unidos estructural y funcionalmente en la realización de una o varias funciones en el organismo. Seguramente podrás mencionar numerosos ejemplos de órganos.

Al igual que las células y los tejidos, los órganos no se encuentran aislados, sino formando conjuntos, relacionados estructuralmente en la realización, en común, de una o varias funciones; estos conjuntos de órganos son los **sistemas de órganos**.

Un ejemplo que permite evidenciar cómo se manifiesta la relación entre los diferentes órganos de un sistema de órganos, lo es el del **sistema digestivo**; en este sistema, órganos como el esófago, el estómago y el intestino, constituyen un largo tubo cuya abertura de entrada es la boca y la de salida, el ano (figura 28); la localización de estos órganos, uno a continuación del otro, no deja lugar a dudas acerca de su relación estructural y, no menos notable, es su relación funcional. Considerando que la función del sistema digestivo es transformar los alimentos en sustancias absorbibles, seguramente son conocidos por ti los trastornos que puede ocasionar el no masticar bien los alimentos. Y, por supuesto, la función de absorción, que ocurre fundamentalmente a través de las paredes del intestino delgado, ¿sería posible sin que sean antes transformados los alimentos en sustancias absorbibles, es decir, que ocurra la digestión?; esta función, como conoces, se inicia en la boca, continúa en el estómago y finaliza en el intestino.

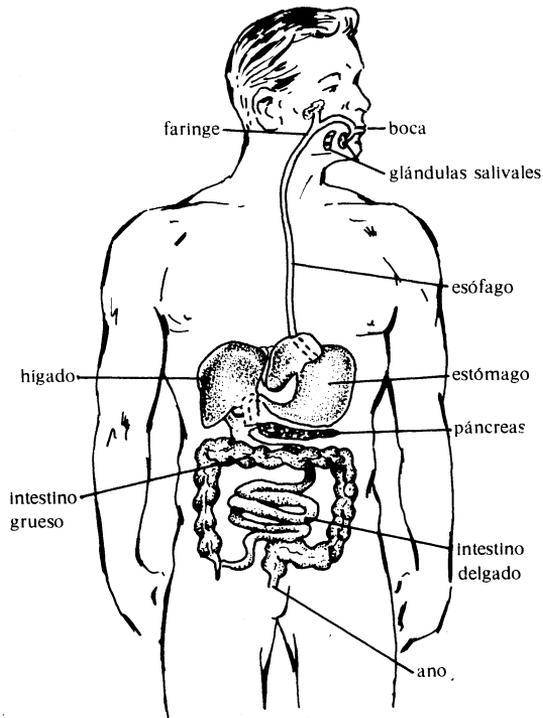


Fig. 28 En esta figura se observa un ejemplo de sistema de órganos.

Como se ha expresado, cada sistema de órganos realiza una o más funciones en el organismo, lo cual no te resultará desconocido, teniendo en cuenta lo que aprendiste en grados anteriores. Sería interesante que actualizaras tus conocimientos en relación con la importancia, en general, de los diferentes sistemas de órganos del organismo. De seguro esto te servirá de base para

realizar un estudio más detallado, que te permita dar respuesta a múltiples interrogantes que es posible te hayan surgido, no solo acerca de tu cuerpo y su funcionamiento, sino también acerca de las medidas a adoptar para conservarte fuerte y saludable.

El **sistema osteomuscular**, constituido por los huesos y los músculos (figura 29), determina la forma y el sostén del cuerpo, e interviene en el movimiento. Imagina si habría posibilidad, por ejemplo, de mantener la posición erecta, o de desarrollar las múltiples actividades en que participan nuestras manos, sin la existencia de la relación estructural y funcional entre los músculos y los huesos, con sus articulaciones.

El **sistema respiratorio**, formado por las vías respiratorias y los pulmones (figura 29), hace posible el intercambio de gases entre la sangre y el aire atmosférico, rico en oxígeno. ¿Crees que sería posible la liberación de energía sin que este gas sea incorporado a la sangre y, desde esta, pase a las células de todo el cuerpo? Sin el sistema respiratorio, ¿sería posible la eliminación del dióxido de carbono, que es altamente nocivo al organismo?

El **sistema circulatorio** está constituido, fundamentalmente, por los vasos sanguíneos y el corazón (figura 29); las contracciones y relajaciones de este órgano, musculoso y hueco, determinan el movimiento continuo de la sangre por el interior de los vasos sanguíneos, es decir, la circulación sanguínea. Si la circulación sanguínea no se mantuviera constante, no es de dudar las consecuencias que ello traería al organismo, teniendo en cuenta la función de transporte que realiza la sangre; son, por esta razón, muy apreciados los trasplantes de corazón, que tan exitosamente se realizan en nuestro país.

Los desechos de los procesos celulares son eliminados mediante diferentes órganos; al respecto, has estudiado, por ejemplo, que los pulmones eliminan dióxido de carbono y que la piel elimina sudor; sin embargo, la mayor cantidad de desechos el organismo la elimina mediante el **sistema urinario o renal** (figura 29), constituido por los riñones y las vías urinarias. Los riñones, conjuntamente con otros órganos excretores, intervienen en la eliminación de sustancias tóxicas y de otras que, sin serlo, se hallan en exceso en el organismo, como el agua, por ejemplo.

Las glándulas que producen y secretan hormonas constituyen el **sistema endocrino** (figura 29). Si recuerdas que las hormonas tienen función reguladora, te resultará fácil comprender que el sistema endocrino tiene función de regulación en el organismo. Ahora bien, ¿es este el único sistema de regulación del organismo?

Conjuntamente con el sistema endocrino, el **sistema nervioso** (figura 29) tiene función de regulación en el organismo; tan relacionados funcionalmente están estos dos sistemas, que suele hacerse referencia a la regulación neuroendocrina, aludiendo a la acción conjunta de ambos sistemas.

Respecto a la función reguladora del sistema nervioso y, relacionados con este, funcionan los **receptores**, mediante los cuales el organismo recibe informaciones acerca de los cambios que ocurren y, como respuesta, contrarresta, si es necesario, los efectos negativos de esos cambios.

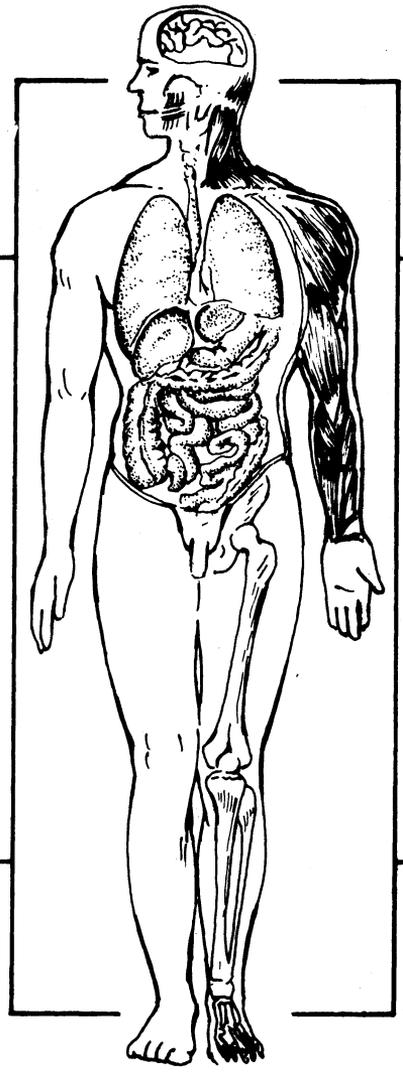
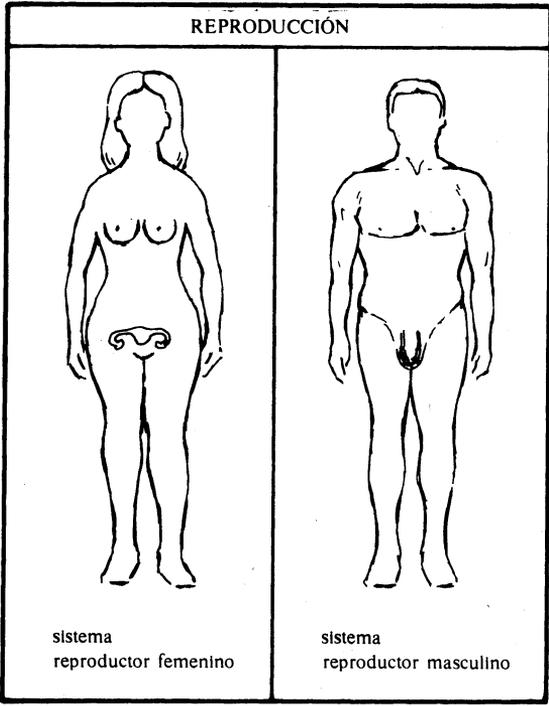
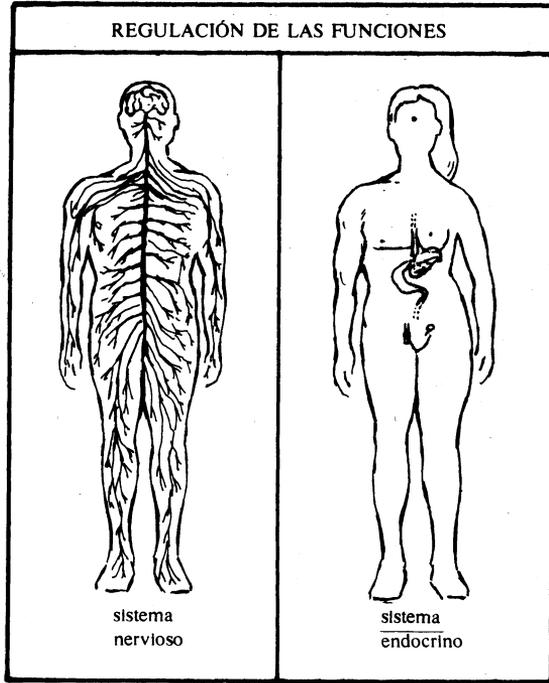
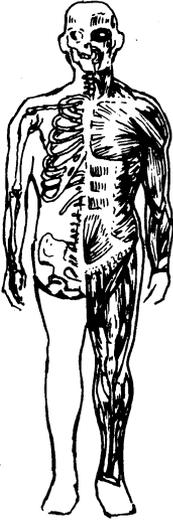


Fig. 29 Cada sistema de órganos tiene determinadas funciones en el organismo.

PROTECCIÓN,  
SOSTÉN Y  
MOVIMIENTO

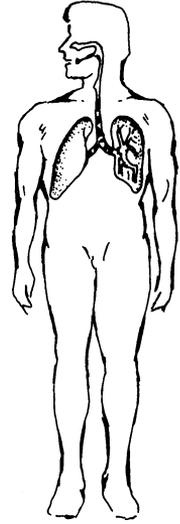


sistema  
osteomuscular  
piel

FUNCIONES VEGETATIVAS



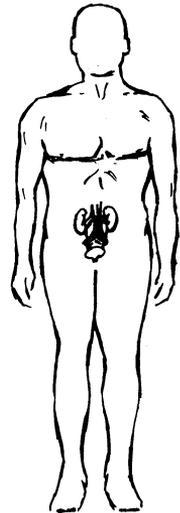
sistema  
digestivo



sistema  
respiratorio



sistema  
circulatorio



sistema  
urinario

El **sistema reproductor** (figura 29) está constituido, entre otros órganos, por los testículos y los ovarios, respectivamente, en el varón y en la hembra. Estás en condiciones de mencionar otros órganos genitales que, en cada caso, forman parte de este sistema. Entre otras funciones, los testículos y los ovarios producen los gametos, de cuya fusión resulta un huevo o cigote. No tendrás dudas de la importancia del cigote en la formación de un nuevo individuo, y lo que ello representa en la conservación de la especie humana.

Te habrás percatado que los sistemas de órganos del organismo humano son: el osteomuscular, el digestivo, el respiratorio, el circulatorio, el urinario, el endocrino, el nervioso y el reproductor.

### Curiosidades

El organismo cuenta también con un importante sistema defensivo, el sistema inmunológico, el cual tiene gran importancia en la destrucción de los agentes productores de enfermedades.

Teniendo en cuenta las funciones de los diferentes sistemas de órganos y, para facilitar su estudio en los capítulos de este libro que a ellos se dedican, se han establecido agrupamientos o bloques de estos sistemas; así, encontrarás que, el primer bloque, **regulación de las funciones**, se dedica al estudio de los sistemas nervioso y endocrino (figura 29).

En un segundo bloque, que pudiera llamarse también nutricional, por agrupar a los sistemas de órganos más directamente relacionados con el suministro y la eliminación de sustancias a las células, se integra el estudio de los sistemas digestivo, respiratorio, urinario y circulatorio (figura 29); a este bloque se le ha denominado el de las **funciones vegetativas**.

Se propone, a continuación, el estudio de las funciones de los huesos y los músculos, así como el revestimiento externo del cuerpo, la piel (figura 29), por lo cual a este bloque se le denomina **protección, sostén y movimiento**.

Con el estudio del sistema reproductor (figura 29), en un bloque denominado **reproducción y desarrollo**, concluye el estudio de los sistemas de órganos del organismo humano.

En párrafos anteriores analizaste, a grandes rasgos, cómo contribuye cada sistema de órganos al funcionamiento del organismo humano. Conoces, del todo, qué es el organismo, las partes, qué son las células, los tejidos, los órganos y los sistemas de órganos. Ahora bien, ¿puede considerarse al organismo como una suma de sus partes o, por el contrario, es un sistema de relaciones que representa un todo único, integrado armónicamente? A esta interrogante pronto le encontrarás una respuesta adecuada.



### Tarea

- Menciona los diferentes sistemas de órganos del organismo humano, así como las funciones en que interviene cada uno.
- De acuerdo con tus conocimientos actua-

les, expresa, basándote en un ejemplo, la relación que existe entre los diferentes órganos que forman un sistema de órganos.

- Observa, en la figura 29, los bloques de sistemas de órganos que se han establecido en este libro. ¿Por qué consideras que resulta

conveniente agrupar, para su estudio, en el mismo bloque, a los sistemas digestivo, respiratorio, urinario y circulatorio?

Es casi seguro que no tengas dudas acerca de las relaciones que existen entre las células de un determinado tejido, o entre los tejidos constituyentes de un órgano; no menos significativa es la relación entre los órganos que forman un sistema de órganos. Entre los diferentes sistemas de órganos del organismo existen, igualmente, relaciones, tanto estructurales como funcionales.

Si analizas la definición de organismo en el vocabulario, válida, por supuesto, para el organismo humano, comprenderás mejor el sentido de la afirmación anterior y, de acuerdo con los conocimientos que ya posees, apoyándote en el estudio de este epígrafe, podrás argumentar, con nuevos elementos, las características implícitas en esa definición.

Es posible que hayas experimentado, al acercar un objeto caliente a uno de nuestros brazos, que este es retirado de inmediato; en dicho caso, ¿reacciona el organismo como un todo, tal como se expresa en la definición de organismo? ¿Crees que, al dar respuesta a un estímulo, bastaría solo con la intervención del sistema nervioso?

Seguramente te resulta comprensible que en el movimiento de retirar el brazo intervenga, de manera directa, el sistema osteomuscular, así como que, durante la contracción de los músculos que posibilitan tal movimiento, se utilice energía.

En las fibras musculares, como en todas las células, se libera energía que es utilizada en los diferentes procesos que estas realizan. La energía es liberada cuando, en esas células, ocurre la descomposición de las sustancias alimenticias en presencia de oxígeno, es decir, durante la respiración; como resultado de esta función, se obtienen, además de energía, sustancias de desecho, como has estudiado.

Mediante el análisis del párrafo anterior, te darás cuenta que los procesos celulares están en dependencia del funcionamiento de los sistemas que intervienen en la digestión, en la respiración y en la excreción. Pudieras proceder a explicar el porqué en cada caso y, durante esta explicación, seguramente no omitirás la función del sistema circulatorio, pues la sangre posibilita la relación entre las células constituyentes de los diferentes sistemas de órganos (figura 30).

En la unidad del organismo tiene notable influencia el funcionamiento del sistema nervioso pues, por medio de los nervios que están en contacto con los diferentes órganos del organismo, son transmitidas "órdenes nerviosas" procedentes de los centros nerviosos. Tales "órdenes" representan la respuesta a la variedad de estímulos a que está sometido el organismo; así, determinarán la contracción de los músculos mencionados en el ejemplo inicial de este epígrafe, o la contracción del corazón o de la vejiga; o determinarán, en muchos casos, la secreción de las sustancias que intervienen en la digestión y la secreción de hormonas, por citar solo algunos ejemplos.

## *El organismo humano como un todo*

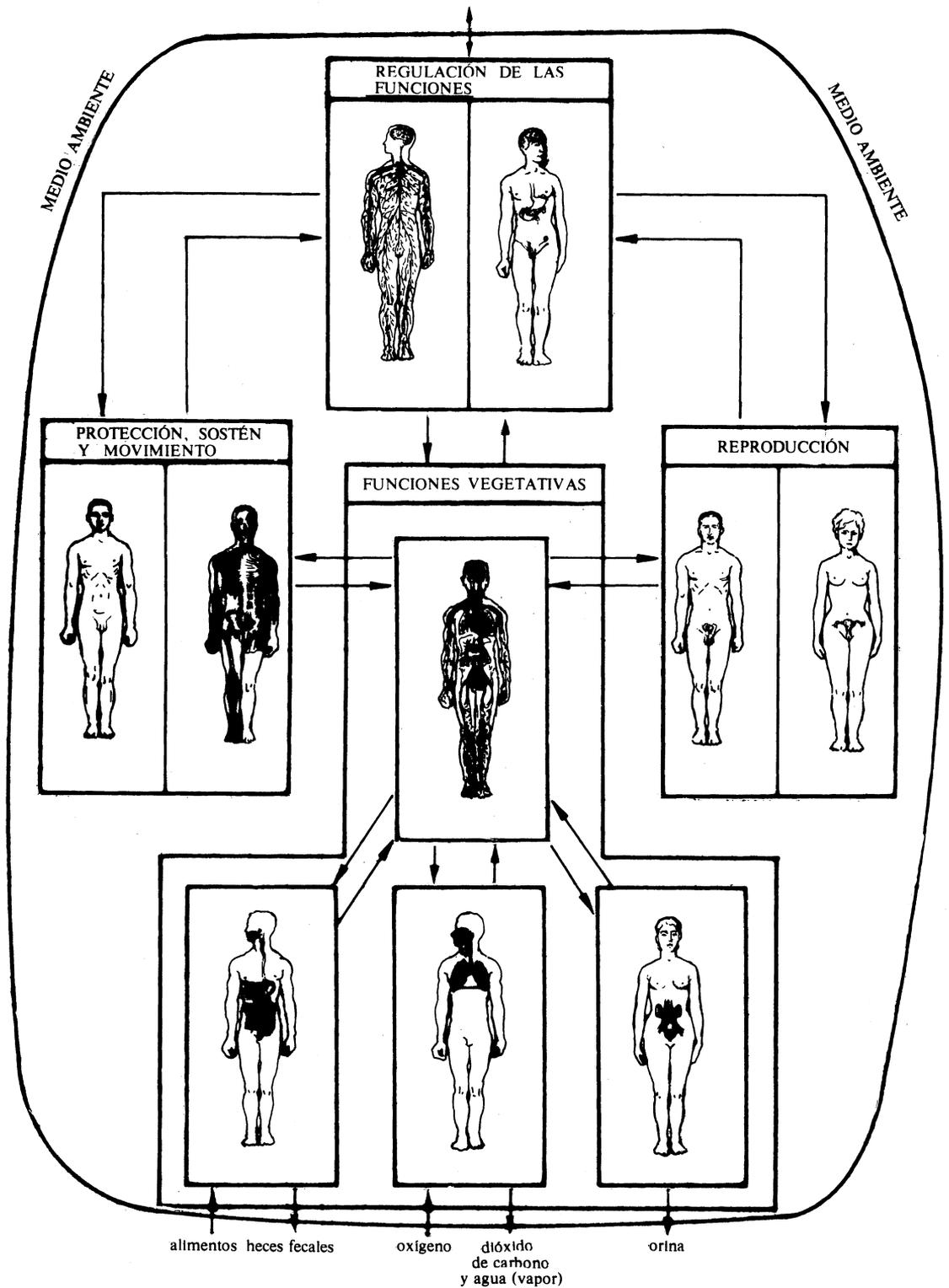


Fig. 30 La interrelación en las diferentes funciones hace que el organismo funcione como un todo.

Mediante el análisis de los ejemplos anteriores, ¿te das cuenta de la importancia del sistema nervioso en el funcionamiento del organismo como un todo?

Con el estudio de este epigrafe, seguramente comprenderás mejor por qué los procesos celulares se relacionan con el funcionamiento de los diferentes sistemas de órganos, como se ha expresado pero, a la vez, te darás cuenta que la relación de dependencia es recíproca, o sea, el funcionamiento de los sistemas de órganos depende de los procesos celulares; en este sistema de relaciones se manifiesta la unidad del organismo.

## Metabolismo

Tus conocimientos actuales acerca del funcionamiento del organismo humano como un todo, te permiten apreciar la relación que existe entre este y los procesos que tienen lugar en la célula; al respecto, has estudiado, por ejemplo, que es en esta donde es liberada la energía, cuando, en presencia de oxígeno, ocurre la degradación de las sustancias alimenticias. Es posible, sin embargo, que te hayan surgido algunas interrogantes como, por ejemplo: ¿todas las sustancias alimenticias que llegan a las células, son utilizadas en la liberación de energía?, ¿existe otro modo de utilización de las sustancias alimenticias en las células?; si existe, ¿en qué consiste este?

Si recuerdas las funciones de los ribosomas, el retículo endoplasmático y el complejo de Golgi, por ejemplo, tienes ya algunos elementos para ir eliminando las dudas anteriores, pues en estas estructuras celulares se forman sustancias necesarias al organismo. Entre estas sustancias están, por ejemplo: las hormonas, cuya importancia ya conoces; las sustancias que secreta el epitelio intestinal, que intervienen en la digestión, y la hemoglobina, que forma parte de los glóbulos rojos de la sangre.

Ninguna de las sustancias mencionadas anteriormente se encuentran, como tal, en los alimentos que ingerimos; ¿cómo es posible que estén presentes en las células? Llegarás a la conclusión de que se han formado en las propias células, mediante transformaciones de las sustancias alimenticias que hasta estas han llegado, es decir, que en las células ocurre un proceso de formación de sustancias propias del organismo, que le resultan necesarias. **Al proceso de formación de nuevas sustancias a partir de las sustancias alimenticias que llegan a la célula se le denomina síntesis celular.**

Seguramente habrás comprendido que la utilización de sustancias alimenticias en las células, comprende tanto la **degradación** como la **síntesis**. En ambos procesos hay transformación de las sustancias alimenticias, lo cual ocurre mediante complejas reacciones que, en conjunto, reciben el nombre de **metabolismo** (figura 31), del griego *metabolé*, cambio o transformación.

Como se ha expresado, las reacciones de respiración ocurren principalmente en las mitocondrias; las reacciones de síntesis ocurren en estructuras celulares determinadas; por ejemplo, en

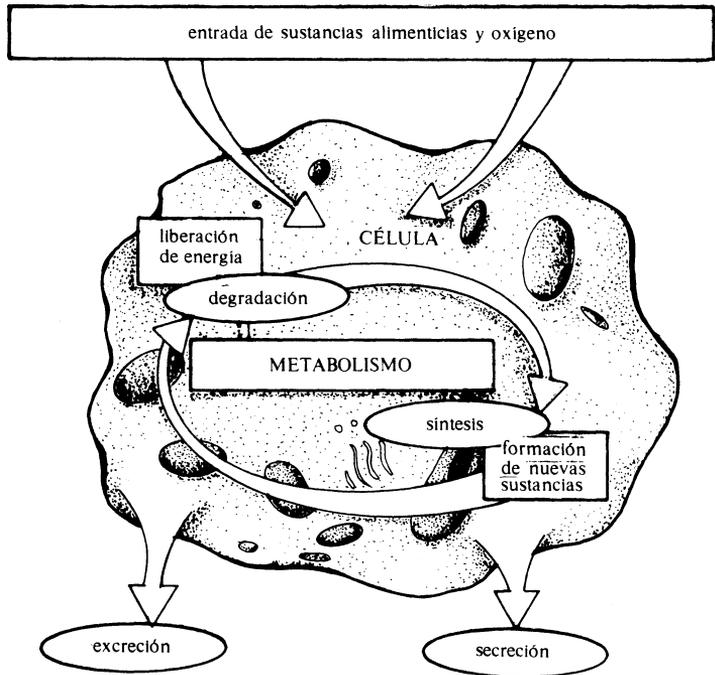


Fig. 31 Los procesos del metabolismo son esenciales en el mantenimiento de la vida.

los ribosomas son sintetizadas las proteínas. Entre sus múltiples funciones, estas sustancias intervienen en la reparación de las pérdidas o el desgaste de las células, así como en el crecimiento y el desarrollo general del organismo. ¿Te das cuenta de lo importante que resulta la síntesis celular?

No siempre los productos sintetizados son utilizados en las propias células, sino que salen de estas; por ejemplo, están las hormonas, así como las secreciones de las glándulas digestivas.

Es necesario que conozcas que si la degradación es descomposición o desintegración de sustancias, la síntesis es un fenómeno contrario, o sea, formación de nuevas sustancias.

El estudio de este capítulo te habrá permitido llegar a la conclusión de que, entre los procesos que tienen lugar en la célula y el funcionamiento del organismo como un todo, existe una dependencia recíproca; no existen unos sin los otros; con esto, habrás reafirmado por qué la célula es la unidad de estructura y función del organismo, además de llegar a un conocimiento general acerca de los sistemas de órganos, partes componentes de este. En estos momentos estás en condiciones de iniciar un estudio particular y, por lo tanto, más detallado, de cada uno de los sistemas de órganos.



## Tarea

- Basándote en un ejemplo, explica cómo el organismo funciona como un todo.
- Explica cómo son utilizados, por el organismo, las sustancias alimenticias que llegan hasta las células.
- Basándote en los conocimientos que tienes en relación con la célula, analiza cada una de las siguientes definiciones referentes a esta y determina cuál de ellas es la correcta. Argumenta el porqué.
  - a) Es una pequeña porción de materia viva, que constituye la unidad de estructura y función de los organismos, delimitada por una membrana selectiva y permeable que posibilita la interacción con el medio ambiente, lo que hace posible que, regidos por el núcleo delimitado por una envoltura nuclear, tengan lugar el metabolismo y la división celular.
  - b) Es una pequeña porción de materia viva, que constituye la unidad de estructura y función de los organismos, delimitada por una membrana selectiva y permeable que posibilita la interacción con el medio ambiente, lo que hace posible que, regidos por el material nuclear, tengan lugar el metabolismo y la división celular.
  - c) Es una pequeña porción de materia viva, que constituye la unidad de estructura y función de los organismos, delimitada por una membrana selectiva y permeable que posibilita la interacción con el medio ambiente, lo que hace posible que, regidas por el material nuclear, tengan lugar la nutrición, la excreción y la división celular
- Argumenta por qué se considera a la célula como la unidad de estructura y función de los organismos.



### *Observación de tejidos humanos*

#### Materiales:

- Preparación microscópica de tejido epitelial (mucosa bucal), sangre y microscopio óptico.

#### Técnica operatoria:

En esta actividad práctica se aplica nuevamente la técnica empleada en grados anteriores, para observar tejidos, por lo que debes recordar los pasos a tener en cuenta en la utilización del microscopio óptico, tal como procediste en grados anteriores.

1. Coloca el microscopio en posición que te permita iniciar la observación, y sitúa en la platina la preparación microscópica de tejido epitelial que te entregó el profesor.
2. Observa, comenzando a enfocar con el menor aumento. Garantiza, mediante el diafragma, la iluminación óptima.
3. Localiza la mejor zona de observación y describe las características del tejido epitelial que están relacionadas con la función que desempeña en el organismo.
4. Dibuja lo observado. Anota el aumento que utilizaste.

5. Sitúa, en la platina, la preparación microscópica de sangre y procede de la misma forma indicada en los pasos 1 y 2. Describe las características de la sangre que están relacionadas con la función que desempeña en el organismo.
6. Dibuja lo observado. Anota el aumento que utilizaste.

Conclusiones:

Compara los tejidos observados atendiendo a: forma y características de sus células. ¿Qué relación puedes establecer entre las características de los tejidos observados y la función que ellos realizan en el organismo humano?

## Regulación de las funciones

Durante la evolución de los animales, conjuntamente con la pluricelularidad, se fue desarrollando la división de las funciones de sus células, es decir, estas se fueron especializando; así, como conoces, ha ocurrido desde las esponjas, con tejidos incipientes, hasta los mamíferos, con sistemas de órganos muy desarrollados.

Con la formación de tejidos, órganos y sistemas de órganos durante el desarrollo evolutivo, se originó la coordinación de las funciones entre ellos, así como la regulación del organismo, como un todo, en su relación con el medio ambiente, es decir, se originó la regulación de las funciones.

Imagina qué ocurriría en el cuerpo humano si no hubiera regulación entre los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio, por ejemplo; a su vez, qué ocurriría si, ante algún cambio del medio ambiente, como la carencia de oxígeno, la respuesta del sistema respiratorio no tuviera correspondencia con la del sistema circulatorio; esto no ocurre porque existe una regulación de las funciones, mediante la cual el organismo utiliza la información proveniente tanto del medio ambiente como del medio interno del organismo y responde como un todo, y así se garantiza su estabilidad interna y su adaptación.

La regulación de las funciones en el cuerpo humano está dada fundamentalmente por dos sistemas: el **sistema nervioso** y el **sistema endocrino** (figura 32), los cuales actúan coordinadamente en la integración y el control de las funciones del cuerpo.

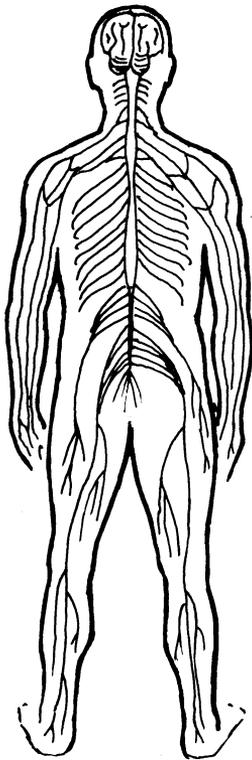
En general, el sistema nervioso regula actividades musculares y secretoras rápidas, mientras que el sistema endocrino regula principalmente funciones relacionadas con el metabolismo.

Desde el punto de vista de su función, el sistema nervioso difiere del endocrino, principalmente en la propiedad que tiene de responder de manera rápida. Un impulso nervioso viaja en el organismo en milisegundos; en cambio, las hormonas, secretadas por las glándulas del sistema endocrino, lo hacen más lentamente y, como algo característico, provocan una respuesta más lenta y sus efectos suelen ser más prolongados.

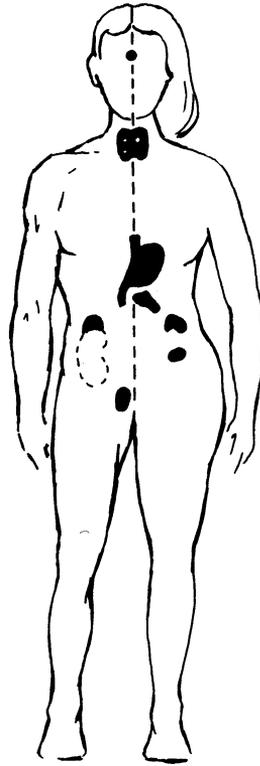
Los componentes generales que participan en los mecanismos de regulación son: **receptor**, **vía** del receptor al modulador, **modulador**, **vía** del modulador al efector y **efector** (figura 33)

Cuando te dan un pinchazo en un brazo y, de inmediato, lo retiras, cuando observas un dulce que te gusta mucho y, de inmediato, se secreta saliva, o cuando estás realizando ejercicios y comienzas a estar algo agitado, son ejemplos en los que se observa con facilidad la regulación de las funciones, mediante la actuación de los diferentes componentes, antes mencionados.

*Introducción al estudio de la regulación*



SISTEMA NERVIOSO



SISTEMA ENDOCRINO

Fig. 32 Estos dos sistemas de órganos son básicos en la regulación de las funciones en el organismo humano.

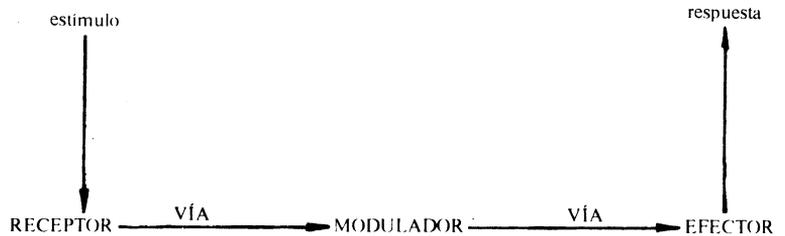


Fig. 33 Modelo de un mecanismo de regulación.

Así, por ejemplo, cuando te dan un pinchazo, ese **estímulo** es detectado por los **receptores** que se encuentran en la piel, los cuales originan señales que se propagan por una vía (un nervio) hasta el **modulador** (médula espinal). En el modulador se transforma la señal que llega y se elabora la respuesta, la cual se propaga por una **vía** (un nervio) hasta los **efectores** (músculos), que ejecutan la **respuesta** (retirada del brazo). ¿Te das cuenta cómo están presentes los componentes? ¿Cómo ocurriría en el caso de que te quemes con un objeto caliente? Trata de identificar, en este ejemplo, los componentes de este mecanismo de regulación.

En el presente capítulo estudiarás la regulación de las funciones en el organismo humano, la cual se logra por la integración de numerosos mecanismos que permiten la coordinación del funcionamiento de todas las estructuras, desde las células hasta los órganos y sistemas de órganos. ¿Qué le ocurriría al organismo humano si no le funcionaran los sistemas reguladores (sistema nervioso y sistema endocrino)? Pronto estarás en condiciones de encontrar respuesta a esta interrogante.



### Tarea

- Por medio de un ejemplo, menciona los componentes de un mecanismo de regulación.
- Imagina un caso hipotético de organismo humano que presente una gran afección en

el funcionamiento de los sistemas endocrino y nervioso. ¿Qué consecuencias traería esta situación al organismo? Argumenta tu respuesta.

Para ti resulta familiar el concepto **irritabilidad** como una de las características diferenciales de los organismos. En general, cualquier cambio que ocurra en el medio ambiente o en el medio interno de un organismo determinado, es respondido con una o varias modificaciones de la actividad de este. Se puede hablar, entonces, en general, de estímulos, que pueden ser internos o externos; en uno y otro caso, son recibidos por el organismo y provocan una o varias respuestas.

En los animales, como ya has estudiado, durante el proceso evolutivo se han desarrollado estructuras especializadas, encargadas exclusivamente de la transmisión de impulsos nerviosos y la elaboración de respuestas. Las células, en estos casos, son muy especializadas y se les denominan **neuronas** (figura 27), las cuales forman parte del tejido, de los órganos y del sistema nervioso (figura 32). ¿Recuerdas sus características?

Como ya conoces, el sistema nervioso interviene en la regulación de las diversas funciones del organismo humano y también posibilita que el organismo, como un todo, se relacione con el medio ambiente y se adapte a este; además, debes tener en cuenta que el hombre, a diferencia del resto de los animales, puede, por sí mismo, variar, en grado considerable, las condiciones del medio ambiente. Pero, ¿qué propiedades tiene el sistema nervioso que le posibilitan realizar estas funciones?, ¿por qué este sistema constituye la base estructural y funcional de todas las manifestaciones de conducta, desde las más simples hasta el aprendizaje?

### *Características de la regulación nerviosa*

#### **Curiosidades**

El sistema nervioso humano contiene aproximadamente diez mil millones de neuronas.

### Actividad nerviosa. Reflejos

La actividad del sistema nervioso es refleja, es decir, se basa en los **reflejos**. Pero, ¿qué son los reflejos? Son reacciones del or-

ganismo, como respuestas a los estímulos, que evidencian la función reguladora del sistema nervioso.

En la vida diaria hay múltiples ejemplos de reflejos: cuando un rayo luminoso incide sobre uno de nuestros ojos, rápidamente se reduce el diámetro de la pupila, por contracción de los músculos del ojo; es común que, por un brusco golpe dado en la rodilla, se provoca una rápida elevación de la pierna por contracción de los músculos del muslo (figura 34a); también es seguro que hayas observado cómo un recién nacido tiende a presionar entre sus manos un objeto (figura 34b); la llegada del alimento al estómago origina un aumento de las contracciones y las secreciones de este órgano.

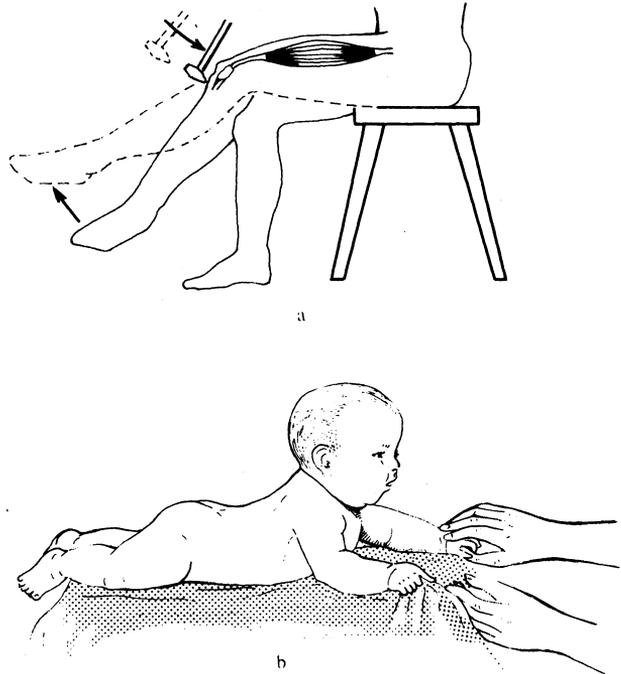


Fig. 34 Estos son dos ejemplos de reflejos incondicionados.

Todos estos son ejemplos de respuestas reflejas involuntarias y se realizan por medio del sistema nervioso. La excitación originada en los receptores se trasmite por nervios hasta el modulador nervioso y, desde este, también por nervios, hasta los diferentes órganos efectores; estos órganos responden a ello con una actividad (contracción de músculos, secreción de glándulas, etc.).

Al conjunto de procesos que comprende desde la recepción de los estímulos hasta la respuesta, se denomina **acto reflejo**. El conjunto de estructuras, tales como el receptor, la vía sensitiva, el centro nervioso, la vía motora y el efector, que intervienen en los mecanismos anteriormente mencionados, constituye el **arco reflejo** (figura 35). Te habrás percatado que el arco reflejo está constituido por el receptor y una cadena o serie de neuronas co-

nectadas entre sí, que aseguran la transmisión del impulso nervioso hasta el efector, que constituye el componente final del arco reflejo.

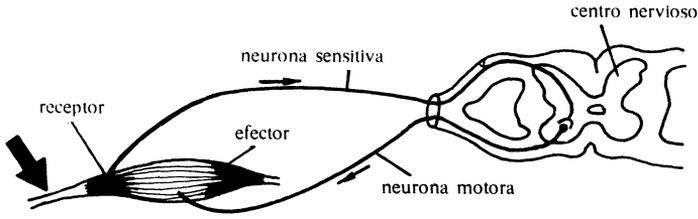


Fig. 35 Componentes del arco reflejo que participan en el acto reflejo representado en la figura 34a: un golpe sobre el tendón del músculo en la rodilla provoca un estiramiento de este último, lo que estimula a receptores presentes en el músculo; los impulsos nerviosos son propagados por la neurona sensitiva hasta el centro nervioso (la médula espinal); desde ahí, el impulso se transmite a la neurona motora, que conduce la respuesta al efector (músculo).

Comprenderás que los componentes del arco reflejo se corresponden con el modelo de regulación (figuras 33 y 35).

El carácter reflejo de la actividad del organismo fue estudiado por diferentes científicos, entre ellos, el ruso Iván P. Pávlov (1849-1936) (figura 36). Este científico distinguió dos tipos de reflejos: incondicionados y condicionados.

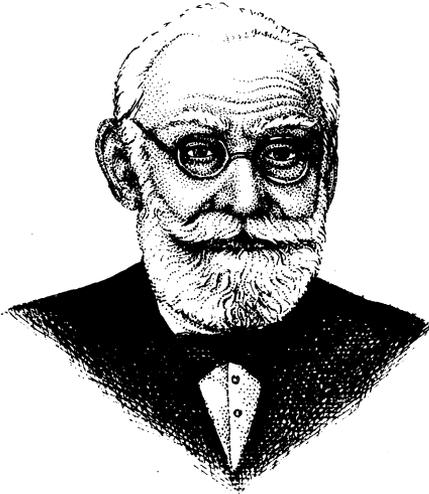


Fig. 36 Iván P. Pávlov (1849-1936) realizó importantes aportes en el estudio de los reflejos condicionados.

Si analizas muchos de los ejemplos de reflejos mencionados en párrafos anteriores (figura 34), te percatarás que en esos casos no se requiere de condición previa; son innatos, se desarrollan independientemente de la voluntad, se transmiten mediante la herencia y se manifiestan en todos los individuos de la especie. Estos son los denominados **reflejos incondicionados**.

#### Curiosidades

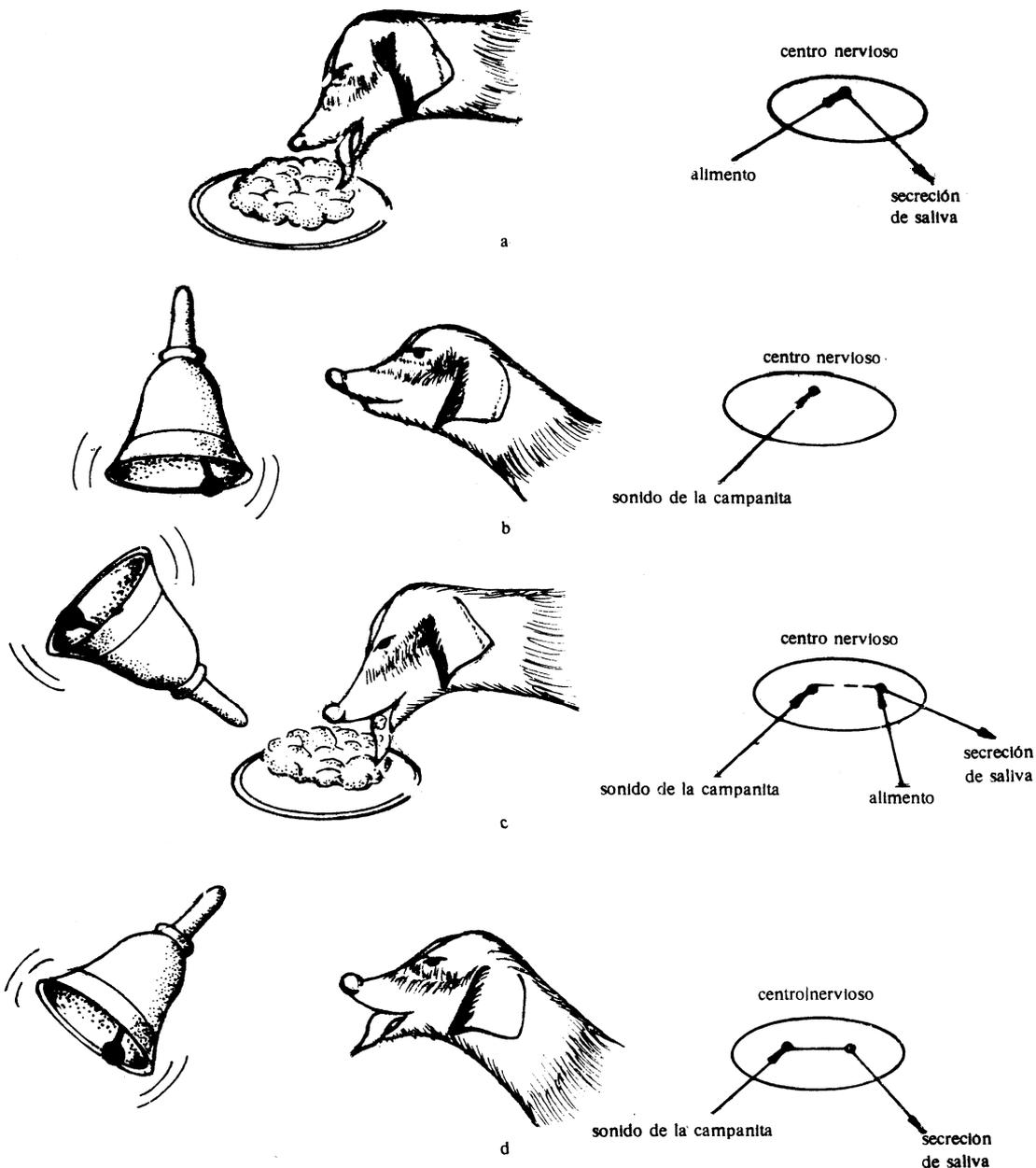
A pesar de que la propagación de los impulsos nerviosos ocurre a una gran velocidad, no se producen colisiones (choques), ya que dicha propagación por las fibras nerviosas (axones) tiene lugar en un solo sentido y a la misma velocidad dentro de cada fibra.

¿Crees que bastaría con estos reflejos, por ejemplo, para orientarte con las luces de los semáforos?; de igual modo, ¿responderíamos a un timbre en la escuela cuando se inicia un turno de clase, si solo contáramos con estos reflejos? No, evidentemente, ya que, tanto los animales, en sentido general, como el hombre, en particular, poseemos además **reflejos condicionados**, los cuales se forman durante el desarrollo individual del organismo, como resultado del aprendizaje, y se modifican debido a la experiencia o al entrenamiento. A diferencia de los incondicionados, son individuales, ya que varían mucho en animales de la misma especie, de acuerdo con las vivencias de cada uno.

Para comprender cómo se forma un reflejo condicionado, analiza la experiencia que se representa en la figura 37. La respuesta constituye una manifestación de un reflejo condicionado para ese animal, que, para otro perro, nada significa; no será, por tanto, necesario estimular a los receptores del gusto y del olfato, sino que, solo al escuchar el sonido de la campanita, se provoca la respuesta, pues se estableció una asociación entre los mecanismos de respuesta ante el estímulo del alimento y de percepción del sonido (figura 37). Si, repetidas veces y durante un largo tiempo, haces sonar la campanita sin ofrecerle alimento a ese perro, ¿seguirá secretando saliva con solo escuchar la campanita?, ¿a qué conclusión puedes llegar al respecto? A partir de la conclusión a la que hayas llegado con esta experiencia, comprenderás que los reflejos condicionados son temporales, ya que, si no se refuerzan, llegan a desaparecer; ¿crees que los incondicionados también lo son?

En su actividad nerviosa, el hombre presenta características que lo distinguen del resto de los animales. ¿Recuerdas lo estudiado en octavo grado y en los dos primeros capítulos de este libro? En el hombre, los reflejos condicionados se forman no solo a causa de los estímulos comunes del medio ambiente, es decir, por la acción directa de los objetos y los fenómenos, sino también por las **palabras que los designan**. La secreción de saliva, por ejemplo, puede producirse cuando vemos u olemos un rico alimento, pero, además, puede ocurrir al oír la palabra que designa a ese alimento. No obstante, pudieras pensar que los animales amaestrados también responden a la palabra, pero, en realidad, ellos reaccionan al sonido y no al sentido de la palabra; así, por ejemplo, se puede dar el caso de un perro amaestrado que se aproxime a una persona ante la palabra acércate, pero que no reaccione así ante la expresión ven a mí. ¿Te das cuenta en qué se diferencia de la actividad nerviosa humana?; evidentemente, la diferencia está dada en que, en el hombre, la reacción ocurre por el **sentido o significado de la palabra**.

La característica antes expuesta, exclusiva del hombre, se ha originado a consecuencia del desarrollo del lenguaje. Así, se puede plantear que el pensamiento del hombre es imposible sin el lenguaje; ¿recuerdas lo estudiado en el primer capítulo de este libro?



\* Para representar cómo se forma este reflejo condicionado, se ha tratado de hacerlo del modo más sencillo posible.

Fig. 37 Ilustración de cómo se forma un reflejo condicionado: a) al ingerir el alimento, el perro **secreta saliva**, tiene lugar un reflejo incondicionado; b) el sonido de una campanita no provoca secreción en el perro; c) período de acondicionamiento en el que la ingestión de alimento siempre va acompañada por el toque de una campanita; d) después del periodo de acondicionamiento el toque de la campanita provoca la secreción de la saliva.



## Tarea

- Menciona qué componentes del arco reflejo son afectados si quitamos, en el experimento representado en la figura 42, la piel de las patas de la rana.
- Explica en qué consiste y qué relaciones tienen entre sí:
  - a) El arco reflejo.
  - b) El acto reflejo.
- Describe, mediante un ejemplo, un reflejo incondicionado.
- Describe, mediante un ejemplo, un reflejo condicionado. ¿Por qué lo consideras condicionado y no, incondicionado?
- ¿Qué tendrías que hacer para provocar secreción de saliva en un gato con solo encender un bombillo, sin darle la comida? ¿Qué tipo de reflejo se ha formado?
- ¿A qué se debe que los peces de un acuario, a los que se les lleva el alimento con regularidad, se reúnan junto al borde a horas determinadas?
- En una conversación entre dos alumnos de noveno grado, uno planteaba que los reflejos condicionados, a diferencia de los incondicionados, son temporales. ¿Qué tú consideras al respecto?
- Los reflejos condicionados en el hombre y en otros animales se forman por la incidencia directa de estímulos del medio ambiente.
  - a) Indica ejemplos que justifiquen la afirmación anterior.
  - b) ¿En qué se diferencia el hombre en este sentido? Argumenta tu respuesta.

## Los centros nerviosos en el hombre. Características principales de su estructura y función

Si observas la figura 38, podrás apreciar que el sistema nervioso humano está constituido por el **encéfalo**, la **médula espinal** y los **nervios**.

El encéfalo y la médula espinal constituyen el denominado **sistema nervioso central** (figura 38b), alojado en cavidades protegidas por huesos; a su vez, está cubierto y protegido por tres membranas denominadas **meninges**, constituidas fundamentalmente por tejido conectivo. Entre la meninge media y la interna circula el **líquido cerebroespinal**, que brinda protección y defensa al sistema nervioso central; ¿se amortiguarán los golpes de igual modo si se careciera de este líquido? En la meninge interna se hallan muchos vasos sanguíneos, los cuales penetran en el interior del tejido nervioso. ¿Comprendes la importancia que tienen las meninges?, ¿por qué crees que sea tan perjudicial la enfermedad conocida por meningitis, que consiste en la inflamación de las meninges?

Si se da un corte transversal a la médula espinal y otro al encéfalo, se observan dos zonas: una más oscura, denominada **sustancia gris**, y otra más clara, la **sustancia blanca** (figura 39). La **sustancia gris** está formada fundamentalmente por los **cuerpos de las neuronas** (figura 27), y la **sustancia blanca** está constituida por las **prolongaciones (dendritas y axón)**.

SISTEMA NERVIOSO

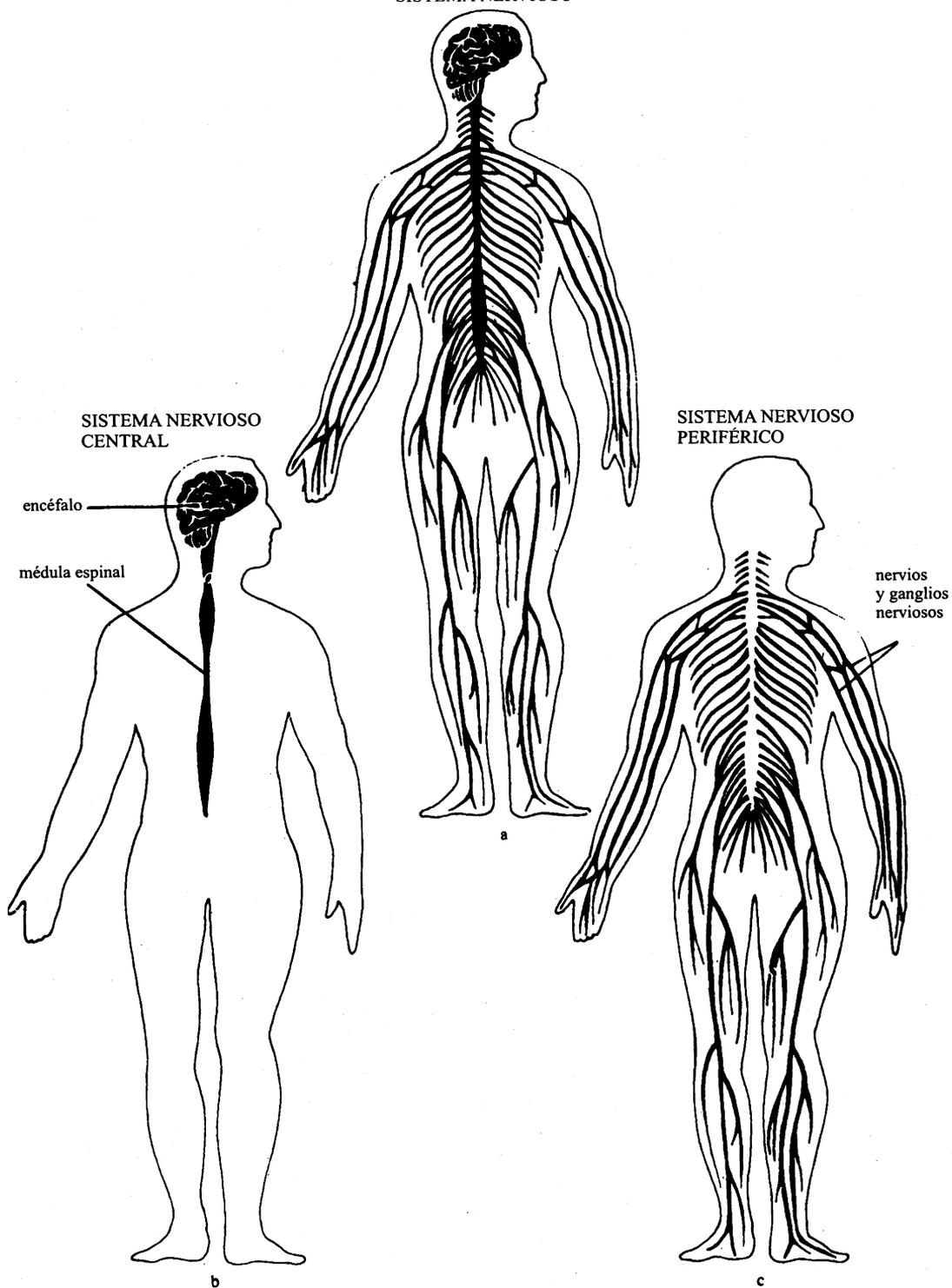


Fig. 38 Esquema del sistema nervioso.

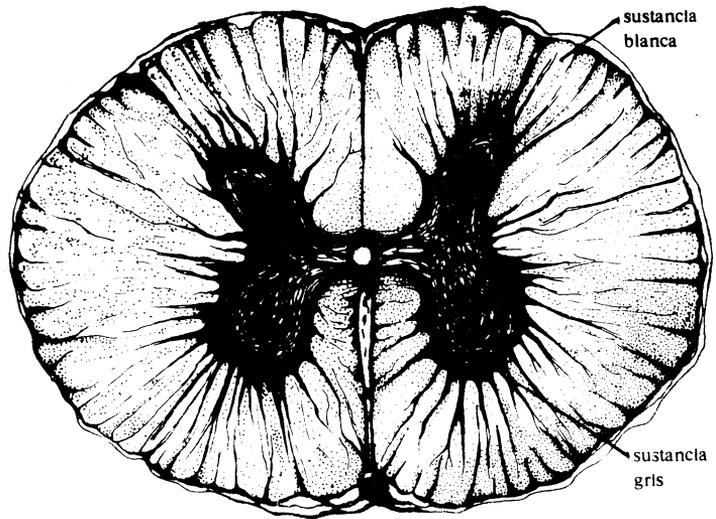


Fig. 39 Al realizar un corte transversal a la médula espinal, se aprecian dos zonas.

Los nervios (que parten tanto de la médula espinal como de algunas partes del encéfalo) y ganglios nerviosos, en íntima relación con el sistema nervioso central, constituyen el denominado **sistema nervioso periférico** (figura 38c). ¿Comprendes el porqué a una parte se le llama central y, a la otra, periférica? Debes tener en cuenta que, aunque se habla de sistema nervioso central y de sistema nervioso periférico, es un único sistema nervioso, que se divide condicionalmente en dos partes, en correspondencia con su situación en el organismo humano.

Los nervios están formados, en lo fundamental, por numerosas fibras nerviosas (axones). A diferencia de los nervios, los ganglios nerviosos están constituidos fundamentalmente por los cuerpos de las neuronas.

Después de haber visto, a grandes rasgos, cómo está organizado el sistema nervioso, emprenderás el estudio del sistema nervioso central, constituido por la médula espinal y el encéfalo.

La **médula espinal** es un largo cordón nervioso, de una longitud que oscila entre 40 y 45 cm, localizado dentro de la columna vertebral (figura 40); esto confirma, como ya conoces, nuestra condición de vertebrados, ¿recuerdas?

Si se le da un corte transversal (figura 39), se observa que, en la parte central tiene la sustancia gris en forma de "H", rodeada de sustancia blanca. De la médula espinal parten 31 pares de **nervios raquídeos** (figura 41).

Pero, ¿qué importancia tiene la médula espinal? Para comprenderla, analiza el siguiente experimento. A una rana descerebrada (figura 42) se le introduce una pata en un recipiente que contiene ácido clorhídrico (sulfumante) y se observa cómo inmediatamente la rana la retira del recipiente, lo cual demuestra que conserva esos reflejos incondicionados, a pesar de estar descerebrada. Estas y otras investigaciones han permitido concluir que, en sentido general, **la médula espinal es el centro nervioso de numerosos reflejos incondicionados**.

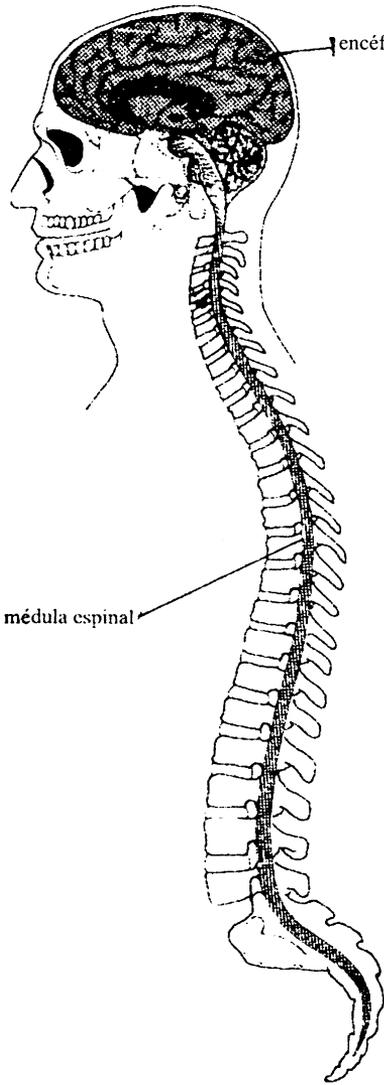


Fig. 40 Corte longitudinal de la cabeza y el tronco que permite apreciar la médula espinal y el encéfalo.

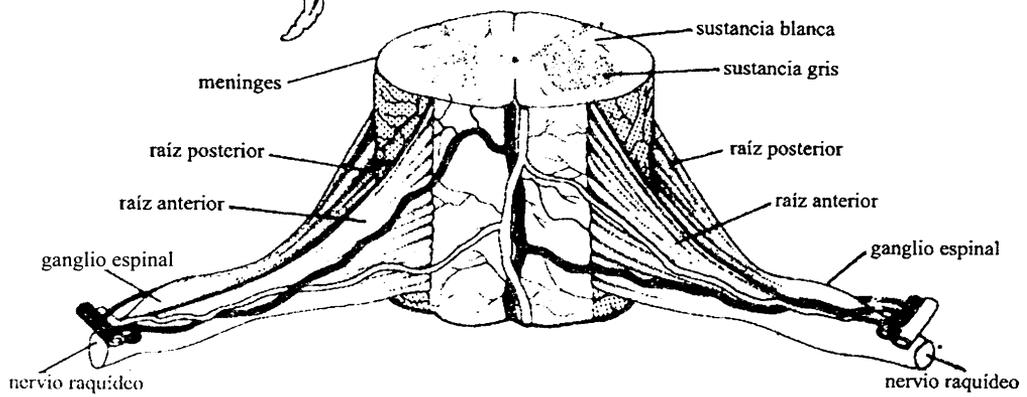


Fig. 41 Aquí se observa una representación de una vista anterior de la médula espinal. Cada nervio raquídeo posee dos raíces: una anterior (formada por fibras motoras) y otra posterior (formada por fibras sensitivas); esta última, forma un abultamiento denominado ganglio espinal.

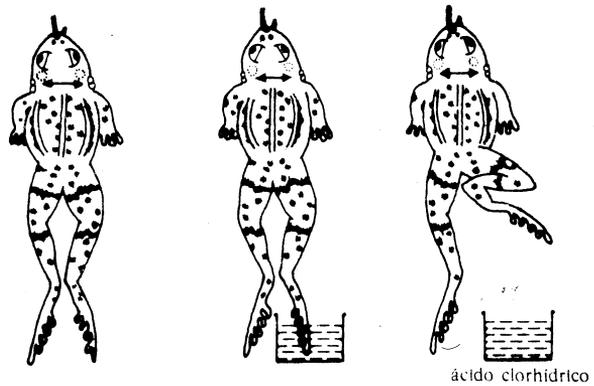


Fig. 42 En este experimento con una rana descerebrada, se evidencia la presencia de reflejos medulares (Incondicionados).

En la sustancia blanca se encuentran fibras nerviosas que transmiten la información hacia determinadas partes del encéfalo; por ejemplo, si te hincas con una aguja sin darte cuenta, retiras de inmediato la mano afectada, pero, a su vez, te das cuenta de lo que ha ocurrido, pues la información ha llegado al encéfalo.

De igual modo, la médula espinal recibe información del encéfalo; así, una respuesta puede resultar más prolongada o intensa o, por el contrario, inhibirse. Veamos el siguiente ejemplo: a medida que el niño se desarrolla, aprende a controlar la micción, ya que las estructuras del encéfalo, al recibir la información de que la vejiga urinaria contiene orina, envía una información inhibitoria a la médula espinal, y no se produce, entonces, la contracción de los músculos de la vejiga urinaria, es decir, la micción se convierte en una acción voluntaria. ¿Por qué crees que esto no ocurre en los recién nacidos?

La otra parte del sistema nervioso central, además de la médula espinal, es el **encéfalo**, situado en el interior de la cavidad craneana. Está constituido por el **tronco encefálico**, el **cerebelo** y el **cerebro** (figura 43).

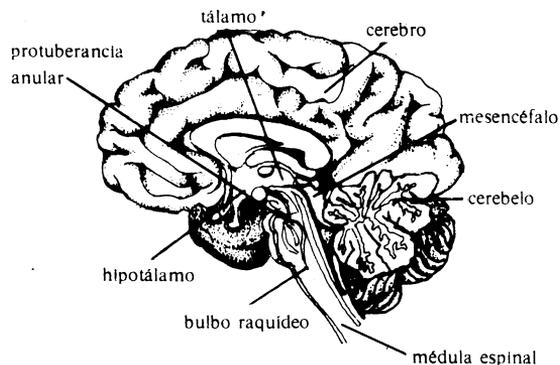


Fig. 43 Corte longitudinal del encéfalo, donde se aprecian sus diferentes partes. También se observa una sección de la médula espinal.

Una característica del tronco encefálico es que en él se presenta entrecruzamiento de fibras nerviosas, que comunican la médula espinal con el encéfalo. Por ello, si ocurre una lesión en el lado izquierdo de la porción superior del tronco encefálico o del cerebro, se afecta funcionalmente el lado derecho del cuerpo. ¿No tienes noticias de algún accidente en que haya ocurrido esto? El tronco encefálico está constituido por el **bulbo raquídeo**, la **protuberancia anular** y el **mesencéfalo** (figura 43). En sentido general, en el tronco encefálico se observan núcleos de sustancia gris, dispersos en la sustancia blanca, con excepción de la porción inferior del bulbo raquídeo, que se caracteriza por presentar mezcla de las sustancias gris y blanca.

El bulbo raquídeo es el centro nervioso de diversos reflejos incondicionados como el estornudo, la tos, el vómito y la deglución, entre otros; además, en él radican los centros del ritmo respiratorio. La protuberancia, entre otras funciones, participa en el control de la masticación y de la secreción salival, así como de los movimientos de la cara. El mesencéfalo o cerebro medio tiene, entre otras funciones, la de servir de centro integrador de reflejos oculares. ¿Qué importancia, entonces, tiene el tronco encefálico? Evidentemente, tiene importancia en la integración de reflejos necesarios en el mantenimiento de la vida y la adaptación del individuo al medio ambiente; además, por el tronco encefálico pasan vías nerviosas que relacionan las distintas partes del sistema nervioso.

El **cerebelo** (figuras 43 y 44) interviene en el mantenimiento de la postura y del equilibrio, así como en la coordinación de los movimientos; resulta fundamental en la regulación de actividades musculares rápidas, como correr, escribir a máquina, tocar piano, incluso, hablar. Así, por ejemplo, si una persona tiene afectado el cerebelo, presenta serias dificultades en el mantenimiento del equilibrio.

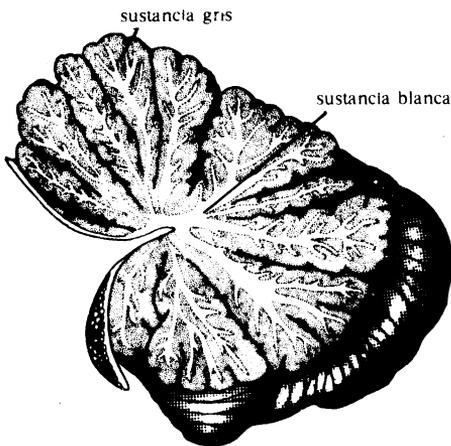


Fig. 44 Corte transversal del cerebelo

### Curiosidades

El peso del cerebro es aproximadamente de 1380 g en el hombre y de 1250 g en la mujer. Sin embargo, el peso relativo del cerebro femenino es, término medio, algo mayor que el masculino, ya que los hombres pesan más que las mujeres, en sentido general.

### Curiosidades

Se ha calculado que, en el hombre, el cerebro constituye entre 1/35 y 1/40 del peso del cuerpo; en el perro, 1/250; en el elefante, 1/560; en la ballena, solo 1/15 000.

El **cerebro** es la parte más voluminosa del **encéfalo** y ocupa, por tanto, la mayor parte de la cavidad craneana (figura 43); comparado con el de otros vertebrados, no es solo más voluminoso, sino también mucho más complejo.

Situados en el cerebro se hallan el **tálamo** y el **hipotálamo** (figura 43). El tálamo funciona en estrecha relación con el cerebro, de manera que toda información, antes de llegar al cerebro, pasa primero por el tálamo. El hipotálamo interviene en la regulación de las funciones vegetativas, en la actividad endocrina, en la reproducción, así como en la expresión emocional, entre otras.

La superficie cerebral presenta numerosos entrantes y salientes (figura 45); los entrantes reciben, en unos casos, el nombre de cisuras, y, en otros casos, el de surcos, de acuerdo con la profundidad que estos alcancen; los salientes son denominados circunvoluciones. Si observas un cerebro por su parte superior (figura 45), notarás que, en la línea media, presenta una hendidura llamada cisura interhemisférica, que separa al cerebro en dos hemisferios: uno derecho y otro izquierdo. Ambos hemisferios se encuentran unidos, en su región central y media, por una estructura denominada cuerpo calloso (figura 46a).

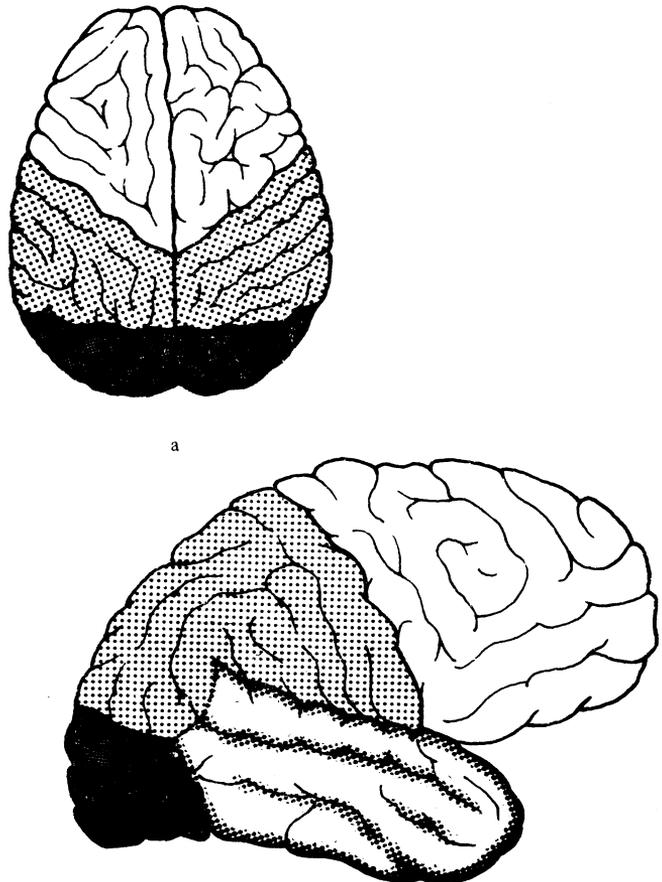


Fig. 45 Cerebro: a) vista superior; b) vista lateral.

b

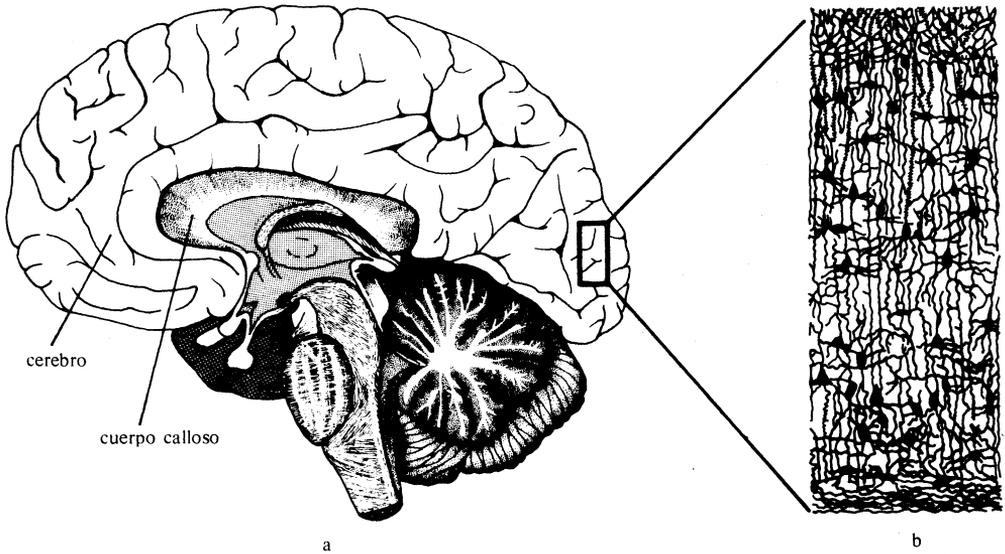


Fig. 46 Cerebro: a) vista lateral; b) vista microscópica de la corteza cerebral, en la que se aprecia la gran cantidad de células que la componen.

Si se da un corte transversal al cerebro, puede observarse que, al igual que el cerebelo, la sustancia gris se dispone en la superficie y constituye la **corteza cerebral** (figura 46b), y la sustancia blanca se encuentra en el interior.

Se ha llegado a conocer bastante acerca de las funciones que realizan las diferentes zonas de la corteza cerebral (figura 47). Por ejemplo, se encuentran zonas donde radican centros nerviosos que participan en la percepción de los olores, los sabores, la audición, la visión, donde ocurren los procesos de la memoria, la inteligencia, el lenguaje y la conciencia, entre otros.

#### Curiosidades

La corteza cerebral del hombre posee más de diez millones de neuronas y con un espesor de 2 a 4 mm; es la que alcanza, dentro de los animales, mayores dimensiones, en gran parte a causa de sus numerosas circunvoluciones.

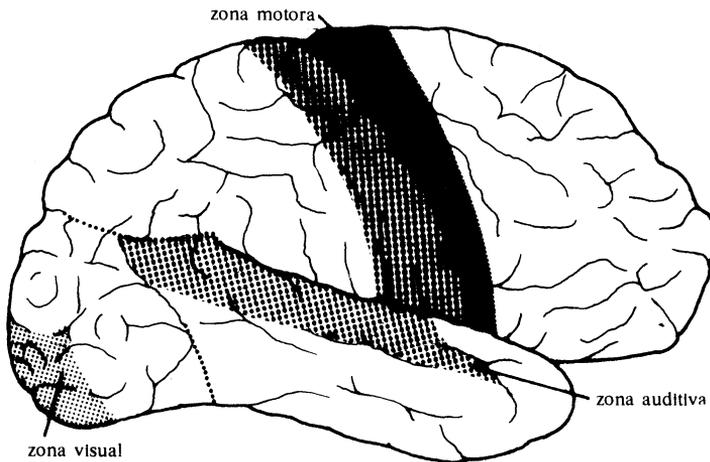


Fig. 47 Ejemplos de zonas de la corteza cerebral donde radican diferentes centros nerviosos.

El pensamiento y el lenguaje, procesos exclusivos del hombre, están íntimamente relacionados entre sí, y sus centros nerviosos radican en toda la corteza cerebral, aunque hay zonas específicas relacionadas con el pensamiento y otras con el lenguaje articulado.

### Curiosidades

Sin la memoria, o sea, la capacidad de almacenar información que pueda ser reproducida más tarde, seríamos animales momentáneos, sin saber, sin pasado.

Por el desarrollo que ha alcanzado la corteza cerebral, esta constituye el centro no solo del pensamiento y del lenguaje, sino de muchas otras funciones complejas, como la memoria, que, en conjunto, reciben el nombre de **actividad nerviosa superior**.

Después de estudiar algunas características de la regulación nerviosa, tienes elementos para responder, en gran medida, la pregunta inicial del capítulo: ¿Qué le ocurriría al organismo humano si no le funcionaran los sistemas de regulación (en este caso, el sistema nervioso)?



### Tarea

- ¿Cómo dividimos al sistema nervioso para su estudio? ¿Qué estructuras comprende cada división?
- Las sustancias gris y blanca no se encuentran igualmente distribuidas en todas las partes del sistema nervioso central. Argumenta por qué es cierta esta afirmación.
- Explica en qué radica la importancia:
  - a) De la médula espinal.
  - b) Del encéfalo.
- ¿Qué importancia tiene el tronco encefálico?
- ¿Qué síntomas presentará un perro al que se le extirpe el cerebelo?
- ¿Qué importancia tiene la corteza cerebral?
- ¿A qué se llama actividad nerviosa superior?
- A un animal al cual se le haya extirpado el encéfalo, ¿se le formarán reflejos condicionados? Argumenta tu respuesta.
- Explica por qué, de manera irrefutable, toda la actividad nerviosa humana tiene una base material.

### Receptores. Características de su estructura y función

Has estudiado la importancia del sistema nervioso en la regulación de las funciones y cómo, a su vez, la actividad nerviosa contribuye a la adecuada relación entre el organismo y el medio ambiente. En su funcionamiento, se hace imprescindible que esté constante y adecuadamente informado de lo que ocurre tanto en el exterior como en el interior del organismo. ¿Cómo se logra esto? Pues, mediante la intervención de los **receptores** y las **fibras nerviosas sensitivas**.

Los receptores son estructuras especializadas, cuya función es la recepción de los estímulos y, por una serie de mecanismos, puede conducir a la generación de impulsos nerviosos. Las fibras nerviosas sensitivas constituyen las vías mediante las cuales se transmiten los impulsos nerviosos al sistema nervioso central.

Los receptores que, como los del tacto, el gusto, el olfato, la visión y la audición, están especializados en la captación de estímulos procedentes del medio ambiente, se denominan **receptores**

**externos.** Los receptores que, distribuidos por todo el interior del cuerpo, están especializados en la captación, por ejemplo, de estímulos en los tendones, en los vasos sanguíneos y en el estómago, se denominan **receptores internos.** ¿Te das cuenta en qué se diferencian? De estos, a continuación serán objeto de estudio solo los externos.

En la piel están situados los receptores del **tacto**, de la **temperatura** y del **dolor** (figura 48). Mediante los receptores del tacto, se captan estímulos de contacto y presión que se ejercen sobre la piel, lo cual contribuye a que podamos, por ejemplo, determinar la dureza y la clase de superficie (lisa o rugosa) de los objetos. Mediante los receptores térmicos, se detecta la temperatura de lo que se percibe, sea de un cuerpo o de la atmósfera, por ejemplo; dentro de estos receptores, hay receptores del calor y receptores del frío. Además de estos, en la piel se localizan receptores del dolor.

### Curiosidades

El dolor es un mecanismo protector del organismo, pues nos avisa de anomalías que se presentan. Sin esta sensibilidad, el cuerpo humano podría tener, por ejemplo, un tejido dañado y no percatarnos de ello, con lo cual se evitan males mayores.

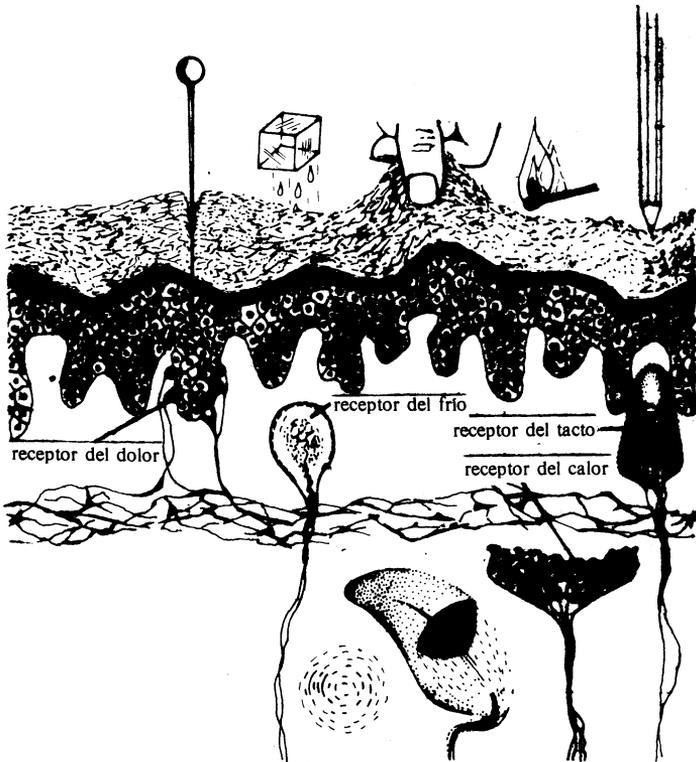
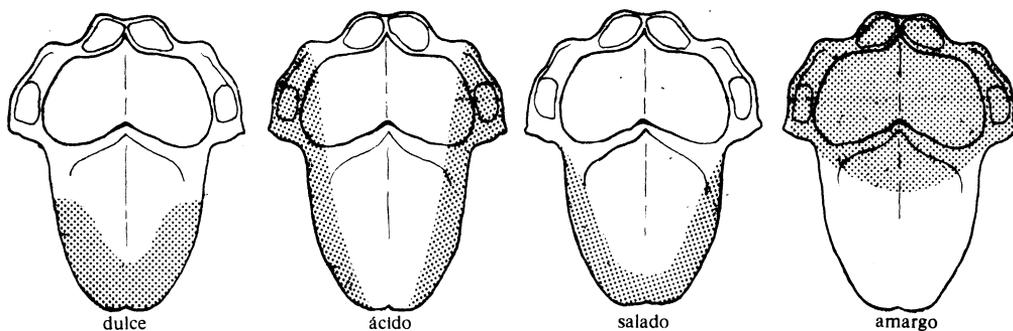
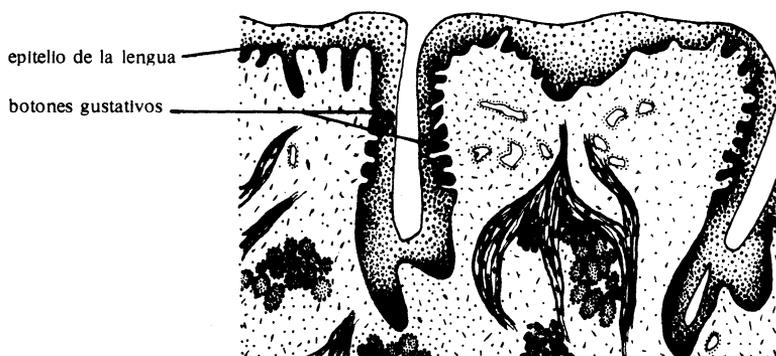


Fig. 48 Esquema de un corte de la piel donde se observan diferentes receptores.

En la mucosa de la lengua se localizan las papilas gustativas (figura 49), donde radican los **receptores del gusto**, mediante los cuales detectamos el sabor de las sustancias que se disuelven en la boca. Las papilas gustativas tienen diferente estructura y localización en la lengua, y se ha comprobado que existen cuatro sensaciones primarias de gusto: dulce, ácido, salado y amargo.



a



b

Fig. 49 Papilas gustativas: a) distribución de las papilas sensibles a los cuatro sabores primarios; b) corte transversal de una papila de la lengua.

### Curiosidades

Una misma comida, sea caliente o fría, afecta las mismas papilas gustativas, pero cuando está caliente emite más gases, por lo que huele más; además, estimula los receptores del calor localizados en la mucosa bucal. Por esto, cuando una comida está caliente, percibimos un sabor distinto que cuando está fría

Los **receptores del olfato** están localizados en la mucosa de la región superior de la cavidad nasal (figura 50). Las sustancias que, por una u otra razón, puedan estar presentes en el aire, al penetrar en la cavidad nasal, se disuelven en el mucus que cubre el epitelio olfatorio donde se hallan estos receptores y los estimula. La agudeza del olfato puede educarse y también puede acostumbrarse a determinados olores; personas que viven o trabajan en lugares malolientes, al cabo de cierto tiempo, se acostumbran y terminan por no sentir dichos olores, por lo que es importante eliminar los olores desagradables cuando se perciban, para así no acostumbrarse a ellos y que puedan servirnos de aviso.

Los **receptores de la visión** están localizados en los ojos o globos oculares, alojados en las cavidades orbitarias, las cuales les sirven de protección.

Existen estructuras anexas de los ojos, como los párpados, las pestañas, las cejas y las glándulas lagrimales, de importancia en su protección; además, hay varios músculos que se insertan en ellos, que determinan sus movimientos y posibilitan la adecuada visión.

El ojo consta de tres capas (figura 51). La capa externa, en su región posterior, es una membrana resistente y de color blanquecino, cuya función fundamental es la protección del globo ocular; en su región anterior, que recibe el nombre de córnea, es transparente, lo que permite el paso de la luz. La capa media, que presenta abundantes vasos sanguíneos, en su región anterior constituye el iris, que generalmente está pigmentado (determina lo que conocemos como color de los ojos) y en su centro se encuen-

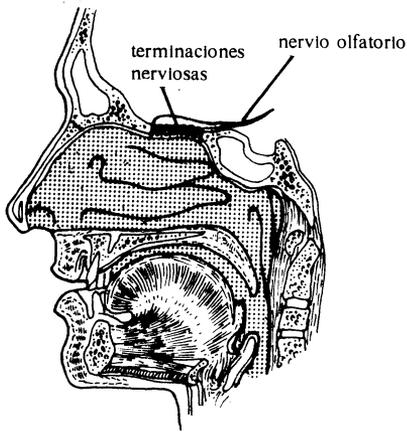


Fig. 50 Corte longitudinal de una cavidad nasal, donde están localizados los receptores del olfato.

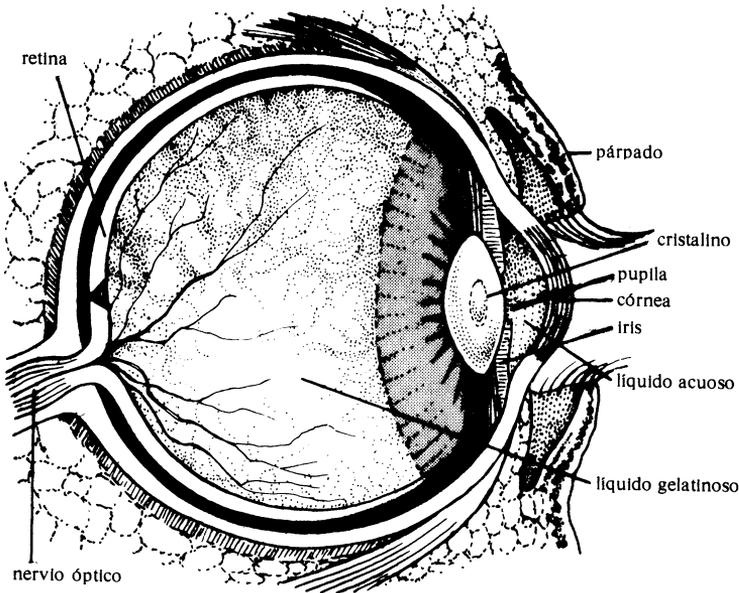


Fig. 51 Esquema de un corte del ojo.

tra un orificio, la pupila; el diámetro de la pupila, por reflejos incondicionados, como ya conoces, varía según la contracción o relajación de los músculos del iris y así se regula la cantidad de luz que llega al ojo.

La capa interna del ojo, llamada retina, está constituida, entre otras, por las células sensibles a la luz (receptores visuales).

Detrás de la pupila, hay una estructura transparente, en forma de lente biconvexa, el cristalino. El espacio que hay entre la córnea y el cristalino está lleno de un líquido acuoso y el espacio detrás del cristalino está lleno de un líquido gelatinoso.

Cuando los rayos luminosos atraviesan la córnea, así como el cristalino y los líquidos mencionados anteriormente, llegan a la retina, en donde se estimulan los receptores visuales, y la información visual es conducida hasta el encéfalo.

Los **receptores auditivos** están localizados en los oídos; en estos, además, se hallan los receptores que captan la posición del individuo con respecto a la gravedad y el movimiento del cuerpo.

El oído está constituido por tres partes (figura 52a): el oído externo, que recibe las ondas sonoras; el oído medio, que transmite y refuerza las vibraciones producidas; el oído interno, que capta los sonidos.

El oído externo comprende el pabellón de la oreja y el conducto auditivo externo, que está separado del oído medio por la membrana timpánica o tímpano. El tejido que reviste a este conducto secreta el cerumen, sustancia pegajosa que, conjuntamente con los pelos que se hallan en su parte externa, ayudan a evitar la entrada de cuerpos extraños.

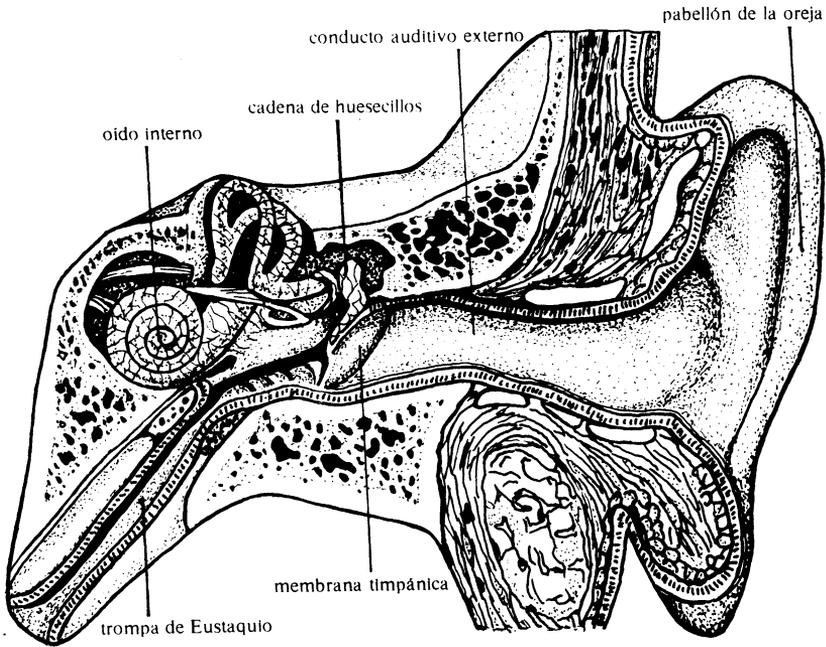
El oído medio está formado por una pequeña cavidad (cavidad timpánica), en cuyo interior se hallan tres huesecillos articulados entre sí. Existe un conducto que comunica al oído medio con la faringe (trompa de Eustaquio); ¿no has percibido a veces esta comunicación?

El oído interno, donde se encuentran, entre otros, los receptores que captan las ondas sonoras, está formado por conductos llenos de líquido.

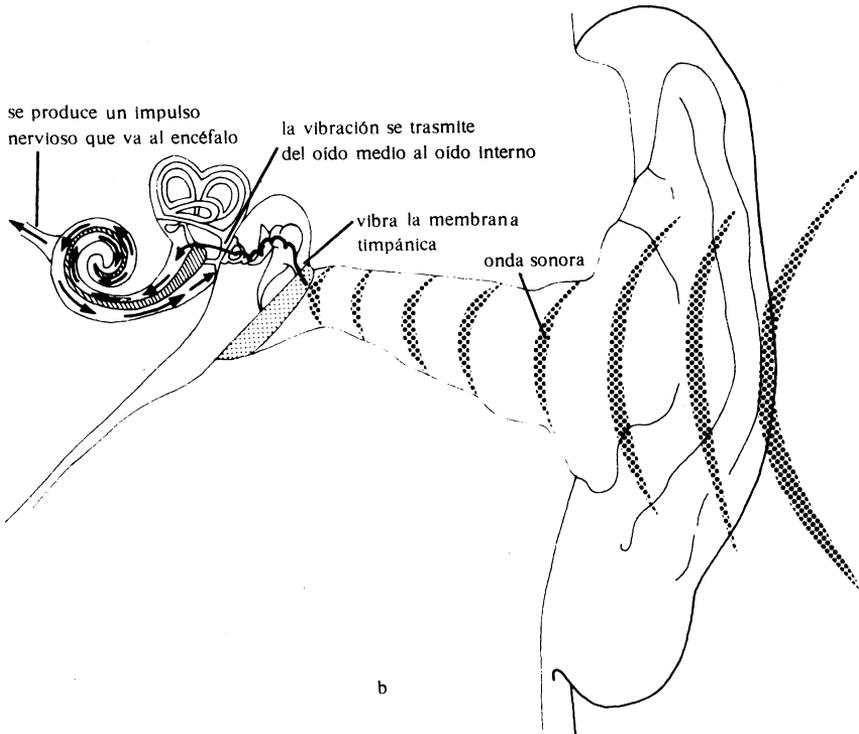
Pero, ¿cómo funciona todo este complicado sistema de estructuras del oído? (figura 52b). El pabellón de la oreja concentra las ondas que llegan por el aire y estas atraviesan el conducto auditivo externo hasta golpear la membrana timpánica, haciéndola vibrar. Las vibraciones de la membrana timpánica se transmiten por los huesecillos del oído medio hasta el oído interno; la “fuerza” de las vibraciones que se producen en este último, resulta aproximadamente 20 veces mayor que la ocurrida en la membrana timpánica; ¿comprendes la importancia del oído medio? De este modo, te darás cuenta que el oído externo recibe y concentra las ondas sonoras, y las vibraciones producidas se transmiten y refuerzan en el oído medio. Estas vibraciones provocan el movimiento del líquido del oído interno, lo cual estimula a los receptores auditivos y, así, seguidamente, se generan impulsos nerviosos que van al encéfalo.

### Curiosidades

Una persona es capaz de ver, en plena oscuridad, una vela encendida a una distancia de hasta 27 km.



a



b

Fig. 52 Esquema del oído.



## Tarea

- Menciona qué importancia tienen los receptores, en general, así como cada tipo, en particular.
- Al caer unas gotas de agua caliente en tu piel, ¿qué receptores captan este estímulo?
- Investiga por qué, durante los estados gripales, nos parece que los alimentos no tienen sabor.
- ¿Dónde están localizados los receptores de los rayos luminosos?
- Señala las tres partes en que se divide el oído y la función de cada una de ellas.
- ¿Dónde se encuentran los receptores de la audición?
- Explica, mediante un ejemplo, la relación que existe entre los receptores y el sistema nervioso.

## Características de la regulación endocrina

Acabas de estudiar un sistema de regulación de las funciones, el sistema nervioso, que contribuye a la integración del funcionamiento del organismo. Inicias ahora el estudio de otro sistema de regulación de las funciones, con iguales componentes en sus mecanismos de regulación (figura 32), que funciona por medio de “mensajeros químicos”: el **sistema endocrino** (figura 53).

¿En qué consisten esos “mensajeros químicos”? En el sistema endocrino se producen las **hormonas** que, como conoces, **son sustancias que, formadas en pequeñas cantidades en determinadas células o glándulas, son distribuidas por medio de la sangre por todo el organismo y producen una respuesta en determinadas células, tejidos y órganos, o ejercen su efecto sobre otras células adyacentes, sin pasar a la sangre, o sobre la propia célula que las produce (autorregulación)**. Las hormonas no solo son producidas por las glándulas del denominado sistema endocrino, sino también por numerosas células que se encuentran formando parte de otros órganos del organismo humano.

### Curiosidades

La gastrina es una hormona producida por la mucosa del estómago. Cuando los alimentos llegan al estómago, es secretada y pasa a la sangre; entre sus efectos está el aumento de la movilidad de este órgano (el estómago) y la secreción del jugo gástrico.

Debes tener claridad en qué se diferencian las glándulas endocrinas o de secreción interna de las exocrinas o de secreción externa. La diferencia fundamental está en que las sustancias producidas en las endocrinas, llamadas hormonas, actúan dentro del propio organismo, en tanto que las exocrinas secretan las sustancias producidas, que no se llaman hormonas, hacia la superficie del organismo (como las glándulas sudoríparas y las lagrimales, por ejemplo) o hacia conductos internos (como las glándulas salivales, por ejemplo). ¿Comprendes por qué se denomina sistema endocrino? El páncreas es un caso particular porque es, a la vez, órgano exocrino y endocrino, ya que secreta hormonas (como la insulina), a la vez que secreta el jugo pancreático al intestino delgado. De igual modo, las glándulas sexuales, además de secretar hormonas sexuales, en ellas se forman los gametos (óvulos y espermatozoides).

Las hormonas provocan efecto sobre determinadas células, tejidos y órganos, a los que se les llama, en este caso, “blanco o diana”. Por la acción de la hormona en cuestión, se produce al-

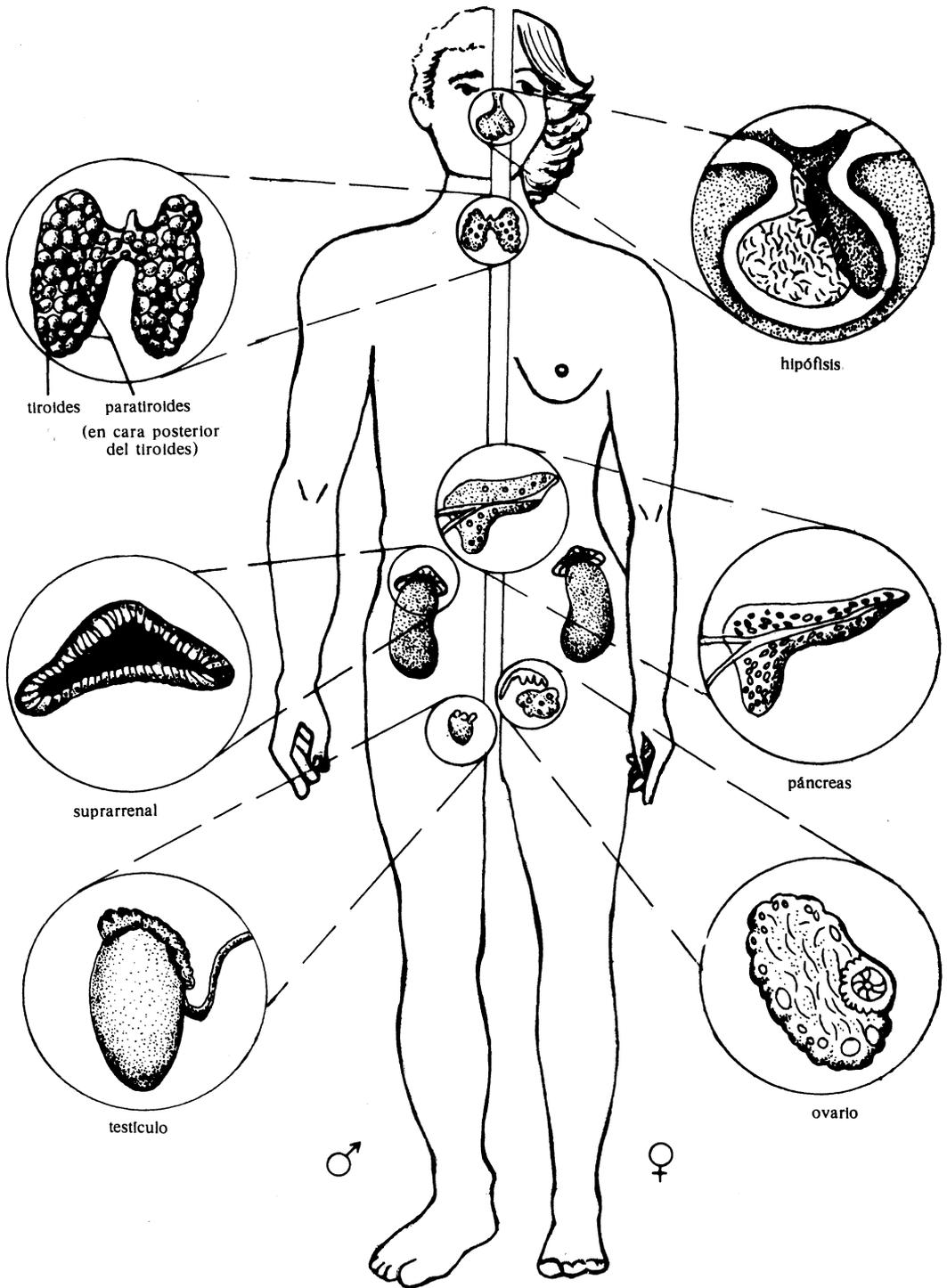


Fig. 53 Principales glándulas del sistema endocrino.

guna modificación en ellos, lo cual constituye una forma de regulación. Esta acción se puede representar como aparece en la figura 54.

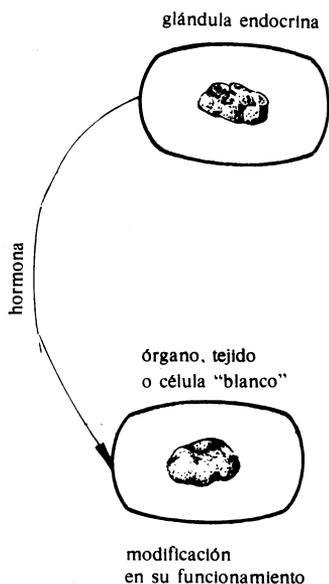


Fig. 54

En el sistema endocrino, la hipófisis (figuras 53 y 55) realiza una función muy importante, pues muchas de las hormonas que secreta actúan sobre otras glándulas de este propio sistema. La hipófisis se encuentra bajo el control del sistema nervioso (hipotálamo), que regula la actividad de algunas glándulas del sistema endocrino, como son el tiroides, parte de las suprarrenales (corteza) y las gónadas, por medio de la hipófisis, que participa como glándula intermediaria (figura 55). ¿Te das cuenta de la integridad en el funcionamiento de este sistema y, a su vez, de este sistema con el sistema nervioso?

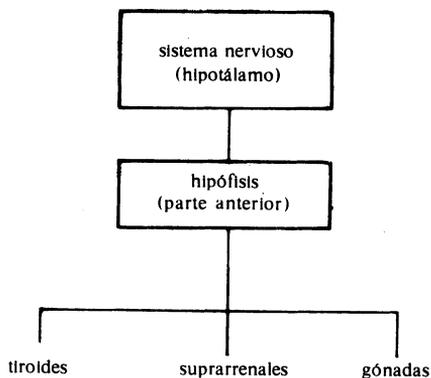


Fig. 55 Esquema en el que se aprecia la acción del sistema nervioso sobre algunas glándulas del sistema endocrino.



## Tarea

- Tanto el sistema nervioso como el sistema endocrino. son sistemas reguladores.
  - a) ¿Por qué ambos son sistemas reguladores?
  - b) Mediante el ejemplo de la hipófisis, explica cómo ambos sistemas están integrados.
- La hipófisis es una glándula al igual que las glándulas salivales. Sin embargo, la primera pertenece al sistema endocrino, lo cual no ocurre en el caso de las salivales. Argumenta el porqué.
- ¿Qué es una hormona? ¿Por qué las sustancias secretadas por las glándulas de las paredes del estómago, que forman parte del jugo gástrico, no son hormonas?
- Explica en qué consiste:
  - a) Una glándula endocrina.
  - b) Un órgano "blanco".
- Menciona ejemplos de glándulas endocrinas.

## Glándulas endocrinas. Características principales de su estructura y función.

Después de conocer cómo actúa el sistema endocrino, estás en condiciones de analizar algunas de las glándulas que lo constituyen.

La **hipófisis** (figura 53) es una glándula pequeña, de 1 cm aproximadamente de diámetro, situada en una depresión de un hueso del cráneo llamado esfenoides (figura 56).

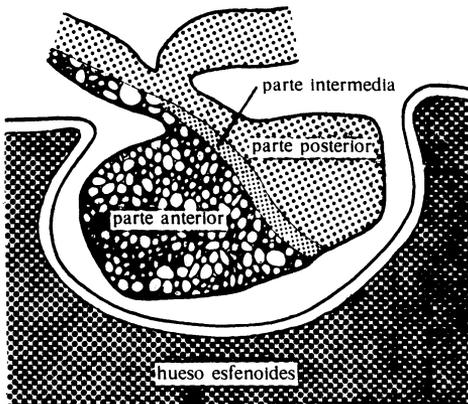


Fig. 56 Esquema que muestra la localización y la estructura de la hipófisis.

Esta glándula consta de tres partes. La parte anterior secreta un grupo de hormonas que regulan las funciones metabólicas de otras glándulas endocrinas, tal como ya conoces (figura 55), es decir, por lo general estas otras glándulas constituyen "órganos blancos" de las hormonas de esta parte de la hipófisis; hay una

### Curiosidades

Se ha observado que algunas hormonas se secretan en mayor cantidad durante las horas del día, aunque hay muchas que son "nocturnas", es decir, durante la noche se secreta mayor cantidad, como ocurre en el caso de la oxitocina, una de las hormonas liberadas por la parte posterior de la hipófisis. Es por esto que, como la oxitocina estimula las contracciones del útero, algunos autores fundamentan la mayor frecuencia de partos nocturnos, con inicio de contracciones alrededor de la medianoche.

hormona de la parte anterior de la hipófisis que no actúa sobre ninguna glándula, sino que los "blancos" son los tejidos y órganos, en general, de nuestro organismo, de los cuales regula su crecimiento.

Las hormonas secretadas por la parte posterior de la hipófisis son dos. Una de ellas controla la intensidad de eliminación de agua por la orina y, así, contribuye a mantener la concentración normal de agua en el organismo. La otra hormona regula algunas funciones; por ejemplo, estimula las contracciones del útero durante el parto y la actividad de las glándulas mamarias durante la lactancia.

La parte intermedia está muy reducida en la especie humana.

Los trastornos funcionales de la parte anterior de la hipófisis ocasionan cambios en todo el organismo. La secreción excesiva de una de sus hormonas, llamada somatotrópica, durante la niñez ocasiona el gigantismo (figura 57a).

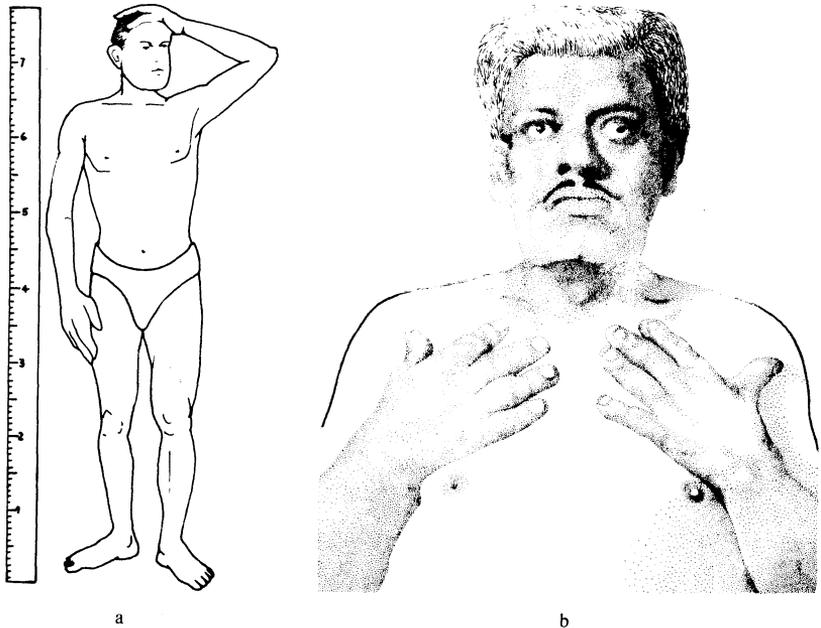


Fig. 57 Los trastornos funcionales de la hipófisis provocan enfermedades en el hombre: a) gigantismo; b) acromegalia.

### Curiosidades

En 1990 falleció un mozambicano, de 45 años, considerado el hombre más alto del mundo (2,70 m). El gigante pesaba 189,6 kg.

El **tiroides** (figura 53) se encuentra inmediatamente por debajo de la laringe, a ambos lados y por delante de la tráquea. En esta glándula se secretan varias hormonas que, en sentido general, aumentan la actividad metabólica de la mayor parte de los tejidos, al estimular la degradación de las sustancias nutritivas con la consiguiente liberación de energía, e influyen en el crecimiento del cuerpo y en la maduración mental.

El tiroides libera sus hormonas cuando lo estimula una hormona que secreta la hipófisis (figuras 53 y 55). Las hormonas tiroideas, al aumentar su concentración en la sangre, actúan sobre

el sistema nervioso y la hipófisis, y provocan una disminución de secreción de esa determinada hormona hipofisiaria. Al disminuir esa hormona hipofisiaria, disminuye la estimulación del tiroides y, por consiguiente, desciende la concentración, en la sangre, de las hormonas tiroideas. Esto provoca que el sistema nervioso y la hipófisis dejen de ser inhibidos, de ahí que la hipófisis comience a secretar de nuevo esa hormona y el tiroides se vuelva a estimular.

En el organismo, lo descrito anteriormente sucede con muchas hormonas, lo que permite que en la sangre circulen las cantidades adecuadas de estas sustancias, necesarias en el mantenimiento de las condiciones normales de las funciones. ¿Te das cuenta por qué es importante el sistema endocrino?

Los trastornos funcionales del tiroides pueden ocasionar diferentes enfermedades. Por ejemplo, un funcionamiento excesivo puede provocar aumento de esta glándula (bocio), ojos saltones y aceleración de los latidos cardíacos, entre otros. En niños de corta edad, en los que esta glándula deja de funcionar o se atrofia, se produce la enfermedad llamada cretinismo, caracterizada porque se afecta la maduración del sistema nervioso, de ahí que los niños que sufren la enfermedad llegan a ser adultos con trastornos de sus facultades mentales (figura 58), si no se les trata adecuadamente.

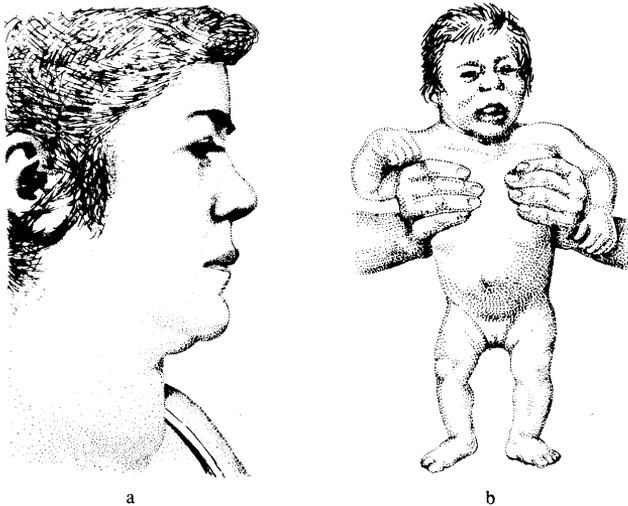


Fig. 58 Los trastornos funcionales del tiroides provocan enfermedades en el hombre: a) bocio; b) cretinismo.

Cuando la dieta no contiene suficiente yodo, necesario en la síntesis de las hormonas tiroideas, se compensa esta insuficiencia con el aumento de tamaño de esta glándula, lo cual se conoce con el nombre de bocio por déficit de yodo. Esto es frecuente en los lugares en que el suelo carece de yodo o en regiones alejadas del mar, donde no pueden obtenerse alimentos ricos en yodo, como pescados y mariscos.

Las **paratiroides** (figura 59) son, por lo general, cuatro pequeñas glándulas de forma oval, situadas en la cara posterior de la glándula tiroidea (figura 59). Secretan una hormona que regula el metabolismo del calcio y del fósforo; por su acción, aumenta o disminuye la concentración de calcio y de fósforo en la sangre. Por ejemplo, cuando hay escasez de calcio en la sangre, esta hormona provoca la liberación de calcio en los huesos y en los dientes, lo cual determina que aumente la concentración de calcio en la sangre.

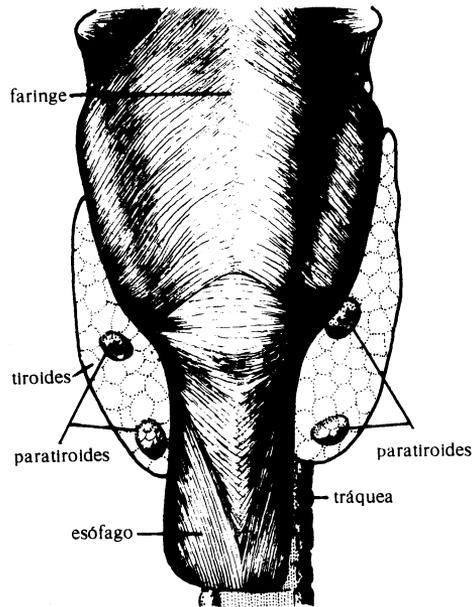


Fig. 59 Esquema en el que se observan las paratiroides y su localización.

Las glándulas **suprarrenales** (figura 53) son dos cuerpos pequeños, situados en la parte superior de los riñones. En cada glándula suprarrenal se distinguen dos partes: la corteza, en la porción superficial, y la médula, en el centro.

Las hormonas de la corteza suprarrenal provocan diferentes efectos. Por ejemplo, suprimen la fatiga muscular y aumentan la capacidad defensiva del organismo contra diferentes agentes nocivos, como las toxinas producidas por bacterias.

En la médula de las glándulas suprarrenales se secreta, entre otras, una hormona denominada adrenalina, la cual, entre otras acciones que tiene, estimula la actividad cardíaca, así como la contracción de las paredes de los vasos sanguíneos y, por tanto, aumenta la presión sanguínea. En los estados emocionales, tales como la ira o el miedo, aumenta bruscamente la secreción de adrenalina y su alta concentración en la sangre se manifiesta por palidez de la piel, taquicardia, etc. ¿Has sentido en algún momento sus efectos?

El **páncreas** (figura 53), en su actividad endocrina, fundamentalmente secreta dos hormonas; una de estas es la insulina, que, entre otras funciones, favorece la entrada de glucosa a las

células y estimula su utilización; un aumento de la concentración de glucosa en la sangre provoca la secreción mantenida de insulina hasta que la glucosa desciende al nivel normal en la sangre.

Cuando la insulina se halla en cantidades insuficientes, por disminución del funcionamiento del páncreas, se produce la enfermedad denominada diabetes mellitus, a consecuencia de lo cual se reduce el transporte de glucosa a través de la membrana de las células, aumenta la glucosa en la sangre y se produce la excreción de glucosa por la orina. Por consiguiente, se requiere más agua en la excreción de la glucosa, de ahí que aumente el volumen de orina y, por tanto, la necesidad de ingerir más agua. Los síntomas que se observan en el enfermo son aumento del apetito y la sed, pérdida de peso, excreción de gran cantidad de orina, etc. El suministro de insulina no elimina la diabetes, pero su administración continua permite que el enfermo realice una vida normal.

Las **glándulas sexuales** (figura 53), además de producir los gametos, secretan hormonas. Estas glándulas, representadas en la mujer por los ovarios, y en el hombre por los testículos, secretan hormonas que influyen en la manifestación de los caracteres sexuales, tales como el desarrollo de los genitales, así como la distribución del vello, entre otros.

Como te habrás percatado, el sistema endocrino tiene gran importancia en el organismo humano, pues interviene en la regulación del metabolismo, el crecimiento, etc.; además, influye en la constancia o equilibrio de diversas sustancias en la sangre y en los líquidos extracelulares, como, por ejemplo, la glucosa y el calcio.

Las glándulas del sistema endocrino realizan, conjuntamente con el sistema nervioso, las más complejas funciones de coordinación, que hacen posible que ningún órgano funcione aisladamente, sino en coordinación con los demás, causa por la cual el organismo funciona como un todo.

Ahora puedes responder, con muchos más elementos, la pregunta inicial del capítulo: ¿Qué le ocurriría al organismo humano si no le funcionaran los sistemas de regulación?



### Tarea

- ¿Por qué es muy importante la hipófisis?
- Cita dos funciones que regula el tiroides.
- ¿Por qué es fundamental en el hombre la presencia de las glándulas suprarrenales?
- A las personas que padecen diabetes mellitus, en muchas ocasiones hay que suministrarles insulina. Argumenta esta situación.
- ¿En qué funciones endocrinas intervienen las glándulas sexuales?
- Elabora un cuadro resumen sobre las glándulas endocrinas estudiadas, en el cual, en una columna se mencionen las glándulas y, en otra columna, la acción de sus respectivas hormonas.
- Analiza la siguiente expresión: el sistema endocrino es un sistema de regulación,

pero no todo sistema de regulación es un sistema endocrino.

- En una conversación que sostenían dos alumnos del noveno grado, después de estudiar los sistemas de regulación, uno le di-

jo al otro: sin estos sistemas, no podríamos vivir ni un minuto. ¿Es correcta la afirmación de este alumno? Argumenta tu respuesta.

### Medidas higiénicas

Las alteraciones en el funcionamiento de los sistemas de regulación pueden provocar serias afecciones en el organismo, atendiendo a su importancia en la integridad de las funciones, por lo que se hace imprescindible conocer las medidas higiénicas y ponerlas en práctica, para lograr el desarrollo favorable y la actividad normal del organismo.

En primer lugar, debes tener presente que, ante cualquier síntoma de afección que sientas, debes acudir al médico, que es el único que puede señalarte el tratamiento adecuado, y no adoptar planes por cuenta propia de utilizar determinados medicamentos o hierbas medicinales, aunque te hayan dicho que a cierta persona le resultaron muy buenos.

Una correcta dieta evita enfermedades provocadas por carencia de determinados nutrientes. ¿Recuerdas qué sucede cuando no ingerimos el suficiente yodo?

En el caso de los diabéticos, es necesario un control sistemático, para así poder llevar una vida normal.

Muchas enfermedades pueden ser provocadas por virus y bacterias. En séptimo grado estudiaste las bacterias y algunas de las enfermedades que estas ocasionan a otros organismos, como al hombre, por ejemplo. Debes conocer que los virus no son representativos del nivel celular; por eso, no están incluidos en ninguno de los cinco reinos de organismos estudiados por ti en grados anteriores. Los virus no tienen metabolismo propio y solo se multiplican cuando están como parásitos; fuera de las células que parasitan, constituyen cristales, que no manifiestan propiedades de vida; por todo esto, algunos científicos no los consideran como organismos, pero otros no tienen este criterio.

Por todo lo expuesto anteriormente, debes mantener un adecuado aseo para evitar infecciones. Así, evitarás enfermedades como la conjuntivitis, una de las más comunes del ojo que, entre otras causas, están las ocasionadas por bacterias y virus. Asimismo, debes lavarte muy bien el pabellón de la oreja y el orificio del conducto auditivo externo, para así eliminar el exceso de cerumen. Debes evitar la introducción de objetos en el conducto auditivo externo, ya que puedes lesionar las paredes de este conducto y, lo que es más peligroso, romper la membrana timpánica y perder la audición.

### Curiosidades

Tendrás una idea del tamaño de los virus si tomas en cuenta que, dentro de una bacteria atacada por virus, puede haber cientos de estos (figura 60) y, a su vez, una bacteria es mucho más pequeña que las células de nuestro organismo.

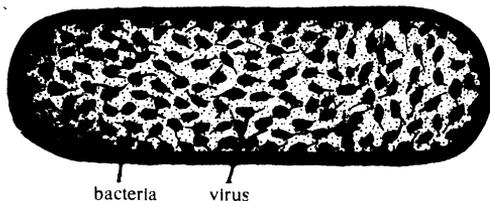


Fig. 60 Esta es la representación de varios virus dentro de una bacteria.

La iluminación deficiente de tu puesto de trabajo y el mirar muy de cerca los objetos, son causas frecuentes de afecciones de la vista. Para prevenir el desarrollo de muchos defectos visuales, es necesario que mantengas una postura adecuada durante la lectura y escritura, así como que la luz incida sobre lo que estás leyendo o escribiendo por la parte posterior e izquierda tuya, si eres derecho; también es necesario una distancia de aproximadamente 30 cm entre los ojos y el material que se observa. No debes leer en los ómnibus u otros vehículos, pues su movimiento provoca variaciones continuas en las distancias entre el ojo y el objeto, y esto trae consigo cansancio en los ojos y dolor de cabeza, entre otros.

La contaminación atmosférica en las ciudades industrializadas provoca afecciones a los ojos, por la acción de sustancias tóxicas, manifestándose irritación, ardencia y hasta conjuntivitis. Es por ello que se debe evitar la exposición o contacto de los ojos en lugares de fuente de contaminación.

Para evitar traumatismos en los ojos, provocados por llamas de hierro, ácidos, etc., se han dictado medidas de seguridad y protección del trabajador, las cuales deben cumplirse estrictamente, pues redundarán en beneficio del obrero y de la colectividad. Tú debes tener también presente estas medidas, si estás realizando alguna labor en donde haya estos peligros. Existen defectos visuales que se corrigen con el uso de lentes.

Con el desarrollo de la civilización industrial y urbana, el ruido, que consiste en un sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte, ha tomado gran importancia como un contaminante que influye desfavorablemente en el medio ambiente y, en algunos casos, resulta nocivo para la salud humana, no solo por las alteraciones nerviosas que provoca, sino, además, porque puede ocasionar una disminución progresiva de la audición. Es por esta razón que deben evitarse los ruidos innecesarios y el hablar en voz alta, pues el conjunto de ruidos va afectando a largo plazo el sistema auditivo y el sistema nervioso.

Una de las afecciones del oído es la sordera, que puede ser causada por lesiones en el oído externo o medio, o por lesiones en el oído interno. Si es en el último caso, la sordera es definitiva; este tipo de sordera puede ser hereditaria, aunque también puede ser provocada por el empleo de algunos medicamentos en dosis excesivas, como ocurre con la kanamicina. Si el oído interno funciona normalmente y la afección está en el oído medio o el externo, se pueden utilizar aparatos que facilitan la audición en muchos casos de sordera.

El trabajo influye de manera positiva en la actividad del sistema nervioso del hombre, pero debe organizarse adecuadamente. En sentido general, debe ocupar ocho horas, interrumpido por determinados descansos, durante los cuales no se realicen similares o idénticas actividades a las que se estaban realizando. ¿Comprendes por qué, durante los recesos escolares, es necesario que realices actividades sencillas que permitan activar la circulación y no dedicarlos a resolver tareas intelectuales?

Debes lograr una adecuada estabilidad emocional y una satisfacción ante el deber cumplido, para lo cual es importante la

dedicación y la concentración que tengas en cuanto a la actividad que realizas: si eres estudiante, debes ser buen estudiante, si trabajas en una fábrica, debes ser buen obrero, por ejemplo.

Durante tu tiempo libre, debes concebir, dentro del descanso, actividades deportivas y ejercicios físicos, sobre todo teniendo en cuenta que actualmente tu tarea fundamental es una actividad intelectual intensa. Debes incluir, además, visitas a museos, casas de la cultura, teatros, cines, círculos sociales, entre otros centros que, a la vez que te desarrollan culturalmente, contribuyen al descanso de tu sistema nervioso. Por lo antes expuesto, comprenderás que el descanso debe implicar un cambio de actividad, en el cual deben estar presentes las actividades deportivas, recreativas y culturales.

En el descanso también es fundamental la vinculación que se establezca con la naturaleza, de ahí la necesidad de conservar los paisajes, para utilizar las bellezas naturales como parte del descanso. En este sentido, desempeña una importante función tu participación en el campismo.

Para conservar un correcto estado de salud, es obligatorio que prestes la debida atención al tiempo que dedicas a dormir; cuando estás dormido, disminuye la intensidad de diversas funciones, como la frecuencia respiratoria, por ejemplo. El sueño debe ser profundo (de ahí, que se requieran determinadas condiciones en la habitación donde duermes) y su duración debe estar de acuerdo con la edad; así, por ejemplo, los jóvenes deben dormir entre ocho y diez horas diariamente. Del mismo modo, es necesario que mantengas un horario estable para dormir y que siempre te acuestes a la misma hora; esto contribuye, por ejemplo, a que se facilite el sueño de manera rápida y eficiente.

Hay sustancias que afectan al sistema nervioso, como el alcohol, la nicotina y la cafeína, entre otras.

Individuos que exageradamente ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas, además de provocar hechos desagradables en el seno de la sociedad, pueden llegar a padecer de enfermedades, como la denominada **delirium tremens**, caracterizada porque el enfermo siente que, sobre su cuerpo, caminan animales, que lo atacan horribles fieras, siente voces y gritos que, en realidad, no se están produciendo, entre otros síntomas.

La nicotina y el humo de los cigarrillos provocan alteraciones en la capacidad funcional del sistema nervioso, que pueden llegar a afectar la atención y la memoria. De igual modo, la cafeína constituye un excitante del sistema nervioso, por lo que su ingestión en exceso debe evitarse y, sobre todo, por parte de los niños.



#### Tarea

- Investiga por qué, cuando padeces de alguna enfermedad viral (ocasionada por virus), el médico no te indica el suministro de antibióticos.
- Menciona algunas condiciones higiénicas que deben reunir el trabajo, el descanso y el sueño.
- ¿Por qué el alcohol, el tabaco y el café son

considerados tóxicos para el sistema nervioso?

- ¿Cómo podrías proteger al oído?
- Investiga, en tu consultorio médico, el es-

tado de salud de la población en tu comunidad en relación con las enfermedades del sistema endocrino, del sistema nervioso y de los receptores.



### *Observación de diferentes respuestas reflejas en el hombre*

**Materiales:**

Objeto duro y fuente de luz (bombillo, linterna, fósforo)

**Técnica operatoria:**

En esta actividad práctica, a diferencia de las realizadas con anterioridad, tú, conjuntamente con tus compañeros, constituyen el propio objeto de estudio; por tal motivo, es necesario que leas con atención las orientaciones antes de proceder a realizar la actividad, para evitar así que pueda ocurrir un accidente.

1. Pídele a un compañero de tu equipo que se siente de forma tal que las piernas le queden colgando, o que cruce una pierna sobre otra; en ambos casos, es necesario que las piernas se encuentren lo más relajadas posible.
2. Sitúate frente a este compañero y, con un objeto duro, dale un golpe seco por debajo de la rótula. ¿Qué le ocurre a la pierna?
3. Repite los pasos anteriores con otros compañeros del equipo; compara las respuestas en los diferentes compañeros.
4. Sitúate frente a otro compañero del equipo, de forma tal que puedas observar la pupila.
5. Indica a tu compañero que se tape los ojos con las palmas de la mano, sin cerrar estos, y espera 2 min. Al retirar estas, acércales una fuente de luz. Describe lo que ha ocurrido a la pupila.
6. Repite el paso anterior con otros compañeros y compara las respuestas en los diferentes casos.

**Conclusiones:**

¿Qué mecanismo permite las respuestas observadas?

¿Qué tipo de reflejo se ha puesto de manifiesto?

Elabora un esquema donde aparezcan las estructuras que intervienen en este reflejo.

## Funciones vegetativas

### *Introducción al estudio de las funciones vegetativas*

Al estudiar el capítulo 3, conociste cómo la regulación de las funciones del organismo está determinada por los sistemas endocrino y nervioso y que, parte de este último inerva numerosos órganos, entre los que se encuentran aquellos que constituyen los sistemas relacionados con las **funciones vegetativas** (figura 30).

Mediante las funciones vegetativas que, en conjunto, realizan estos sistemas de órganos, el organismo se relaciona con el medio ambiente, al tomar de este las sustancias necesarias en su mantenimiento, transportándolas hacia todas las células donde, como conoces, ocurren, a partir de ellas, los procesos metabólicos por los cuales el organismo obtiene la energía indispensable en la realización de sus funciones y, también, las sustancias que intervienen en su crecimiento y desarrollo. De igual manera, se consideran funciones vegetativas aquellas que posibilitan la expulsión de las sustancias de desecho del organismo obtenidas como resultado de los procesos metabólicos, así como otras que pueden encontrarse en exceso en el organismo (figura 61).

Al estudio de los sistemas de órganos que intervienen en la realización de las funciones vegetativas, está dedicado este capítulo.

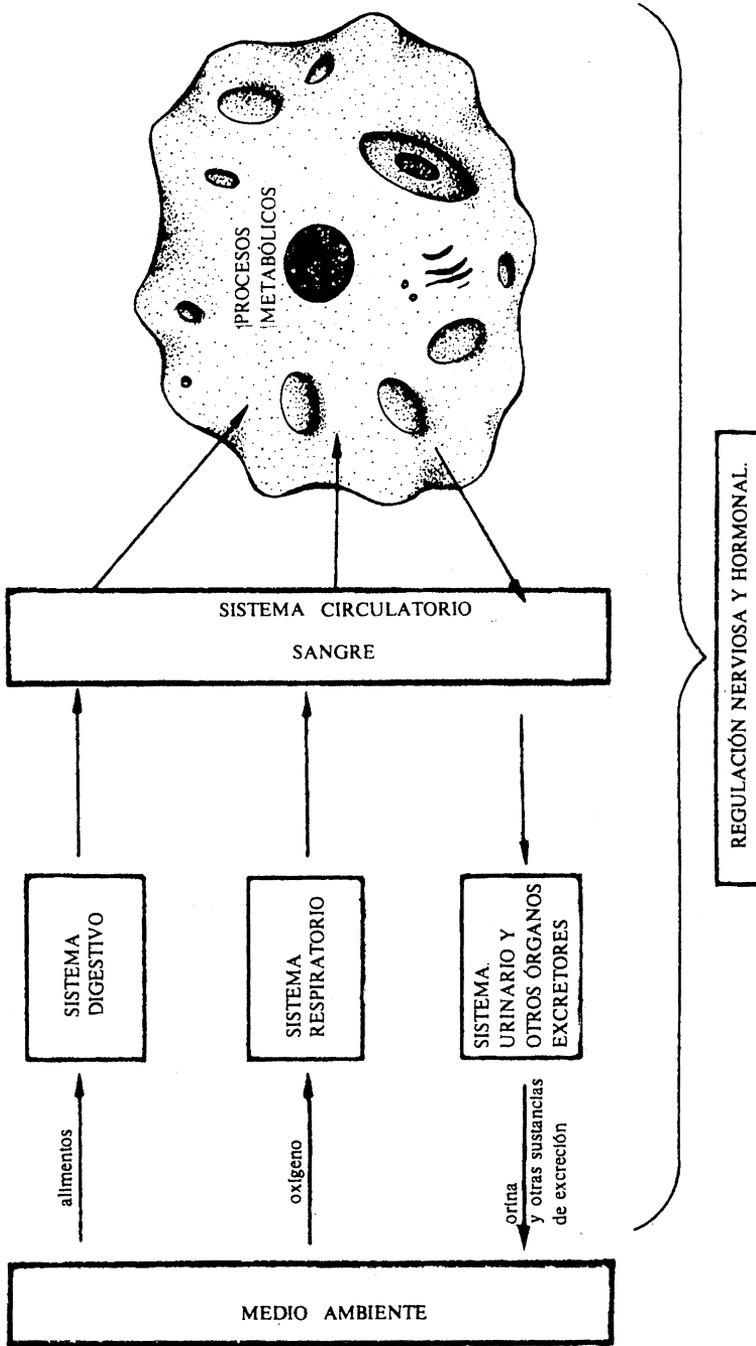
### *Características principales de la estructura y la función del sistema digestivo*

Al igual que la mayoría de los animales, el hombre presenta nutrición heterótrofa ingestiva, o sea, toma del medio ambiente e ingiere sustancias alimenticias elaboradas por otros organismos, las que, en los órganos del sistema digestivo, se digieren o transforman en sustancias absorbibles que, posteriormente, se transportan por la sangre hasta las células, donde son utilizadas en los procesos metabólicos (figura 62).

### Los alimentos. Su importancia

Te preguntarás qué importancia tienen los alimentos en nuestro organismo. Es necesario que conozcas que ellos nos aportan las sustancias nutritivas (nutrientes), que son los componentes de los alimentos que nutren al organismo; su importancia radica en que, en conjunto, posibilitan la “construcción” y la “reparación” de los tejidos del organismo, a la vez que proporcionan la energía necesaria en las actividades de nuestro cuerpo, así como las sustancias que intervienen en la regulación de numerosas funciones del organismo.

Las proteínas, los carbohidratos, las sustancias grasas y las vitaminas, imprescindibles en la nutrición, son ejemplos de **sustancias biorgánicas**, llamadas así porque son los componentes fundamentales de la materia viva; estas sustancias constituyen, por tanto, importantes nutrientes. Otros nutrientes, como el **agua** y las **sales minerales**, son ejemplos de sustancias inorgánicas pues, aunque se encuentran constituyendo parte de los organismos, también forman parte de la naturaleza no viva.



\* Con el objetivo de hacer lo más sencilla esta figura, y abarcando solo lo estudiado por ti anteriormente, y lo descrito en el texto, se han omitido aspectos no menos importantes. Dentro del recuadro correspondiente al sistema urinario y otros órganos excretorios, se ha representado la función excretora no solo del sistema urinario, sino también la de los sistemas respiratorio y digestivo, así como de la piel.

Fig. 61 Esta figura representa las funciones vegetativas en el organismo humano.

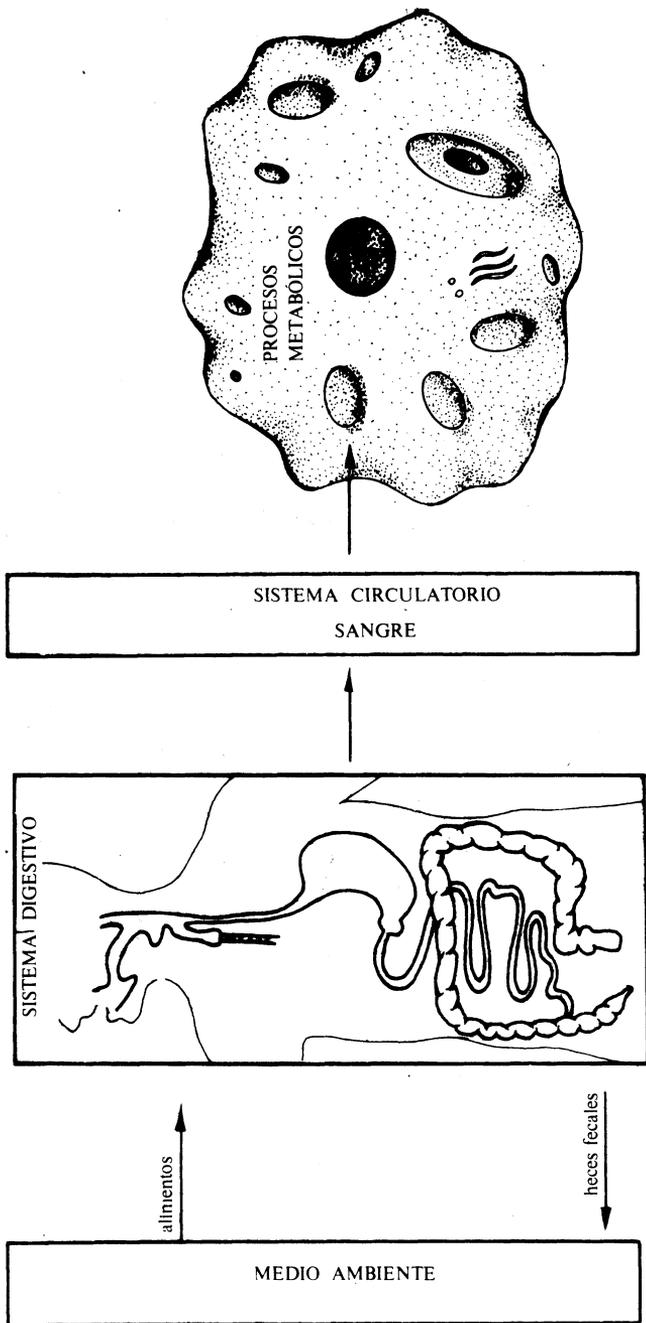


Fig. 62

El hombre es omnívoro, o sea, su fuente de alimentación proviene de organismos de diferentes reinos, principalmente de animales y plantas. Las carnes, la leche, las viandas, los huevos, las frutas y las pastas alimenticias, entre otros, son ejemplos de alimentos que el hombre consume habitualmente. ¿Acaso son esas las únicas fuentes de nutrición humana? Claro que no; conoces que existen otros nutrientes, como son el agua y las sales minerales, imprescindibles en la vida. Estos, por lo general, se ingieren como componentes de los alimentos de origen biorgánico; así pues, podemos determinar que, en los alimentos que consumimos, se encuentran tanto sustancias biorgánicas como sustancias inorgánicas (tabla 1).

**TABLA 1 COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS EN CARBOHIDRATOS, GRASAS Y PROTEÍNAS (expresada en 100 g de parte comestible)**

No. de orden	Alimentos	Proteínas	Grasas	Carbohidratos
1	Leche de vaca fresca	2,8	2,5	5,8
2	Yogur	2,6	2,2	5,9
3	Helado Coppella	3,1	15,3	23,1
4	Carne de res	30,8	2,5	0
5	Carne de cerdo	23,0	31,0	0
6	Pescado	23,5	1,4	0
7	Pollo	20,3	19,1	0
8	Queso tipo proceso	18,0	27,9	1,8
9	Huevo entero	13,0	12,0	1,0
10	Clara de huevo	11,0	0,2	1,0
11	Yema de huevo	16,0	31,0	2,0
12	Arroz	1,8	0,7	30,7
13	Harina de maíz	1,5	0,1	9,7
14	Pastas alimenticias	4,7	0,3	22,2
15	Pan (corteza suave)	9,5	1,4	61,3
16	Galletas	10,6	7,6	75,6
17	Papa	1,8	0,1	15,4
18	Aguacate	1,5	9,9	6,6
19	Calabaza	1,5	0,2	11,5
20	Frutas cítricas	1,1	0,2	11,3
21	Aceite o manteca	0	99,0	0
22	Mantequilla con sal	1,0	83,0	0,1
23	Panetela	3,3	6,5	64,3
24	Refresco embotellado	0	0	12,0
25	Malta	0,2	0	13,3

En la composición de los alimentos, generalmente prevalece una sustancia nutritiva. Así, por ejemplo, en la carne de res (tabla 1) se encuentran: agua, sales minerales, vitaminas, grasas y proteínas, siendo estas últimas las que están presentes en mayor proporción; por esto, decimos que la carne de res es un alimento rico en proteínas.

Para su estudio, los alimentos se han dividido en tres grupos denominados **grupos básicos de la alimentación**. Esta división se ha hecho teniendo en cuenta la sustancia nutritiva que en ellos predomina y su grado de importancia en el organismo (tabla 2).

**TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

<b>Allmentos</b>	<b>Sustancia nutritiva principal</b>	<b>Utilización en el organismo</b>
Leche, huevos, carnes y sus derivados, vísceras, frijoles, etc.	Proteínas	Constructores y reparadores
Aceite, manteca, mantequilla, mayonesa, etc.	Grasas	Energéticos
Arroz, pastas alimenticias, trigo, avena, papa, boniato, yuca, malanga, etc.	Carbohidratos	Energéticos
Zanahoria, lechuga, berro, tomate, guayaba, naranja, mango, leche, vísceras, etc.	Vitaminas y minerales	Reguladores

En un grupo se encuentran los alimentos **energéticos** (tabla 2), representados por aquellos en los que predominan los **carbohidratos** y las **grasas**, sustancias nutritivas que proporcionan al organismo la energía necesaria en la realización de diferentes funciones, como son, entre otras, el transporte activo de sustancias a través de la membrana citoplasmática, la contracción de las fibras musculares o la síntesis celular.

Otro grupo comprende a los alimentos **constructores y reparadores** (tabla 2). En estos, las **proteínas** son las sustancias nutritivas predominantes; se consideran constructores por su incidencia en la elaboración de las hormonas y en la reparación de los tejidos lesionados o las partes de las células dañadas, así como en el crecimiento, el desarrollo y la defensa del organismo.

Además, se encuentran los alimentos **reguladores** (tabla 2), en los cuales las sustancias nutritivas predominantes son las vitaminas y las sales minerales (tabla 3), las que, en pequeñas cantidades, son utilizadas como factores imprescindibles en la regulación de las funciones. Por ejemplo, la presencia de algunas vitaminas es fundamental en la activación de los procesos de degradación celular; asimismo, las sales de calcio son fundamentales en la formación del tejido óseo y en el normal funcionamiento del sistema nervioso.

¿Has pensado qué puede ocurrir a una persona que solamente ingiera en su dieta los alimentos representativos de uno de los grupos básicos de la alimentación? Seguramente que enfermaría, ya que la intervención de los integrantes de los tres grupos, en conjunto, y no la de uno solo de ellos, determina, en gran medida, una actividad adecuada del organismo.

La dieta diaria debe ser balanceada, o sea, en ella deben estar presentes alimentos representativos de cada uno de los grupos básicos. De acuerdo con la edad y la actividad del individuo, por ejemplo, debe ser su dieta alimenticia. ¿Crees que, en su dieta diaria, necesitan igual cantidad de alimentos constructores y reparadores, un niño y un adulto? ¿Necesitarán igual cantidad de alimentos energéticos un ajedrecista y un velocista?

**TABLA 3 FUNCIÓN REGULADORA DE LAS VITAMINAS Y LOS MINERALES**

<b>Vitaminas y minerales</b>	<b>Relación de algunos alimentos que los contienen</b>	<b>Algunas de sus funciones reguladoras en el organismo</b>
Vitamina A	Mantequilla, yema de huevo, vegetales verdes y amarillos	En el crecimiento corporal
Vitamina C	Frutos cítricos, tomate, col (sin cocinar)	En la resistencia del organismo contra las infecciones
Vitamina B <sub>12</sub>	Carnes, vísceras, pescado, leche, huevos	En la formación de los glóbulos rojos
Vitamina D	Leche, hígado de pescado	En el crecimiento y desarrollo de los niños
Calcio	Leche, queso, vegetales de hojas verdes, mariscos	En la estructura de los huesos y los dientes
Hierro	Hígado, carnes, vegetales de hojas verdes, frijoles	En la síntesis de hemoglobina
Fósforo	Leche, productos lácteos, pescado, mariscos	En la estructura del núcleo y del citoplasma de las células y en la transmisión de los impulsos nerviosos.

En todos los policlínicos y hospitales, así como en los consultorios de los médicos de la familia, existen tablas de recomendaciones nutricionales, que constituyen guías para los médicos y los técnicos en nutrición, en su función de orientar a la población con respecto a las necesidades nutricionales de cada individuo o grupo poblacional, tanto en cantidad como en calidad.

Después de conocer la importancia de los alimentos en nuestro organismo, es necesario que conozcas algunas características estructurales de los órganos que constituyen el sistema digestivo y cómo en ellos son transformados los alimentos en sustancias absorbibles.

### Los órganos digestivos. Sus funciones

Observa en la figura 63 cómo el sistema digestivo está formado por el **tubo digestivo** y las **glándulas anexas** a este. Seguidamente, observa cómo el tubo digestivo se extiende desde la boca hasta el ano. También podrás apreciar cómo algunos de sus órganos se ubican en la cavidad torácica y otros en la abdominal.

Como conoces, en el tubo digestivo es donde ocurre la ingestión de los alimentos, su digestión o transformación en sustancias más simples, la absorción de estas y, por último, la egestión o defecación.

Las glándulas anexas (figura 63), aunque no forman parte del tubo digestivo, son fundamentales en la digestión o transformación de los alimentos en sustancias más simples. Esto se debe a

que ellas secretan sustancias imprescindibles en la transformación de los alimentos, las cuales son conducidas al tubo digestivo por medio de conductos.

Entre las glándulas anexas se encuentran las **glándulas salivales** (figura 64), que secretan la saliva a la cavidad bucal.

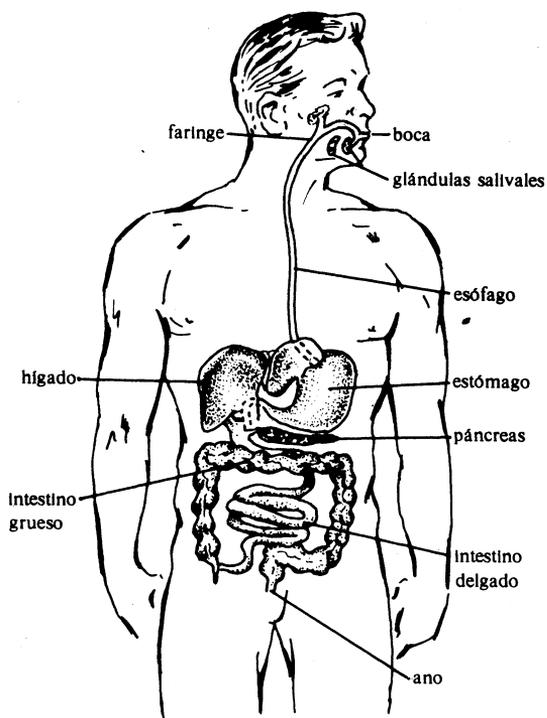


Fig. 63 Esquema del sistema digestivo.

### Curiosidades

La parotiditis, enfermedad conocida vulgarmente como “papeira”, se debe a la infección de un virus que provoca la inflamación de las glándulas salivales parótidas.

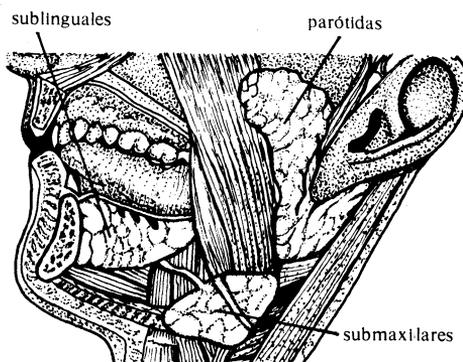
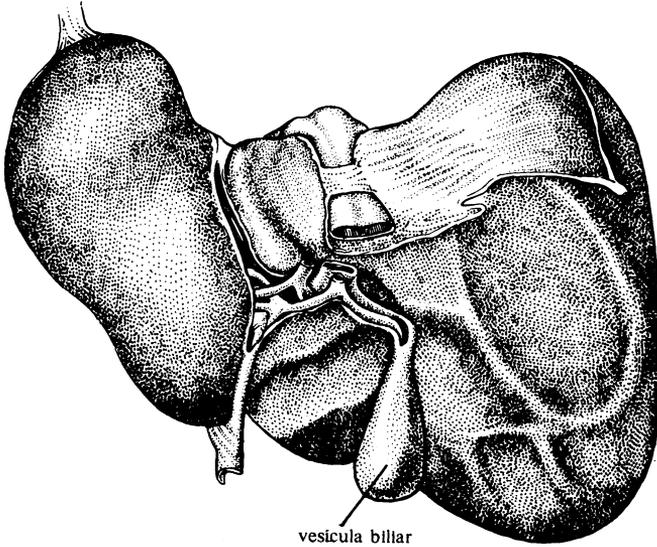


Fig. 64 Las glándulas salivales secretan saliva hacia la cavidad bucal.

El **hígado** (figura 65), otra de las glándulas anexas al tubo digestivo, se encuentra en la porción superior y derecha de la cavidad abdominal. Tiene una gran importancia en el organismo

porque participa en numerosas funciones, entre ellas, en la digestión, mediante la secreción de la **bilis**, que es almacenada temporalmente en la **vesícula biliar** y que llega al tubo digestivo por medio de un conducto.



**Curiosidades**

En el hígado, que es la víscera de mayor tamaño y peso del organismo humano, se llevan a cabo importantes funciones metabólicas, entre ellas, almacenamiento de sustancias, síntesis de proteínas y excreción de sustancias.

Fig. 65 Esquema que representa al hígado, donde se observa la vesícula biliar.

El **páncreas** (figura 66), cuya actividad endocrina conociste al estudiar la regulación de las funciones en el organismo, interviene también en la digestión de los alimentos, mediante la secreción del **jugo pancreático**, que llega al tubo digestivo por medio de un conducto.

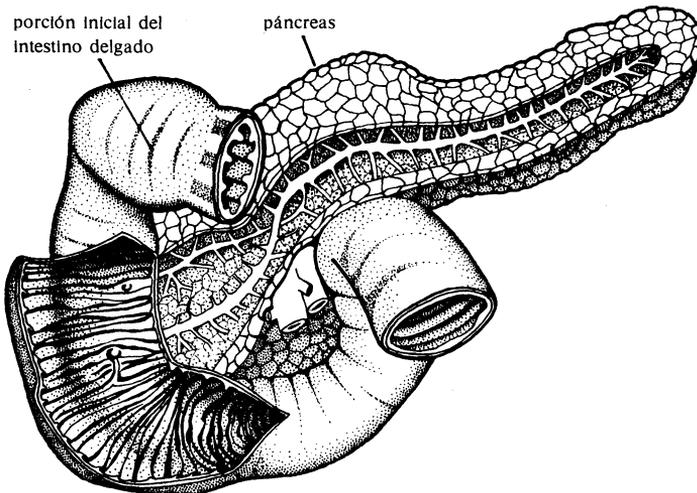


Fig. 66 El páncreas tiene función digestiva, además de endocrina.

Antes de comenzar a estudiar los diferentes procesos de transformación de los alimentos en sustancias absorbibles, debes recordar que toda la actividad del organismo está bajo la regulación nerviosa y hormonal, por lo que el sistema digestivo no se excluye de este control.

Conocido es por ti, que ingieres alimentos o tomas agua, cuando sientes hambre o tienes sed. ¿Te has preguntado, alguna vez, cuál es la causa de esto? Te darás cuenta que son respuestas a estímulos surgidos en tu organismo, al disminuir la concentración adecuada de nutrientes, y captados por receptores específicos, y cuya respuesta, por ejemplo, se elabora en el hipotálamo.

Esto te indica que la acción de ingerir alimentos está condicionada al control nervioso. Al proceder al estudio de la digestión, notarás cómo en todo este proceso está presente la regulación nerviosa, al igual que la hormonal.

Tomando como ejemplo un menú compuesto por carne de res, arroz blanco, ensalada de tomates y pan con mantequilla, en el que, en cada uno de los alimentos predomina un nutriente diferente y estando representados los tres grupos básicos de alimentos, iniciarás el estudio de la digestión.

Seguramente que, ante la representación de estos alimentos, “se te ha hecho la boca agua”. Por lo general, antes de ingerir los alimentos, aumenta la secreción salival, lo que constituye una respuesta al estímulo que representa verlos u olerlos, por lo que, al ingerir los alimentos, en la cavidad bucal ha aumentado la secreción de saliva.

En la boca existen estructuras que participan directamente en los procesos digestivos. En ella se encuentran los **dientes** (figura 67) que, como recordarás, realizan la función de masticación, al cortar, desgarrar y triturar los alimentos. ¿Sabes por qué es importante la masticación? Su importancia radica en que, mediante esta acción, los alimentos se fragmentan en porciones cada vez más pequeñas y, por lo tanto, aumenta la superficie de estos expuesta a la acción de las secreciones digestivas.

La saliva que, como conoces, es secretada a la cavidad bucal, proveniente de las **glándulas salivales**, es la primera secreción que actúa sobre los alimentos ingeridos.

Te preguntarás qué implicación tiene esto en la transformación de los alimentos en sustancias más simples. En general, en las secreciones digestivas se encuentran unas sustancias llamadas **enzimas digestivas**, cuya acción posibilita la transformación de los alimentos en sustancias más simples.

La saliva contiene una enzima digestiva que actúa sobre los alimentos que contienen carbohidratos, iniciando su transformación o digestión.

La acción mecánica, determinada por la masticación de los alimentos, unida a la acción de las enzimas digestivas, en este caso de la presente en la saliva, inician la transformación gradual de los alimentos en sustancias más simples.

Podemos concluir que **en la cavidad bucal comienza la digestión de los carbohidratos**; así, del menú seleccionado, fundamentalmente el arroz y el pan inician en ella su transformación.

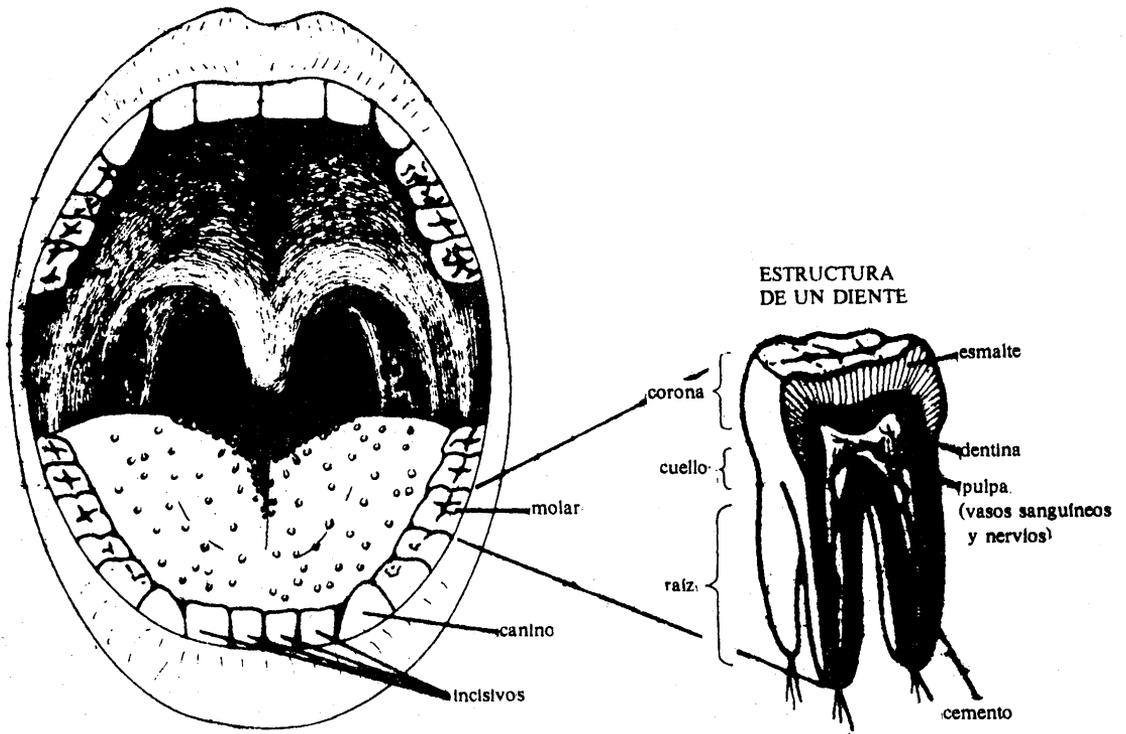


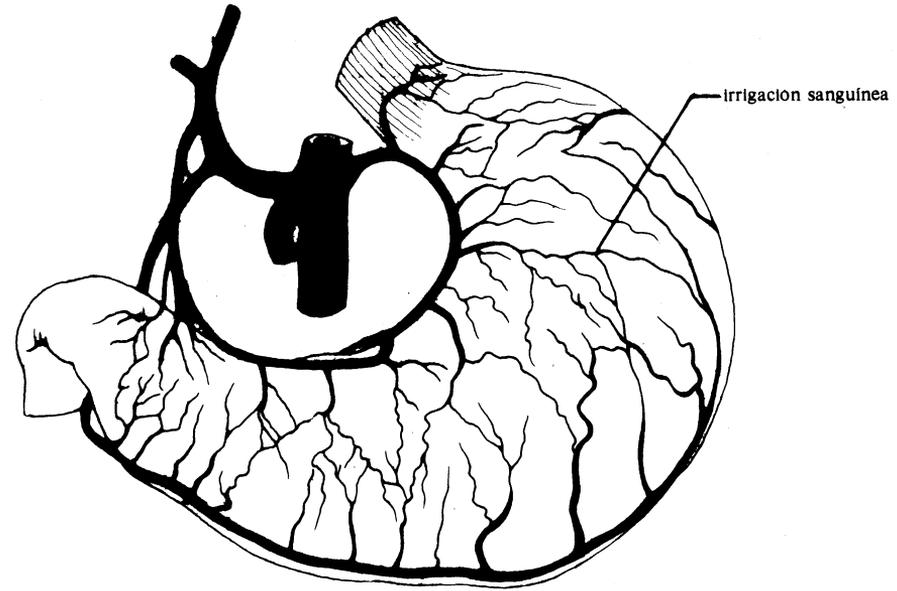
Fig. 67 Los dientes desempeñan una función importante en la digestión.

Después que los alimentos son masticados e insalivados, pasan a la faringe y al esófago, hasta llegar al estómago (figura 63), es decir, son deglutidos. En esta acción interviene la lengua, al empujarlos hacia la región posterior de la cavidad bucal.

Al continuar analizando cómo sucede la transformación de los alimentos en el resto del tubo digestivo, te darás cuenta que ocurren acciones mecánicas, determinadas por las contracciones y las relajaciones de las fibras de tejido muscular que forman la musculatura de sus paredes. Es posible que te preguntes cuál es la importancia de estos movimientos. En el caso de la faringe y el esófago, estos movimientos contribuyen a que desciendan los alimentos y, en el del estómago y el intestino, posibilitan que a los alimentos se unan las sustancias de secreción de pequeñas y numerosas glándulas, situadas en la capa interna de sus paredes, o provenientes del hígado y del páncreas. Debes conocer que, tanto el movimiento del tubo digestivo como sus secreciones (y las de las glándulas anexas), son respuestas a estímulos que generalmente consisten en la presencia de los propios alimentos, y captados por receptores que se encuentran en estos órganos.

En la faringe y el esófago (figura 63) no ocurren nuevas transformaciones de los alimentos; estos órganos constituyen una vía de paso de los alimentos. Comprenderás que es muy breve el tiempo que ellos permanecen en estos órganos hasta llegar al estómago (figura 68). Ya en este último, el movimiento de sus

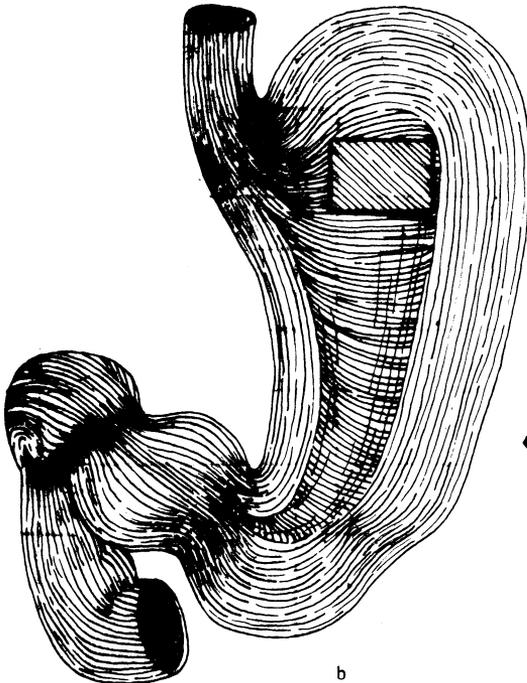
paredes posibilita que los alimentos se mezclen con el **jugo gástrico**, secreción de las numerosas glándulas que forman parte de su capa interna; formando parte del jugo gástrico se encuentran enzimas digestivas.



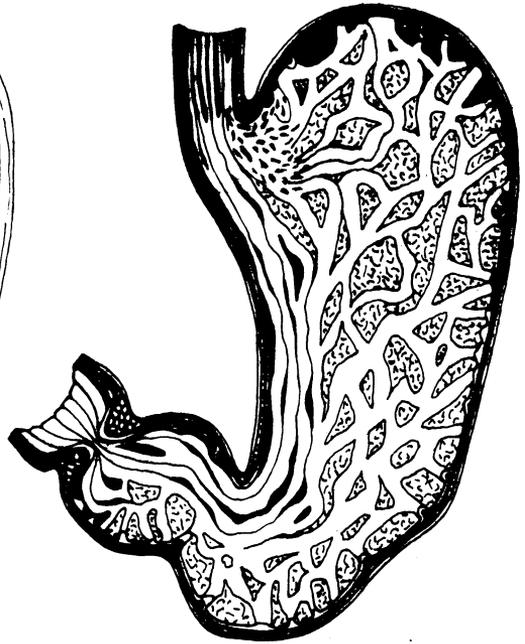
a

disposición de las fibras musculares

capa interna donde se encuentran numerosas glándulas



b



c

Fig. 68 Esquema que representa la estructura del estómago.

Las enzimas digestivas contenidas en el jugo gástrico, actúan sobre los alimentos ricos en proteínas y, en menor grado, sobre las grasas emulsionadas, iniciando su digestión. Del menú propuesto, en el estómago se inicia fundamentalmente la transformación de la carne de res y la mantequilla.

El tiempo de permanencia de los alimentos en el estómago, dura alrededor de tres horas. Si, por alguna causa, vomitaras el contenido de alimentos de este, notarás que, en el curso de su recorrido por los órganos digestivos, ocurren notables transformaciones que los hacen diferentes, tanto por su consistencia, que es semilíquida, como su olor algo desagradable, así como su acidez.

Del estómago, pasan los alimentos hacia el intestino delgado (figura 69a). A diferencia de la faringe, el esófago y el estómago, en el intestino delgado, además de las glándulas que forman parte de su capa interna, se encuentran muchos pliegues y las **vellosidades intestinales** (figura 69b), que son unas prolongaciones sumamente pequeñas, en forma de dedos, básicas en la absorción de los nutrientes.

#### Curiosidades

La acidez del jugo gástrico está determinada por presentar, en su composición, ácido clorhídrico. Además de ser importante en la digestión, tiene una gran acción de defensa del organismo, ya que numerosos microorganismos, que penetran junto con los alimentos, son destruidos por su acción.

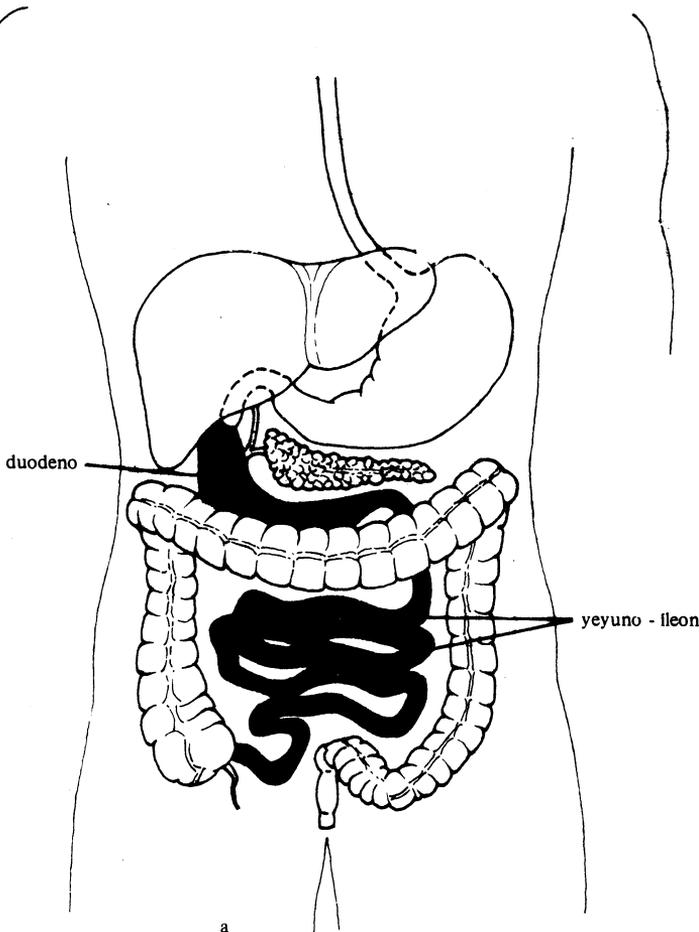


Fig. 69 Esquema que representa la estructura del intestino delgado.

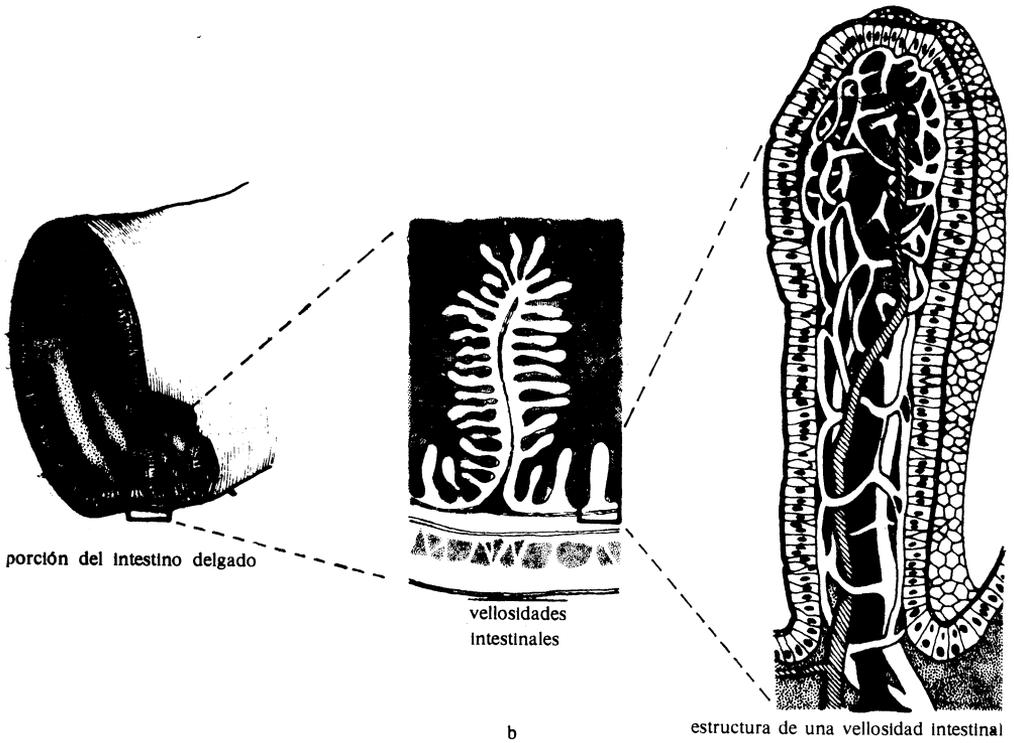


Fig. 69 Esquema que representa la estructura del intestino delgado.

En la porción inicial del intestino delgado, llamada **duodeno**, desembocan conductos provenientes del hígado y del páncreas (figura 70). Como comprenderás, tanto la bilis como el jugo pancreático, son vertidos en el intestino delgado. A estas sustancias de secreción se les añade el jugo intestinal, secretado por las glándulas que se encuentran en la pared del intestino, y todas ellas se mezclan con el contenido procedente del estómago.

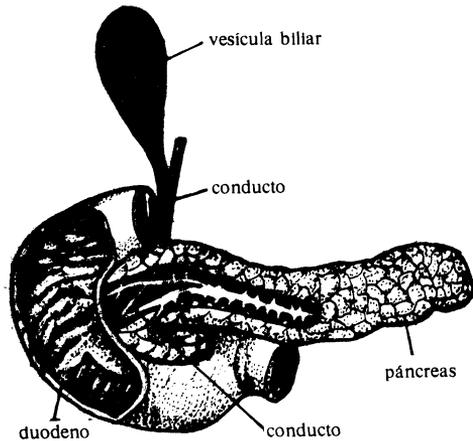


Fig. 70 En el duodeno, porción inicial del intestino delgado, desembocan conductos provenientes del hígado y del páncreas.

La llegada de los alimentos al intestino delgado, constituye un estímulo que provoca el movimiento de sus paredes, así como la secreción del jugo intestinal. De igual manera, determina que sean vertidos en el intestino la bilis y el jugo pancreático. El movimiento de sus paredes posibilita que se mezclen bien los alimentos y las diferentes sustancias secretadas.

**La bilis no contiene enzimas digestivas, pero actúa sobre las grasas, provocando su emulsión. Las enzimas digestivas de los jugos pancreático e intestinal actúan sobre las proteínas, los carbohidratos y las grasas emulsionadas, concluyendo su digestión o transformación en sustancias más simples o sus productos finales.**

Ya estás en condiciones de llegar a conclusiones acerca de la digestión de los alimentos.

En los alimentos, como la carne de res, en los cuales predominan las proteínas, se inicia la digestión en el estómago y concluye en el intestino delgado. Los productos finales de la digestión de las proteínas son los **aminoácidos** (tabla 4).

En los alimentos que, como el arroz y el pan, predominan los carbohidratos, se inicia la digestión en la boca y concluye en el intestino delgado. Los productos finales de la digestión de los carbohidratos son **monosacáridos o azúcares simples**, por ejemplo, la **glucosa** (tabla 4).

En aquellos alimentos que, como en la mantequilla, predominan las grasas emulsionadas, se inicia la transformación en el estómago y se termina en el intestino delgado. Si las sustancias grasas no están emulsionadas, como ocurre con la manteca y el aceite, se inicia y termina la digestión en el intestino delgado.

Tanto las sustancias grasas emulsionadas como las que no lo son, tienen, en los **ácidos grasos** y la **glicerina**, a sus productos finales (tabla 4).

**TABLA 4 INICIO Y TERMINACIÓN DE LA DIGESTIÓN DE LOS NUTRIENTES**

<b>Nutrientes</b>	<b>Inician su transformación (digestión)</b>	<b>Terminan su transformación (digestión)</b>	<b>Productos finales</b>
Carbohidratos	Cavidad bucal	Intestino delgado	Monosacáridos o azúcares simples como la glucosa
Proteínas	Estómago	Intestino delgado	Aminoácidos
Grasas emulsionadas	Estómago	Intestino delgado	Ácidos grasos y glicerina
Grasas no emulsionadas	Intestino delgado	Intestino delgado	Ácidos grasos y glicerina

Te preguntarán qué son los productos finales de los alimentos. Sabes que, en los diferentes órganos del tubo digestivo, los alimentos se digieren o transforman en sustancias cada vez más

simples. Los productos finales son las sustancias más sencillas en que pueden transformarse los alimentos, sin perder sus propiedades esenciales.

Por ejemplo, el arroz es un alimento en cuya composición predomina un nutriente: los carbohidratos. Pero los carbohidratos que forman al arroz son muy complejos. Mediante la acción de enzimas digestivas se van transformando en otras sustancias más simples hasta llegar, por ejemplo, a la glucosa, que es uno de los carbohidratos más simples que existe.

Solo después que los alimentos se transforman en sus productos finales, es que pueden ser absorbidos y transportados por la sangre hasta los tejidos, donde intervienen en los procesos metabólicos.

¿Comprendes ahora por qué a un enfermo que no puede ingerir, digerir o absorber alimentos, se le administran sueros, por ejemplo, de glucosa, en lugar de sueros de arroz o de pan?

Posiblemente te preguntes si el agua, las sales minerales y las vitaminas que ingerimos sufren transformaciones en su recorrido por el tubo digestivo. Estos nutrientes no sufren transformaciones; tal y como los ingerimos, son absorbidos.

Conoces que, mediante la absorción, pasan hacia los líquidos circulantes los productos finales de los alimentos, así como el agua, las sales minerales y las vitaminas. Es en el intestino delgado donde fundamentalmente se produce la absorción.

Analicemos a continuación cómo ocurre este proceso nutricional.

Es conocido por ti que la capa interna del intestino delgado presenta numerosos pliegues y unas estructuras llamadas vellosidades intestinales, que aumentan considerablemente el área de absorción del intestino delgado (figura 69b).

¿Qué características presenta el contenido intestinal cuando se ha completado la digestión? En general, es un líquido, en el cual se encuentran los productos finales de la digestión de los alimentos y se pueden encontrar algunas porciones sólidas, que corresponden a las partes de los alimentos que no se han digerido.

Los pliegues determinan que la capa interna de la pared del intestino delgado no sea plana, por lo que el recorrido de los alimentos no es rápido, sino que ocurre lentamente, lo que tiene importancia, pues posibilita que sea absorbida la mayor cantidad de sustancias por las vellosidades intestinales.

El paso de los aminoácidos, los azúcares simples, así como del agua y los minerales, entre otros, a través de la membrana citoplasmática de las células que constituyen las vellosidades intestinales, ocurre por difusión o por transporte activo y, de estas, pasan a la sangre.

¿Hacia dónde son conducidos por la sangre? Son transportados hacia los diferentes tejidos, donde, a partir de muchos de estos productos, ocurren los procesos metabólicos (de degradación y de síntesis).

Es necesario que recuerdes que, mediante la degradación y, en presencia de oxígeno, se descomponen las sustancias alimenticias, liberando la energía que en ellas se encuentra acumulada. Comprenderás por qué se llaman alimentos energéticos a los carbohidratos y a los lípidos; esto se debe a que son aquellos que presentan más energía acumulada.

### Curiosidades

Se ha comprobado que los pliegues del intestino delgado y las vellosidades intestinales de un individuo adulto, aumentan unas 600 veces el área de absorción intestinal. Si pudiéramos extender los pliegues y aplanar las vellosidades, la superficie total sería de unos 250 m<sup>2</sup>, aproximadamente la superficie de una cancha de jugar tenis.

Por otra parte, los aminoácidos son utilizados, principalmente, en los procesos de síntesis celular, dando lugar a las sustancias propias del organismo. ¿Comprendes por qué se llaman alimentos reparadores y constructores a los alimentos ricos en proteínas?

La totalidad de los alimentos ingeridos no se transforman, por lo que, después de concluida la absorción, quedan en el tubo digestivo partes de los alimentos, como son, entre otros, cáscaras de frijoles, semillas y fibras de vegetales; por otra parte, algunos alimentos digeridos no son absorbidos. Todos ellos, junto con gran parte del agua ingerida, pasan lentamente por una válvula que se halla al final del intestino delgado (figura 71) hacia el intestino grueso.

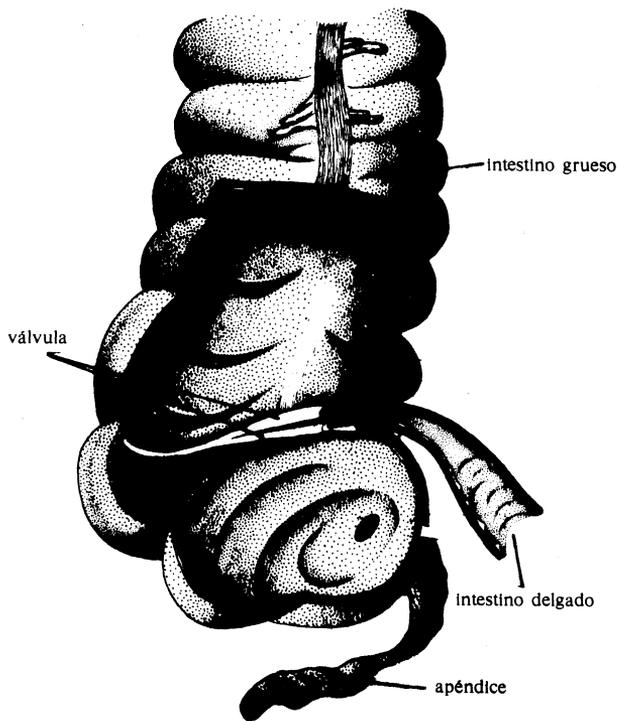


Fig. 71 El intestino delgado se comunica con el intestino grueso por medio de una válvula.

Como su nombre lo indica, el intestino grueso (figura 72) tiene más grosor que el intestino delgado.

A diferencia del intestino delgado, en el intestino grueso no se observan vellosidades intestinales. Te parecerá curioso conocer cómo es normal que, en el intestino grueso, se encuentre gran número de bacterias que no son patógenas, y que constituyen la flora intestinal; ellas contribuyen, de una manera efectiva, a la defensa contra otros microorganismos, que pueden ser patógenos, y provocan gases, al fermentar a los carbohidratos y proteínas no absorbidos.

### Curiosidades

Formando parte del intestino grueso se encuentra el comúnmente llamado apéndice, estructura que, según algunos científicos, es el vestigio de lo que constituyó, en nuestros antepasados herbívoros, una zona que alargaba mucho más el intestino y que comenzó a desaparecer, en la medida en que los homínidos se hicieron omnívoros.

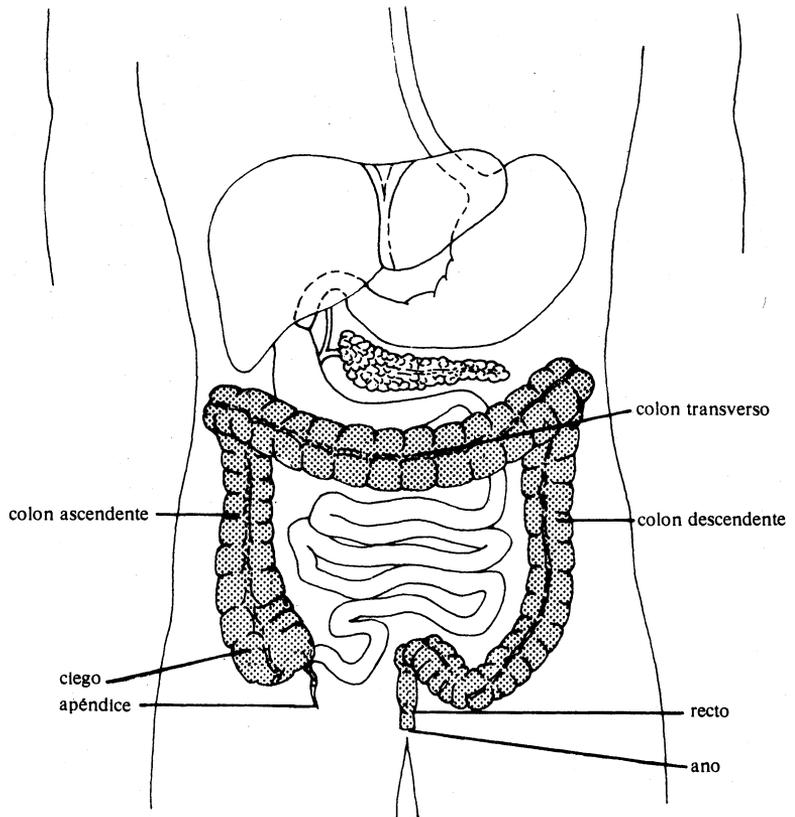


Fig. 72 Esquema que representa el intestino grueso.

En el intestino grueso ocurre, entre otras, la absorción de gran parte del agua y la formación de las heces fecales. Estas últimas se encuentran formadas fundamentalmente por los desechos de los alimentos; algunas sustancias de excreción provenientes del hígado y bacterias.

Como conoces, las heces fecales son expulsadas al exterior, constituyendo la egestión o defecación, que ocurre por el ano y es controlada por el sistema nervioso.



#### Tarea

- Fundamenta las siguientes afirmaciones:
  - a) En el tubo digestivo ocurren todos los procesos relacionados con la digestión.
  - b) Las glándulas digestivas realizan una importante función.
- De acuerdo con los conocimientos que tienes sobre la digestión de los alimentos, determina dónde ocurre la transformación de:
  - pastas alimenticias

-carne de pollo  
-mayonesa.

- Menciona cuáles son los nutrientes que predominan en cada uno de los alimentos antes mencionados y cuál es el producto final en cada caso.
- Entre los componentes del jugo gástrico, se encuentra el ácido clorhídrico. Investiga:
  - a) ¿Qué importancia tiene este ácido en la digestión?
  - b) ¿A qué se debe que este ácido, siendo

una sustancia corrosiva, no dañe normalmente la pared interna del estómago?

- Un alumno de noveno grado le dijo a un compañero de aula que, cuando hay trastornos en el hígado y, por tanto, no llega la cantidad de bilis requerida al intestino, no es conveniente comer con mucha manteca. ¿Cuál es tu opinión? Argumenta tu respuesta.

Al igual que la mayoría de los animales, el hombre libera la energía necesaria en sus funciones mediante la respiración aerobia; toma del medio ambiente el oxígeno, que penetra por las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones, donde ocurre un intercambio de gases, pasando a la sangre, que lo transporta hasta las células del cuerpo. En las células se produce la liberación de energía, es decir, la respiración; en este proceso se obtienen, además, como resultado, sustancias de excreción (dióxido de carbono y agua), que, por vía sanguínea, llegan hasta los pulmones y que, como parte del intercambio gaseoso, salen al exterior por medio de las vías respiratorias (figuras 73 y 74a).

Es necesario que conozcas cómo ocurre la entrada del aire desde el exterior hasta los pulmones. Piensa cómo se realiza. En general, se hace de modo involuntario; la entrada del aire hasta los pulmones, o **inspiración**, está subordinada a movimientos de la caja torácica (figura 74b) que aumentan el volumen de dicha cavidad. En esos movimientos están implicados músculos, fundamentalmente el diafragma.

Resulta interesante comprobar que toda regla tiene su excepción; estos músculos, aunque formados por fibras estriadas, en este caso, por lo general se contraen de manera involuntaria, lo que determina la elevación de las costillas y el esternón.

Recubriendo a los pulmones se encuentra la **pleura**, membrana constituida por dos hojas, que normalmente se encuentran adosadas. Al elevarse la caja torácica por las contracciones de los músculos que intervienen en la inspiración, esta tira de la pleura, lo cual provoca la distensión de los pulmones y, por tanto, el aumento del volumen de estos. Puedes preguntarte qué importancia tiene esto; determina que la presión interna de los pulmones disminuya, en comparación con la presión atmosférica externa, provocando que penetre el aire del exterior hasta ellos.

Cuando cesa la contracción de los músculos respiratorios antes mencionados, la caja torácica vuelve a la posición anterior y comprime a los pulmones, lo cual provoca que su presión interna sea mayor, en comparación con la presión atmosférica externa (figura 74c); esto determina la salida del aire al exterior, o **espiración**, y los pulmones disminuyen de volumen. De inmediato, ocurre una nueva inspiración y así, sucesivamente, durante toda la vida, pues los mecanismos de inspiración y espiración constituyen ciclos que comienzan al nacer el individuo y terminan con su muerte.

### *Características principales de la estructura y la función del sistema respiratorio*

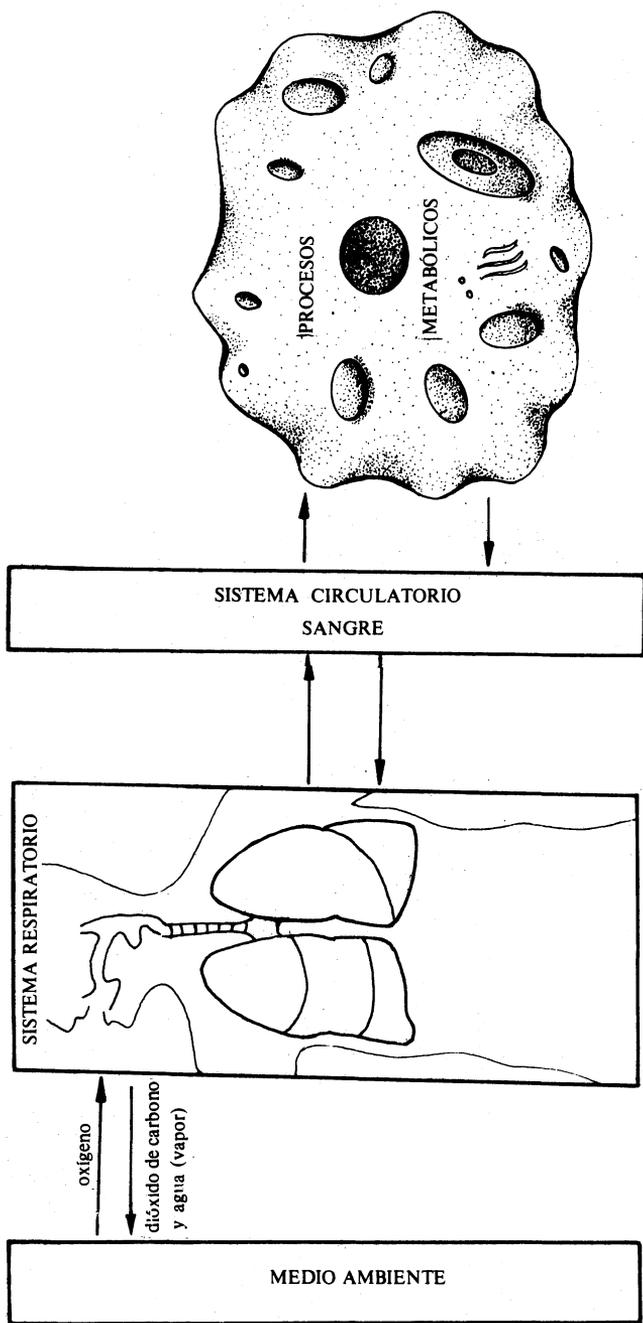
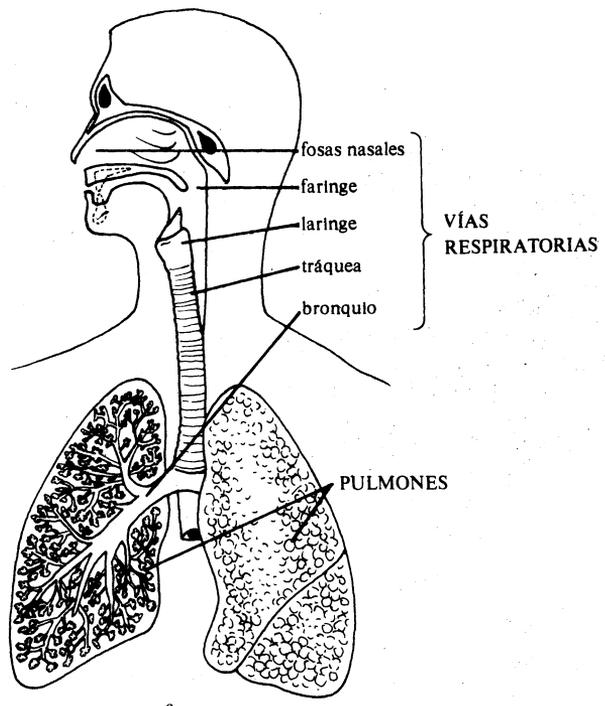
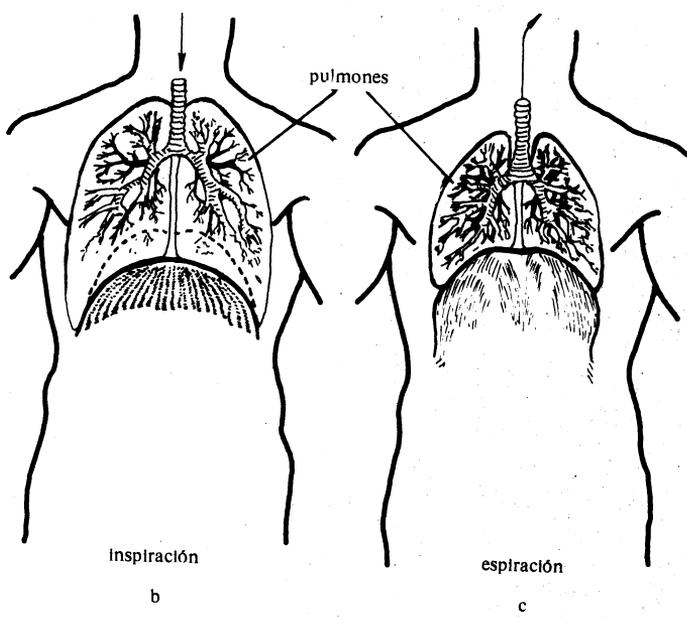


Fig. 73



a



Inspiración

b

espiración

c

Fig. 74 En el funcionamiento del sistema respiratorio son importantes los movimientos de inspiración y espiración.

### Curiosidades

En un adulto saludable y en reposo, en cada minuto ocurren aproximadamente 15 ciclos inspiración-espирación. En un individuo de 40 años, este ciclo se ha repetido aproximadamente veintidós millones veinticuatro mil veces.

La frecuencia del ciclo inspiración-espирación puede variar en dependencia de numerosos factores. Por ejemplo, cuando realizamos un gran esfuerzo físico, es mayor su frecuencia, ya que las necesidades energéticas de los músculos aumentan, con lo cual se consume más cantidad de oxígeno y se produce más cantidad de dióxido de carbono; al aumentar el nivel de este último en la sangre, determinados receptores especializados en captar el aumento de concentración del dióxido de carbono, se estimulan y se transforma el estímulo en impulso nervioso, que es conducido hacia centros nerviosos; la respuesta consiste en el aumento de la frecuencia del ciclo inspiración-espирación, hasta disminuir la alta concentración del dióxido de carbono en la sangre.

Después de conocer los mecanismos que permiten la llegada del aire hasta los pulmones, es necesario que conozcas algunos detalles relacionados con el aire inspirado.

Las características del aire atmosférico, del cual forma parte el oxígeno, pueden ser muy variables. Su temperatura, a veces, es más fría que otras; si ha llovido, su humedad relativa es muy alta, y muy baja si han pasado días sin llover. En las zonas poco habitadas por la población humana, tendrá pocas partículas extrañas en dispersión, pero en zonas de gran concentración de fábricas e industrias y gran cantidad de transporte automotor, por ejemplo, la concentración de estas será mucho mayor. Sin embargo, es un requerimiento fundamental, en el proceso respiratorio, que el aire llegue a los pulmones con determinadas condiciones. Te preguntarás cuáles son.

Es necesario que el aire tenga una determinada temperatura, en relación con la del cuerpo, que esté humedecido y, además, libre de partículas. Las vías respiratorias (figura 74a), constituidas por las fosas o cavidades nasales, la faringe, la laringe, la tráquea y los bronquios, presentan estructuras que hacen posible que se produzcan esas condiciones y, en general, son las vías de paso del aire del exterior hasta los pulmones y, de estos, al exterior.

Si analizas la estructura de las vías respiratorias, encontrarás que, en todas, el epitelio o mucosa que las recubre internamente, presenta pequeños cilios; además, tiene numerosas glándulas que secretan mucus. Te preguntarás qué relación existe entre estas estructuras y el acondicionamiento del aire inspirado.

Particularmente importante es la presencia de estas estructuras en las fosas nasales, que son las vías respiratorias que tienen un contacto más directo con el medio ambiente. Al penetrar en ellas el aire, inmediatamente adquiere una temperatura muy similar a la corporal, ya que la gran vascularización de sus paredes posibilita que circule por esa zona mucha cantidad de sangre, cuya temperatura es superior a la del exterior.

Si las partículas extrañas son muy voluminosas, quedan atrapadas por los pelos de la región anterior de la nariz; si son más pequeñas, se adhieren al mucus, siendo batidas por los cilios que se hallan hacia la faringe, de la cual pueden ser expulsadas al exterior por la expectoración, si fuera necesario.

No te resultará extraño la recomendación que, a menudo, te han dado tus padres, tus maestros o el médico, al recomendarte que la inspiración del aire debe ser por las fosas nasales y no por

la boca. Imagina por qué; es obvio que se debe a que en la boca no existen las estructuras acondicionadoras del aire.

El resto de las vías respiratorias, tal como se ha expresado con anterioridad, hace posible que se mantengan las propiedades adquiridas por el aire en las fosas nasales. Es característica de ellas, además, la gran sensibilidad que presentan ante cualquier sustancia extraña o irritante, las que representan estímulos que provocan, de inmediato, el reflejo de la **tos**. Si la irritación ocurre en las fosas nasales, el reflejo será el **estornudo**.

¿No te ha ocurrido alguna vez que los alimentos se te hayan ido por el "camino viejo"? De vez en cuando y, por lo general, en ocasiones en las que, al estar comiendo, se pretende hablar, ocurre que el alimento, en lugar de pasar al esófago, toma una vía respiratoria: la laringe. ¿Sabes por qué? Esto se debe a que la faringe es un órgano que interviene en la digestión y en la respiración, ya que sus porciones media e inferior constituyen vías de paso, tanto para los alimentos como para el aire inspirado. En su porción inferior, la faringe se comunica con el esófago y con la laringe (figura 75). Formando parte de esta última, se encuentra una estructura que, en el acto de la deglución, cierra la abertura de la laringe e impide que los alimentos pasen a esa vía. Si en el momento de la deglución se habla, puede ocurrir que no funcione adecuadamente ese mecanismo, y caigan partículas de alimento en la laringe, provocando un fuerte acceso de tos, que posibilita la expulsión al exterior de las partículas de alimento.

#### Curiosidades

El reflejo de la tos desencadena numerosos mecanismos que posibilitan una expulsión brusca del aire inspirado, el cual sale a velocidades entre 110 y 160 km/h, arrastrando consigo hacia el exterior las partículas extrañas.

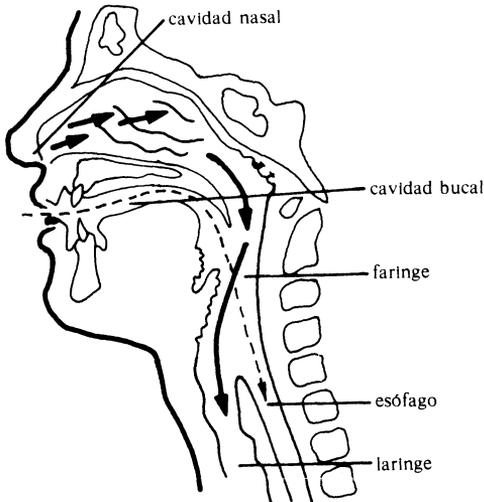


Fig. 75 La faringe se comunica con el esófago y con la laringe.

Como puedes observar en la figura 74a, la laringe se encuentra situada en el cuello. Este órgano, que presenta en su estructura cartílagos y musculatura, además de constituir una vía de paso del aire, es un órgano de fonación, ya que en él se hallan los pliegues o **cuerdas vocales**, que participan activamente en la emisión de sonidos.

A continuación de la laringe está la **tráquea**, órgano tubular formado por anillos cartilagosos en forma de U. En su extremo final, la tráquea se bifurca en los **bronquios** (figura 76).

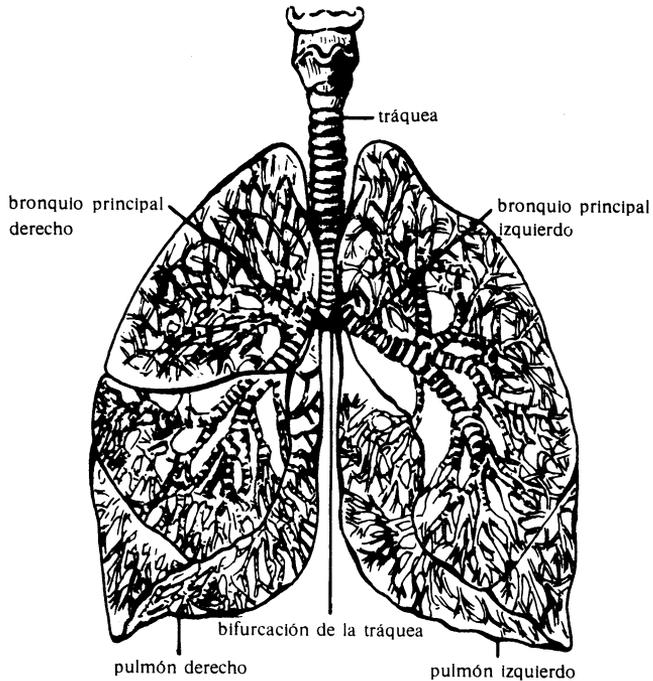


Fig. 76 Los bronquios se ramifican numerosas veces dentro de los pulmones.

Al observar la figura 76, notarás cómo los bronquios se continúan hacia el interior de los pulmones y, en ellos, se ramifican. En la medida que aumenta el número de sus ramificaciones, disminuye el diámetro de estos, y sus paredes se hacen muy finas; las últimas ramificaciones, los **bronquiolos**, llegan a tener un diámetro de aproximadamente 1 mm. ¿Te imaginas qué cantidad de bronquiolos hay en cada pulmón?; lógicamente, esta gran red que forman los bronquios al ramificarse, posibilita que el aire inspirado llegue a toda la superficie de intercambio de los pulmones.

A continuación, analizarás algunas características de los pulmones (figura 76). Como conoces, son dos órganos en forma de semicono, que se encuentran en la cavidad torácica, situados a ambos lados del corazón y limitados, en la región inferior, por el diafragma. Recubriéndolos externamente se encuentra la **pleura**.

Si alguna vez has tocado los pulmones, por ejemplo, de un cerdo, de un carnero o de un ave, habrás notado que son de consistencia esponjosa y elástica y, aún más, si en algún momento los has sumergido en agua, habrás comprobado que generalmente flotan. ¿A qué crees que se deba esto?; pues, a la gran cantidad de aire que hay en su interior. En los pulmones humanos existen similares características.

Suman miles los bronquiolos en cada pulmón, y cada uno de ellos termina en los sacos o **alvéolos pulmonares** (figura 77) que, en número de aproximadamente trescientos millones, se encuentran distribuidos entre los dos pulmones, constituyendo, en su conjunto, una amplia superficie de intercambio. En sus paredes

#### Curiosidades

Los médicos forenses conocen cuándo un individuo ha muerto ahogado por inmersión o por otra causa. Si sus pulmones flotan en el agua, aunque el cadáver haya sido encontrado en ella, esto es indicio de que la causa de la muerte no fue el ahogamiento por inmersión.

ocurre el **intercambio gaseoso** entre la sangre y el aire, ya que están constituidos por una fina capa de tejido epitelial, bajo la cual hay una notable irrigación sanguínea.

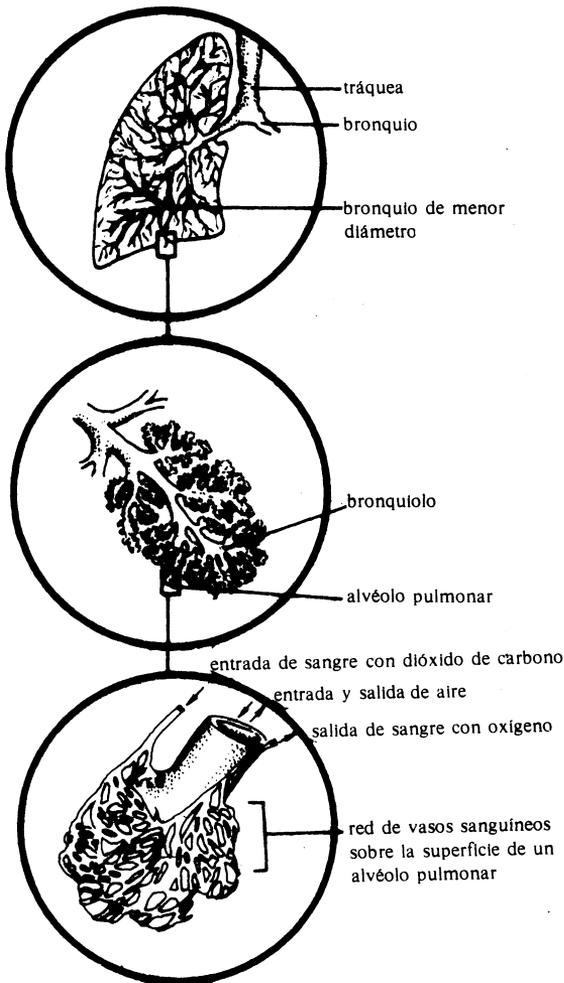


Fig. 77 Cada pulmón contiene numerosos alvéolos pulmonares, en los que ocurre el intercambio gaseoso.

Te encuentras en condiciones de conocer cómo ocurre el intercambio de gases entre la sangre y el aire inspirado. El aire que llega a los alvéolos o sacos pulmonares presenta, en su composición, gran cantidad de oxígeno y muy poca de dióxido de carbono. Por otra parte, recordarás que la sangre recoge, de todos los tejidos, dióxido de carbono, siendo grande la concentración de este gas en la sangre que circula por los finos vasos sanguíneos que rodean al alvéolo. La notable diferencia entre ambas concentraciones determina que difunda el dióxido de carbono desde la sangre hacia el alvéolo, y que el oxígeno difunda de este hacia la sangre, o sea, que ocurra un **intercambio de gases**, que es posible porque la superficie de intercambio es amplia, húmeda y está constituida por un epitelio muy fino y permeable.

El aire contenido en los alvéolos, con una gran concentración de dióxido de carbono, recorre, en sentido inverso, las vías respiratorias hasta el exterior, durante la espiración. ¿Alguna vez has espirado sobre la superficie de un espejo? Si lo has hecho, estarás de acuerdo en afirmar que, formando parte del aire espirado, se expulsa agua en forma de vapor, procedente de la sangre.

¿Conoces hacia dónde se traslada el oxígeno que va por la sangre? Este se traslada hacia los tejidos, en los que, por difusión, atraviesa las membranas citoplasmáticas, y llega a las mitocondrias, en las que, como conoces, ocurre la degradación celular. La presencia del oxígeno es muy importante en la realización de este proceso metabólico, porque posibilita que se libere la energía que contienen los nutrientes. Si el oxígeno no está presente, la energía que se libera es muy poca y, por tanto, podrás considerar que no se realizarán numerosas funciones del organismo y este moriría. A la degradación celular se le llama respiración; en este proceso metabólico, además de la energía liberada, se obtienen, como productos de desecho, dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono, como conoces, es transportado por la sangre hasta los pulmones, y posteriormente expulsado al exterior, mientras que el agua es expulsada, en forma de vapor, con el aire espirado, y por otras vías.



#### Tarea

- El intercambio de gases entre la sangre y el aire atmosférico se efectúa en los pulmones. ¿Por medio de qué vías llegan y salen de esos órganos los gases?
- Formando parte de los pulmones, se encuentra un gran número de alvéolos pulmonares.
  - a) Refiérete brevemente a las características estructurales de estos.
  - b) Explica, en relación con su estructura, la importancia de los alvéolos pulmonares.
- Fundamenta las siguientes afirmaciones:
  - a) La importancia del proceso respiratorio no está determinada por la llegada del oxígeno a los pulmones, sino por su llegada a las células.
  - b) El aire inspirado llega a los pulmones con la temperatura, la humedad y la pureza requeridas.
- ¿Qué importancia tiene la presencia de oxígeno en el proceso de degradación celular o respiración?
- Analiza la siguiente situación: en una habitación cerrada se encuentran numerosas personas estudiando; pasado un tiempo, aumentó en ellas la frecuencia del ciclo inspiración-espiración.
  - a) Teniendo en cuenta tus conocimientos acerca de la función respiratoria, ¿a qué conclusiones llegas?
  - b) A partir de tus conocimientos sobre los receptores, ¿qué tipo de receptores intervinieron en esta situación: receptores externos o receptores internos? Argumenta tu respuesta.

#### *Los órganos excretores.*

#### *Características principales de la estructura y la función del sistema urinario*

Durante los procesos metabólicos, además de energía y sustancias necesarias en la reparación y la construcción de células y tejidos, se obtienen sustancias de excreción, que no son útiles al organismo y son transportadas por la sangre hasta los **órganos excretores**, por medio de los cuales son eliminadas al medio ambiente (figura 78).

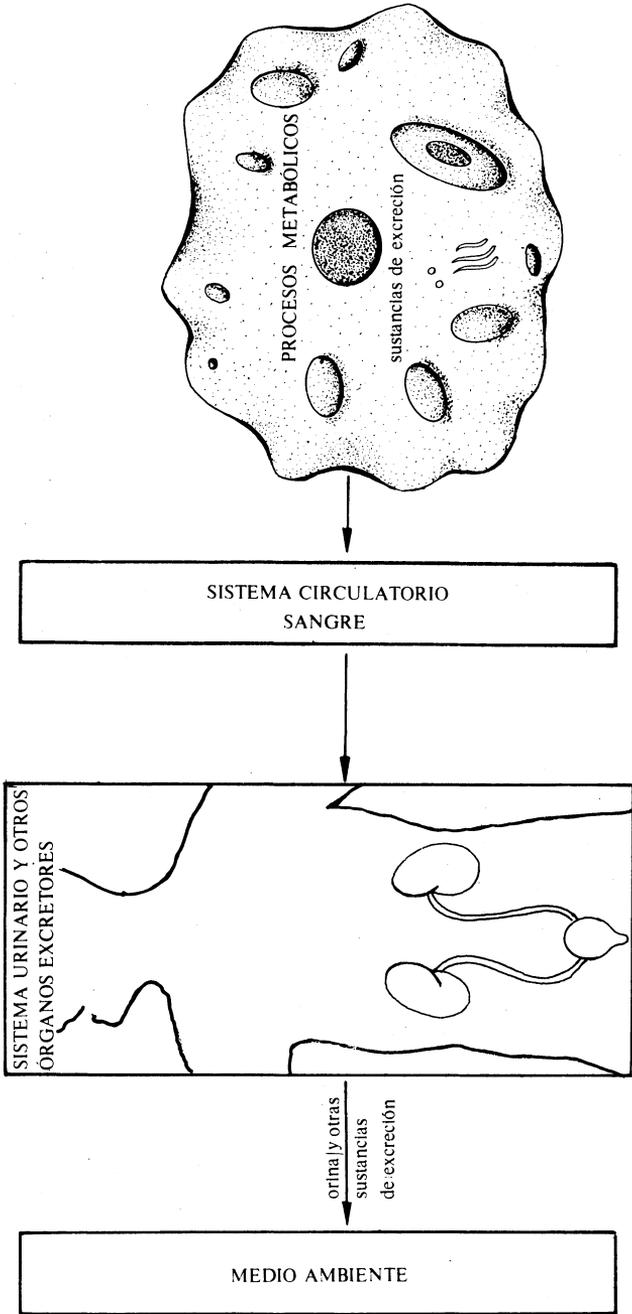


Fig. 78

### Curiosidades

El dióxido de carbono se forma continuamente en el organismo y se elimina, a un ritmo de 288 L diarios.

En grados anteriores, al igual que en este, conociste estructuras del organismo humano que eliminan sustancias de excreción hacia el medio ambiente, a la vez que realizan otras funciones.

Seguramente has pensado en el sistema respiratorio (figura 73). Resulta interesante analizar cómo, a la vez que este sistema es importante en el aporte de oxígeno, imprescindible en la respiración, es importante en la eliminación de dióxido de carbono y vapor de agua, teniendo, entonces, función excretora.

En las heces fecales que, como has estudiado, están constituidas, en gran medida, por sustancias de desecho de la digestión, también se hallan determinadas sustancias de excreción, provenientes de órganos como el hígado.

También, en la piel se encuentran las glándulas sudoríparas que elaboran el sudor, el que, además de contribuir a la regulación de la temperatura del cuerpo, está compuesto por sustancias de excreción.

¿Son, acaso, los únicos órganos excretores, los citados anteriormente? Conoces que, en la excreción de los vertebrados, intervienen fundamentalmente los **riñones** (figura 79), que son los órganos donde se elabora la orina. Sabes, además, que en la conducción de la orina hacia el exterior intervienen otros órganos, las **vías urinarias** (figura 79); estas, conjuntamente con los riñones, constituyen el **sistema urinario**.

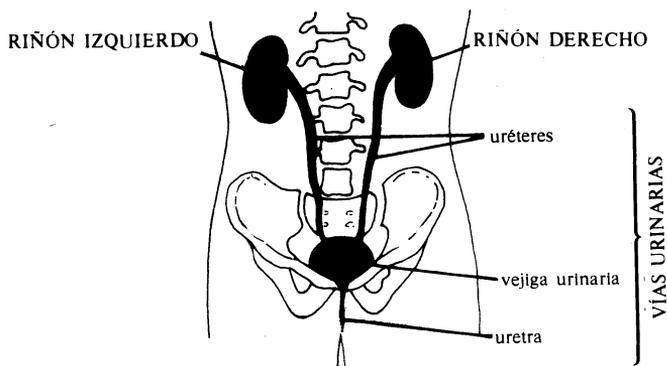


Fig. 79 Esquema del sistema urinario.

Los riñones, parecidos a dos grandes frijoles, que se hallan en la cavidad abdominal, a ambos lados de la columna vertebral, presentan en su constitución, aproximadamente, entre los dos, dos millones cuatrocientos mil **nefronas** (figura 80). Supondrás, al conocer su elevado número, que estas estructuras no se observan fácilmente, a simple vista. ¿Qué función realizan las nefronas? En cada una de ellas se forma la orina.

Si observas la figura 80, podrás darte cuenta que cada nefrona está formada, fundamentalmente, por dos partes: el **corpúsculo renal** y el **túbulo renal**.

El corpúsculo renal está constituido por varias decenas de capilares sanguíneos, dispuestos en forma de madeja, rodeados, por la porción inicial, en forma de embudo o cápsula, del túbulo renal; este último presenta paredes muy finas.

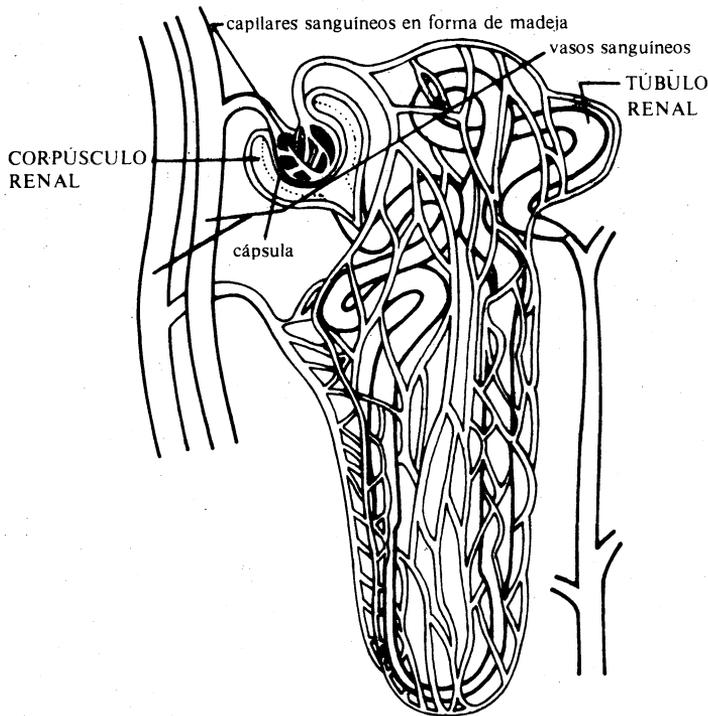


Fig. 80 Esquema que representa la estructura de la nefrona.

De la sangre que circula por los capilares sanguíneos en forma de madeja se **filtra**, hacia la estructura en forma de embudo, gran parte de sus componentes, entre ellos, sustancias de excreción, es decir, de desecho del metabolismo (urea, agua y otras), así como sustancias útiles (aminoácidos, glucosa, vitaminas, entre otras), todos, componentes del plasma sanguíneo.

Las sustancias que pasan, por el proceso de filtración, de la sangre hacia la porción inicial del túbulo renal, constituyen la orina inicial. ¿Crees que sea beneficiosa al organismo la expulsión al exterior de la orina inicial? Claro que no; si esto ocurriera, no solo se eliminarían sustancias de excreción, sino también gran cantidad de nutrientes necesarios a las células, por lo que los requerimientos del organismo, tanto energéticos como de sustancias reparadoras y constructoras de células y tejidos, no serían satisfechos, dando como resultado una afección de la salud.

Ya en el túbulo renal, la orina inicial comienza un recorrido, durante el cual se **reabsorben** o reincorporan a la sangre gran parte del agua, los nutrientes y otras sustancias necesarias al organismo. Durante el recorrido por el túbulo renal, pasan a través de este a la orina algunas sales minerales sobrantes en el organismo.

Como supondrás, al concluir estos procesos está formada la **orina final**, cuyos componentes normalmente son las sustancias de excreción, no necesarias al organismo, muchas de las cuales son tóxicas, y las sustancias en exceso.

#### Curiosidades

Los capilares que forman parte del corpúsculo renal presentan una permeabilidad veinticinco veces mayor que la del resto de los capilares sanguíneos del cuerpo, lo cual posibilita que ocurra la filtración.

### Curiosidades

Además de ser órganos excretores, donde se elabora la orina, los riñones secretan hormonas. Secretan una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos en la médula roja de los huesos.

### Curiosidades

Cuando se ingieren, en exceso, bebidas alcohólicas, aumenta considerablemente la elaboración de orina, provocando que la persona miccione con gran frecuencia. Esto se debe, entre otros factores, a la acción inhibitoria que produce el alcohol, en la secreción, por la glándula hipófisis, de una hormona que es la que controla la pérdida de líquido por la orina.



### Tarea

- Explica por qué se consideran a la piel, los pulmones y los riñones, como órganos excretores.
- Analiza la veracidad de las siguientes afirmaciones:
  - a) Por el sistema urinario solo se expulsan al exterior productos no necesarios de los procesos metabólicos.
  - b) Entre los componentes de la orina final, normalmente se encuentran aminoácidos y glucosa.
  - c) En los riñones se elabora la orina, pero esta no se expulsa por ellos al exterior del organismo.
- En una conversación entre varios alumnos de noveno grado, uno decía que el proceso de reincorporación o reabsorción permite que el organismo recupere sustancias útiles. ¿Cuál es tu criterio?
- Explica, mediante un ejemplo, cómo se evidencia la relación entre los sistemas digestivo, respiratorio y los órganos excretores en las funciones metabólicas.
- Menciona ejemplos en los que se ponga de manifiesto la regulación ejercida por los sistemas nervioso y endocrino sobre el sistema urinario.

Varias nefronas desembocan, mediante sus túbulos renales, en otros tubos, de un mayor diámetro, por los que pasa la orina final (figura 80). Estos, a su vez, confluyen, dando lugar a una cavidad que se continúa con el **uréter** (figura 79). Los **uréteres** son estructuras tubulares que constituyen vías de paso de la orina final hasta la **vejiga urinaria** (figura 79).

Constantemente, tanto de día como de noche, se forma orina en las nefronas, por lo que el goteo de esta por los uréteres hasta la vejiga urinaria es continuo, mas el hombre no orina constantemente; ¿sabes por qué? La vejiga urinaria, órgano de paredes musculares, constituye un receptáculo de la orina, la que se almacena ahí y solo, cuando su contenido alcanza determinada cantidad, provoca que se estimulen receptores que se encuentran en sus paredes; como respuesta al estímulo, se siente necesidad de orinar.

De la vejiga urinaria pasa la orina al exterior mediante la **uretra** (fig. 79), porción final de las vías urinarias. Resulta significativo que esta se diferencia en dependencia del sexo del individuo. En el hombre, constituye también la porción final del sistema reproductor, mientras que en la mujer el orificio que la comunica con el exterior se encuentra por delante e independiente del orificio vaginal.

Resulta importante comprender cómo la función de los riñones y demás órganos excretores no se limita solo a la eliminación de sustancias de excreción. Los órganos excretores intervienen, fundamentalmente los riñones, en el mantenimiento de la estabilidad interna del organismo. Así, por ejemplo, desempeña una importante función en el equilibrio del contenido de agua y de sales minerales en el organismo, al eliminar las cantidades que se hallen en exceso; como recordarás del capítulo 3, una hormona de la parte posterior de la hipófisis controla la intensidad de eliminación de agua por la orina.

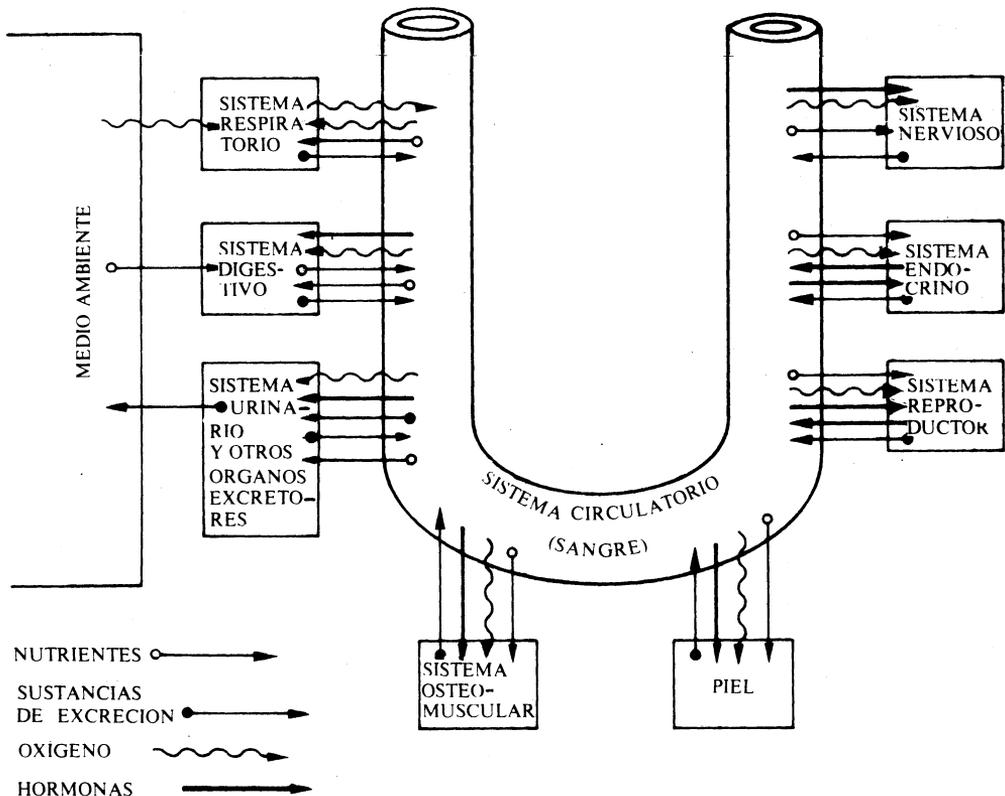
La sangre, al circular por nuestro cuerpo, transporta las sustancias necesarias que el organismo toma del medio ambiente, posibilitando que estas lleguen a todas las células; además, transporta, desde estas últimas, los productos de desecho obtenidos en los procesos metabólicos y aquellos que se encuentran en exceso. Por otra parte, conoces que, mediante la sangre, también son transportadas muchas hormonas.

Recordarás que, en la mayoría de los animales, existe un sistema interno de transporte de los líquidos circulantes, entre ellos, la sangre; es el **sistema circulatorio**. En el hombre, al igual que en los demás vertebrados, este sistema es **cerrado**; en él, la sangre es impulsada por el **corazón** y circula por un sistema de **vasos sanguíneos**.

Como supondrás, el intercambio de sustancias entre la sangre y las células es constante, por lo que es requisito fundamental que la **circulación sanguínea** se mantenga continuamente.

Las contracciones y las relajaciones del corazón determinan el movimiento constante de la sangre por los **vasos sanguíneos** y, por ende, garantizan el constante intercambio de sustancias con las células, lo que posibilita la relación de los diferentes sistemas de órganos entre sí y con el medio ambiente (figura 81).

*Características principales de la estructura y la función del sistema circulatorio*



\* Con el objetivo de hacer lo más sencilla esta figura, y abarcando solo lo estudiado por ti anteriormente, se han omitido aspectos no menos importantes. Dentro del recuadro correspondiente al sistema urinario y otros órganos excretores, se ha representado la función excretora no solo del sistema urinario, sino también la de los sistemas respiratorio y digestivo, así como de la piel.

Fig. 81

El sistema circulatorio (figura 82a) está constituido por el **sistema cardiovascular** (figura 82b), por donde circula la sangre, y por el **sistema linfático** (figura 82c), cuyo líquido circulante es la linfa. ¿Por qué, aunque se haga referencia al cardiovascular y al linfático, ambos constituyen el sistema circulatorio? Durante el estudio de este capítulo podrás profundizar en este sentido.

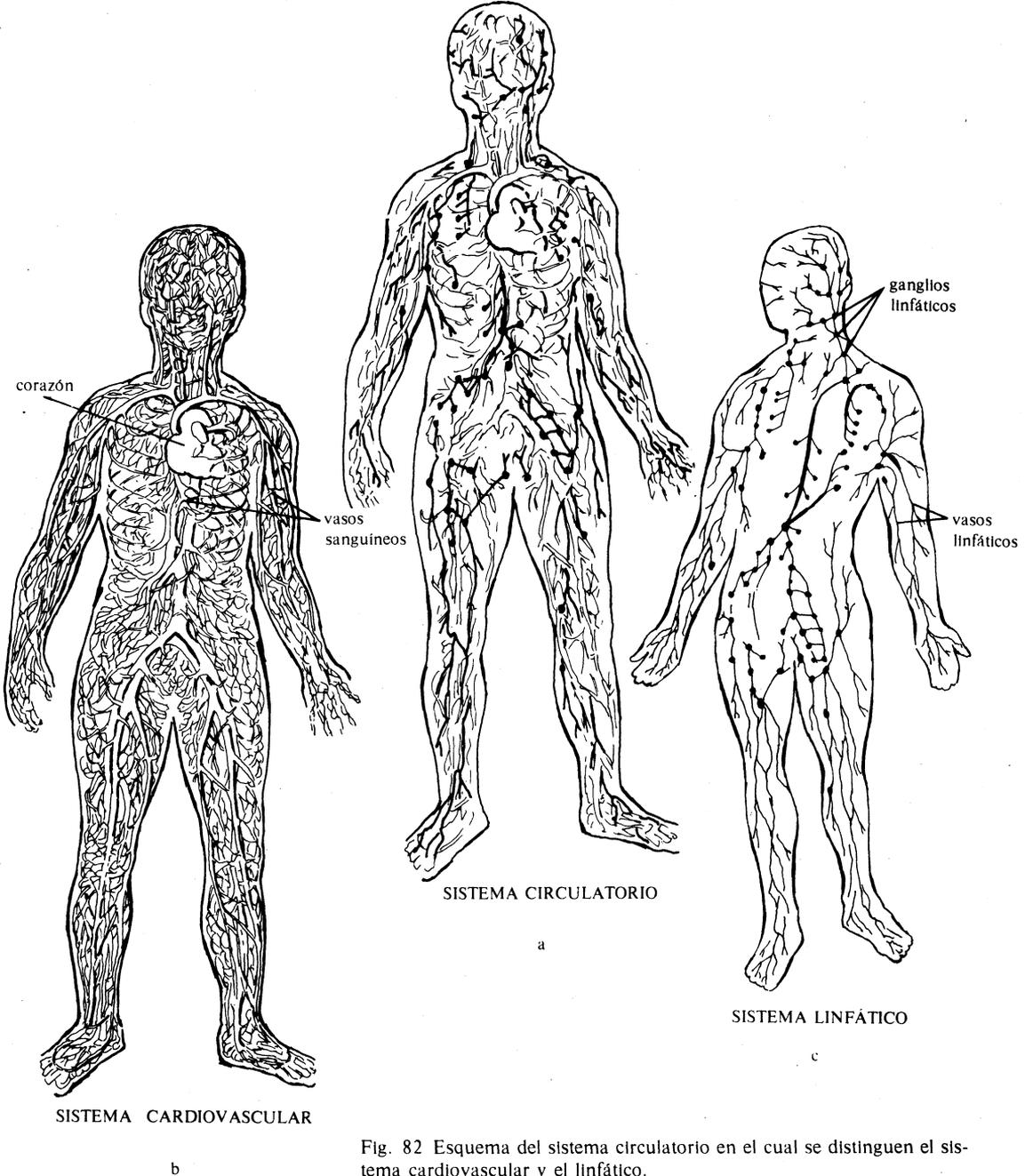


Fig. 82 Esquema del sistema circulatorio en el cual se distinguen el sistema cardiovascular y el linfático.

El sistema cardiovascular (figura 82b) está constituido por el corazón y los vasos sanguíneos y estos últimos están representados por las arterias, los capilares sanguíneos y las venas.

El **corazón** está situado en la cavidad torácica, entre los dos pulmones y por encima del diafragma. Tiene forma cónica y su extremo inferior está ligeramente inclinado hacia la izquierda; tiene más o menos el tamaño del puño cerrado de cada persona y un peso inferior a una libra.

El corazón presenta un tabique longitudinal que lo divide en un lado derecho y en otro izquierdo, que no tienen comunicación entre sí; por eso, normalmente nunca se mezcla la sangre oxigenada con la sangre cargada de dióxido de carbono. ¿Recuerdas por qué en las aves y en los mamíferos la circulación es completa?

Al igual que en el resto de los mamíferos, cada lado del corazón presenta una **aurícula** y un **ventrículo**, cavidades separadas entre sí por una válvula (figura 83).

Es probable que relaciones al corazón con el tejido muscular cardíaco y, en realidad, es correcto, pues es este tejido el que constituye fundamentalmente las paredes de este órgano (miocardio), las que, en su lado interior, recubriendo a las aurículas y a los ventrículos, poseen un fino epitelio. Impidiendo que las paredes del corazón se desgasten en su continuo movimiento y, a la vez, fijándolo a la cavidad torácica, se encuentra una membrana de tejido conectivo (pericardio) que lo recubre externamente.

A las aurículas llega sangre por medio de las venas cavas y las venas pulmonares (figura 83); de los ventrículos sale sangre por medio de la arteria pulmonar y la aorta (figura 83).

### Curiosidades

Antes de nacer, en el corazón de los niños existe comunicación entre las dos aurículas, la cual cesa de inmediato después del nacimiento.

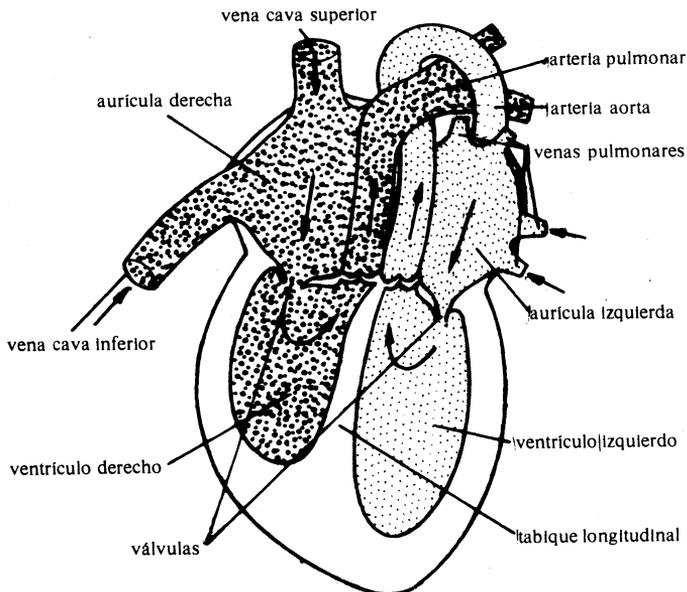


Fig. 83 Esquema que representa la estructura del corazón.

Es del todo imposible hablar del corazón sin relacionarlo con sus latidos. Muchas veces, cuando estamos asustados o cuando realizamos ejercicios físicos, notamos que los latidos aumentan. ¿Sabes qué son los latidos del corazón? Son sus movimientos de contracción, los que impulsan a la sangre hacia todo el cuerpo, determinando su constante circulación.

A continuación estudiarás cómo funciona el corazón (figura 84).

**Curiosidades**

Si pudieras medir el tiempo real en que ocurre la fase de contracción auricular, te sorprendería su rapidez, pues dura aproximadamente una décima de un segundo.

Si se inicia el estudio por la fase en la que se encuentra relajado (figura 84a), verás cómo a las aurículas llega sangre: a la aurícula derecha, por las venas cavas (figura 83), y a la aurícula izquierda, por las venas pulmonares (figura 83). Al mismo tiempo, va pasando sangre desde las aurículas a los ventrículos.

Cuando aún está pasando sangre, las dos aurículas se contraen simultáneamente, lo cual provoca que pase gran cantidad de sangre hacia los ventrículos y estos se llenen totalmente (figura 84b).

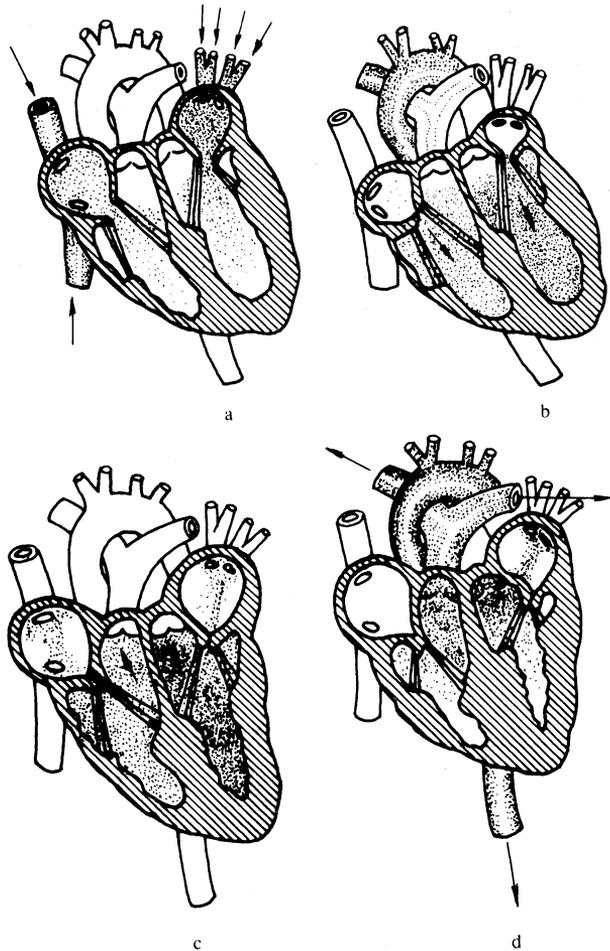


Fig. 84 En el ciclo cardíaco se distinguen diferentes fases.

A continuación, en los ventrículos, que están llenos, ocurre una contracción, lo que constituye otra fase de la actividad cardíaca (figura 84c), la cual transcurre aproximadamente durante cuatro décimas de segundo.

Te preguntarás ¿hacia dónde es impulsada la sangre contenida en los ventrículos, al contraerse estos? Posiblemente pienses que pueda retornar a las aurículas. Normalmente esto nunca ocurre, pues, como conoces, existe una válvula (figura 83) que posibilita el paso de la sangre de las aurículas a los ventrículos y que, al llenarse estos, se cierra, impidiendo el retorno de la sangre a las aurículas.

La contracción de los ventrículos determina que aumente notablemente la presión dentro de ellos, lo cual provoca que la sangre sea impulsada hacia las arterias aorta y pulmonar (figura 84d). Al inicio de cada una de estas arterias se encuentra una válvula que se abre al presionar la sangre sobre ella, posibilitando su paso, y se cierra posteriormente, impidiendo así el retorno de la sangre de cada arteria al ventrículo correspondiente.

Mientras ocurre la contracción de los ventrículos, las aurículas se relajan y disminuye gradualmente la presión interna, lo que posibilita que la sangre las llene.

A la contracción de los ventrículos le sucede la relajación. En esta fase (figura 84a), tanto las aurículas como los ventrículos están relajados, lo que constituye una pausa en la actividad cardíaca. ¿Qué importancia tiene esta pausa? No es más que un momento de “descanso” del corazón, que dura aproximadamente cuatro décimas de segundo.

Todas estas fases constituyen un ciclo, que se repite sucesivamente. Su secuencia cíclica constituye, en general, el llamado ciclo cardíaco.

Es importante destacar que la sucesión de los ciclos cardíacos ocurre a una frecuencia variable, según el estado de actividad emocional, realización de ejercicios físicos, etc. La frecuencia cardíaca normal varía entre 60 y 100 por minuto en el estado en reposo. ¿Qué significado tiene esto? Significa que, mediante esta frecuencia de bombeo de sangre hacia todo el cuerpo, este último recibe las sustancias que necesita en sus funciones y expulsa aquellas que son desechos del metabolismo.

El ritmo o periodicidad en la frecuencia de los ciclos cardíacos está determinado por la acción de una zona del corazón llamada **marcapaso**. Cuando esta zona del corazón se afecta, puede traer graves trastornos al organismo, que pueden ocasionar la muerte. Gracias a los avances de la ciencia y la técnica, se ha logrado construir un aditamento que logra sustituir la acción del marcapaso dañado; es posible que, entre tus familiares o conocidos, alguno tenga implantado un marcapaso artificial.

La actividad cardíaca, al igual que la del resto de los órganos, está bajo la regulación nerviosa y hormonal. Por ejemplo, conoces que, cuando realizas actividades físicas, el corazón late más intensamente; esto está determinado por complejos mecanismos de regulación. ¿Recuerdas, cuando estudiaste las glándulas suprarrenales, que estas secretan, entre otras hormonas, la adrenalina, que estimula la actividad cardíaca?

### Curiosidades

El corazón de un adulto late más de 100 000 veces en un día. En un año lo hace 36 000 000 de veces.

Posiblemente puedas llegar a la conclusión de que la sucesión de los ciclos cardíacos hace posible que la circulación de la sangre sea continua (figura 85); la presencia de válvulas entre las aurículas y los ventrículos y en el inicio de las arterias aorta y pulmonar, determinan un solo sentido en la circulación sanguínea, al impedir el retorno de la sangre.

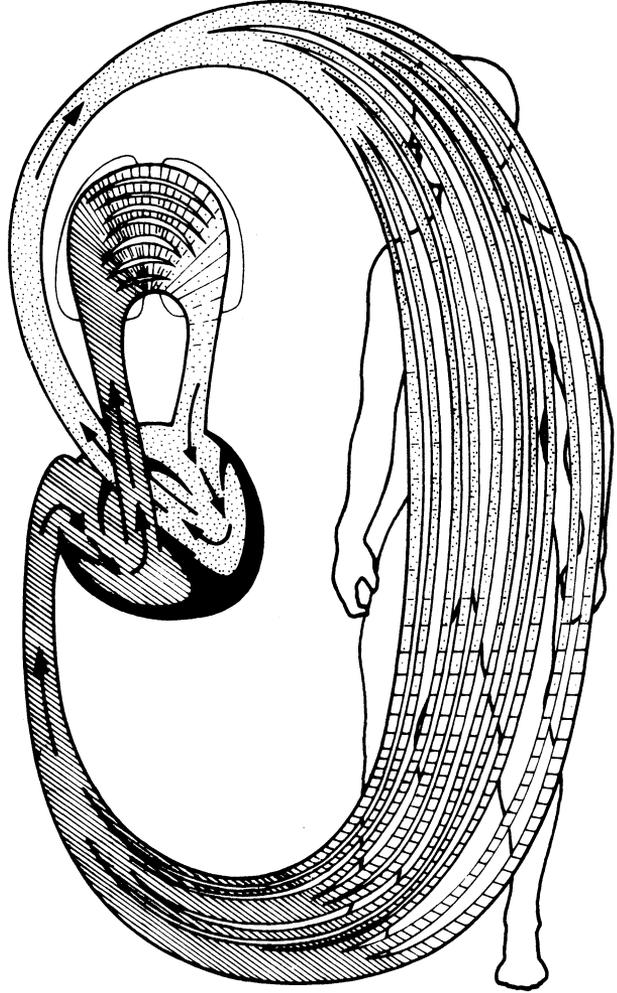


Fig. 85 La circulación es continua.

### Curiosidades

Si pudiéramos extender, en una línea recta, todos los vasos sanguíneos de nuestro cuerpo, medirían, de un extremo a otro, aproximadamente 95 000 km, que es el equivalente a dos veces y medio el diámetro de nuestro planeta.

Es imposible continuar el estudio de la circulación sanguínea, sin antes conocer las características principales de la estructura y la función de los vasos sanguíneos (figura 86).

Resulta significativo que conozcas que, aunque se diferencien en cuanto a su estructura, diámetro y función, los vasos sanguíneos constituyen un sistema de tubos, con características muy especiales, que parten del corazón, donde se ramifican numerosas veces, hasta llegar a constituir una gran red, distribuida por todos los órganos del cuerpo, donde confluyen, y regresan al corazón.

Atendiendo a la estructura que presentan y la función que realizan los vasos sanguíneos, se diferencian en arterias (figura 86a), capilares sanguíneos (figura 86b) y venas (figura 86c).

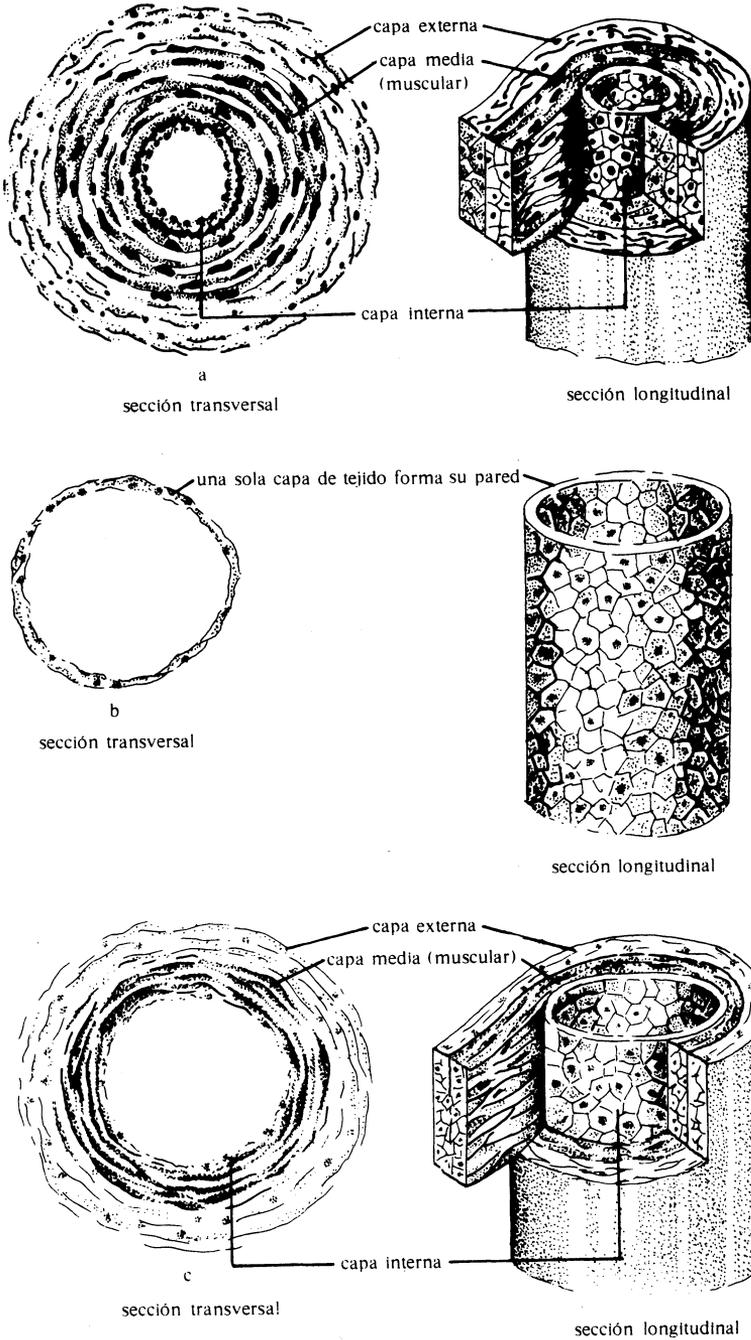


Fig. 86 Esquema que representa las características estructurales de los vasos sanguíneos: a) arteria; b) capilar sanguíneo; c) vena.

Las arterias son los vasos sanguíneos por los que la sangre sale de los ventrículos. En este caso, como conoces, son dos: la arteria aorta y la arteria pulmonar.

Por la **arteria aorta** circula la sangre rica en oxígeno, procedente del ventrículo izquierdo, hacia todas las células del cuerpo; si observas la figura 82b, verás cómo se ramifica en las diferentes regiones del organismo, introduciéndose en los órganos y estructuras que en ellas se encuentran. Por la **arteria pulmonar** circula la sangre cargada de dióxido de carbono procedente del ventrículo derecho hacia los pulmones; al observar la figura 82b, notarás cómo se ramifica en ellos.

Es posible que puedas pensar que, además de la arteria aorta y la arteria pulmonar, existen otras arterias. Al observar detenidamente a la arteria aorta (figura 82b) y seguir su recorrido, aunque toman otros nombres, como arteria renal y arteria femoral, todas son ramificaciones de la arteria aorta, con la que mantienen continuidad. De igual manera, la arteria pulmonar es la que constituye la red arterial de los pulmones!

Si observas un corte que muestre la estructura de las arterias (figura 86a), podrás apreciar que, formando sus paredes, se encuentra fundamentalmente una gruesa capa de tejido muscular que las hace elásticas y flexibles. ¿Qué relación tiene esta característica con la función que realizan estos vasos? Es necesario que recuerdes que, durante la fase de contracción de los ventrículos, la sangre es impulsada con fuerza hacia las arterias, lo que ocasiona, en las paredes de estas, una fuerte presión. Debido a la elasticidad de sus paredes, el “golpe” que determina en ellas esa gran presión, no las daña, sino que las distiende. La distensión es seguida de una retracción y así, sucesivamente, de acuerdo con las contracciones y las relajaciones de los ventrículos; esta alternancia provoca que la presión ejercida por los ventrículos en la sangre se mantenga a lo largo de todo su recorrido, lo cual posibilita, de este modo, que la sangre llegue a todas las partes del cuerpo.

Cuando se acude al médico, en muchas ocasiones este presiona la cara interna de la llamada “muñeca”. ¿Sabes para qué lo hace? Él quiere detectar los “golpes” alternos, anteriormente mencionados, que son el resultado de la alternancia en la expansión y la retracción de las arterias que, como conoces, se corresponde con los latidos del corazón; a esto es lo que se denomina **pulso arterial**. Si eres buen observador, sabes que el médico, al tomar el pulso arterial, mira su reloj; piensa por qué lo hace. Con esta operación, el médico investiga la frecuencia de los latidos cardíacos; si no se encuentran entre los límites normales, esto indica que existe algún problema en el organismo.

En el interior de los diferentes órganos, las arterias se ramifican notablemente y, al aumentar su número, disminuye el diámetro; son más finas. A continuación de las arterias más finas, y continuándose a partir de ellas, se encuentran los capilares sanguíneos, densa red de vasos que se hallan en todas las partes del cuerpo, de paredes muy finas y permeables, constituidos por un fino epitelio (figura 86b).

Comprenderás que, para observar los capilares sanguíneos, se necesita de la ayuda de un microscopio. No creas que, por ser

### Curiosidades

Cuando la temperatura del cuerpo es muy alta, rebasando los límites normales, el pulso arterial se acelera, al aumentar la frecuencia del ciclo cardíaco. Esto constituye un mecanismo de regulación de la temperatura, ya que, al pasar por la piel un número mayor de veces, la sangre va liberando más calor y, por lo tanto, disminuye la temperatura.

tan pequeños, su acción es insignificante; resulta todo lo contrario, pues a nivel de los vasos capilares sanguíneos ocurre el intercambio de sustancias entre la sangre y las células. Observa cómo ocurre este intercambio (figura 87); debes recordar que los tejidos y, por tanto, las células, están bañados por un líquido que representa un puente de intercambio entre ellas y la sangre.

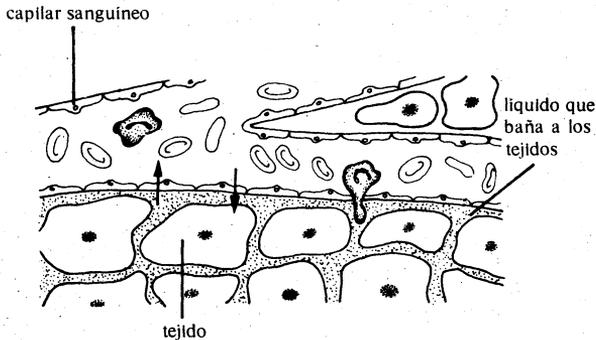


Fig. 87 En los tejidos ocurre el intercambio de sustancias.

Si observas la figura 87; notarás que los capilares sanguíneos, provenientes de las ramas más finas de las arterias, se unen o confluyen, dando lugar a los afluentes más finos de las venas, los que, a su vez, continúan confluyendo, formando afluentes de mayor diámetro que desembocan (figura 82b) en las **venas cavas** (superior e inferior), por las que llega sangre cargada de dióxido de carbono a la aurícula derecha, y a las **venas pulmonares**, por las que se vierte, en la **aurícula izquierda**, sangre rica en oxígeno proveniente de los pulmones.

Una de las funciones principales de las venas es la conducción de sangre al corazón. Cuando la sangre pasa por las venas ha perdido gran parte de la presión que le imprime la contracción de los ventrículos. Si comparas la estructura de una vena con la estructura de una arteria (figura 86a y c), notarás que el grosor de la capa muscular en las venas es menor. ¿Te das cuenta por qué?; esto se debe a que la presión que, sobre sus paredes, ejerce la sangre, no es tan elevada como ocurre en las arterias, ya que son la vía de retorno de la sangre al corazón.

Seguramente que, en numerosas ocasiones, has oído decir a muchas personas que tienen la presión alta, o que van al médico a "tomarse la presión". Te habrás preguntado qué significa la "presión" en el funcionamiento adecuado del organismo. Se conoce como **presión sanguínea** a la fuerza que ejerce la sangre sobre la unidad de área de la pared del vaso por donde circula. Como conoces, la presión sanguínea varía en los diferentes vasos sanguíneos; así, por ejemplo, en las arterias es mucho mayor que en las venas. De acuerdo con la actividad del organismo, la presión sanguínea será más o menos alta; esta oscilación no afecta la salud mientras que no sobrepase determinados límites; tanto la presión sanguínea muy alta, como cuando es muy baja, pueden ocasionar graves trastornos en el organismo.

#### Curiosidades

Si se pudiera contar el número de capilares sanguíneos que tiene el hombre, seguramente que alcanzaría cifras de hasta millones. Algunos científicos opinan que, en el cuerpo humano, existen aproximadamente 160 mil millones de estos vasos sanguíneos.

#### Curiosidades

La red formada por los vasos capilares es tan densa que se supone que siempre se encuentre uno de ellos a la distancia aproximada de 20 a 30 micrones de cada célula funcional del cuerpo.

La circulación en el hombre, al igual que en las aves y en el resto de los mamíferos, es completa y doble. Ya sabes que es completa; ¿puedes decir el porqué? Si observas la figura 88 podrás darte cuenta por qué es doble; en esa figura te podrás percatar cómo, por cada recorrido de la sangre por el cuerpo, pasa dos veces por el corazón.

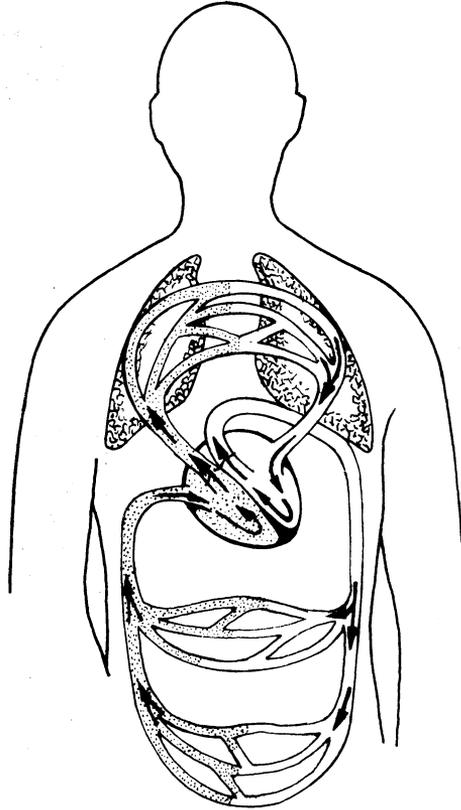


Fig. 88 La circulación en el hombre es doble y completa.

¿Has oído hablar de una enfermedad llamada linfangitis? Posiblemente algún familiar o conocido tuyo la haya padecido alguna vez. Te preguntarás qué estructura del cuerpo es la que se lesiona con esta enfermedad; son los **vasos linfáticos** que, conjuntamente con los ganglios linfáticos, constituyen el sistema linfático (figura 82c).

A nivel de los tejidos de todo el cuerpo se pueden observar, con la ayuda del microscopio óptico, unos vasos tan finos como los capilares sanguíneos pero que, a diferencia de estos, no provienen de la ramificación de las arterias, sino que se inician a nivel de los tejidos (figura 89), constituyendo millones en el cuerpo; son los **vasos capilares linfáticos**.

La confluencia de los vasos capilares linfáticos da lugar a otros vasos linfáticos de mayor diámetro que, al confluir, dan lugar a los **conductos linfáticos** (figura 82c), los que finalmente desembocan en afluentes de la vena cava superior (figura 82a).

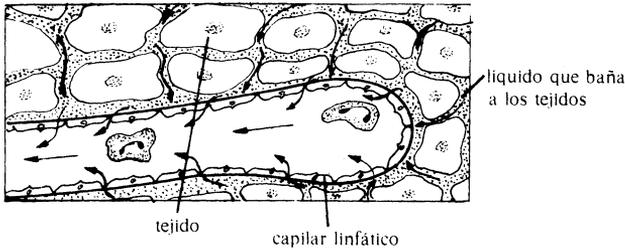


Fig. 89 Los capilares linfáticos se inician en los tejidos.

En el trayecto de los vasos linfáticos se hallan unos abultamientos, los **ganglios linfáticos** (figura 82c), de importancia en la defensa del organismo contra las enfermedades infecciosas.

¿Qué líquido circula por estos vasos? Como sabes, los tejidos se encuentran bañados por un líquido que sirve como puente en el intercambio de sustancias entre las células; este líquido está compuesto por agua y otras sustancias que provienen de la sangre. También se hallan disueltas en él, sustancias que provienen de las células. Durante el intercambio de sustancias entre la sangre y las células, cierta parte de ese líquido regresa a la sangre, y la otra parte pasa a los vasos capilares linfáticos. El líquido que circula por los vasos linfáticos es la **linfa**, y su composición es parecida a la del líquido que baña a los tejidos. Como que los conductos linfáticos desembocan en afluentes de la vena cava superior, la linfa se une al torrente sanguíneo.

La formación de la linfa y la circulación linfática tienen, entre sus funciones, posibilitar que no se acumule un exceso del líquido que baña a los tejidos, ya que, aunque parte de este regresa a los capilares sanguíneos, sin embargo, estos no son suficientes en su drenaje.

¿Has entendido por qué, aunque se estudian por separado, el sistema cardiovascular y el sistema linfático constituyen uno solo: el sistema circulatorio?



#### Tarea

- Describe cómo está constituido el corazón.
- Explica el ciclo cardíaco.
- Fundamenta las siguientes afirmaciones:
  - a) La frecuencia del ciclo inspiración-espiración se relaciona con la frecuencia del ciclo cardíaco, y ambas están reguladas por el sistema nervioso.
  - b) La circulación en el hombre es doble y completa.
  - c) La circulación linfática contribuye a regular el contenido de líquido en los tejidos del cuerpo.
  - d) En la circulación es muy importante el marcapaso del corazón.
  - e) Es en los capilares sanguíneos donde tiene lugar la función más específica de la circulación.
- Atendiendo a los conocimientos que tienes acerca del intercambio de sustancias entre la sangre y los tejidos a nivel de los capilares sanguíneos, explica cómo ocurre este

en el proceso de absorción de las sustancias digeridas.

- ¿Por qué la sangre no puede retornar de los ventrículos a las aurículas y de las arterias a los ventrículos?
- En algunos libros antiguos de biología podrás leer que las arterias se caracterizan por conducir sangre rica en oxígeno y, al con-

trario, las venas se caracterizan por conducir sangre cargada de dióxido de carbono. A la luz de lo que acabas de estudiar, ¿por qué esto no es cierto?

- Si, hipotéticamente, cesara el funcionamiento de todos los capilares sanguíneos de una persona, ¿qué consecuencia traería esto? Argumenta tu respuesta.

## *La sangre. Su composición y funciones*

Durante el estudio de este capítulo, has podido profundizar los conocimientos que, acerca de la importancia de la sangre, has acumulado en el transcurso de tu vida. Resulta casi imposible pensar en una función del organismo en la cual no participe la sangre. Esta interviene, entre otros, en los procesos digestivos y respiratorios, la regulación de la temperatura corporal, la transportación de muchas hormonas, en fin, no sin razón fue denominada la sangre, en siglos pasados, como el “líquido vital”, ya que se consideraba que en ella radica la esencia de la vida.

Es necesario que conozcas, a la luz de las posibilidades que dan al hombre contemporáneo los avances de la ciencia y la técnica, cuál es la composición de la sangre y qué funciones se derivan de ella (figura 90).

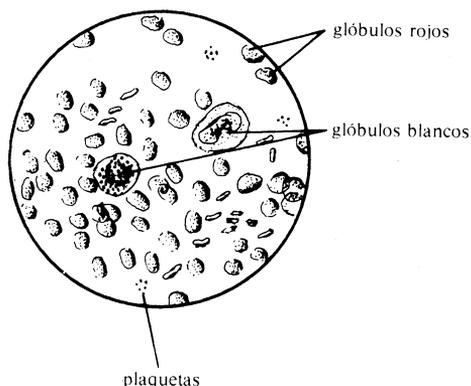


Fig. 90 Con un microscopio potente se observan los componentes de la sangre.

### **Curiosidades**

Se considera que, en un adulto normal, el volumen de sangre es aproximadamente de 5 L y que, en 1 mm<sup>3</sup> de sangre, hay de 4 500 000 a 5 000 000 de glóbulos rojos, de 6 000 a 9 000 glóbulos blancos y de 200 000 a 300 000 plaquetas.

Si observas, con un microscopio muy potente, una gota de sangre (figura 90), comprobarás que esta es una variedad especial de tejido conectivo, pues, aunque es líquida, presenta componentes celulares: **los glóbulos rojos o eritrocitos, los glóbulos blancos o leucocitos y las plaquetas o trombocitos**. El líquido donde se encuentran inmersos los componentes celulares constituye el **plasma sanguíneo** que, en esta variedad de tejido conectivo, es la sustancia intercelular.

Se conoce que el plasma sanguíneo está formado, en un 90%, por agua, y que el 10% restante corresponde a glucosa, proteínas, grasas, hormonas, sales minerales, sustancias de excreción y otras.

Después de conocer su composición, comprenderás que es, en el plasma sanguíneo, donde son transportadas las sustancias absorbidas en el tubo digestivo y las sustancias de excreción.

Si has relacionado el color rojo de la sangre con los glóbulos rojos, has acertado. Se debe a que en ellos, que son los componentes celulares que en mayor cantidad se encuentran en la sangre, hay una sustancia llamada hemoglobina, que le confiere ese color.

La importancia de la hemoglobina radica en que a ella se une el oxígeno durante el intercambio de gases que ocurre a nivel de los alvéolos pulmonares. Si hay mucha hemoglobina, mucho será el oxígeno transportado pero, si hay poca hemoglobina, será transportado poco oxígeno. ¿Te imaginas, entonces, qué poca energía podrá liberarse durante la respiración? Cuando las personas padecen **anemia**, por disminución de la cantidad necesaria de hemoglobina, se sienten frecuentemente muy cansadas, "sin energía" para realizar sus actividades. ¿Comprendes por qué se sienten así? A esas personas, el médico les indica, conjuntamente con determinados medicamentos, una dieta rica en alimentos que contengan hierro (tabla 3), ya que este nutriente es fundamental en la síntesis de hemoglobina.

Has conocido, al estudiar los constituyentes del plasma sanguíneo y los glóbulos rojos, que es, precisamente en ellos, donde la sangre transporta, entre otras, las sustancias nutritivas y de excreción, muchas hormonas y el oxígeno. ¿Son acaso estas, las únicas funciones de la sangre?

Posiblemente hayas oído decir que algunas personas tienen "bajas las defensas", refiriéndose a que se enferman con frecuencia. Conoces que, en el medio ambiente, se encuentran numerosos virus y microorganismos patógenos, los cuales penetran al organismo por diferentes vías, por ejemplo, por las vías respiratorias o por las digestivas; sin embargo, no siempre nos sentimos enfermos. ¿A qué se debe esto?

Formando parte de los componentes celulares de la sangre, se encuentran los glóbulos blancos o leucocitos (figura 90), los que intervienen, fundamentalmente, en la función de defensa del organismo, manteniendo su integridad, al eliminar toda sustancia "extraña".

Como puedes observar en la figura 90, son células nucleadas, de mayor tamaño que los glóbulos rojos, y que se encuentran en menor cantidad que estos en la sangre. Te preguntarás cómo actúan los glóbulos blancos en la defensa del organismo.

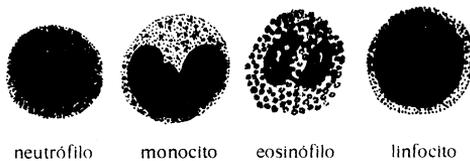


Fig. 91 Diferentes tipos de glóbulos blancos.

Los glóbulos blancos tienen la propiedad de salir del torrente circulatorio, atravesando las finas paredes de los vasos capilares,

### Curiosidades

Los glóbulos rojos del hombre y la mayoría de los mamíferos carecen de núcleo, a diferencia de los demás animales, que sí lo poseen. Los científicos consideran que ha sido una adaptación, ya que el espacio del núcleo lo ocupa la hemoglobina y así, en cada glóbulo rojo, se transporta más cantidad de esta sustancia y, por ende, más oxígeno.

### Curiosidades

Es una característica del hombre y otros vertebrados, la presencia de diferentes tipos de glóbulos blancos entre los componentes celulares de la sangre (figura 91).

tanto sanguíneos como linfáticos, al emitir pseudópodos, como hacen las amebas, y trasladarse hasta los tejidos donde se encuentren agentes extraños al organismo (figura 92).

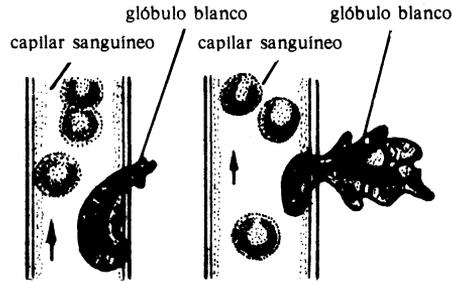


Fig. 92 Los glóbulos blancos pueden atravesar las paredes de los capilares.

Fundamentalmente existen dos mecanismos por los cuales los glóbulos blancos eliminan a las sustancias “extrañas”. Uno de ellos consiste en unirse directamente a la sustancia “extraña”, por ejemplo, al englobarla y, una vez dentro, destruirla (figura 93).

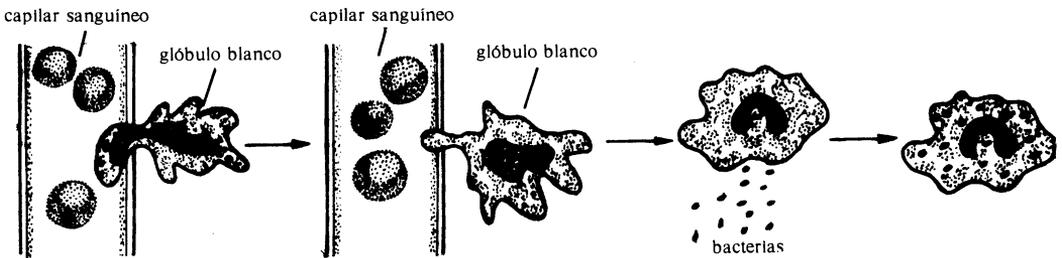


Fig. 93 Algunos glóbulos blancos engloban a los agentes extraños al organismo, destruyéndolos.

El otro mecanismo, más desarrollado y eficiente, consiste en la síntesis, por un tipo determinado de glóbulo blanco (linfocito), de unas sustancias denominadas **anticuerpos**, los que, a manera de “proyectiles”, dirigidos específicamente contra una determinada sustancia “extraña” (virus o bacterias, por ejemplo), son lanzados, por los glóbulos blancos que los sintetizan, al torrente circulatorio, atacando, dondequiera que se encuentren, a los agentes invasores (figura 94).

Los glóbulos blancos que han elaborado anticuerpos contra una sustancia “extraña” específica, pueden conservarse por períodos de tiempo, a veces muy prolongados, de forma tal que si somos “atacados” por una sustancia “extraña” igual a la que inicialmente los estimuló (un virus, por ejemplo), esta es eliminada con más rapidez y eficiencia que la primera vez que penetró en el organismo.

Resulta interesante conocer que en el plasma sanguíneo de una persona, existen millones de anticuerpos, diferentes entre sí, ya que, contra cada sustancia “extraña” que haya invadido nuestro cuerpo, se puede sintetizar un anticuerpo distinto que se mantiene activo en nuestra sangre por determinado tiempo.

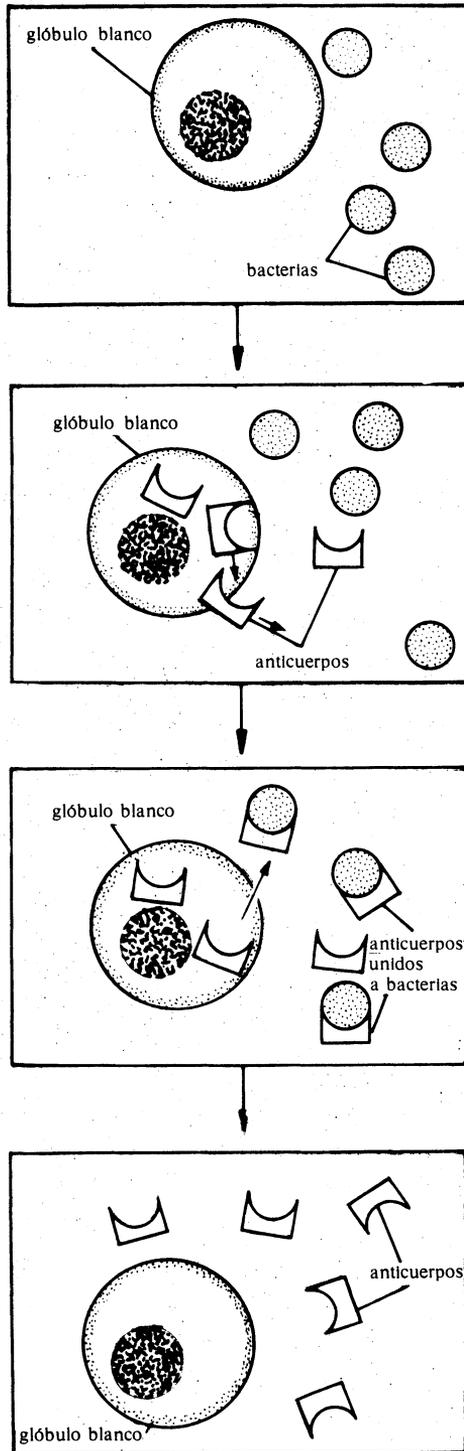


Fig. 94 Los anticuerpos son sintetizados por un tipo de glóbulo blanco.

### Curiosidades

En las llamadas personas alérgicas, se forma un tipo de anticuerpo, que reacciona anormalmente ante determinados agentes extraños como, por ejemplo, los granos de polen dispersos en el aire inspirado o algún medicamento, lo cual provoca el asma bronquial, las urticarias y, en algunos casos, hasta la muerte.

Constantemente el organismo humano es defendido tanto por los glóbulos blancos, que engloban a las sustancias "extrañas", como por los anticuerpos. Esto ocurre generalmente sin que se produzca lo que conoces como enfermedad.

La resistencia que hace el organismo a los agentes "extraños" que penetran en él se llama *inmunidad*.

Actualmente, basándose, entre otros, en los principios de la formación de anticuerpos, se utilizan las **vacunas** (figura 95), como forma de prevenir algunas enfermedades. Consisten en la introducción, en el cuerpo, de pequeñas dosis de agentes infecciosos, atenuados o muertos, de forma tal que no proliferen en el organismo. La vacuna produce la enfermedad, pero de una forma muy leve y, como resultado, se desarrollan anticuerpos.



Fig. 95 En nuestro país se han erradicado muchas enfermedades infecciosas por medio de las campañas masivas de vacunación.

En algunas oportunidades, cuando la invasión de sustancias "extrañas" es muy fuerte, y no logran los "defensores" del organismo eliminarlas exitosamente, se produce la enfermedad, que puede conducir a la muerte.

Es posible que algunas veces notes determinados abultamientos en el cuerpo; son los ganglios linfáticos (figura 82c), los que aumentan de tamaño porque ellos son estructuras donde proliferan determinados glóbulos blancos, de acuerdo con las necesidades de defensa del organismo, al igual que en las amígdalas, el bazo y el timo, constituyentes del sistema inmunológico (figura 96), conjuntamente con el resto de los glóbulos blancos.

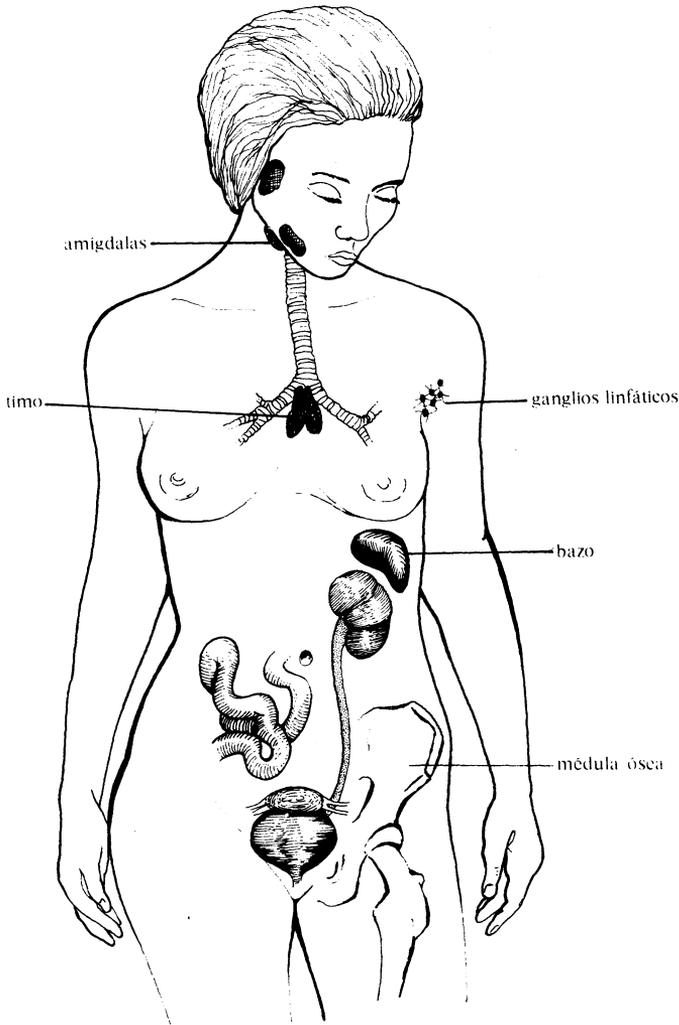


Fig. 96 Esquema que muestra componentes del sistema inmunológico en el organismo humano.

Es común que el hombre, en algunas ocasiones, sufra traumatismos en determinadas partes de su cuerpo, que le provoquen la ruptura de vasos sanguíneos y, por tanto, una hemorragia. Posiblemente tengas experiencias en este sentido. Si miras la piel de tus manos, tus brazos y tus rodillas, por ejemplo, en ellas verás cicatrices de rasguños ya olvidados. Piensa qué te hubiera sucedido si el sangramiento producido no se hubiera detenido. La **coagulación** de la sangre es un mecanismo que contribuye a que esta no salga de los vasos sanguíneos. ¿Te interesa saber cómo ocurre?

Al ocurrir la ruptura de un vaso sanguíneo, se desencadenan complejos mecanismos que impiden la pérdida de sangre. En uno de ellos, intervienen las **plaquetas** (figura 90), que son frag-

mentos de células que, en mayor cantidad que los glóbulos blancos, se hallan en la sangre; al ocurrir una ruptura del vaso sanguíneo, ellas se pegan al tejido lesionado y se unen, unas a otras, formando un tapón de plaquetas. Tanto el tejido lesionado como las plaquetas liberan sustancias que contribuyen a activar una proteína plasmática, la que origina estructuras en forma de hilos, dispuestos en madeja, donde quedan atrapados los glóbulos rojos, formándose un coágulo o tapón, que pone fin a la hemorragia.

Los componentes de la sangre tienen una vida funcional muy limitada; por ejemplo, algunos glóbulos blancos solo actúan uno o dos días. Gracias a la síntesis celular, entre otros procesos, y utilizando como materia prima los nutrientes, en la médula roja de los huesos se forman, durante la vida de una persona, cientos de veces, los componentes celulares de la sangre.

## Grupos sanguíneos

En la actualidad, para el hombre no resultan algo extraordinario las transfusiones de sangre, como método que posibilita mejorar la salud de un individuo e, incluso, salvarle la vida.

Sin embargo, hace aproximadamente un centenar de años, ante la necesidad inminente de una transfusión sanguínea a una persona enferma, los médicos dudaban en hacerla, pues, en numerosas ocasiones, el resultado posterior a la transfusión empeoraba aún más las posibilidades de salvar al individuo. ¿Qué ocurriría, en estos, que hacía dudar a los médicos acerca de la efectividad de las transfusiones sanguíneas?

A menudo ocurría que la sangre transfundida provocaba que, dentro de los vasos sanguíneos de quien la recibía, se formaran grumos, al apelotonarse los glóbulos rojos. Te preguntarás qué consecuencias provoca el apelotonamiento de los glóbulos rojos. Pues, los vasos sanguíneos son obstruidos por los grumos, impiden la circulación sanguínea y, por consiguiente, en muchas ocasiones provocan la muerte del individuo.

Solo a principios de nuestro siglo se descubrió que la sangre humana no es igual en todos los individuos, y se estableció que algunas sustancias constituyentes del plasma sanguíneo y de los glóbulos rojos varían en la población humana, concluyéndose que la sangre puede clasificarse en cuatro grupos: A, B, AB y O.

Después de numerosos experimentos con muestras de sangre de cada grupo, realizando entre ellos todas las combinaciones posibles, se determinó cuáles grupos de sangre pueden mezclarse sin que ocurra el apelotonamiento; esto permitió determinar, a su vez, qué individuos pueden recibir o donar sangre, sin riesgos (tabla 5).

El llamado factor Rh es otra sustancia presente en los glóbulos rojos que también hay que tener en cuenta en las transfusiones. Se dice que las personas que la presentan tienen factor Rh positivo ( $Rh^+$ ) y que aquellas que no la tienen, son Rh negativos ( $Rh^-$ ). Por esto es que, cuando alguien quiere conocer su grupo sanguíneo, el resultado del análisis puede ser, por ejemplo,  $A^+ O^-$ , lo que indica la presencia o la ausencia de este factor, conjuntamente con el grupo sanguíneo.

### Curiosidades

Los grupos sanguíneos A, B, AB y O se hallan también en monos antropomorfos, como son el gorila y el chimpancé: una evidencia más que muestra el parentesco entre estos primates y el hombre.

**TABLA 5 CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS SANGUÍNEOS**

Grupos sanguíneos	Puede dar sangre a los grupos sanguíneos	Puede aceptar sangre de los grupos sanguíneos
O	O, A, B y AB	O
A	A y AB	O y A
B	B y AB	O y B
AB	AB	O, A, B y AB



**Tarea**

- Menciona los componentes de la sangre relacionados con el transporte de sustancias. Explica en qué consiste esa relación.
- ¿Crees que pueda decirse que la sangre solo interviene en el transporte de sustancias? Argumenta tu respuesta.
- ¿Crees que fuera posible la vida de un individuo con carencia total de glóbulos blancos? Argumenta tu respuesta.
- La enfermedad conocida como dengue hemorrágico, determina que disminuya la cantidad de uno de los componentes celulares en la sangre. Investiga cuál de ellos será. Argumenta tu respuesta.
- Analiza la tabla 5 y explica por qué el O es considerado donante universal y el AB como receptor universal.

Al estudiar este capítulo, has conocido las principales características estructurales y funcionales de los sistemas de órganos que, en conjunto, realizan las funciones vegetativas de nuestro organismo. Al analizar estas funciones, habrás valorado la gran importancia que ellas tienen en el mantenimiento de la vida del individuo.

Sin embargo, solo se logra la realización plena de las funciones vegetativas, cuando cada uno de los órganos de los sistemas que, en conjunto, las realizan, se encuentran en perfecto estado, de forma tal que su acción sea coordinada y, a la vez, efectiva.

La medicina contemporánea estudia, cada vez más, las causas de las enfermedades, recomendando medidas de higiene, de fácil realización, que posibilitan mantener el cuerpo sano.

A continuación, podrás conocer y argumentar algunas de ellas, relacionadas con las funciones vegetativas.

Conoces que tomamos del medio ambiente sustancias que son fundamentales en la vida, tales como los alimentos y el oxígeno contenido en el aire.

¿Estarán siempre libres de sustancias tóxicas el aire que inspiramos y los alimentos que ingerimos? Analiza.

El desarrollo industrial se evidencia en la gran y diversa cantidad de fábricas e industrias, que se extienden en cientos de ciudades de nuestro planeta. Y, como una de sus consecuencias, son

*Medidas higiénicas*

numerosos los vehículos automotores que circulan, posibilitando la más rápida transportación de productos agrícolas e industriales.

Sin embargo, el propio desarrollo industrial implica que, gran cantidad de productos tóxicos sean lanzados a la atmósfera por fábricas y vehículos, contaminando el aire, y que otros desechos industriales se viertan en ríos y mares, contaminando sus aguas. Como consecuencia, algunos alimentos que el hombre ingiere, al igual que el aire que inspira, contienen sustancias tóxicas, que pueden provocar graves trastornos en las funciones vegetativas.

Te preguntarás cómo puede el hombre evitar la contaminación del aire y los alimentos, esenciales en la vida. Esto solo se logra con la actividad individual y colectiva de la humanidad, en la búsqueda de soluciones inmediatas, que eviten la contaminación ambiental. La protección del medio ambiente debe ser tarea priorizada de todos los estados, y de su consumación depende, en última instancia, la continuidad de la vida en nuestro planeta.

Pero no solo se contamina la atmósfera con los productos tóxicos provenientes de las actividades industrial y automotriz. ¿Qué piensas de los fumadores? Es interesante analizar cómo el humo del cigarro resulta dañino al fumador y a los que no fuman, pues las sustancias tóxicas que contiene provocan directamente trastornos respiratorios y cardiovasculares a los fumadores y a las personas con las que estos se relacionan.

En muchas ocasiones, al ingerir alimentos, estos contienen agentes patógenos que, de no eliminarse, pueden provocar enfermedades. Es por esto que, como conoces, las verduras y las frutas que ingieres crudas, deben ser bien lavadas; asimismo, es necesario que las carnes sean bien cocinadas y el agua que bebes, debe ser hervida. En relación con esto, está la medida de refrigerar los alimentos que no se vayan a consumir al momento, para evitar su descomposición.

Las enfermedades digestivas no siempre son causadas por agentes patógenos; existen otras causas, entre ellas, la irregularidad en la ingestión de alimentos. ¿Acaso no conoces personas que se pasan el día comiendo? Imaginate que, cuando aún no ha concluido la digestión de unos, ingieren otros alimentos. Es obvio pensar que, ante estas circunstancias, su sistema digestivo no funcionará bien.

Conoces que la alimentación debe ser variada, para que el organismo reciba todos los componentes necesarios en su desarrollo normal. Por esto, la dieta debe ser balanceada, tomando siempre en consideración los requerimientos de cada individuo, de acuerdo con su talla, su edad y la actividad que realiza.

No siempre ocurre que los productos finales de los alimentos ingeridos son utilizados en la respiración o en la síntesis de sustancias nuevas. Existen mecanismos propios del organismo, que regulan estos procesos. Por ejemplo, de acuerdo con la energía requerida en los procesos orgánicos, así será la cantidad de alimentos energéticos degradados, independientemente de la cantidad de ellos que se hayan ingerido. Te preguntarás ¿qué ocurre

#### **Curiosidades**

Se ha comprobado que las sustancias tóxicas que contiene el cigarro, son cancerígenas, siendo una de las causas más frecuentes del cáncer de pulmón. También son causantes, entre otras, de enfermedades cardiovasculares, como la arterioesclerosis y el infarto; y se ha determinado que, cuando la gestante es fumadora, generalmente sus hijos nacen con muy bajo peso.

cuando los ingerimos en exceso o, por el contrario, qué ocurre cuando comemos muy poca cantidad de ellos?

Cuando ingerimos en exceso alimentos energéticos, no todos son degradados, sino solamente la cantidad necesaria en cubrir los requerimientos de energía del organismo. ¿Qué ocurre con la otra parte? Aquellos productos finales de los alimentos energéticos no utilizados en los procesos de respiración son utilizados en procesos de síntesis celular, formando, por lo general, la grasa corporal que, conoces, se almacena como sustancia de reserva en el tejido adiposo y aumenta notablemente el peso corporal del individuo, lo cual puede afectar su salud, provocando, entre otras, enfermedades cardiovasculares como la arterioesclerosis y el infarto.

Al estar la ingestión de alimentos energéticos por debajo de las necesidades del organismo, mediante mecanismos de regulación orgánica, la grasa corporal almacenada es utilizada en los procesos de respiración, compensando así las necesidades energéticas del organismo y, de esta forma, al disminuir la cantidad de grasa corporal, disminuirá el peso del individuo.

Algunas personas creen que están más alimentadas si en su dieta diaria incluyen gran cantidad de alimentos ricos en proteínas. Como comprenderás, esta idea es incorrecta. El exceso de aminoácidos no puede ser almacenado; lo único que ocurre a esas personas es que eliminan más urea que otras por la orina.

Estás en condiciones de valorar qué ocurre cuando, en la dieta, no están presentes los alimentos ricos en proteínas, de acuerdo con las necesidades de cada individuo. Lógicamente, la falta de "materia prima" necesaria en la reparación y construcción de los componentes celulares o de sustancias de secreción, como las hormonas, u otras, implica, como consecuencia, graves trastornos. Por ejemplo, ¿crees que tenga un crecimiento adecuado de todo su organismo, un niño que no ingiera las cantidades necesarias de alimentos reparadores y constructores? Piensa qué ocurrirá si, por falta de "materia prima", no se sintetizan las hormonas que, como conoces, son fundamentales en la regulación de las funciones orgánicas.

Recordarás que la presencia de las vitaminas y los minerales es fundamental en la mayoría de las funciones del organismo; si no ingerimos, en la dieta diaria, alimentos que los contengan, numerosas funciones del organismo se afectan.

Debes conocer que algunas sustancias, como son el café y el alcohol, aumentan la filtración en el corpúsculo renal y, por otra parte, disminuyen la reincorporación o reabsorción en el túbulo renal, provocando, si se ingieren en exceso, síntomas de deshidratación.

No es posible concluir la recomendación de medidas higiénicas para la eficaz realización de las funciones vegetativas, sin analizar cómo inciden, en estas, los ejercicios físicos y el deporte.

Cuando los realizas, provocas un aumento del ciclo inspiración-espíración y, por ende, que también se incremente la frecuencia del ciclo cardíaco, favoreciendo una mejor irrigación sanguínea de los tejidos. Por otra parte, al hacer ejercicios físicos,

### **Curiosidades**

Se denomina avitaminosis a la carencia de una o varias vitaminas en el organismo. Esta puede tener variadas manifestaciones, en dependencia de las vitaminas que falten. Por ejemplo, la falta de vitamina A puede ocasionar la ceguera nocturna; si es la vitamina K la que falta, la coagulación de la sangre se retarda, y si se carece de vitamina B<sub>12</sub> se puede provocar anemia.

la caja torácica aumenta su capacidad, posibilitando así que sea mayor la cantidad de aire que inspiramos y, por tanto, sea más el oxígeno conducido por la sangre.

El retorno de la sangre por las venas hacia el corazón, ocurre con mayor eficacia cuando, por la contracción de los músculos de las extremidades inferiores y el abdomen, estas son comprimidas.

La práctica sistemática de ejercicios físicos y deportes contribuye, además, a mantener el peso adecuado, ya que, al aumentar las necesidades energéticas del organismo, la grasa corporal es utilizada en la liberación de energía.

Después de analizar el contenido de este epígrafe, estarás de acuerdo en que las medidas higiénicas recomendadas son de fácil realización; así, por ejemplo, para prevenir las enfermedades cardiovasculares, como son la arterioesclerosis y el infarto, las medidas higiénicas recomendadas son: no fumar, evitar la ingestión excesiva de alimentos energéticos, fundamentalmente grasas de origen animal, y practicar sistemáticamente ejercicios físicos y deportes. ¿Crees que sea muy difícil, para cualquier persona, llevar a cabo estas medidas?



#### Tarea

- Analiza las siguientes afirmaciones y fundamenta tu respuesta:
  - a) Aunque los países presentan límites o fronteras, la contaminación ambiental traspasa esas barreras; evitarla, es tarea de toda la humanidad.
  - b) El fumador atenta contra su vida y contra la vida de los que conviven con él.
  - c) Sin alimentos no podemos vivir; pero, a veces, los alimentos pueden provocar enfermedades que causan hasta la muerte.
  - d) La práctica sistemática de ejercicios físicos y deportes contribuye grandemente a la mejor realización de las funciones vegetativas.
- Investiga por qué no es conveniente que estés mucho tiempo de pie completamente inmóvil y, por el contrario, de tener necesidad de estar de pie, es recomendable que muevas las piernas o pongas tensos los músculos de estas.
- Investiga qué funciones vegetativas se ven afectadas por la contaminación ambiental.



#### *Acción de las enzimas digestivas sobre los carbohidratos*

Materiales:

Pan, vidrio reloj, gotero, lugol

### Técnica operatoria:

En esta actividad práctica, para garantizar su éxito, debes leer cuidadosamente la técnica operatoria y solo comenzar a ejecutarla cuando estés seguro de lo que debes hacer.

1. Parte un pedazo de pan y colócalo sobre el vidrio reloj.
2. Échale dos gotas de lugol. ¿Qué observas?
3. Mastica e insaliva ahora, durante 2 ó 3 min, otro pedazo de pan.
4. Coloca el pan insalivado sobre el vidrio reloj y échale dos gotas de disolución de lugol. ¿Qué observas?

### Conclusiones:

Explica los resultados obtenidos en los pasos 2 y 4 de esta actividad práctica. ¿A qué conclusiones puedes llegar?

## Protección, sostén y movimiento

### *Introducción al estudio del sistema osteomuscular y de la piel*

En tu quehacer diario realizas numerosas actividades, durante las cuales tienen lugar una gran variedad de movimientos; ejemplos de estos pueden ser el bailar durante una fiesta, o el saltar en la clase de Educación Física; o, quizás, borrar la pizarra y hasta el simple acto de dar una palmada a un mosquito para evitar su picadura sobre nuestro brazo.

Las actividades anteriormente mencionadas como ejemplos, entre otras, tienen carácter reflejo, pues tienen lugar como una respuesta del organismo a determinados estímulos; en estas actividades reflejas intervienen un conjunto de estructuras que, como has estudiado, constituyen el arco reflejo. Seguramente estás en condiciones de recordar los componentes de un arco reflejo en un esquema, tal como lo estudiaste en el capítulo 3. Pudieras, igualmente, referirte a la localización de los receptores, así como a los órganos efectores, teniendo en cuenta uno de los ejemplos antes mencionados; trata de hacerlo con el que se refiere a evitar la picadura de un mosquito.

Al cumplir la orientación anterior, seguramente reafirmaste que los receptores están localizados en la **piel** y que los efectores son los **músculos**, en íntima relación con los **huesos**.

Aunque la piel no forma parte del sistema osteomuscular, la estudiarás conjuntamente con este en el presente capítulo; comenzarás por los huesos y músculos y, teniendo en cuenta su localización, finalmente estudiarás la piel, ya que esta cubre a esos órganos, y constituye la estructura más externa del cuerpo (figura 30).

### *Características principales de la estructura y la función del sistema osteomuscular*

Seguramente conoces que los múltiples movimientos que realizas durante tus actividades diarias, son posibles debido a contracciones y relajaciones de los **músculos**, y que estos órganos funcionan en estrecha relación con los **huesos**; el conjunto de los huesos y los músculos, íntimamente relacionados, constituyen, como conoces, el sistema osteomuscular (figura 97). En relación con este sistema de órganos, es posible que tengas algunas interrogantes; por ejemplo: ¿solo los músculos determinan el movimiento?, ¿cómo intervienen, en este, los huesos?

La observación de la figura 98 te puede ayudar a dar respuesta a las interrogantes anteriores. En esa figura notarás que, al contraerse el músculo que se halla localizado en la región anterior del brazo, ocurre la flexión del antebrazo (figura 98b), y que la extensión de este ocurre cuando se contrae el músculo localizado en la región posterior del brazo (figura 98a); la acción muscular no es tan sencilla como se ha expuesto, pues hay participación de músculos "antagonistas", acerca de los cuáles puedes consultar con tu profesor. Estos movimientos de flexión y exten-

sión no están determinados solo por la acción de los músculos; habrás notado que los extremos aguzados de estos, **los tendones**, están insertados en los huesos; así, al contraerse los músculos, se posibilita el movimiento de muchas de las **articulaciones** que hay en nuestro cuerpo, entre las cuales, la representada en la figura 98 constituye un ejemplo.

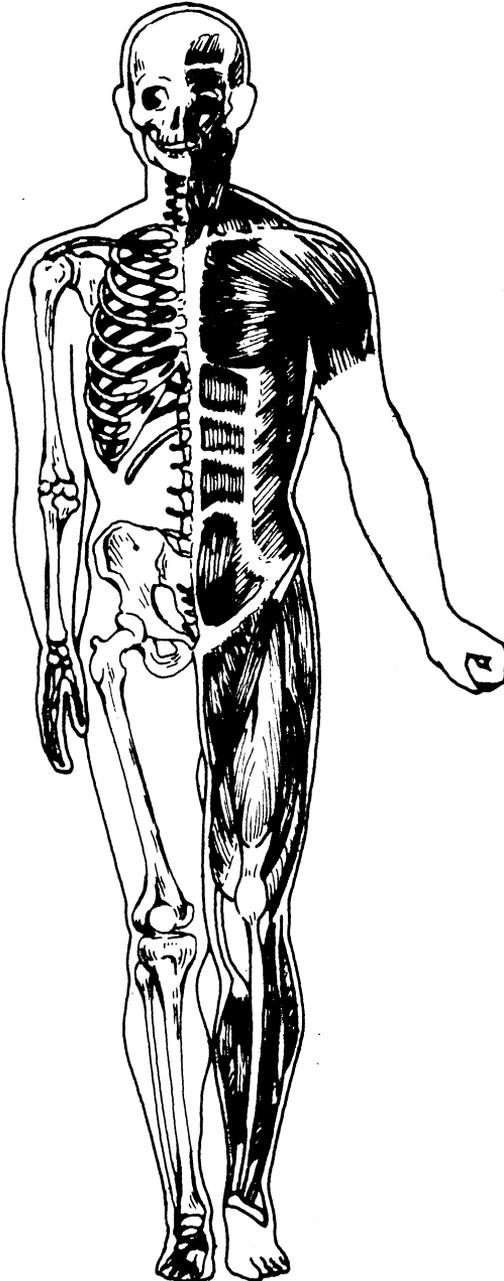


Fig. 97 Vista anterior del cuerpo humano, donde se observan el sistema osteomuscular y la piel.

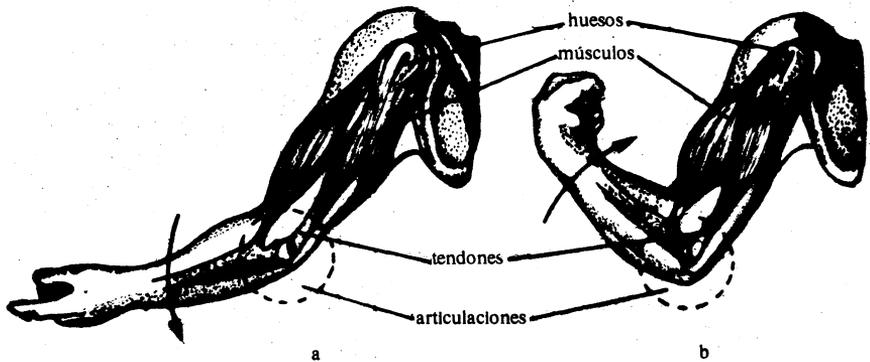


Fig. 98 Esquema que representa los movimientos de flexión y extensión de los músculos del brazo.

Te habrás dado cuenta de la relación existente entre los huesos, con sus articulaciones, y los músculos; es, por esta razón, que muchos autores denominan al sistema osteomuscular, también, como sistema **osteomioarticular**.

Ya conoces, en general, cómo intervienen en el movimiento los componentes del sistema osteomuscular; estás en condiciones de iniciar el estudio de cada uno de estos componentes:

Si observas la figura 99 te percatarás de que el esqueleto está constituido por el conjunto de todos los huesos y cartílagos que, unidos entre sí, dan su forma al cuerpo humano; asimismo, sirven de sostén y protegen diferentes órganos, mas no solo se relacionan con estas funciones mencionadas. Has estudiado que muchos huesos intervienen en diferentes movimientos. ¿Crees que sería posible realizar movimientos como los locomotores, o flexionar el antebrazo sobre el brazo (figura 98), por ejemplo, sin la presencia de los huesos? Aunque, durante el movimiento, la participación de los músculos es más activa, este no tendría lugar sin los huesos; ya conoces que estos últimos, además de sostener a los músculos, actúan como palancas, con lo cual tiene lugar al movimiento.

Los huesos se encuentran recubiertos por una lámina de tejido conectivo (figura 100). ¿Conoces la importancia de esta? Esta lámina de tejido conectivo interviene en el crecimiento del hueso; además, posibilita que se suelden los huesos cuando ocurre una fractura.

Al estudiar la asignatura Ciencias Naturales, conociste que las sustancias componentes del hueso son, principalmente, la **osteína** y las **sales de calcio**; ¿recuerdas cómo se comprueba la presencia de estas sustancias en el hueso, así como las propiedades que, en cada caso, le confieren a este? Los experimentos a realizar para ello son sencillos (figura 101). Se toma un hueso de pollo (figura 101a) y se sumerge, durante varias horas, en una disolución de ácido clorhídrico (sulfumante); como las sales de calcio se disuelven en el ácido, el hueso queda constituido fundamentalmente por la osteína. Al extraer el hueso del recipiente, se observa que se ha vuelto blando; incluso, al doblarlo, este no se parte, pues es muy flexible. ¿Qué demuestra este experimento? Que la osteína confiere al hueso flexibilidad y resistencia.

#### Curiosidades

Aunque pienses que los huesos solo tienen función de sostén y movimiento, también constituyen órganos importantes en la formación de la sangre, pues en la médula ósea de muchos huesos (esto varía con la edad de la persona) se forman sus componentes.

En cambio, si tomas otro hueso, lo sometes a la llama de un mechero durante unos minutos (figura 101b), la osteína es destruida por el calor, quedando solamente las sales de calcio; de este modo, el hueso se mantiene duro, pero muy frágil, por lo que, al intentar doblarlo, se parte con la misma facilidad que una tiza. Esto demuestra que las sales de calcio le proporcionan dureza y fragilidad al hueso.

La proporción de osteína y sales de calcio varía notablemente durante el desarrollo individual de una persona. Es posible que hayas notado cómo con mucha facilidad, ante caídas a veces sencillas, un anciano se fractura algún hueso; sin embargo, esto no ocurre así en los niños. ¿A qué crees que se deba esto?

Seguramente comprenderás que, como otros órganos del organismo, los huesos crecen; ello lo habrás comprobado teniendo en cuenta el ejemplo de tu propio cuerpo. En el crecimiento del hueso influye la acción de hormonas, como conoces, pero ¿podría ocurrir este si no hay afluencia de sangre que suministre sustancias alimenticias y oxígeno? Indudablemente que, de no intervenir los sistemas de órganos que propician el suministro de las sustancias mencionadas, las células del tejido óseo no metabolizarían; pero ¿son solo esos sistemas de órganos los que intervienen en el mantenimiento de la vida celular? Por supuesto que no; se requiere, también, de la intervención de los órganos excretores. Te habrás dado cuenta, una vez más, cómo las funciones vegetativas intervienen en el mantenimiento de la vida del organismo. (figura 30).

Si observas la figura 99, notarás que los huesos presentan variadas formas; así, por ejemplo, te darás cuenta que los huesos del cráneo son diferentes a las vértebras y estas últimas no se parecen a los huesos del antebrazo o del muslo; de acuerdo con su forma, se distinguen tres tipos de huesos (figura 102): **largos**, **planos** y **cortos**; seguramente recuerdas haberlos estudiado en Ciencias Naturales.

Los huesos largos tienen forma tubular y presentan ambos extremos abultados (figura 102); ejemplos de estos huesos se hallan en el brazo (húmero) y en el antebrazo (cúbito y radio), así como en el muslo (fémur) y en la pierna (tibia y peroné).

Los huesos del cráneo (figura 102), como el frontal, el occipital y los parietales, por ejemplo, así como el de la cadera (ilíaco), a diferencia de los mencionados anteriormente, son ejemplos de huesos planos, por ser aplanados, anchos y con poco grosor.

Los huesos cortos son tan anchos como largos y gruesos; las vértebras y el calcáneo son ejemplos de este tipo de hueso (figura 102). Los ejemplos de huesos mencionados anteriormente puedes observarlos en la figura 99.

Como conoces, las articulaciones son la unión de dos o más huesos (e, inclusive, cartílagos y otras estructuras) del esqueleto (figura 98), que pueden ser clasificadas, de acuerdo con la amplitud de sus movimientos, en **inmóviles**, **semimóviles** y **móviles** (figura 103).

En las articulaciones inmóviles, los huesos que se unen no permiten movimiento alguno como, por ejemplo, muchos huesos del cráneo (figura 103a).

#### **Curiosidades**

Existe un hueso que no forma parte de una articulación, el hioides, que interviene en el sostén de la lengua.

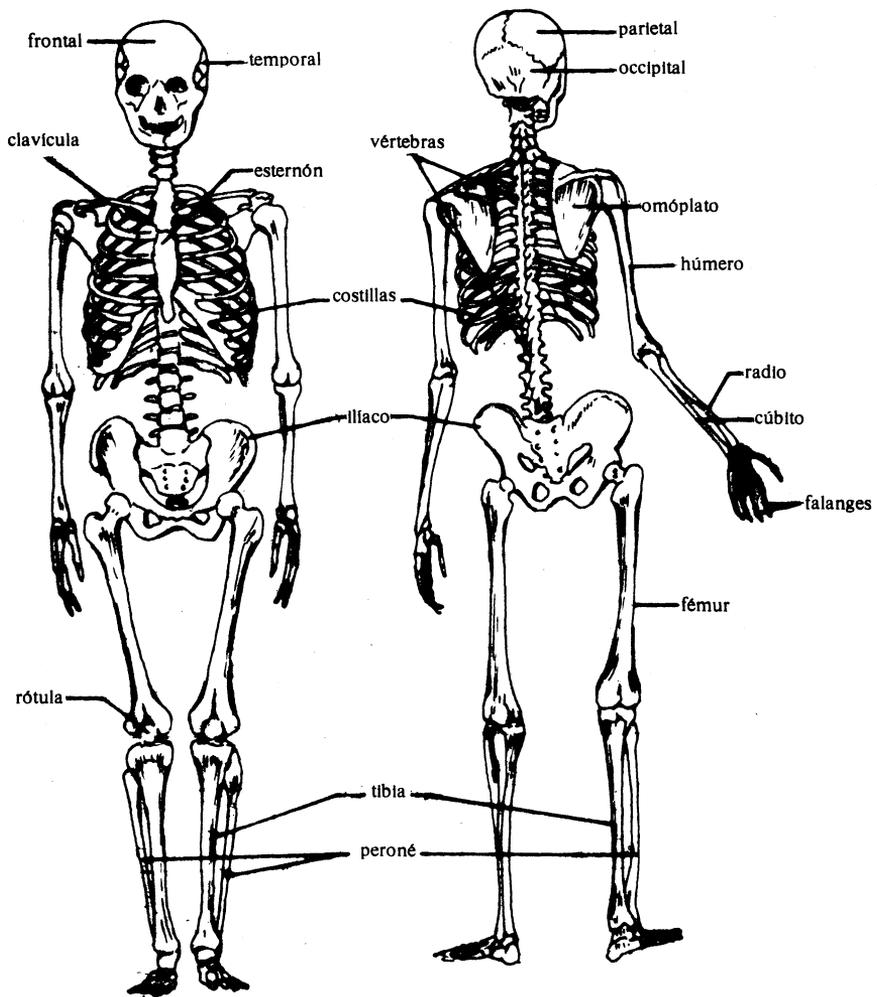


Fig. 99 El esqueleto se divide en axial y apendicular.

## HUESOS DEL ESQUELETO

<b>Esqueleto axial</b>	<b>Cabeza</b>	<b>Cráneo</b>	1 occipital, 2 parietales, 1 frontal, 2 temporales (cada uno de los cuales contiene los 3 huesecillos del oído medio), 1 esfenoides, 1 etmoides
		<b>Cara</b>	2 nasales, 1 vómer, 2 cornetes, 2 lagrimales, 2 malares, 2 palatinos, 2 maxilares superiores, 1 maxilar inferior, 1 hioides
	<b>Columna vertebral</b>		7 vértebras cervicales, 12 vértebras dorsales, 5 vértebras lumbares, 5 vértebras sacras fusionadas (hueso sacro), 4-5 vértebras coccigeas fusionadas (hueso cóccix)
	<b>Caja torácica</b>		24 costillas, 1 esternón (también, las 12 vértebras dorsales)
<b>Esqueleto apendicular*</b>	<b>Extremidad superior</b>		1 clavícula, 1 escápula (omóplato)
			1 húmero, 1 radio, 1 cúbito, 8 huesos del carpo, 5 metacarpianos, 14 falanges
	<b>Extremidad inferior</b>		1 hueso coxal o iliaco
			1 fémur, 1 rótula, 1 tibia, 1 peroné, 7 huesos del tarso, 5 metatarsianos, 14 falanges

Solo se enumeran los huesos de un lado; para obtener el número total hay que multiplicar por dos.

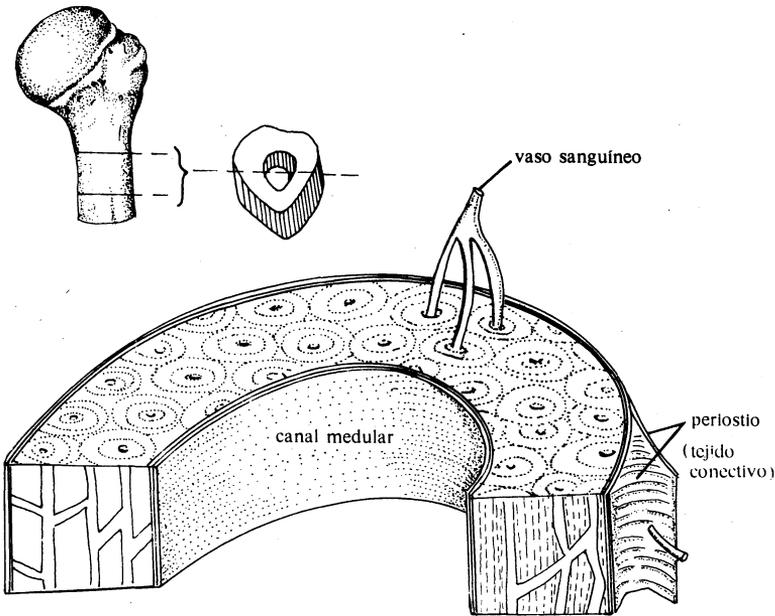


Fig. 100 Esquema que representa la estructura de un hueso.

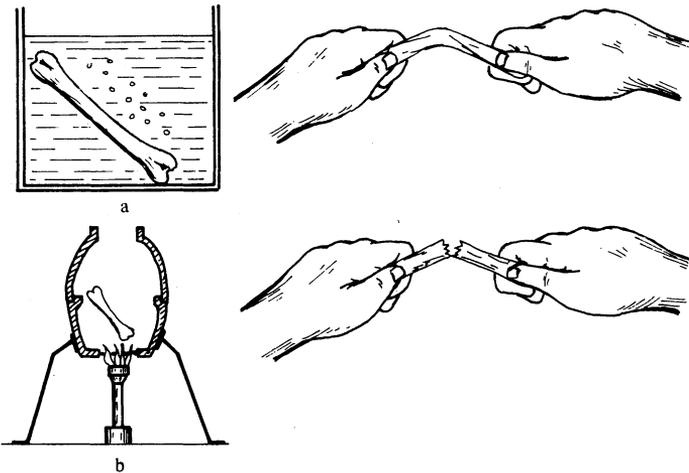


Fig. 101 Con este experimento se comprueban las propiedades que le confieren al hueso la osteína y las sales de calcio.

Un ejemplo de articulaciones semimóviles es la que existe entre la mayoría de las vértebras (figura 103b) que, aunque posibilitan ciertos movimientos de la columna vertebral, estos no son tan amplios como los movimientos del codo y la rodilla, que son ejemplos de articulaciones móviles (figura 103c).

Es importante que recuerdes que, en el hombre, como en los restantes vertebrados, los músculos constituyen la parte activa del sistema osteomuscular, ya que, mediante sus contracciones, tienen lugar distintos movimientos del cuerpo humano.

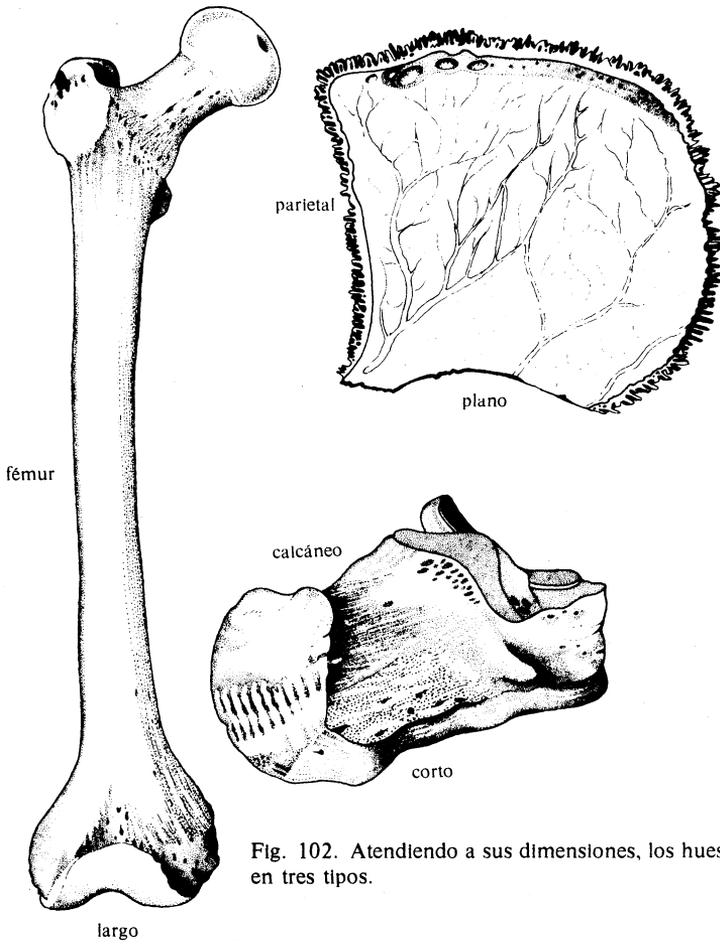


Fig. 102. Atendiendo a sus dimensiones, los huesos se pueden clasificar en tres tipos.

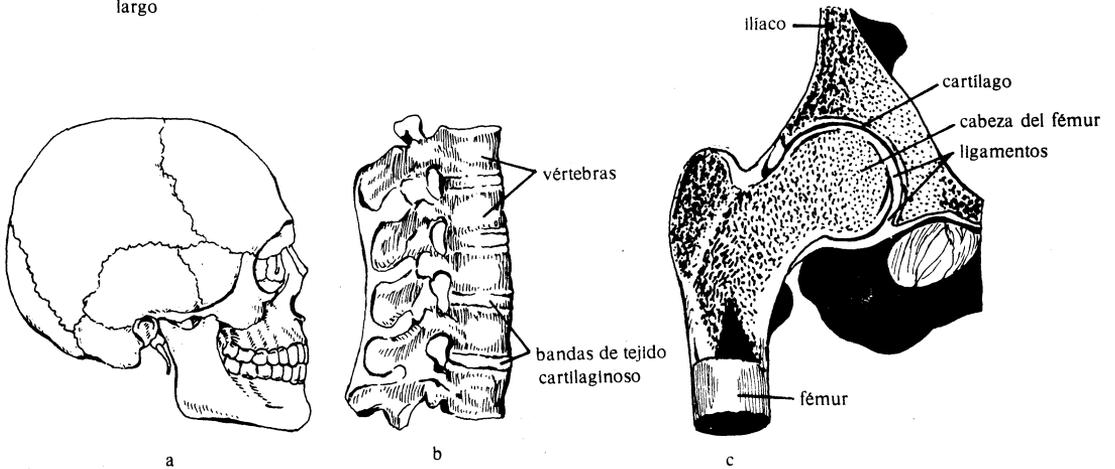


Fig. 103 Esquema que representa los diferentes tipos de articulaciones.

Si analizas la estructura de un músculo esquelético (figura 104a) podrás distinguir externamente una zona ensanchada, carnosa y de color rojo, a causa de la gran cantidad de sangre presente, que forma el llamado **vientre**, y dos extremos delgados y de color blanco, que constituyen los llamados **tendones**; mediante estos últimos, el músculo generalmente se inserta en los huesos y los cartílagos.

En la figura 104b, lo primero que puedes observar es que el músculo, en su conjunto, está rodeado por una membrana de tejido conectivo, la cual penetra en el interior del músculo y lo divide en numerosos **haces**, que están constituidos por un conjunto de fibras musculares, rodeadas por tejido conectivo. Este tejido se encuentra dispuesto entre los haces musculares y se extiende hacia los extremos del músculo, formando los tendones; además, en esta figura se pueden observar numerosos vasos sanguíneos y nervios.

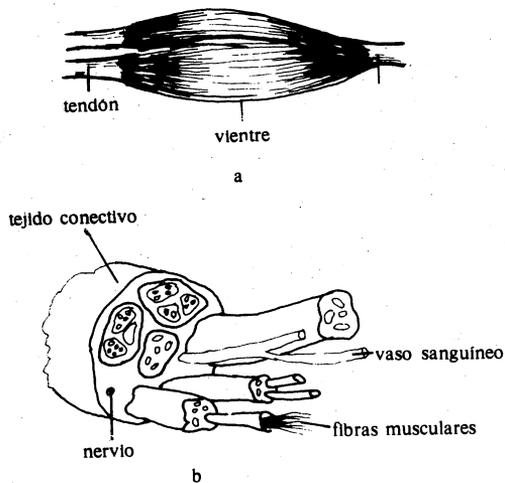


Fig. 104 Estructura de un músculo estriado: a) esquema de un músculo en el que se observan los tendones; b) esquema que representa un corte de un músculo.

En contacto con los músculos, hay nervios que posibilitan la transmisión del impulso nervioso hasta estos y, como resultado, se ejecuta la respuesta ante determinado estímulo. En los músculos hay también vasos sanguíneos que, por medio de la sangre, conducen, hasta estos, sustancias alimenticias y oxígeno, además de recoger los desechos de los procesos metabólicos. ¿Te das cuenta cómo, al igual que en el caso de los huesos, en el mantenimiento de la vida de las células musculares intervienen los sistemas de órganos relacionados con las funciones vegetativas?

Las fibras musculares, además de ser excitables, se caracterizan por la contractilidad, lo que se evidencia por la propiedad de contracción de los músculos, que pueden cambiar de forma y hacerse más cortos y gruesos; cuando el músculo regresa a su forma inicial, decimos que se ha **relajado**, lo que se puede comprobar con facilidad mediante un experimento sencillo (figura 105).

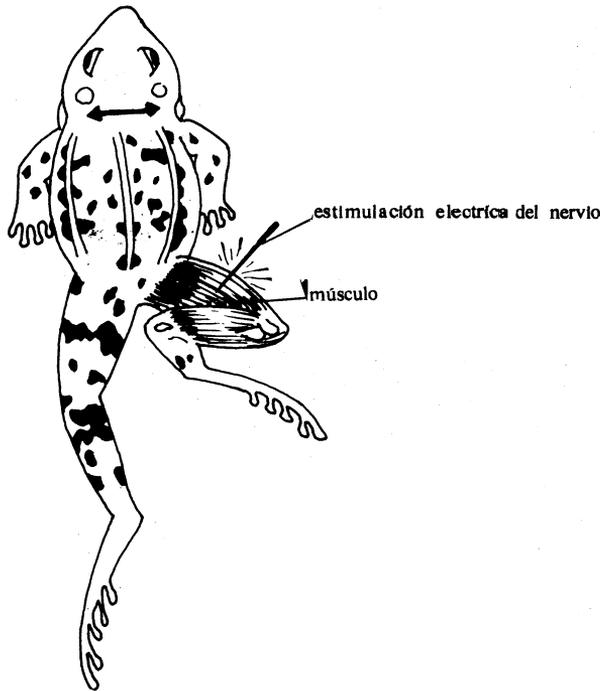


Fig. 105 Las fibras musculares al ser excitadas, traen como resultado, la contracción del músculo.

Si observas la figura 106 podrás reconocer la localización de los principales músculos esqueléticos en las distintas regiones del cuerpo humano; por ejemplo, los músculos de la cabeza, el cuello, el tórax, el abdomen y las extremidades.

En la cabeza se distinguen dos grupos principales de músculos: **masticadores** y **cutáneos**. Los masticadores, como su nombre lo indica, intervienen en el movimiento de la mandíbula y, por lo tanto, participan en la masticación; por ejemplo, el temporal y el masetero (figuras 106 y 107). Los músculos cutáneos son los que posibilitan la expresión de la cara, mediante su contracción y relajación, manifestando alegría, dolor, miedo o tristeza; por ejemplo, el frontal (figuras 106 y 107), que arruga la piel de la frente y eleva las cejas, con lo cual se manifiesta sorpresa.

Los músculos del cuello, como el **esternocleidomastoideo** (figuras 106 y 107), posibilitan los movimientos de la cabeza hacia adelante, atrás y los lados.

Los músculos del tórax intervienen en el movimiento de las extremidades superiores, así como en los movimientos respiratorios (figuras 106 y 108); en este último caso, están los **intercostales**, que se encuentran entre las costillas.

Seguramente recordarás que, entre la cavidad torácica y la cavidad abdominal, se encuentra el **diafragma** (figura 108), el que, al contraerse, aumenta la capacidad del tórax, lo que posibilita que los pulmones se llenen de aire y, cuando se relaja, provoca la salida del aire.

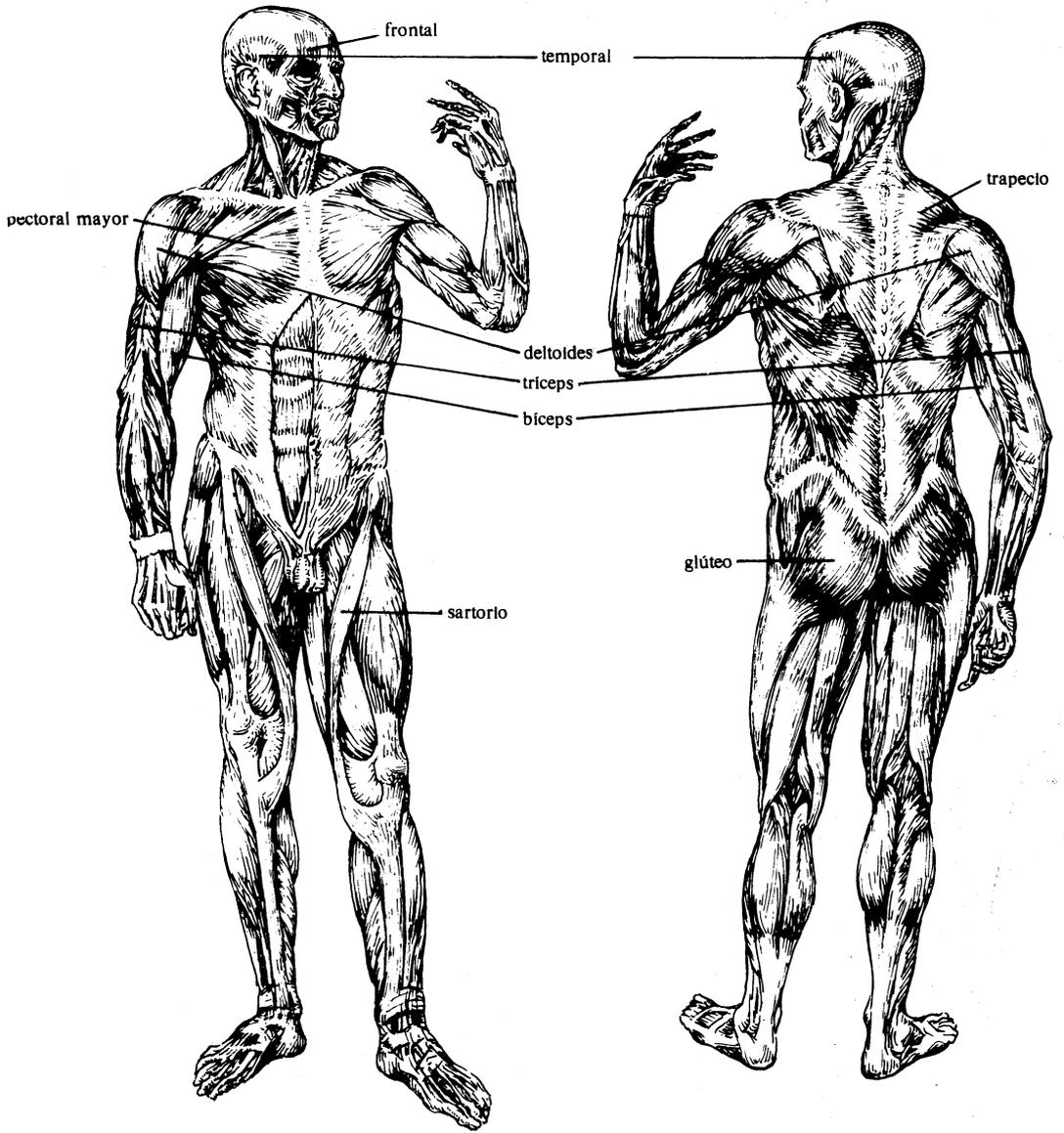


Fig. 106 Vista anterior y posterior de los músculos esqueléticos del cuerpo humano.

### ALGUNOS MÚSCULOS DEL CUERPO HUMANO

<b>Cabeza</b>	<b>Cutáneos</b>	frontal, orbicular de los párpados, orbicular de los labios, risorio, buccinador
	<b>Masticadores</b>	temporal, masetero, pterigoideo externo, pterigoideo interno
<b>Cuello</b>		esternocleidomastoideo, cuáneo del cuello, digástrico, esplenio
<b>Tronco</b>	<b>Tórax</b>	pectoral mayor, serrato mayor, trapecio
	<b>Abdomen</b>	recto mayor, oblicuo mayor
<b>Extremidades</b>	<b>Superiores</b>	deltoides, biceps braquial, triceps braquial, flexores profundos de los dedos, extensores comunes de los dedos
	<b>Inferiores</b>	glúteo mayor, glúteo mediano, glúteo menor, sartorio, biceps crural, tibial anterior, gemelos, sóleo

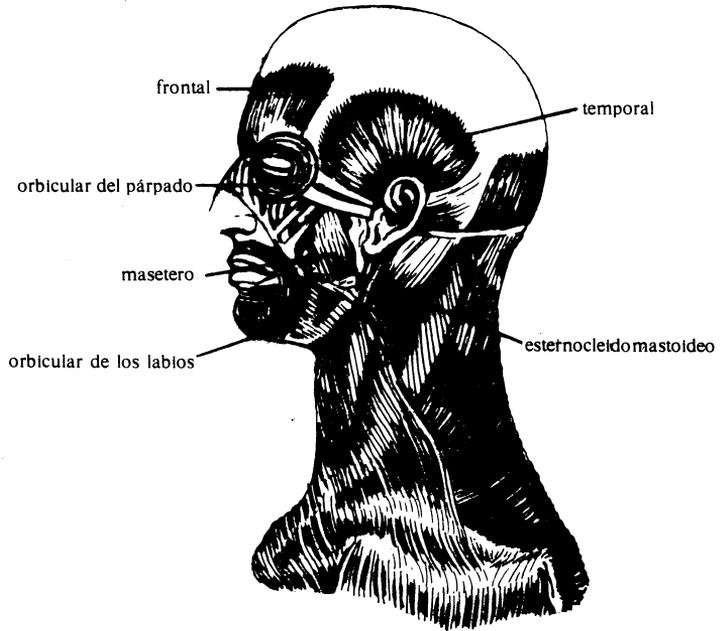


Fig. 107 Esquema que representa los músculos de la cabeza.

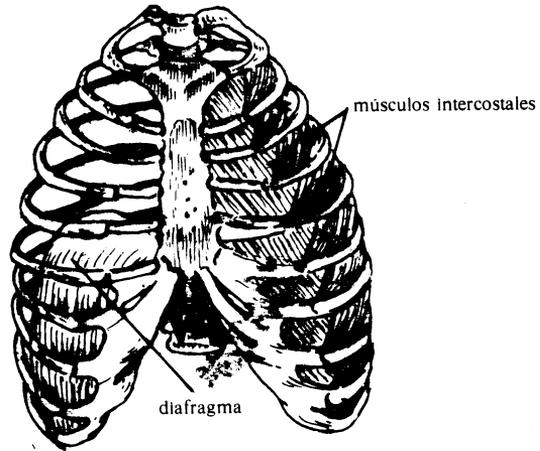


Fig. 108 Esquema que representa músculos del tórax.

En el abdomen (figura 106) se pueden observar músculos, como el recto mayor y los oblicuos, que forman parte de sus paredes, los cuales, al contraerse, realizan diferentes funciones, como la flexión del tronco hacia adelante y la defecación; esta última tiene lugar cuando son presionadas las vísceras contenidas en el abdomen lo cual facilita la expulsión al exterior de las heces fecales.

Los músculos de las extremidades (figura 106), ya sean superiores o inferiores, tienen una amplia participación en movimientos como la flexión, la extensión, la prensión de objetos y la locomoción, de ahí su importancia en la realización de diferentes trabajos físicos (figura 98).



### Tarea

- Argumenta las siguientes afirmaciones, relacionadas con las funciones que realiza el sistema osteomuscular:
  - a) Protege diferentes órganos del cuerpo.
  - b) Interviene en el sostén.
  - c) Posibilita movimientos de muchas articulaciones.
- ¿A qué se debe que las fracturas de los huesos en un anciano sean más frecuentes que en un niño?
- ¿Cómo podemos comprobar las propiedades que le confieren al hueso las sustancias que lo constituyen?
- ¿Cómo se clasifican los huesos, de acuerdo con su forma? Menciona ejemplos de cada tipo.
- ¿Qué es una articulación? Menciona los distintos tipos de articulaciones y ejemplifica en cada caso.
- ¿Por qué los músculos constituyen la parte activa del sistema osteomuscular?
- Explica, mediante un ejemplo, la relación que hay entre huesos y músculos.
- El no tener en cuenta la posición al acostar a un recién nacido, puede provocarle deformaciones. Igualmente, si a pocos meses de nacido se le trata de mantener erguido sobre las piernas, estas pueden arquearse. ¿A qué atribuyes que puedan ocurrir estos fenómenos?
- En la estructura de huesos y músculos, encontramos vasos sanguíneos. Explica qué importancia tiene esto en el funcionamiento de estos órganos.

Si tienes en cuenta la localización de la piel, has de imaginar su función protectora y, basándote en los conocimientos acerca del arco reflejo, habrás llegado a la conclusión de que también tiene función receptora.

Con el estudio de este epígrafe, conocerás por qué es posible que la piel intervenga en las funciones antes mencionadas, así como las características de estructura relacionadas con otras importantes funciones de la piel.

Si observas la figura 109, que muestra un corte de la piel puedes darte cuenta de que está constituida, como en otros mamíferos, por dos capas definidas: una externa, llamada **epidermis**, debajo de la cual se encuentra la **dermis**. Seguramente has observado que, como consecuencia de una quemadura, si se forma una ampolla se separan estas dos capas de la piel, debido a la acumulación de líquido entre ellas.

La epidermis es un epitelio constituido por varias capas de células. Si recuerdas las características de este tejido, por ejemplo, la escasa sustancia intercelular, te darás cuenta por qué la piel tiene función protectora; al estar las células de la epidermis estre-

### *Características principales de la estructura y la función de la piel*

chamente unidas, esta constituye una barrera eficaz contra la entrada de microorganismos y la pérdida de agua. Asimismo, la epidermis protege contra los efectos de la fricción, de ahí que tenga mayor grosor en zonas que están más sometidas a esta, como son la palma de las manos y la planta de los pies. En estas zonas, específicamente en los dedos, son evidentes los surcos dactilares, conocidos por huellas digitales, las que, como conoces, posibilitan la identificación de cada persona (figura 110).

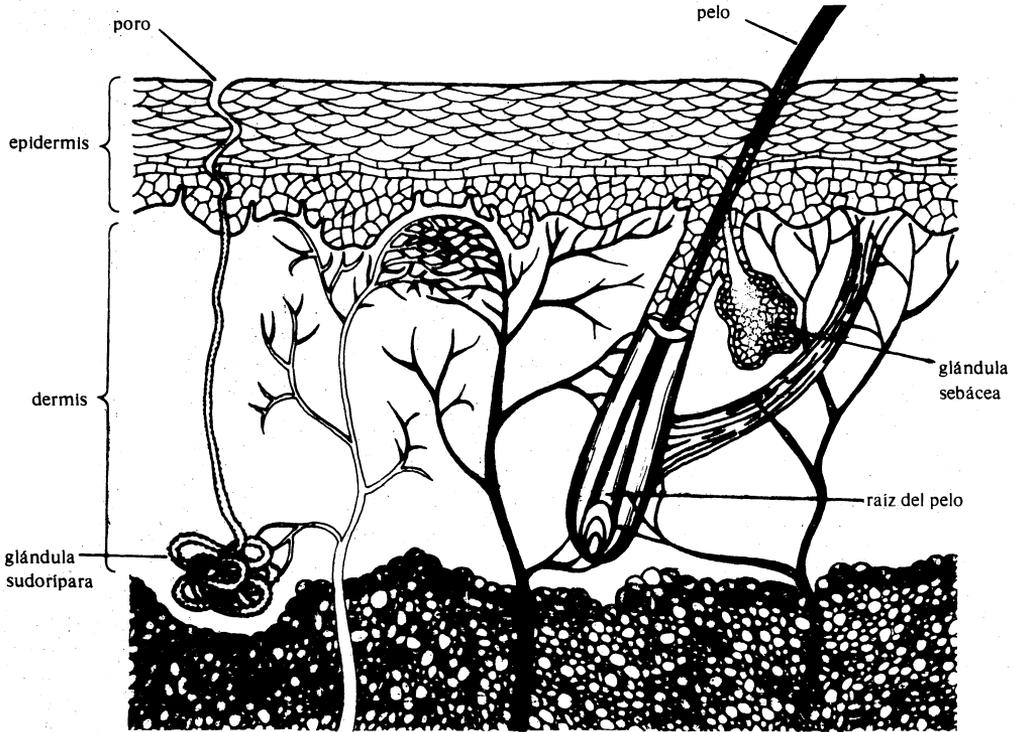


Fig. 109 Al realizar un corte a la piel, se observa la epidermis y la dermis, así como estructuras que en ellas se encuentran.



Fig. 110 Huellas digitales.

Es importante que recuerdes que la dermis es la capa interna de la piel, la cual presenta abundantes vasos sanguíneos, fibras nerviosas, receptores, pelos, así como las glándulas sebáceas y sudoríparas, además de otras estructuras (figuras 48 y 109).

Como recordarás, los numerosos receptores que se localizan en la dermis pueden “reconocer” diversos estímulos externos; por ejemplo, el frío o el calor. ¿Crees que si el organismo humano no detectara los cambios de temperatura, estaría en condiciones de protegerse de ellos?

Si observas nuevamente la figura 109, te darás cuenta que el hombre, al igual que otros mamíferos, presenta **pelos, glándulas sudoríparas y glándulas sebáceas** en la piel. Puedes apreciar que el pelo está dentro de una vaina y que su raíz parte desde la dermis, de la cual recibe las sustancias alimenticias que posibilitan su crecimiento. Acerca de la función protectora del pelo, seguramente no tienes dudas.

Las glándulas sudoríparas se encuentran en toda la piel, siendo más abundantes y de mayor tamaño en regiones como la cara, las axilas, así como la palma de las manos y la planta de los pies. Estas glándulas producen el sudor, el que es muy importante, pues favorece la salida de algunas sustancias de excreción, a la vez que contribuye a la regulación de la temperatura corporal.

Las glándulas sebáceas secretan sustancias grasas, las cuales salen por los poros. ¿has notado la presencia de estas, a veces abundante, por ejemplo, sobre la piel de la nariz?. ¿conoces cuál es la importancia de estas secreciones? Las grasas, a la vez que lubrican el pelo, que se encuentra en casi toda la superficie de nuestro cuerpo, suavizan la piel y forman una delgada capa protectora. ¿Te das cuenta de la importancia de estas glándulas?

### Curiosidades

Se ha calculado que las posibilidades de encontrar dos personas con huellas digitales idénticas son de una por cada veinticuatro mil millones.



### Tarea

- Refiérete a las características de estructura de la piel. De ser necesario, auxíliate de un esquema.
- ¿Qué importancia tienen las glándulas sebáceas?
- Argumenta las siguientes afirmaciones, en relación con las funciones que realiza la piel:
  - a) Es una estructura de protección.
  - b) Es una estructura de importancia en la recepción de estímulos.
  - c) Contribuye a mantener constante la temperatura del cuerpo.
  - d) Contribuye a la excreción.
- En una conversación entre dos alumnos de noveno grado, uno de ellos planteaba que el sudor le resulta desagradable, que uno no debiera sudar; el otro alumno no compartía esta opinión. ¿Qué opinas tú al respecto? Argumenta tu respuesta.

## *Medidas higiénicas*

En ocasiones, tanto la piel, como los músculos y los huesos, presentan alteraciones en su funcionamiento, que provocan serias afecciones en el organismo, por lo que es imprescindible conocer y poner en práctica las medidas higiénicas que posibiliten el funcionamiento adecuado de estos órganos y, como consecuencia, una normal actividad del organismo.

Una de las condiciones fundamentales para el mantenimiento de la salud, es la higiene de la piel. La limpieza de la piel permite eliminar las células muertas de la epidermis, evitando, de esta forma, que se mezclen con el sudor y la grasa, así como con el polvo u otras suciedades provenientes del medio ambiente; con ello, se impide el desarrollo de microorganismos en diferentes zonas del cuerpo humano y, de ese modo, las infecciones que estos provocan.

Para eliminar las suciedades que se forman en la piel, es necesario el baño diario con abundante agua y jabón, frotando bien todo el cuerpo, de forma tal que se eliminen las suciedades acumuladas en los poros. También, es necesario secar bien la piel después del baño, principalmente en zonas como los pies, que son susceptibles de mantenerse húmedos y, de esta forma, evitar la propagación de hongos y otras infecciones.

Después del baño, es necesario cambiar las ropas sucias por otras limpias, pues el uso continuado de estas, impregnadas en sudor, grasa y suciedades, al estar en contacto con la piel, favorecen ciertas infecciones producidas por microorganismos, además de expeler un olor desagradable.

Los rayos solares ejercen una acción beneficiosa sobre la piel y todo el organismo, pero hay que tomar precauciones en cuanto a la duración prolongada de los baños de Sol. En este sentido, posiblemente tengas experiencias de tus visitas a la playa. Es conveniente que, si no estás habituado a tomar baños de Sol, en un inicio no te expongas por un tiempo prolongado; este tiempo puedes ir aumentándolo progresivamente, de modo que evites los perjuicios y, a la vez, obtengas los beneficios que proporciona la luz solar.

Además de las quemaduras provocadas por la acción directa de los rayos solares sobre la piel durante un tiempo prolongado, hay otras que pueden ser ocasionadas por el fuego, la electricidad o por sustancias químicas.

Las quemaduras se clasifican, de acuerdo con su profundidad y extensión en: quemaduras de primer grado, que producen un enrojecimiento de la piel, fundamentalmente a causa de una larga exposición al Sol, como pueden ser en el campo o en la playa; quemaduras de segundo grado, en las que se forman ampollas, fundamentalmente por los efectos del fuego que afecta la epidermis y la dermis, y las de tercer grado, que pueden provocar la destrucción de la piel, de los músculos y, algunas veces, hasta de los huesos.

En las quemaduras de primer grado, es importante evitar el contacto de la piel con sustancias o con ropas sucias, y sobre ellas se puede aplicar rojo asepticado o una vaselina estéril.

Las quemaduras de segundo grado deben ser atendidas por un médico y, mientras tanto, es necesario quitar con cuidado la

ropa de las zonas afectadas, así como cualquier cosa que las comprima, por ejemplo, anillos, cintos o relojes; a continuación, se puede aplicar sobre la quemadura un paño bien limpio empapado en agua fría previamente hervida con dos cucharaditas de sal o bicarbonato de sodio (preferentemente) por litro.

Las quemaduras de tercer grado requieren de un local y personal especializados; los primeros auxilios, en este caso, deben ser, primeramente, cortar la ropa, descubriendo la zona afectada, así como evitar que el quemado ingiera alimentos y agua. Al acostar al paciente, se procurará que este quede con la cabeza más baja que el resto del cuerpo y las zonas quemadas más elevadas.

Actualmente se emplea, con gran eficacia en el tratamiento de los quemados, un medicamento conocido como factor de crecimiento epidérmico, fruto del trabajo colectivo de los investigadores que laboran en el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, el cual acelera la cicatrización.

La mecanización paulatina de muchas actividades laborales va liberando al hombre de un trabajo físico intenso; ¿no crees que esta falta de ejercicios pueda tener una repercusión desfavorable en el organismo? El hombre que lleve una vida en la que no están presentes los ejercicios físicos de forma sistemática, no puede estar fuerte; además de tener una figura desproporcionada puede presentar trastornos en el funcionamiento del sistema digestivo (digestión lenta, estreñimiento), así como respiración y circulación insuficientes.

Aunque la influencia del ejercicio físico en la actividad de los músculos es positiva, como se ha expresado, no es conveniente excederse durante la ejercitación física. Quizás conozcas que, en ocasiones, cuando se realizan ejercicios o trabajo físico, en general, por un tiempo prolongado y de forma intensa, esto ocasiona un notable agotamiento y la imposibilidad de continuar realizándolos, pues los músculos no están en condiciones de contraerse: ¿sabes por qué? Sucede que en los músculos se ha acumulado gran cantidad de sustancias de desecho de los procesos metabólicos, que no es posible eliminar de momento; este fenómeno se conoce como **fatiga muscular**. ¿Te das cuenta cómo puedes evitar que esta aparezca?

Muchos de los ejercicios que realizas en la clase de Educación Física están encaminados al desarrollo de los músculos y, en especial, de aquellos que intervienen en el mantenimiento de la posición erecta.

El aspecto de una persona, la proporción entre las diferentes partes de su cuerpo y el desarrollo de su musculatura, entre otros aspectos, dependen, en gran medida, de factores que influyen sobre el organismo en su desarrollo, como son los hábitos alimentarios, la realización de ejercicios físicos y deportes, el mantenimiento de una higiene adecuada de nuestro cuerpo, así como los hábitos de postura correctos; por ejemplo, a un estudiante que, día tras día, se sienta incorrectamente, o adopta una mala postura para caminar o estar de pie, se le puede desviar la columna vertebral y, con ello, afectar la actividad de los órganos de su cuerpo.

Como ya sabes, la educación física y el deporte ejercen una influencia positiva en el desarrollo del sistema osteomuscular, por lo que esta actividad debe realizarse sistemáticamente en la escuela, en las áreas deportivas y en la casa, para lograr un desarrollo integral del organismo.

Los huesos pueden **fracturarse** por un accidente o por causa de ciertas enfermedades. Las fracturas (figura 111) pueden ser **parciales** o **completas**, según afecte al hueso.

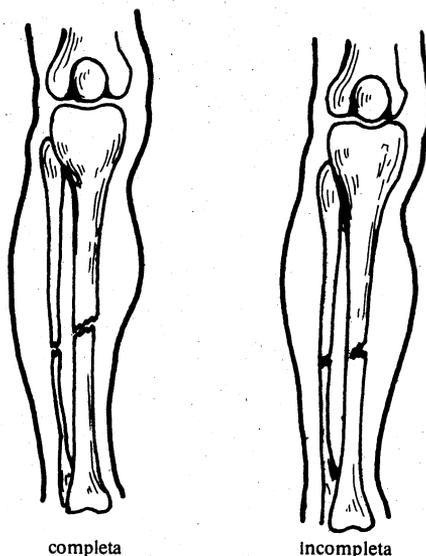


Fig. 111 Las fracturas pueden ser fundamentalmente de dos tipos.

Las fracturas, por lo general, están acompañadas de dolor e imposibilidad de movimiento en la parte afectada, donde también se observa un aumento de tamaño o inflamación en la zona lesionada. En los casos que se observen estos síntomas, es necesario proceder a la práctica de los primeros auxilios (figura 112), con el objetivo de aliviar el dolor al accidentado, además de garantizar que no se produzca el desplazamiento de los huesos fracturados.



Fig. 112 En caso de fracturas, se deben practicar los primeros auxilios.

En los huesos puede ocurrir también un tipo de afección conocida con el nombre de **luxación** (figura 113), en la que tiene lugar un desplazamiento de los huesos que forman parte de una articulación, a consecuencia de un golpe o una caída. En este accidente, el dolor es muy intenso, el cual aumenta con los movimientos; ante un caso de posible luxación, lo primero que se debe hacer es inmovilizar la articulación afectada y el traslado inmediato de la persona accidentada a un hospital.

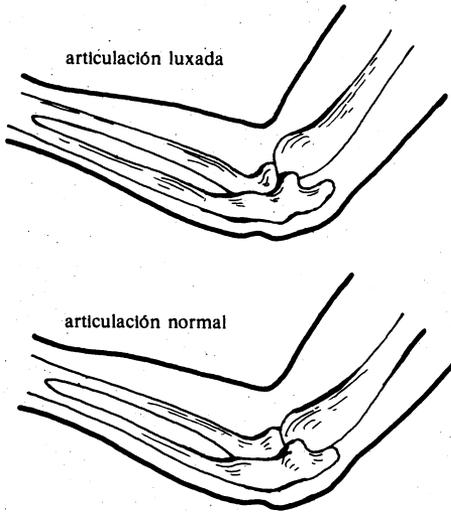


Fig. 113 Ante algunos accidentes, se producen luxaciones.

Las caídas, los golpes o cualquier movimiento brusco pueden afectar las articulaciones y, en algunos casos, los ligamentos de las articulaciones, lo que da lugar a las **distensiones** o **esguinces**, que ocurren con frecuencia en los tobillos. El dolor es muy fuerte en el momento del accidente, apareciendo una gran inflamación en la zona afectada; se recomienda la aplicación de fomentos fríos, así como la utilización de vendajes que no estén excesivamente apretados. En este caso, como en los anteriores, es necesario la inmediata atención médica.



#### Tarea

- ¿Por qué es necesario el aseo diario y el uso de ropas limpias?
- ¿Qué tratamiento debemos aplicar en caso de quemaduras?
- ¿Cuáles son los primeros auxilios que se deben prestar a una persona con síntomas de fractura o luxación?
- En una conversación entre dos alumnos, uno plantea que la realización de ejercicios físicos es básica para el buen desarrollo del

sistema osteomuscular, y el otro expone que, más que al sistema osteomuscular, contribuye al desarrollo del organismo

como un todo. ¿Qué tú consideras al respecto? Argumenta tu respuesta.



### *Características de diferentes tipos de huesos*

#### Materiales:

Esqueleto y modelos anatómicos o ejemplares naturales de diferentes tipos de huesos (vértebras, fémur, iliaco, costillas, omóplato, etc.)

#### Técnica operatoria:

En esta actividad práctica te puedes auxiliar, para la identificación y la localización de los diferentes huesos, de la figura 99 del libro de texto.

1. Observa los huesos que tienes en tu puesto de trabajo. ¿Son todos iguales?; clasifícalos en largos, cortos y planos, de acuerdo con el criterio adoptado en clase.
2. Describe las características de cada tipo de hueso en relación con su forma.
3. Toma cada uno de los huesos que tienes en tu puesto de trabajo e identifícalo. Para ello, puedes auxiliarte del libro de texto.
4. Localiza y nombra, en el esqueleto, cada uno de los huesos identificados por ti.

#### Conclusiones:

¿Dónde se localizan los huesos cortos?

¿Qué funciones tienen los huesos planos? Cita ejemplos.

¿Cómo, a pesar de la diferencia de forma que existe entre los huesos, estos contribuyen a la función del esqueleto?

## Reproducción y desarrollo

Tus conocimientos relacionados con la reproducción te permiten comprender que esta, a diferencia de las demás funciones, posibilita no el mantenimiento de la vida del individuo, sino la continuidad de la especie.

En los vertebrados, entre ellos el hombre, se presenta un sistema reproductor. Este sistema está constituido por un par de órganos productores de las células y hormonas sexuales, que se comunican al exterior mediante un sistema de conductos. En los

*Introducción al estudio de la reproducción humana*



Fig. 114

machos, estos órganos son los **testículos**, y en las hembras, los **ovarios** (figuras 29, 30 y 104), pero ¿por qué son diferentes las condiciones en que se reproduce el hombre, a las del resto de los animales?

En los animales prima el instinto sexual por un impulso de apareamiento; este también está presente en la especie humana, pero no es lo que predomina. Debido al desarrollo alcanzado por el cerebro y las condiciones sociales, surge el carácter consciente en las relaciones sexuales, permitiendo las más completas expresiones de socialización, fraternidad y amor, cualidades solo de la especie humana. Esto le permite planificar su unión y descendencia, diferenciándolo sustancialmente del resto de los animales.

*Características principales de la estructura y la función de los órganos del sistema reproductor: masculino y femenino*

Al observar la figura 115, se distinguen los órganos genitales masculinos: los externos, constituidos por el **escroto** y el **pene**; los internos, que son los **testículos**, las vías espermáticas (**epidídimos**, **conductos deferentes** y **conducto eyaculador**), las **vesículas seminales**, la **próstata** y las **glándulas bulbouretrales**.

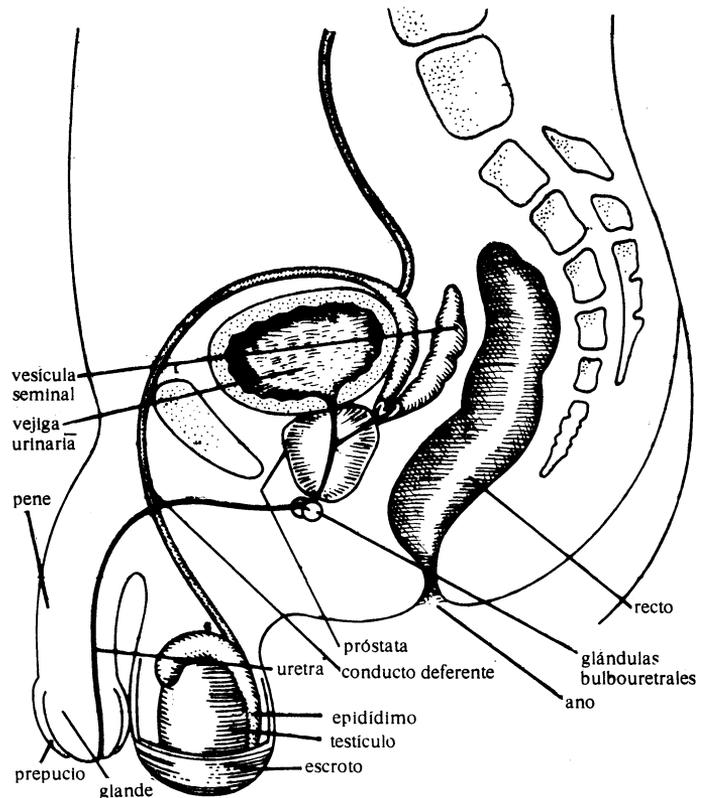


Fig. 115 Esquema que representa los órganos genitales masculinos.

Los **testículos** se desarrollan en el abdomen y descienden al escroto, generalmente antes del nacimiento. El escroto es una bolsa musculosa de paredes finas, que se contraen en respuesta

a diferentes estímulos, como estimulaciones sexuales, ejercicios físicos y cambios de temperatura, lo que provoca el acercamiento de los testículos al cuerpo.

Te llamará la atención la ubicación de los testículos fuera del abdomen. Esto permite que se mantengan a temperatura más baja que la del interior del cuerpo, lo que facilita la formación de los espermatozoides (figura 116).

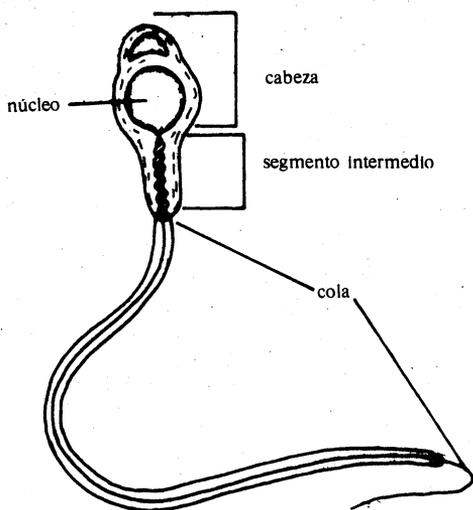


Fig. 116 El espermatozoide es la célula sexual masculina.

Los testículos son ovalados, con una longitud aproximada de 4 cm. Si observas su estructura interna, notarás (figura 117) un conjunto de tubos denominados **tubos seminíferos** donde se forman los espermatozoides. Separando estos tubos, existen tabiques de tejido conectivo, en los que se encuentran células especializadas en la secreción de hormonas sexuales masculinas (andrógenos) que, entre otras funciones, determinan los caracteres sexuales secundarios. La secreción de estas hormonas, como ya conoces, está regulada por las hormonas hipofisarias.

Además de los caracteres sexuales primarios, relacionados con los órganos genitales, aproximadamente después de los 9 años, como conoces, comienzan a hacerse más acentuadas las diferencias entre la hembra y el varón, debido a la aparición de los **caracteres sexuales secundarios** (figura 118).

Los varones crecen en este periodo muy rápidamente (figura 118): cambia el tono de su voz, aparece el vello en la cara, las axilas y el pubis y, con el mayor desarrollo de sus órganos genitales, aparecen las primeras eyaculaciones espontáneas, generalmente durante la noche.

En los testículos, la producción de espermatozoides y hormonas sexuales es continua, después de la pubertad (edad de grandes cambios sexuales).

#### Curiosidades

Las temperaturas relativamente altas inhiben la formación de los espermatozoides. En el hombre, esto puede ocurrir temporalmente cuando se padece de fiebre superior a 38°C, después de un baño caliente prolongado o cuando se usan ropas gruesas y apretadas.

#### Curiosidades

En la mayor parte de los mamíferos, los espermatozoides solo se producen durante la época de la reproducción. En el elefante, por ejemplo, los testículos solo están en el escroto durante la estación reproductora; después, ascienden al interior del abdomen.

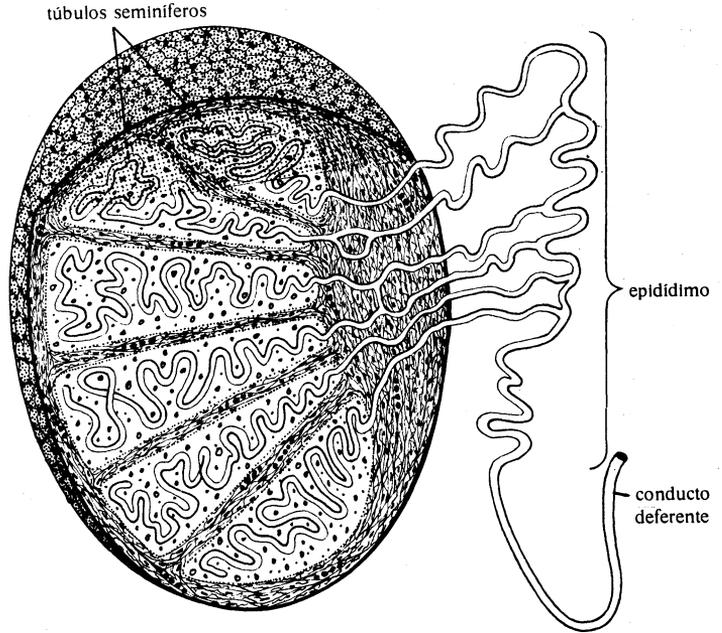


Fig. 117 Al realizar un corte a un testículo, se puede observar su estructura interna.

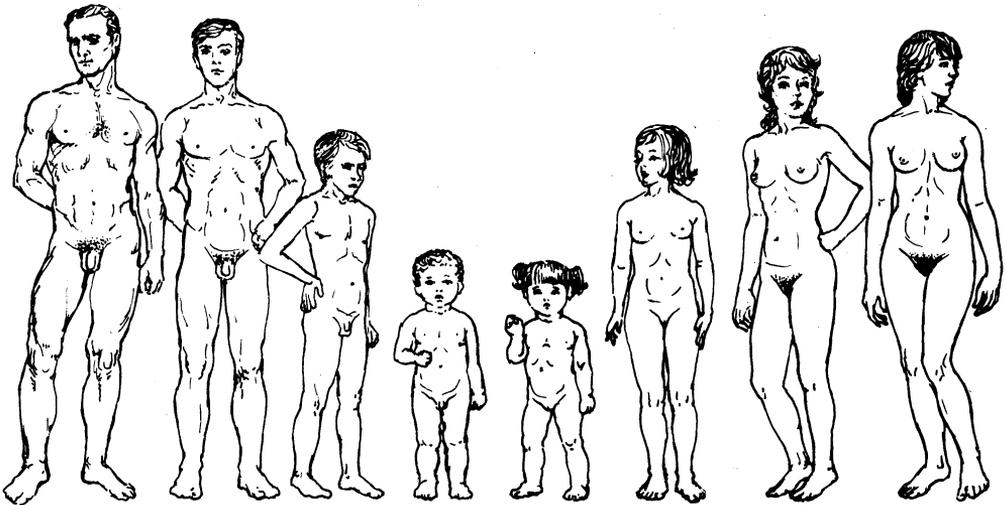


Fig. 118 El crecimiento y el desarrollo durante la pubertad, son acelerados, haciéndose evidentes las diferencias entre el varón y la hembra.

Los **tubos seminíferos** de cada testículo se agrupan a un lado de este (figura 117) y salen formando el **epidídimo**, donde se almacenan los espermatozoides temporalmente.

Al observar la figura 117, puedes apreciar que el epidídimo se continúa con el **conducto deferente**; este se une con el conducto de las vesículas seminales y forma el **conducto eyaculador**, que atraviesa la próstata (figura 115).

En el conducto eyaculador se reciben las secreciones de las **vesículas seminales** y de la **próstata**; estas son glándulas cuya función es la secreción de un líquido acuoso que, conjuntamente

con los espermatozoides y otras sustancias, constituyen el **semen**, en el que los espermatozoides se mueven libremente.

Las **glándulas bulbouretrales**, como observas en la figura 115, se encuentran debajo de la próstata. Durante las estimulaciones sexuales, estas glándulas secretan un líquido viscoso que elimina los restos de orina que pueden haber en la uretra.

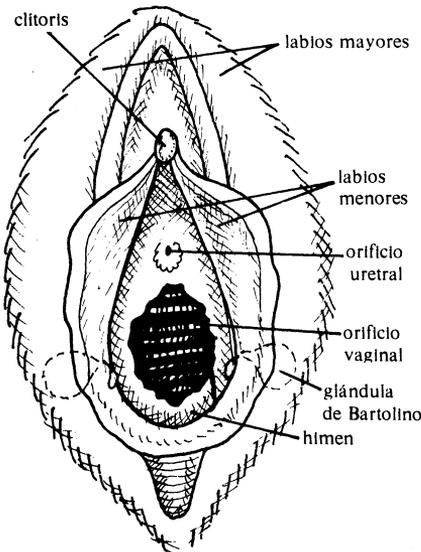
El **pene** es el órgano copulador masculino; la parte libre termina en el glande, el que posee numerosas terminaciones nerviosas. En el glande se observa una hendidura que constituye el orificio externo de la uretra (figura 115). Por este orificio se expulsan el semen y la orina que, por regulaciones reflejas, no salen simultáneamente.

La piel que cubre al pene forma, en el glande, un pliegue libre, denominado **prepucio**, que es deslizante y generalmente lo cubre en su totalidad; existen casos en que este es muy estrecho y no permite descubrir el glande, lo cual constituye una dificultad (denominada **fimosis**), que puede ser solucionada mediante una intervención quirúrgica.

Ante estímulos sexuales, entre otras causas, las dimensiones del pene pueden variar considerablemente. Esto se debe a que, en su constitución interna, existen espacios que tienen la propiedad de retener gran cantidad de sangre. De las arterias, llega sangre hasta esos espacios y, ante estas estimulaciones, se provoca la erección del pene.

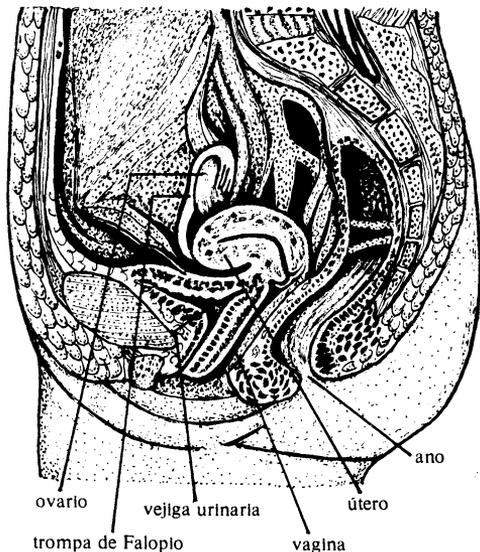
Al observar la figura 119, se distinguen los órganos genitales femeninos: los externos o **vulva** (figura 119a), constituidos por los **labios mayores y menores**, el **clítoris**, las **glándulas de Bartolino**, así como el vestibulo vaginal (donde desembocan la uretra y la vagina); los internos, que son los **ovarios**, las **trompas de Falopio**, el **útero** o matriz y la **vagina** (figura 119b).

GENITALES EXTERNOS



a

GENITALES INTERNOS



b

Fig. 119 Esquema que representa los órganos genitales femeninos.

Los **ovarios**, con forma semejante a una almendra, están situados en la cavidad abdominal. Tienen un tamaño aproximado de 2,5 cm de longitud. Además, conoces que en ellos se forman los óvulos (figura 120) y se secretan las hormonas sexuales femeninas (estrógeno y progesterona); la producción de estas hormonas, al igual que en el caso del varón, está regulada por hormonas hipofisarias.

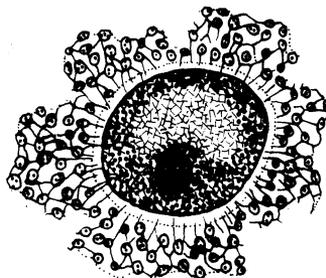


Fig. 120 El óvulo es la célula sexual femenina.

#### Curiosidades

En la especie humana, el óvulo es aproximadamente ochenta mil veces mayor que el espermatozoide.

Cuando estos órganos comienzan a producir con mayor intensidad estas hormonas, aproximadamente después de los 8 años, se presentan en el organismo los cambios sexuales que identifican la figura femenina, es decir, los caracteres sexuales secundarios (figura 118): la pelvis se ensancha, se redondean las caderas (por la acumulación, en esta zona, de tejido adiposo), se desarrollan las glándulas mamarias, aparece el vello en el pubis y en las axilas, y se presenta la primera menstruación denominada menarquía. Estos cambios, por lo general, se producen en las hembras antes que en los varones.

Si observas nuevamente la figura 119, notarás que las **trompas uterinas o de Falopio** se extienden desde el ovario hasta los ángulos superiores del útero. Tienen una longitud aproximada de entre 10 y 12 cm; el extremo cerca del ovario es más dilatado y en forma de embudo; su constitución es musculosa y está revestido interiormente de tejido epitelial ciliado.

El **útero**, en forma de cono, está situado en la parte baja del abdomen; es musculosa y hueco; tiene un tamaño aproximado de 7,5 cm de largo y 5 cm de ancho en la mujer adulta, y en su interior existe una capa mucosa con gran cantidad de glándulas. En este lugar se anida y desarrolla el huevo o cigote. La parte más estrecha y baja del útero está proyectada hacia el interior de la **vagina**, que es el órgano copulador femenino.

Las paredes de la vagina son musculomembranosas, y permiten la salida del feto y del contenido menstrual por el orificio vaginal, que forma parte de la **vulva** (figura 119); esta última consta de varias partes, entre las que encontramos: los **labios mayores y menores**, el **orificio vaginal**, el **orificio de la uretra**, el **clitoris** y las **glándulas de Bartolino**, cuyas secreciones actúan como lubricante en el acto sexual. El clitoris es una estructura excitable similar al pene.

En la mujer que no ha tenido relaciones sexuales se observa, por lo general, en el orificio vaginal, una membrana llamada hi-

men. que presenta pequeños orificios por donde sale al exterior el contenido menstrual.

La actividad sexual de la mujer está regulada, fundamentalmente, por la participación de las hormonas sexuales femeninas y del sistema nervioso, cuyo efecto se hace más evidente en la pubertad, con la aparición del ciclo menstrual.

¿Has pensado a qué se denomina ciclo menstrual? Son los cambios que ocurren en cada período aproximadamente de 28 días en los órganos sexuales femeninos; comprende el tiempo que va desde el día que comienza una menstruación hasta el primer día de la próxima. Este ciclo puede ser dividido en dos fases: una, que tiene por resultado el desprendimiento de un óvulo maduro u **ovulación** (figura 121), y otra fase, en que concluye la preparación de las condiciones necesarias en el útero, que permiten se anide, en él, el huevo o cigote.

La primera fase del ciclo, que concluye con la ovulación, comprende desde que, en el interior del ovario, comienzan a crecer unas estructuras denominadas **foliculos**, que contienen un óvulo. Aproximadamente 20 ó más foliculos crecen bajo la influencia de diferentes hormonas; generalmente solo uno es el que crece más, se rompe su pared, y el líquido que contiene, junto con el óvulo, son expulsados hacia las trompas, en las cuales puede ser fecundado.

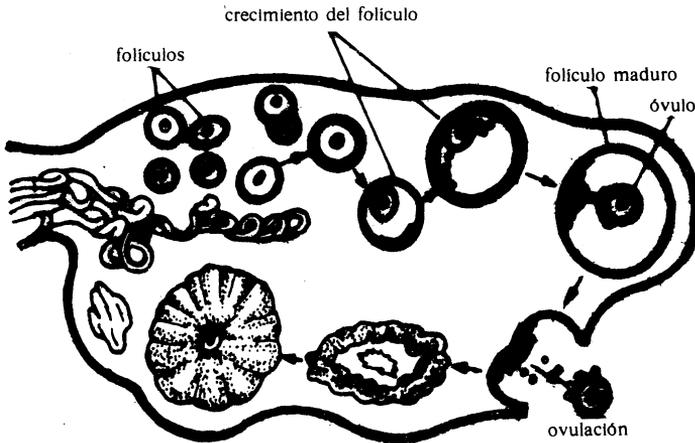


Fig. 121 La ovulación es la primera fase del ciclo menstrual.

La segunda fase del ciclo, con una duración aproximadamente de 14 días, incluye el tiempo desde la ovulación hasta la anidación (figura 122), si ocurre la fecundación, o hasta la ruptura y desprendimiento de la preparación uterina (figura 122), lo cual constituye el contenido menstrual.

El ciclo menstrual se repite desde la pubertad hasta aproximadamente la edad de 40 a 55 años. Al llegar a esta edad, ocurre el climaterio, que es cuando el ciclo se hace irregular: disminuye la estimulación de las hormonas sexuales y no ocurre regularmente la ovulación, hasta que desaparece por completo la menstruación, denominándose **menopausia** a este período.

## Ciclo menstrual

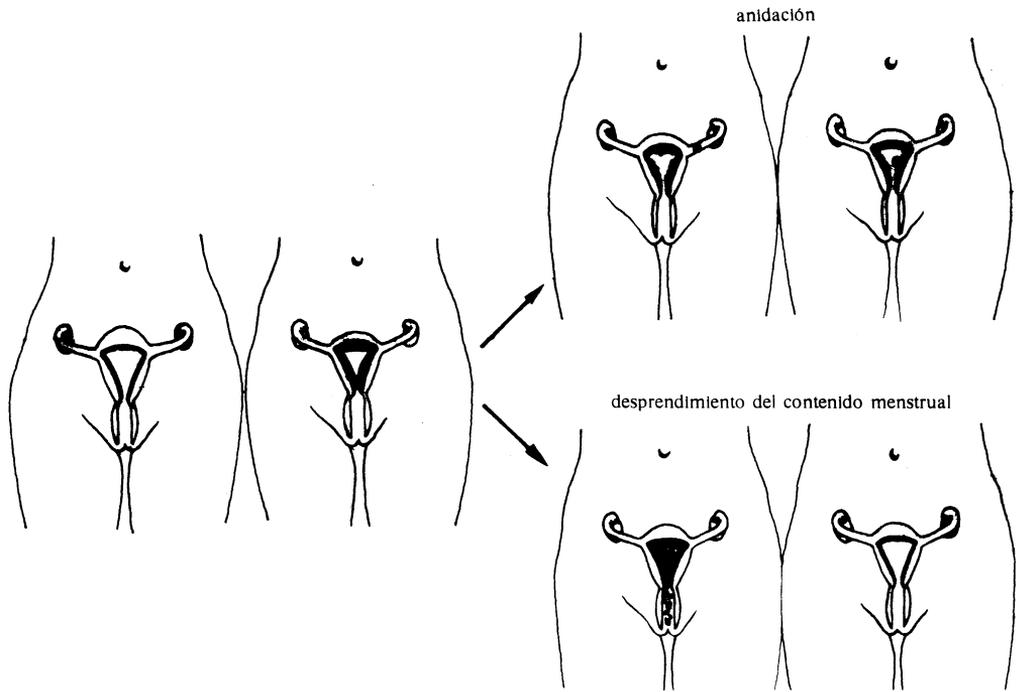


Fig. 122 La segunda fase del ciclo menstrual culmina con la anidación. Si esta no ocurre, se desprende el contenido menstrual.

## Fecundación y desarrollo

Como conoces, la fecundación es la fusión del óvulo y el espermatozoide. Esta va precedida de la relación sexual o coito y, como consecuencia, de ella se forma el huevo o cigote, que se desarrolla y da origen a un nuevo individuo.

¿Recuerdas en qué órgano sexual femenino tiene lugar normalmente la fecundación? Efectivamente, en las trompas de Falopio (figura 123), en las que el óvulo maduro permanece unas 24 h aproximadamente con posibilidades de ser fecundado; si la relación sexual se efectúa en este tiempo, existe la posibilidad de que los espermatozoides alcancen el óvulo.

¿Te has preguntado qué factores hacen posible que ocurra la fecundación? Estos factores son: los movimientos que realizan los espermatozoides por la actividad de su cola; las contracciones y las secreciones de los órganos genitales femeninos; la cantidad y calidad de los espermatozoides, entre otros factores.

De los espermatozoides depositados en la vagina, solo uno fecunda al óvulo. Muchos miles mueren en el trayecto hacia las trompas; algunos espermatozoides llegan y alcanzan la zona que rodea al óvulo, pero, cuando el óvulo ha sido penetrado por uno, la acción de algunas sustancias hace que otros, que continúan llegando a él, pierdan de inmediato su actividad.

Después que el huevo recorre la trompa, llega a la cavidad uterina. Esto ha sido posible por el tejido ciliado que tapiza las trompas, además de otros factores, que hacen posible que el huevo o cigote llegue al útero.

### Curiosidades

En cada eyaculación son expulsados millones de espermatozoides.

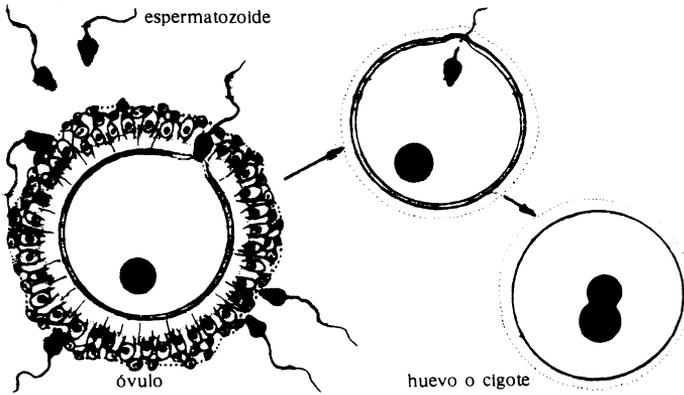


Fig. 123 Fecundación.

Después de llegar al útero, permanece unos cuatro o cinco días, antes de **anidarse** en una de sus paredes. Durante este tiempo, el huevo se nutre a expensas del tejido uterino. Después de múltiples divisiones y transformaciones de este huevo, se forma paulatinamente el **embrión**. Esta formación va acompañada, simultáneamente, de la formación de la **placenta** y del **cordón umbilical** que, como conoces, permite el paso de sustancias alimenticias, entre otras, de la sangre materna a la fetal; esta formación también permite el paso de productos de excreción en sentido opuesto, es decir, de la fetal a la materna.

En solo pocas semanas (ocho aproximadamente) ya se observa la forma de un pequeño ser humano, con todos sus órganos, y se perfeccionan y ejercitan sus funciones durante el resto del embarazo. A partir de este momento, es que puede distinguirse en el embrión si el nuevo individuo será hembra o varón.

Posiblemente, muchas veces te has preguntado cuál es la causa de que unos individuos sean de sexo femenino y otros, de sexo masculino. Esto está directamente relacionado con la dotación de cromosomas que el nuevo individuo reciba de sus progenitores, ya que el óvulo es portador del cromosoma sexual denominado X y el espermatozoide puede ser portador del cromosoma sexual X o del cromosoma sexual Y.

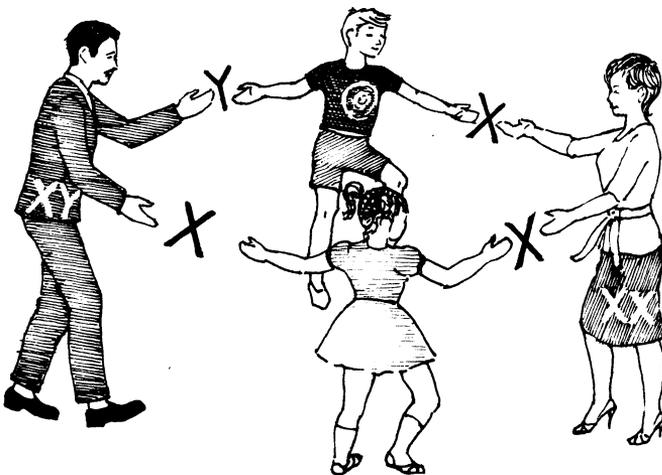


Fig. 124 Los cromosomas sexuales que aporta el varón determinan el sexo del hijo.

Si el espermatozoide contiene el cromosoma sexual X, el nuevo organismo tendrá los cromosomas sexuales XX y su sexo será femenino. Si el espermatozoide contiene el cromosoma sexual Y, el nuevo individuo será XY y, por tanto, su sexo será masculino (figura 124).

Al final del tercer mes, el nuevo ser tiene movimientos más fuertes: mueve los dedos y la cabeza, y abre la boca, aunque su tamaño es comparable con el de un huevo de gallina.

Entre los seis y siete meses, el **feto** se mueve sin dificultades en el líquido que lo rodea; este líquido lo resguarda de la desecación y lo protege de impactos externos.

Pasado cierto tiempo, adopta su posición de nacimiento: por lo general, cabeza hacia abajo y flexionadas las extremidades; progresivamente, aumenta de tamaño y peso. El período de embarazo dura aproximadamente unas 40 semanas; al final de este, ocurre el **parto**, que es el mecanismo de nacimiento del niño, regulado por diferentes hormonas y por el sistema nervioso (figura 125).

En nuestro país están garantizados, de forma gratuita, la atención y los cuidados que requiere la maternidad.

Nunca será excesiva la preocupación que debe tener la embarazada en cuanto a la atención de su embarazo, asistiendo sistemáticamente a la consulta del médico. Siguiendo las recomendaciones de este y realizando los ejercicios físicos necesarios, en la preparación de su organismo, tanto física como psíquicamente para el momento del nacimiento de su hijo. Si la madre no está preparada adecuadamente, el nacimiento del niño podría presentar problemas que lo afectarían durante toda la vida, impidiendo que esta transcurra normalmente.

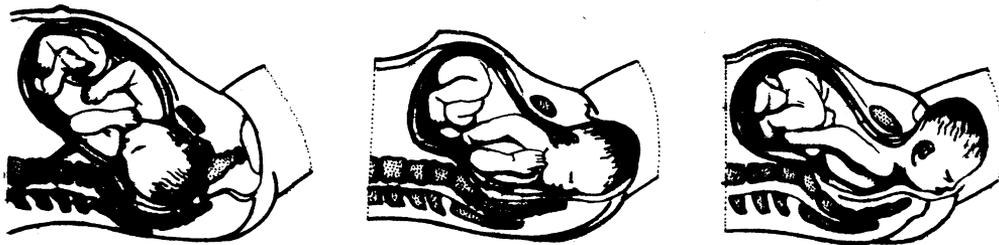


Fig. 125 En esta figura se observa el nacimiento del niño, es decir, el parto.

#### Curiosidades

La primera inspiración es la más difícil de la vida. Se ha calculado que requiere cinco veces el esfuerzo de una inspiración normal; es comparado con el esfuerzo que se realiza para llenar un balón.

Después del nacimiento, prosigue un proceso continuo de desarrollo; finalmente, se llega al estado adulto y se termina con la muerte.

En los primeros años de vida, el niño crece y aumenta rápidamente de peso; se observa que su cabeza y tronco son mayores proporcionalmente a sus extremidades. En los años sucesivos, el crecimiento es más lento y el tronco se mantiene cilíndrico. Entre los siete y once años, las extremidades inferiores crecen con mayor rapidez, se produce el denominado "estirón" y comienzan a producirse los cambios que marcan las diferencias entre ambos sexos (figura 118).

Al comienzo de la **pubertad** se aprecia un notable aumento de la talla. El desarrollo de los varones, como promedio, se presenta uno o dos años más tarde que el de las hembras, y en ambos casos se debe a nuevas estimulaciones hormonales.

Al llegar a la edad juvenil, aproximadamente a los veinte años, los jóvenes ya tienen la madurez biológica y psíquica, que les permite enfrentar una vida laboral y familiar.

Como promedio de vida en nuestro país, se calcula, actualmente para la mujer, los setenta y seis años y, para el hombre, los setenta y tres años. La atención a la vejez es esmerada: realizan ejercicios respiratorios y circulatorios en los círculos de abuelos y terrenos deportivos, además de participar en actividades culturales y recreativas, entre otros ejemplos.



### Tarea

- Analiza si son correctas las afirmaciones siguientes y argumenta, en cada caso, tu respuesta:
  - a) La importancia de la reproducción es diferente a la de otras funciones que has estudiado hasta el momento.
  - b) La reproducción tiene igual significación en los animales que en el hombre pero, en este último, es diferente el carácter de las relaciones sexuales.
- Fundamenta las afirmaciones siguientes:
  - a) Es conveniente que los testículos estén localizados fuera del abdomen.
  - b) El semen no solo está constituido por los espermatozoides.
  - c) Cuando el prepucio no posibilita dejar el glande al descubierto, se requiere de una intervención quirúrgica.
  - d) Las características anatómicas de los genitales femeninos posibilitan el desarrollo del embrión.
- ¿Por qué podemos plantear que, aunque las hormonas sexuales tienen la misma acción tanto en la hembra como en el varón, los resultados en cada caso son diferentes?
- ¿Por qué podemos plantear que, en la segunda fase del ciclo menstrual, se preparan las condiciones en el útero que posibilitan que se implante el huevo o cigote?
- ¿En qué momento aproximado, dentro del ciclo menstrual, hay más posibilidades de que ocurra la fecundación del óvulo y, por lo tanto, el inicio del embarazo?
- ¿Cuáles son los factores que hacen posible que ocurra la fecundación?
- ¿Por qué es indispensable, en el desarrollo embrionario, la formación de la placenta y el cordón umbilical?
- Basándote en un ejemplo, explica la relación entre los sistemas nervioso y endocrino y la reproducción.

En la pareja, las personas que la integran tienen personalidad propia, con capacidades e intereses diferentes, por lo que se necesita la comprensión mutua para que se adapten el uno al otro. ¿Qué condiciones debe tener la pareja que tú selecciones?

La elección no debe basarse solamente en la belleza externa, su popularidad en el grupo, sus facilidades para el baile o determinado deporte. Es necesario conocer bien al joven o a la joven que seleccionemos como nuestra pareja; esta selección no es fácil, podemos equivocarnos.

*Condiciones básicas para la selección de la pareja.  
El matrimonio y la constitución de la familia*

Tenemos que tener presente que, hoy en día, las perspectivas de desarrollo de los jóvenes son amplias. Tanto las hembras como los varones pueden prepararse para su vida laboral, para dar su aporte a la construcción de nuestra sociedad. Por lo tanto, el saber cómo piensa enfrentar su vida futura nuestra pareja, es muy importante.

Es necesario que, tanto los varones como las hembras, conozcan que lo fundamental para cualquier joven es aprovechar el tiempo disponible en el estudio; de esta forma, aseguran su futuro. Durante este tiempo, su organismo madura, tanto biológica como psíquicamente. Asistiendo a las actividades cotidianas de la escuela, campismos, bailes, teatros, movilizaciones agrícolas y patriótico-militares, entre otras actividades, se puede conocer a sus compañeros en sus verdaderas relaciones sociales.

El matrimonio es algo que debemos meditar profundamente, por las siguientes razones: debe estar basado en el amor recíproco de la pareja, así como en el respeto mutuo, la solidaridad y la amistad, y, en general, en el principio de igualdad de derechos del hombre y la mujer.

La gran mayoría de los adultos, de todas las sociedades humanas, forman parejas. La forma de unión no es igual en las diferentes sociedades.

Con el surgimiento de la propiedad privada y del patriarcado (dominación del hombre), en las diferentes sociedades clasistas que nos antecedieron, se consideraba a la mujer como objeto o propiedad, una esclava al servicio del hombre. El matrimonio, en la sociedad burguesa, da libertad al marido y limita las posibilidades de la mujer.

En nuestra sociedad, el matrimonio brinda una posición de igualdad de derechos y deberes para el hombre y para la mujer. Ambos miembros contribuyen, por igual, por medio de su trabajo, a la organización y al sostén de la vida de la familia, así como a la educación de los hijos.

## **Riesgos del embarazo precoz. Los métodos anticonceptivos**

Cuando se habla de embarazo precoz, nos referimos al embarazo en las hembras que aún no son adultas. Desde los puntos de vista biológico, psíquico y social, todavía no están aptas para dedicarse a la maternidad.

Como puedes reconocer, esto es motivo de preocupación en el mundo entero, a causa de la connotación que trae consigo. Por tal motivo, ¿no crees que sería interesante conocer más sobre este tema?

Aunque las hembras se desarrollan primero que los varones, ambos, desde la pubertad, tienen posibilidad de fecundar; pero, desde luego, los órganos genitales no han culminado su crecimiento y desarrollo, lo que trae, como consecuencia, dificultades en el embarazo. Tanto las hembras como los varones serían responsables del embarazo sin reunir condiciones de madurez física y social para ser padre o madre.

Un gran número de las madres adolescentes tienen embarazos con riesgos, tales como: anemias, partos difíciles y niños bajos de peso; además, en la mayoría de los casos traen al mundo un hijo no deseado, el cual sufriría las consecuencias de la irresponsabilidad de sus progenitores, ya que todavía necesitan de ayuda y guía, tanto de la familia como de la sociedad.

Es necesario que los jóvenes establezcan relaciones amorosas que den lugar a familias felices y estables, buscando el momento oportuno que tal decisión reclama.

Los riesgos de un embarazo precoz son tan graves como las complicaciones que trae el interrumpirlo por medio de un aborto; este no es el método idóneo de control de la natalidad, pues constituye una operación con riesgos anestésicos y quirúrgicos. ¿No crees que, ante esto, es necesario meditar más al tener relaciones sexuales?

Por esto, es necesario que conozcas los métodos anticonceptivos que existen, que no ponen en peligro la vida de la mujer ni la del hombre. Ellos impiden la fecundación del óvulo por el espermatozoide, y son, por ejemplo, el condón o preservativo, el diafragma y las tabletas anticonceptivas. Otros, también impiden la implantación del embrión al útero, como son los dispositivos intrauterinos (figura 126), pero son más recomendables después de haber tenido el primer hijo.

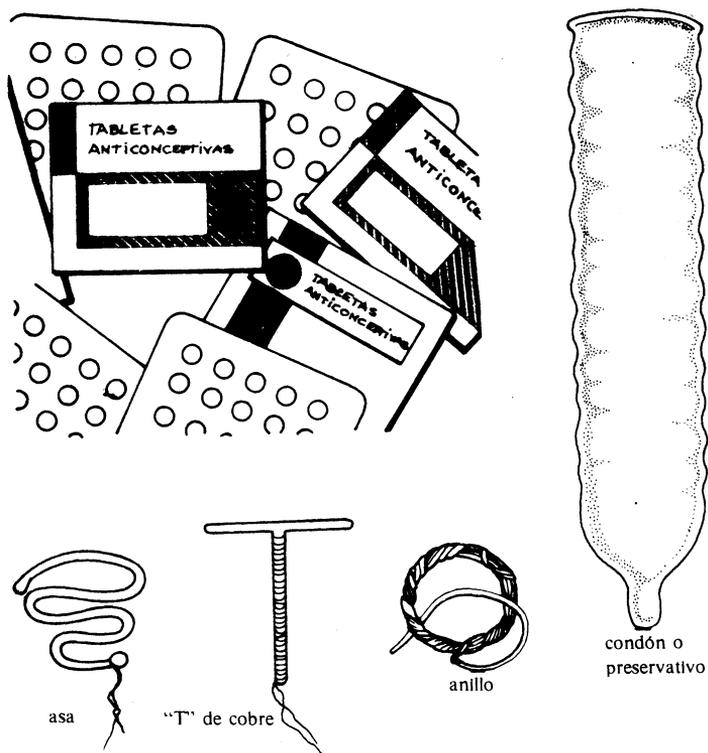


Fig. 126 Diferentes métodos anticonceptivos.

## Medidas higiénicas

Es recomendable, para los jóvenes, la utilización del preservativo; consiste en una cubierta de goma fina que se coloca sobre el pene erecto e impide el paso del semen a la vagina. Además, constituye una forma de protección contra enfermedades de transmisión sexual.

Después de haber analizado algunas cuestiones básicas sobre los órganos que participan en la reproducción humana, podrás inferir que es necesario mantener una higiene adecuada, que proteja contra enfermedades que afecten estos órganos y, además, que contribuya a conservar nuestra salud, en general.

Durante el desarrollo sexual, aumentan las secreciones de las glándulas sebáceas y sudoríparas; por tal razón, pueden aparecer "granitos" en la cara. Se recomienda no apretarlos, para evitar infecciones. En esta etapa, es necesario no descuidar la higiene personal. Se suda más, por lo que es imprescindible el baño diario con abundante agua y jabón. Es importante, en este baño diario, la limpieza adecuada que requieren la vulva y el pene. De esta forma, se evita que, en esta zona, se desarrollen microorganismos causantes de infecciones.

Cuando las hembras tienen la menstruación, deben continuar su vida normal, pero el aseo de sus órganos genitales debe ser más frecuente. Pueden bañarse con agua fría o caliente, como prefieran, montar bicicleta, nadar y bailar, entre otras actividades.

No podemos solamente limitar la higiene de los órganos genitales al aseo de los órganos externos. Es importante resaltar que, por medio de las relaciones sexuales, podemos contraer enfermedades de transmisión sexual, denominadas así porque se transmiten por medio de las relaciones sexuales; estas pueden ser: sífilis, gonorrea, SIDA, moniliasis, tricomoniasis, entre otras.

La **sífilis** es una enfermedad contagiosa producida por la bacteria *Treponema pallidum*, que penetra en el organismo a través de la piel y de las mucosas. Uno de los síntomas que caracteriza esta enfermedad es la aparición de una ulceración en los órganos genitales, llamada chancro sífilítico.

La **gonorrea** es producida por la bacteria *Neisseria gonorrhoeae*. Su síntoma característico es la secreción uretral que, por lo general, está acompañada de ardor al orinar.

En estas dos enfermedades, los síntomas se presentan generalmente al inicio de la enfermedad.

Otra de las enfermedades de transmisión sexual, que actualmente es un gran azote en casi todo el mundo, es el SIDA. De todos es conocido que es una enfermedad que afecta al sistema inmunológico del organismo (lo deja sin defensas ante las enfermedades), y ocasiona deterioros en el organismo, que culminan con la muerte.

La prevención de estas enfermedades depende, fundamentalmente, de una adecuada selección de la pareja, evitando el cambio desordenado de esta y utilizando el condón o preservativo en el acto sexual.

Se recomienda, ante cualquier alteración en los órganos genitales, la consulta a tiempo de un médico, que es quien puede dar una correcta orientación.



### Tarea

- Reflexiona acerca de cada uno de los planteamientos siguientes y argúmentalos:
  - a) La menarquia indica que, en la hembra, ha madurado algún óvulo, pero no que hay condiciones para la maternidad.
  - b) La evitación del embarazo precoz no es solo responsabilidad de la hembra adolescente.

## Herencia

### *Introducción al estudio de la herencia*

¿Por qué, al reproducirse los organismos, la descendencia es parecida a los padres o a familiares?

Cuando estudiaste la asignatura Biología I, conociste que el parecido que tienes con tus padres u otros familiares se debe a características que se heredan.

¿Desde qué época tiene el hombre conocimiento de estos fenómenos? Estas y muchas interrogantes más acerca de las semejanzas y diferencias entre padres e hijos se planteaba el hombre desde épocas muy remotas, sin tener respuestas a estas, como resultado de su limitado conocimiento.

Fue a mediados del siglo XIX, cuando un monje austriaco, llamado Gregorio Mendel (1822-1884) (figura 127), materializó, en sus trabajos experimentales de cruzamiento de plantas, el esfuerzo de generaciones anteriores que trataron de explicar las causas del fenómeno de la herencia.



Fig. 127 Gregorio Mendel (1822-1884), monje austriaco que descubrió las leyes de la herencia.

#### **Curiosidades**

Mendel no era, ni se consideraba, científico profesional; además de un apasionado investigador aficionado, ejerció como maestro y fue diputado.

A pesar de los años de trabajo que dedicó este naturalista para obtener resultados en sus experimentos, estos no fueron reconocidos en aquel momento. Fue en el año 1900 que los científicos Hugo de Vries (holandés), Carl Correns (alemán) y Erick Tschermak (austriaco), corroboraron, independientemente unos de otros, las conclusiones de Mendel y, en justo honor a su verdadero descubridor, les llamaron, desde entonces, leyes de Mendel, confirmándose que estas eran aplicables no solo a las plantas, sino también a los animales y demás organismos.

Los trabajos realizados por Mendel y otros biólogos del siglo XIX, y continuados por científicos de nuestra época, permitieron el desarrollo de la **genética** como ciencia.

La genética constituye una ciencia dentro del campo de estudio de la biología. ¿Cuál es el objeto de estudio de esta ciencia? **La genética estudia los fenómenos de la herencia, la variación y sus causas.** La herencia, como conoces, es la transmisión, de padres a hijos, de las unidades hereditarias (genes), que son las “responsables” de los caracteres hereditarios. Pero, ¿por qué aun, dentro de una misma familia, sus miembros no son iguales?

Para responder a esta pregunta, es necesario analizar la existencia de otro fenómeno relacionado con la herencia que se manifiesta en todos los organismos. Este fenómeno es la **variación**.

¿Qué es la variación? Son cambios que ocurren en los organismos, bajo la influencia de los factores del medio ambiente, que pueden heredarse o no, siendo, aquellos que se heredan, importantes en el desarrollo evolutivo de las especies. La variación constituye la causa fundamental de la diversidad del mundo vivo.

Gregorio Mendel inició sus trabajos con el cruzamiento de diferentes variedades de guisantes (chícharos), para lo cual experimentó con plantas con características que contrastaban. Atendiendo al carácter color de la semilla, tomó plantas con semillas amarillas y plantas con semillas verdes; con respecto al tamaño de la planta, seleccionó altas y enanas; en cuanto a la textura de la semilla, aquellas plantas con semillas lisas y aquellas con semillas rugosas; asimismo, seleccionó otros caracteres.

También tuvo en cuenta que las semillas que se obtuvieran producto de la autopolinización, que ocurre en algunas plantas, dieran lugar a plantas con las mismas características de las cuales habían sido tomadas, o sea, de plantas con semillas lisas siempre se obtenían plantas con semillas lisas.

A estos individuos que siempre originaban otros con iguales características, Mendel los llamó **puros**.

Mendel, valiéndose de la polinización artificial, cruzó variedades de guisantes, en dependencia de las características que deseaba obtener. Por ejemplo, seleccionó el carácter textura de la semilla y realizó cruzamientos entre plantas puras de semillas lisas y plantas puras de semillas rugosas, llamándole a estos individuos **generación progenitora o parental**.

¿Qué resultado se obtuvo de ese primer cruzamiento? Todas las plantas descendientes fueron de semillas de superficie lisa, es decir, el 100%. A esta descendencia obtenida, Mendel la denominó primera generación, y se representa por  $F_1$  (figura 128).

### *Primeros estudios sobre la herencia*

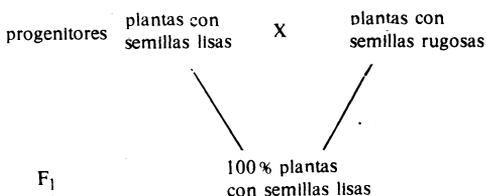


Fig. 128 Representación del primer cruzamiento que realizó Gregorio Mendel.

Te preguntarás ¿qué sucedió con la forma rugosa?, ¿había realmente desaparecido? Analicemos qué hizo Mendel para dar respuesta a estas interrogantes.

Tomó 253 plantas con semillas lisas, obtenidas de la primera generación (F<sub>1</sub>), y las sometió a la autopolinización. De este cruzamiento, obtuvo como resultado una nueva generación, que denominó F<sub>2</sub>, con un total de 5 474 plantas con semillas lisas y 1 850 plantas con semillas rugosas, reapareciendo la superficie rugosa de la semilla (figura 129).

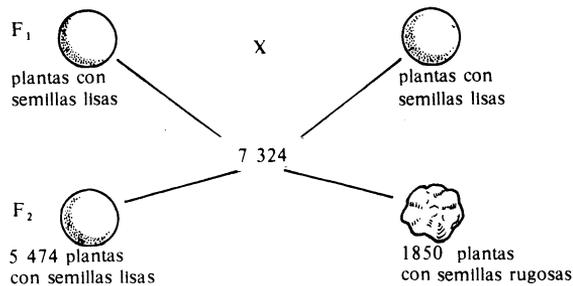


Fig. 129

Gregorio Mendel, con la aplicación de los conocimientos matemáticos, determinó una proporción con el resultado obtenido; aproximadamente, de cada cuatro plantas de esta generación, tres presentaban semillas lisas y una, semillas rugosas, lo que puede representarse así: 3 : 1. Este experimento fue realizado repetidas veces y siempre la proporción era semejante. Pero, ¿por qué se obtenía siempre más cantidad de plantas con semillas lisas que con semillas rugosas?

En la época en que Mendel realizó sus experimentos no se conocía la existencia de los cromosomas, ni de los genes, por lo que la respuesta a esta interrogante la encontrarás en el estudio de este capítulo.

En relación con las diferencias referidas anteriormente, los resultados obtenidos por este naturalista le permitieron inferir que el carácter que se manifiesta siempre en la F<sub>1</sub>, se denomina **dominante**, y el carácter que no se manifiesta, **recesivo**, y designó con una letra mayúscula, por ejemplo "L", al carácter dominante, y con la misma letra, pero minúscula, el recesivo, es decir, "l".

Otro aporte del resultado de sus experimentos fue la conclusión que hizo de que existe un agente imprescindible en la transmisión de los caracteres de una generación a otra; a este le denominó **factor** y es lo que hoy se prefiere llamar **gen**.

En su análisis, también infirió que, en el mecanismo de la transmisión de los caracteres hereditarios, cada individuo posee dos factores o genes para un determinado carácter, pero que, como resultado de la meiosis, en los gametos o células sexuales solo existe uno, y que estos gametos, al unirse en el proceso de fecundación, originan un nuevo individuo que lleva un gen del progenitor femenino y uno del masculino, en el cual se manifiesta el carácter del gen dominante y no el del recesivo.

El gen que determina la textura lisa (L) es dominante sobre el que determina la textura rugosa (l), por lo que la generación obtenida de este cruzamiento será una planta con semillas lisas (figura 130).

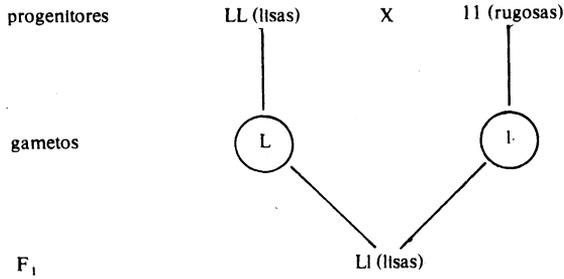


Fig. 130

Al individuo que se obtiene como resultado del cruzamiento en la generación F<sub>1</sub>, Mendel lo llamó **híbrido**. En el caso de que sea híbrido para un solo carácter, como el anterior, se denomina **monohíbrido**.

¿Qué pasos deben seguirse para analizar los resultados del cruzamiento de dos individuos de la F<sub>1</sub>? Como primer paso, se representa el cruzamiento entre los híbridos (figura 131):



Fig. 131

Cada uno de estos progenitores forma gametos, por lo tanto, el segundo paso sería determinar qué tipos de gametos se forman. De cada híbrido Ll se obtienen dos tipos de gametos, L y l, lo cual se representa (figura 132):

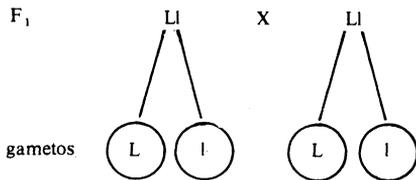


Fig. 132

Como la unión de los gametos ocurre al azar, el tercer paso sería determinar las posibles combinaciones entre los gametos de cada progenitor. ¿Cuántas combinaciones pueden obtenerse con los gametos referidos anteriormente? Analiza (figura 133).

Si analizas los resultados obtenidos, te darás cuenta que, de cada cuatro plantas obtenidas, tres tienen semillas lisas (LL, Ll y Ll) y una sola posee semillas rugosas (ll). ¿Qué proporción puede establecerse, entonces? Te habrás percatado que, por cada planta que presentaban semillas rugosas, se obtenían tres plantas que presentaban semillas lisas (proporción 3 : 1). La generación obtenida en este cruzamiento entre individuos F<sub>1</sub> se denomina F<sub>2</sub>.

**Curiosidades**

Antes de proceder a realizar los cruzamientos con plantas de chícharo, solo para determinar qué variedades eran puras, G. Mendel estuvo experimentando dos años, nada menos que con 34 variedades de esta planta.

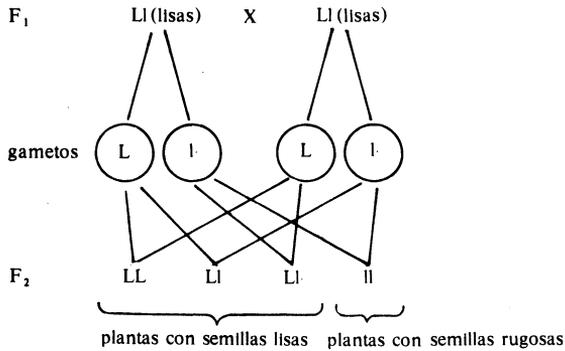


Fig. 133

Todos estos resultados y deducciones le permitieron a Gregorio Mendel enunciar la primera Ley de la herencia, o **Ley de la segregación de los caracteres**, la cual se puede expresar así: **en los individuos, ya sean puros o híbridos, los genes se separan o segregan durante la formación de los gametos.**

#### Curiosidades

Mendel realizó cruzamientos también con animales, como ratones blancos y grises, pero, como esto era considerado "inmoral" por la Iglesia, tenía que ocultarlos en su casa.

Así, en el ejemplo descrito, en el progenitor puro (LL) se segregan los genes L y L, al igual que en el otro progenitor (ll) se segregan los genes l y l, y en la F<sub>1</sub> (Ll) se segregan los genes L y l, estando presente cada uno de ellos en un gameto diferente. ¿Comprendes ahora cómo se pone de manifiesto esta ley?

Si analizas detenidamente los experimentos de Gregorio Mendel, te darás cuenta que un mismo carácter puede manifestarse de dos formas, por ejemplo: la superficie de la semilla puede ser lisa o rugosa. Estos genes que determinan el mismo carácter se denominan **genes alelos**, y cuando un individuo presenta sus dos alelos iguales es **homocigótico**, por ejemplo: AA y aa. Cuando un individuo presenta sus dos alelos diferentes, es **heterocigótico**, por ejemplo: Aa. ¿Son iguales los alelos de dos plantas que presentan la semilla lisa?

Si analizas el último cruzamiento, podrás observar que de las 3/4 partes de las plantas con semillas lisas obtenidas en la segunda generación, 1/4 presenta la combinación LL (homocigótica), es decir, sus alelos son iguales, y 2/4 partes presentan la combinación Ll (heterocigótica), o sea, sus alelos son diferentes. ¿A qué conclusión puedes llegar? Que, aunque tienen una misma apariencia, presentan diferente **genotipo**. ¿Qué es el genotipo? Es el conjunto de genes que determina las características del individuo.

**La expresión de ese genotipo se denomina fenotipo**, por lo que, en nuestro ejemplo, LL y Ll presentan igual fenotipo.

Gregorio Mendel no se detuvo en sus experimentos y continuó sus estudios; al respecto, combinaba dos caracteres en vez de uno, lo que le llevó a enunciar la segunda Ley de la herencia, la cual estudiarás en grados posteriores.

Al igual que ocurre en el ejemplo de los guisantes y otros más que pueden describirse en las plantas, las leyes de la herencia se cumplen en todos los organismos. Así, por ejemplo, algunas características tuyas, como son el color de los ojos y del pelo, la forma de la oreja, el grupo sanguíneo, entre otras, se transmiten, como resultado de la segregación de los genes que, para cada uno

de estos caracteres, existen en los cromosomas, aunque los mecanismos no sean tan simples como los que has estudiado.

Los trabajos realizados por Gregorio Mendel tienen una gran aplicación en la vida; ejemplo de ello es la **hibridación**, es decir, el cruzamiento de dos progenitores con diferentes características; el hombre la puede utilizar con el objetivo de obtener el mejoramiento de plantas de importancia económica y de razas de animales con un mayor rendimiento; tal es el caso del cruzamiento entre la raza de ganado vacuno Cebú, que tiene gran resistencia en nuestro clima y poca productividad lechera, y de la raza Holstein, de alta productividad lechera y propia de climas fríos, obteniéndose un híbrido de alta productividad lechera y resistente a nuestras condiciones climáticas.

El cumplimiento de las leyes de Gregorio Mendel también se puede observar en el hombre; como ejemplo de ello podemos citar la determinación de la anemia falciforme o sicklemlia, enfermedad hereditaria bastante difundida en nuestro país, donde el sistema de atención a la salud ha creado las condiciones para la detección de los portadores y, de esta forma, controlar su frecuencia de aparición.

Un logro significativo de la salud cubana y de la aplicación de los conocimientos genéticos lo constituye el desarrollo de las consultas genéticas para detectar malformaciones hereditarias en el feto, que pueden ser determinadas con el empleo de distintas técnicas de avanzada y, así, prevenir el nacimiento de niños afectados.

También se realizan trabajos para determinar la enfermedad denominada fenilcetonuria, que provoca retraso mental y otros trastornos en los niños, pudiendo ocasionar su muerte; aunque no es una enfermedad muy frecuente en Cuba, es importante su detección a tiempo, ya que, con una dieta adecuada, se puede evitar su desarrollo.

La herencia humana se manifiesta también en la trasmisión del factor Rh, carácter hereditario que es muy importante detectar en los padres pues, de lo contrario, puede afectar la salud de los recién nacidos e, inclusive, la muerte del feto (Rh<sup>+</sup>), ya que la ausencia de este en la mujer que ha sido embarazada por un hombre Rh<sup>+</sup> puede causar destrucción de los glóbulos rojos, anemia grave y elevación de la cantidad de desechos metabólicos (bilirrubina). Por esto, es necesario determinar, en la mujer embarazada, la presencia o no de este factor en la sangre, para prevenir el daño que pueda ocasionar su matrimonio con un hombre Rh<sup>+</sup>, si ella fuera Rh<sup>-</sup>.

## *Importancia de los conocimientos genéticos*



### Tarea

- ¿Qué importancia tuvieron los trabajos realizados por Gregorio Mendel?
- ¿Qué es la herencia?
- ¿Qué características presentaban las plantas que seleccionó Gregorio Mendel para la realización de sus experimentos?

- Explica cómo analizó Gregorio Mendel el fenómeno de la dominancia y la recesividad.
- Basándote en el enunciado de la primera Ley de Mendel, interpreta y explica los resultados obtenidos en la segunda generación ( $F_2$ ). Apóyate, para ello, en la figura 133.
- Asumiendo que un par de genes determina el color de los ojos en el hombre en pardos y azules, siendo el color pardo ( $P$ ) dominante sobre el azul ( $p$ ), tenemos la siguiente situación: una mujer de ojos azules ( $pp$ ) se casa con un hombre de ojos pardos ( $PP$ ), y tienen la descendencia representada en la figura 134.

Al respecto:

- ¿Cuál es el gen dominante y cuál, el gen recesivo?
- ¿Alguno de los progenitores es heterocigótico? Teniendo en cuenta qué son genes alelos, explica por qué.
- ¿Cuál es el genotipo de la descendencia?
- ¿Cuál es el fenotipo de la descendencia?

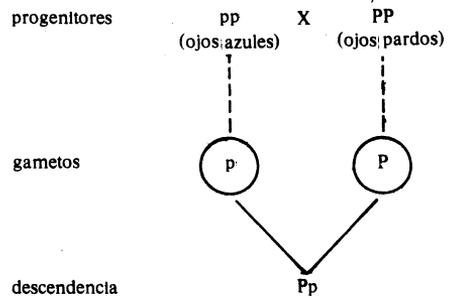


Fig. 134

## Conclusiones

Está a punto de finalizar un curso que constituye el tercero que estudias biología. Seguramente te ha resultado útil pues, por una parte, el conocimiento de las características de estructura y función del organismo te ha ayudado a conocerte a ti mismo; quizás haya sido de mayor interés para ti que, al estudiar el organismo humano, has aprendido que las medidas higiénicas te ayudan a preservar tu salud. Por otra parte, también has encontrado respuesta a algunas interrogantes que, posiblemente, querías despejar desde pequeño, en este caso, lo referido a cómo se originó el hombre y por qué los hijos se parecen a los padres.

Para el estudio del organismo humano, habrás tomado como punto de partida los conocimientos que posees acerca de la diversidad y unidad del mundo vivo, pues qué es el hombre, sino un organismo. Por esta razón, durante su estudio no te resultaría extraño constatar que presenta características comunes con una planta, un hongo, una ameba e, incluso, con una bacteria.

Todos estos son ejemplos de organismos, al igual que el hombre pero, mientras el hombre pertenece al reino animal, estos son representantes de los restantes reinos estudiados.

Tus conocimientos actuales te permiten no solo hacer mención a estos reinos y referirte a ejemplos de sus representantes, sino también argumentar por qué, en esta diversidad de organismos, se manifiesta la unidad del mundo vivo. Al hacer esta argumentación, seguramente resaltarás la presencia de la estructura celular, así como las funciones que son comunes a todo organismo; además de características de estructura y función, todo organismo presenta otras acerca de las cuales, si tienes alguna duda, puedes consultar los libros de texto de séptimo y octavo grados, y seguramente encontrarás, entre estas, las características que son comunes a todos los organismos.

Con el estudio del hombre, has ampliado tus conocimientos acerca de lo que es un organismo y, como parte de este, la célula, que es su unidad de estructura y función; esto te servirá de base para profundizar en estudios superiores.

Si te preguntan cuál es la causa de que, en la Tierra, haya organismos tan diferentes, responderás, con seguridad, que ello es resultado del proceso evolutivo, de modo que te resultaría comprensible que, tanto una bacteria como un hongo, por ejemplo, están adaptados a su hábitat, son resultado del proceso evolutivo y tienen un origen común (figura 1).

Estás en condiciones de explicar cómo interactúan los factores causales del proceso evolutivo e, incluso, destacar por qué, en el caso del origen del hombre, factores sociales como el trabajo y el lenguaje articulado, tienen una gran significación.

En relación con la adaptación, casi seguro que puedes mencionar ejemplos en los que esta se hace evidente en diferentes or-

ganismos, bien se trate de una planta, un hongo o un protista y, si las adaptaciones se refieren a los animales, te resultaría fácil ejemplificar, sobre todo si se trata de los peces, de las aves o de los mamíferos, entre otros.

Los mamíferos constituyen el grupo de animales vertebrados al que pertenece el hombre y este último presenta adaptaciones que son comunes a otras especies. Si analizas al hombre comparativamente con otros mamíferos como, por ejemplo, con un oso polar y una foca, te darás cuenta de las numerosas semejanzas que presentan, entre estas, la presencia de glándulas mamarias y de pelos, así como las características de sus dientes, entre otras. Cierto es que el hombre no presenta tantos pelos en la piel como el oso polar, y muchos más que los de una foca. ¿Significan los ejemplos anteriores que el hombre está en desventaja con respecto al resto de los animales en la protección contra el frío o al alimentarse, por ejemplo? Por supuesto que no. El hombre piensa y trabaja, por lo tanto, puede crear y transformar la naturaleza en su beneficio.

Desde tiempos remotos, el hombre aprendió a cocinar los alimentos, fabricar casas (figura 135) y elaborar gruesos abrigos que le permiten vivir, incluso, en regiones polares. Por estas razones, el hombre es uno de los animales que puede habitar en cualquiera de las diferentes regiones de la Tierra.

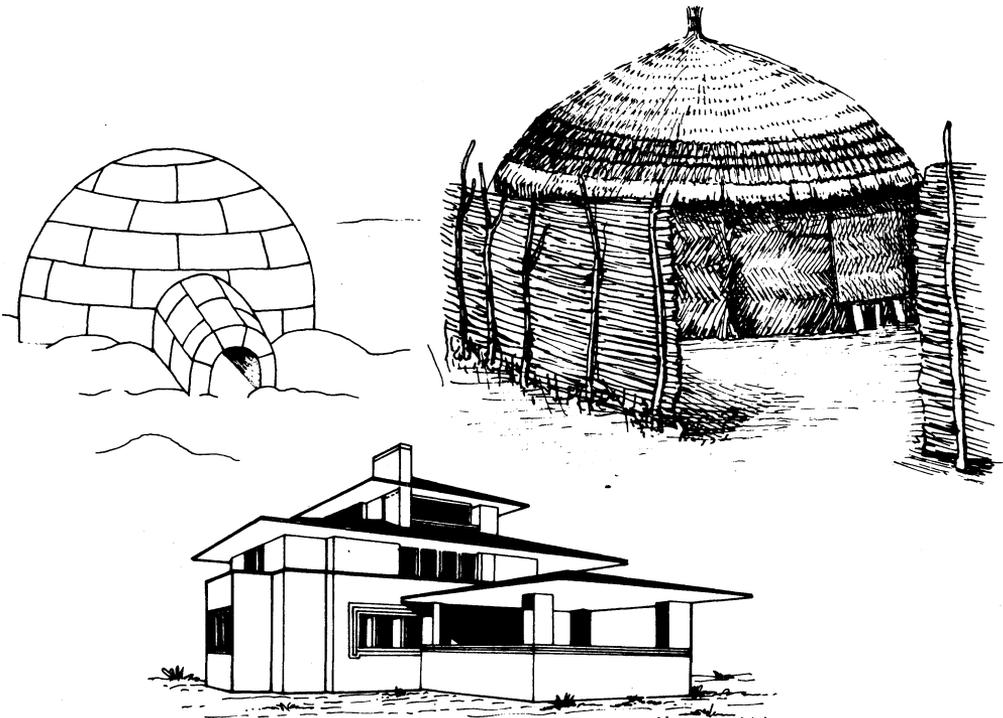


Fig. 135.

El desarrollo intelectual del hombre le ha permitido alcanzar logros en distintos campos del quehacer científico; así, ha podido llegar al cosmos, hacer curables numerosas enfermedades que hace años diezaban a la humanidad, conocer las características de los virus y estudiar muchas de las enfermedades provocadas por estos agentes como, por ejemplo, sigue investigando cómo controlar el SIDA.

El hombre, mediante su trabajo, ha obtenido y obtiene logros de significación en su vida, como es en el campo de la genética, al obtener, por ejemplo, mejores razas de animales con mayores rendimientos, como es el caso de la obtención de razas de ganado vacuno de alta producción lechera.

Es necesario resaltar que el hombre, rodeado siempre por la naturaleza y utilizando en su provecho a los organismos que en ella se encuentran, se vio obligado a conocerlos para poder protegerlos y, cuando son perjudiciales combatirlos. Es por esto que, siendo el hombre la especie que ocupa el lugar cimero en el desarrollo evolutivo de los organismos, dado por su posibilidad de transformar la naturaleza mediante el trabajo, tiene la responsabilidad de salvaguardar la vida en todas sus manifestaciones y, por ende, los lugares donde esta se desarrolla.



#### Tarea

- Argumenta las siguientes expresiones:
  - a) Aunque no es tan fuerte como el elefante, ni tan veloz como una gacela, el hombre ha alcanzado el lugar cimero en el proceso evolutivo de los animales.
  - b) El hombre, con su trabajo, transforma la naturaleza en su beneficio.
  - c) Los virus son agentes patógenos.
  - d) El proceso evolutivo es ininterrumpido, no se detiene.
  - e) En el mundo vivo existe, al mismo tiempo, diversidad y unidad.
  - f) En su interacción con el medio ambiente, el hombre puede lograr beneficios, pero, a la vez, puede obtener perjuicios.

## Vocabulario

**ABDOMEN.** Región del cuerpo situada a continuación del tórax.

**ACTO REFLEJO.** Secuencia de procesos que comprende desde la recepción del estímulo hasta la respuesta.

**ADAPTACIÓN.** Correspondencia de la estructura y el funcionamiento de los organismos con un medio ambiente determinado, como resultado del proceso evolutivo.

**ALIMENTO.** Sustancia (excepto determinados medicamentos), ya sea natural o elaborada que, usada adecuadamente, incorpora nutrientes al organismo.

**ANIMAL.** Organismo pluricelular que está constituido por células eucariotas que carecen de pared celular y de plastidios, y presenta nutrición heterótrofa ingestiva.

**ANTICUERPO.** Proteína sintetizada por un tipo de glóbulo blanco en respuesta a la penetración en el organismo de una sustancia extraña, cuya función está relacionada con la defensa del organismo.

**ANTROPOMORFO.** Primate que presenta características similares al hombre. El chimpancé y el orangután son ejemplos de animales antropomorfos.

**ARCO REFLEJO.** Conjunto de estructuras que intervienen en el acto reflejo.

**CABEZA.** Región anterior de la mayoría de los animales de simetría bilateral, en la cual se localizan centros nerviosos y estructuras sensoriales de importancia.

**CAPA GERMINAL.** Capa de células que se forma al inicio del desarrollo embrionario. Se distinguen tres tipos: externa (llamada ectodermo), media (llamada mesodermo) e interna (llamada endodermo).

**CELOMA.** Cavidad formada entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo de muchos animales, tapizada por peritoneo.

**CÉLULA.** Pequeña porción de materia viva que constituye la unidad de estructura y función de los organismos, delimitada por una membrana selectiva y permeable,

que posibilita la interacción con el medio ambiente, y que, regidos por el material nuclear, tengan lugar el metabolismo y la división celular. Puede ser procariota o eucariota; las células humanas son eucariotas.

**CICLO DE VIDA.** Sucesión de cambios que ocurren en los organismos durante su desarrollo individual.

**CICLO MENSTRUAL.** Cambios periódicos en el sistema reproductor femenino que se extienden desde el inicio de una menstruación hasta el comienzo de la siguiente, como consecuencia de la producción cíclica de hormonas, durante la etapa reproductora de la mujer.

**CIRCULACIÓN COMPLETA.** Circulación sanguínea en la cual no se produce mezcla de sangre oxigenada y no oxigenada. Es característica de los peces, las aves y los mamíferos.

**CIRCULACIÓN DOBLE.** Circulación sanguínea que describe dos circuitos en su recorrido, es decir, la sangre, una vez impulsada por el corazón, sigue dos vías: una vía va a las estructuras respiratorias y, después de oxigenarse, regresa al corazón, completándose así un circuito; otra vía va por todo el cuerpo y después regresa al corazón, completándose así otro circuito. Es característica de los tetrápodos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

**CLIMATERIO.** En la mujer se denomina al período de transición desde la etapa reproductora hasta la pérdida total de la función de los ovarios. Se inicia entre los 40 y 55 años de edad y puede durar entre 1 y 15 años. Puede dividirse en tres períodos, a su vez: premenopáusico, menopáusico y posmenopáusico.

**COMPETENCIA.** Proceso en el cual los organismos interactúan entre sí, debido a que requieren los mismos elementos del medio ambiente que se encuentran limitados. Es un factor causal de la evolución.

**CORDADO.** Animal caracterizado por la presencia de notocordio, cordón nervioso dorsal y hendiduras faríngeas, aunque solo sea en una fase de su desarrollo individual. El hombre es un cordado.

**CORDÓN UMBILICAL.** Estructura larga y flexible, constituida por vasos sanguíneos, que comunica al feto con la placenta. Permite el intercambio de sustancias entre la madre y el feto.

**CROMOSOMA.** Estructura constituyente del material nuclear de la célula, en la cual se encuentran los genes.

**CRUZAMIENTO.** Apareamiento entre dos progenitores.

**CRUZAMIENTO MONOHÍBRIDO.** Cruzamiento en el que está implicada la diferencia de un solo carácter hereditario entre los progenitores.

**DEFECACIÓN.** Expulsión de los desechos de la digestión. También se le denomina egestión.

**DEGLUCIÓN.** Paso del alimento desde la boca o cavidad bucal hasta el estómago.

**DESARROLLO.** Proceso mediante el cual se pone de manifiesto el paso de lo inferior a lo superior y de lo simple a lo complejo. En el mundo vivo, puede ser individual (ontogenético) o filogenético.

**DESARROLLO FILOGENÉTICO.** Sucesión histórica del proceso evolutivo, que incluye el origen y las relaciones de parentesco entre grupos de organismos.

**DESARROLLO INDIVIDUAL.** Cambios que se producen en un organismo, desde su formación hasta su muerte. Se le denomina también desarrollo ontogenético.

**DIAFRAGMA.** Músculo que, por su situación, divide a la cavidad general del cuerpo en tórax y abdomen, y tiene gran importancia en los movimientos respiratorios. Es característico de los mamíferos.

**DIFUSIÓN A TRAVÉS DE LA MEMBRANA.** Paso de las sustancias a través de la membrana, de donde están en mayor concentración a donde están en menor concentración, sin gasto de energía.

**DIGESTIÓN.** Proceso de la nutrición heterótrofa, mediante el cual las sustancias alimenticias se transforman en sustancias más simples, que el organismo puede absorber y utilizar.

**EGESTIÓN.** Expulsión de los desechos de la digestión. También se le denomina de-

fecación.

**EMBRIÓN.** Fase temprana del desarrollo individual de un organismo. Se forma a partir del huevo o cigote. En el hombre, se nombra embrión hasta la octava semana del embarazo, pues a partir de ese momento se denomina feto.

**ENCÉFALO.** Parte del sistema nervioso central de los vertebrados contenida dentro del cráneo. En el hombre, está constituido por el tronco encefálico, el cerebelo y el cerebro.

**ENZIMA.** Sustancia de propiedades especiales que interviene en los procesos biológicos y acelera las reacciones que comprenden esos procesos. Por ejemplo, las enzimas digestivas aceleran y garantizan el proceso de digestión de los alimentos.

**ERECCIÓN DEL PENE.** Aumento del volumen y endurecimiento del pene en comparación con el estado de reposo, lo cual permite su introducción en la vagina y llevar a cabo el acto sexual.

**ESPECIE.** Conjunto de individuos con características muy similares en cuanto a su estructura, funciones y hábitat, que pueden cruzarse entre sí y dejar descendencia. El hombre actual constituye una especie, cuyo nombre científico es *Homo sapiens*.

**ESPIRACIÓN.** Movimiento respiratorio por medio del cual sale aire de los pulmones.

**ESTRUCTURA.** Elemento, componente o parte, presente en todos los organismos.

**EVOLUCIÓN.** Proceso de transformaciones que ocurre en las poblaciones, mediante el cual se originan nuevos grupos de organismos con características diferentes.

**EXCITACIÓN.** Respuesta característica de los tejidos nervioso y muscular, originada por estímulos de distinta naturaleza.

**EXCRECIÓN.** Separación y eliminación de los desechos del metabolismo.

**EXPIRACIÓN.** Fallecimiento o muerte

**EYACULACIÓN.** Expulsión del semen hacia el exterior por el extremo del pene.

**F<sub>1</sub>.** Primera generación, que se obtiene al cruzar progenitores homocigóticos de caracteres contrastantes.

**F<sub>2</sub>.** Segunda generación, que se obtiene al cruzar dos F<sub>1</sub>.

- FARINGE.** Parte del tubo digestivo situada a continuación de la cavidad bucal de muchos animales. En los vertebrados, como el hombre, es también parte del sistema respiratorio.
- FECUNDACIÓN.** Proceso complejo que se inicia con el movimiento y acercamiento de los gametos y culmina con la fusión de los núcleos de los gametos masculino y femenino, formándose el huevo o cigote.
- FENOTIPO.** Caracteres visibles o medibles de un individuo, determinados por el genotipo.
- FETO.** Nombre que recibe el estadio prenatal del desarrollo en el hombre desde la novena semana del embarazo hasta el nacimiento; durante las primeras ocho semanas del embarazo, se denomina embrión. Este término también se aplica en otros mamíferos.
- FÓSIL.** Restos o huellas de organismos que vivieron en épocas remotas y que se han conservado hasta nuestros días.
- FUNCIÓN.** Actividad específica que caracteriza a toda estructura en un organismo. Proceso que se lleva a cabo en los organismos, mediante sus estructuras.
- FUNCIÓN VEGETATIVA.** Cada una de las funciones que intervienen en el mantenimiento del organismo, al proveer a las células de sustancias alimenticias y oxígeno, evacuar los productos de desecho y posibilitar el transporte de intermediarios de una célula a otra. La digestión, la respiración, la excreción y la circulación son funciones vegetativas.
- GAMETO.** Célula reproductora. A los gametos masculinos se les denomina espermatozoides y a los femeninos, óvulos.
- GEN.** Segmento de cromosoma que determina la transmisión de las características hereditarias.
- GEN ALELO.** Cada uno de los genes constituyentes del par que participa en la manifestación del aspecto de un mismo carácter.
- GEN DOMINANTE.** Alelo que produce una expresión fenotípica, tanto en estado homocigótico como en combinación heterocigótica.
- GEN RECESIVO.** Alelo que solo manifiesta el aspecto del carácter por él determinado cuando está en estado homocigótico.
- GENÉTICA.** Ciencia que se encarga del estudio de la herencia, la variación y sus causas.
- GENOTIPO.** Conjunto de genes que determina el fenotipo de un individuo.
- GLÁNDULA.** Estructura con función secretora. Puede ser exocrina o endocrina.
- HETEROCIGOTO.** Individuo que presenta dos genes alelos diferentes para el mismo carácter.
- HÍBRIDO.** Individuo que se obtiene como resultado del cruzamiento entre un individuo homocigótico dominante y uno recesivo.
- HOMÍNIDO.** Grupo de primates en el cual está incluido el hombre y sus antepasados.
- HOMOCIGOTO.** Individuo que presenta dos genes alelos iguales para un mismo carácter.
- HORMONA.** Sustancia que, formada en pequeñas cantidades en determinadas células o glándulas, es distribuida, por medio de la sangre, por el organismo y produce una respuesta en determinadas células, tejidos y órganos, o ejerce su efecto sobre otras células adyacentes, sin pasar a la sangre, o sobre la propia célula que la produce (autorregulación).
- INFECCIÓN.** Penetración y desarrollo, en un organismo, de un parásito microscópico. Como agentes que causan infección están, por ejemplo, muchas bacterias, hongos y protistas. Los virus también son agentes de infección.
- INFESTACIÓN.** Invasión del organismo por parásitos macroscópicos, tanto en la superficie externa (piojo, garrapata, etcétera) como en su interior (lombriz intestinal, duela del hígado, etcétera).
- INHIBICIÓN.** Efecto producido por estímulos de distinta naturaleza, que determina la detención o disminución de un proceso.
- INMUNIDAD.** Sistema de defensa del organismo cuya función es mantener la integridad de este, al protegerlo de elementos extraños como bacterias, virus y toxinas.
- INSPIRACIÓN.** Movimiento respiratorio por medio del cual entra aire a los pulmones.
- IRRITABILIDAD.** Propiedad, característica de todos los organismos, que consiste en la respuesta de estos a los estímulos.

**LOCOMOCIÓN BÍPEDA.** Desplazamiento mediante las dos extremidades inferiores. Por ejemplo, el hombre posee locomoción bípeda.

**MAMÍFERO.** Tetrápodo provisto de pelos, glándulas mamarias, dientes alojados en cavidades de las mandíbulas, tronco dividido por el diafragma en tórax y abdomen, circulación completa, temperatura del cuerpo constante y sistema nervioso desarrollado; generalmente es vivíparo.

**MEDIO AMBIENTE.** Conjunto de factores abióticos y bióticos que rodean a un organismo, e intercambian directa e indirectamente con él. También intervienen factores sociales.

**MÉDULA ESPINAL.** Parte del sistema nervioso central de los vertebrados, en forma de cordón, situada en posición dorsal y protegida por la columna vertebral.

**MEIOSIS.** Proceso de división celular mediante el cual se produce una reducción a la mitad del número de cromosomas, y las células "hijas" presentan características estructurales y funcionales diferentes a la célula que les dio origen. Tiene lugar durante la formación de los gametos.

**MENARQUIA.** Primera menstruación espontánea.

**MENINGE.** Cada una de las membranas que envuelven al encéfalo y la médula espinal de los vertebrados.

**MENOPAUSIA.** Periodo sin menstruación que transcurre desde el último sangramiento uterino estimulado por el ovario hasta un año después de este sangramiento. Ocurre, por lo general, entre los 45 y los 50 años de edad.

**METABOLISMO** Conjunto de reacciones que tiene lugar durante la utilización de los nutrientes en la célula, bien sea en la liberación de energía (respiración y fermentación) o en la síntesis de nuevas sustancias.

**MICCIÓN.** Acción mediante la cual se elimina la orina por la uretra.

**MITOSIS.** Proceso de división celular, mediante el cual las células "hijas" que se obtienen tienen el mismo número de cromosomas, así como características estructurales y funcionales semejantes a la célula que les dio origen.

**MODULADOR.** Componente de los mecanismos de regulación, en el cual se trans-

forma la señal que llega y se elabora la respuesta. La médula espinal es un ejemplo de estructura que desempeña la función de modulador.

**NEURONA.** Célula característica del tejido nervioso. Está constituida por un cuerpo celular y, por lo general, de varias prolongaciones (un axón y dendritas).

**NUTRICIÓN.** Proceso mediante el cual el organismo obtiene las sustancias alimenticias imprescindibles en el mantenimiento de su vida. El hombre se caracteriza por nutrición heterótrofa ingestiva.

**NUTRIENTE.** Cada uno de los constituyentes de los alimentos que, en general, contribuye a mantener la vida.

**ORGANISMO.** Unidad del mundo vivo, con estructuras, funciones y desarrollo propios, que reacciona como un todo a los cambios del medio ambiente e intercambia, con este, sustancias y energía.

**ÓRGANO.** Conjunto de diferentes tejidos que, unidos estructural y funcionalmente, realizan una o varias funciones en el organismo. El estómago es un ejemplo de órgano.

**OVARIO.** Órgano genital femenino interno, en el cual se forman los óvulos y se producen hormonas.

**OVULACIÓN.** Liberación de un óvulo maduro del ovario.

**PATÓGENO.** Causante de enfermedad.

**PATOLOGÍA.** Ciencia que estudia las enfermedades.

**PLACENTA.** Estructura constituida por tejidos maternos y embrionarios, mediante la cual el embrión recibe sustancias alimenticias y oxígeno, provenientes de la madre, y elimina desechos del metabolismo. Produce, a su vez, hormonas y otras sustancias.

**PLEURA.** Membrana de tejido conectivo que cubre los pulmones; consta dos hojas: una interna, en íntimo contacto con los pulmones, y una externa, en contacto con la pared torácica y el diafragma.

**POSICIÓN ERECTA.** Posición vertical del cuerpo. El hombre, por ejemplo, tiene posición erecta.

**PRIMATE.** Mamífero que se distingue del resto por haber alcanzado un mayor desarrollo del encéfalo, y por presentar un par de glándulas mamarias en el tórax, así

como uñas. El mono títi y el propio hombre son ejemplos de primates.

**PUBERTAD.** Período del desarrollo individual humano en que hacen su aparición los caracteres sexuales secundarios y los órganos genitales se desarrollan hasta adquirir su tamaño adulto. Puede comenzar en cualquier momento entre los 8 y 15 años en la hembra y entre los 9 y 16 años en el varón; la duración total es aproximadamente de cuatro años.

**RAZA.** Categoría que presenta, dentro de una especie, poblaciones que se han diferenciado genéticamente en el proceso de adaptación a diferentes medios ambientes. En el caso de las razas humanas, están determinadas por pequeños cambios estructurales, por ejemplo, la forma del pelo y el color de la piel.

**RECEPTOR.** Estructura especializada cuya función es la recepción de los estímulos, que puede conducir a la generación de impulsos nerviosos.

**REFLEJO.** Reacción del organismo, mediada por el sistema nervioso, como respuesta a los estímulos.

**REFLEJO CONDICIONADO.** Reflejo que se forma durante el desarrollo individual del organismo, como resultado del aprendizaje. Es individual, ya que varía mucho en animales de la misma especie.

**REFLEJO INCONDICIONADO.** Reflejo innato; se transmite mediante la herencia y se manifiesta en todos los individuos de la especie.

**REGULACIÓN.** Coordinación de las funciones del organismo, como un todo, en relación con el medio ambiente.

**REPRODUCCIÓN.** Proceso mediante el cual los organismos se multiplican en número y los descendientes tienen características muy parecidas a sus progenitores.

**REPRODUCCIÓN SEXUAL.** Reproducción que ocurre mediante células reproductoras, especializadas en esta función, llamadas gametos. El hombre tiene este tipo de reproducción.

**RESPIRACIÓN AEROBIA.** Proceso metabólico mediante el cual los organismos obtienen la energía, al descomponer sustancias, en presencia del oxígeno. Se lleva a cabo en la célula.

**SECRECIÓN.** Elaboración de sustancias por células o glándulas y salida de estas. Estas sustancias tienen una determinada importancia en el organismo.

**SELECCIÓN NATURAL.** Proceso que tiene lugar en la población, mediante el cual unos individuos sobreviven y dejan más descendientes que otros, debido a sus características hereditarias favorables en relación con el medio ambiente. Es un factor causal de la evolución.

**SEMEN.** Líquido constituido por espermatozoides y determinadas sustancias que les propician condiciones adecuadas. Es producido por los testículos, las vesículas seminales y la próstata.

**SISTEMA DE ÓRGANOS.** Conjunto de órganos que, relacionados estructuralmente, realizan una o varias funciones, en común, en el organismo.

**TEJIDO.** Conjunto de células que realizan una o varias funciones en el organismo.

**TEJIDO CONECTIVO.** Tejido que se halla prácticamente en todo el organismo, generalmente uniendo, conectando, o relacionando diferentes tejidos y órganos. Sus variedades son: conectivo fibroso, óseo, cartilaginoso y la sangre.

**TEJIDO EPITELIAL.** Tejido de revestimiento, cuya función es de protección, secreción y/o absorción.

**TEJIDO MUSCULAR.** Tejido constituyente de órganos como los músculos, y de capas musculares. A sus células alargadas se les llama fibras musculares. Sus variedades son: estriado, liso y cardíaco.

**TEJIDO NERVIOSO.** Tejido constituyente de las estructuras nerviosas. Sus células, denominadas neuronas, están especializadas en la transmisión de impulsos nerviosos.

**TESTÍCULO.** Órgano genital masculino interno, en el cual se forman los espermatozoides y se producen hormonas.

**TÓRAX.** Región del cuerpo que precede al abdomen; está presente en muchos animales celomados.

**TRANSPORTE ACTIVO.** Paso de las sustancias a través de la membrana, de donde están en menor concentración a donde están en mayor concentración, con gasto de energía.

**ÚTERO.** Órgano genital femenino interno,

situado en la parte inferior de la cavidad abdominal, cuya función fundamental es la de anidar al huevo o cigote y el desarrollo del feto hasta su expulsión en el acto del parto; también se le llama matriz. A veces se denomina así a la región del sistema reproductor femenino de algunos animales, que tiene por función el almacenamiento de los huevos, como ocurre en la lombriz solitaria.

**VAGINA.** Órgano genital femenino interno, situado entre el útero y la vulva, cuya función fundamental es la copulación; también constituye el canal de salida del feto en el acto del parto, y de la sangre y los tejidos del útero durante la menstruación.

**VARIACIÓN.** Cambios en las características estructurales o funcionales de un or-

ganismo. Puede ser hereditaria o no hereditaria.

**VARIACIÓN HEREDITARIA.** Cambios que se producen en los individuos, los cuales se transmiten a sus descendientes mediante la reproducción. Es un factor causal de la evolución.

**VARIACIÓN NO HEREDITARIA.** Cambios que se producen en los individuos, los cuales no se transmiten a los descendientes.

**VERTEBRADO.** Cordado provisto de columna vertebral y de cráneo.

**VIRUS.** Agente infeccioso más pequeño que una bacteria, que solo se multiplica en el interior de una célula. Por no alcanzar nivel celular y carecer de metabolismo propio, unos autores no los consideran organismos, pero otros no tienen ese criterio.

