

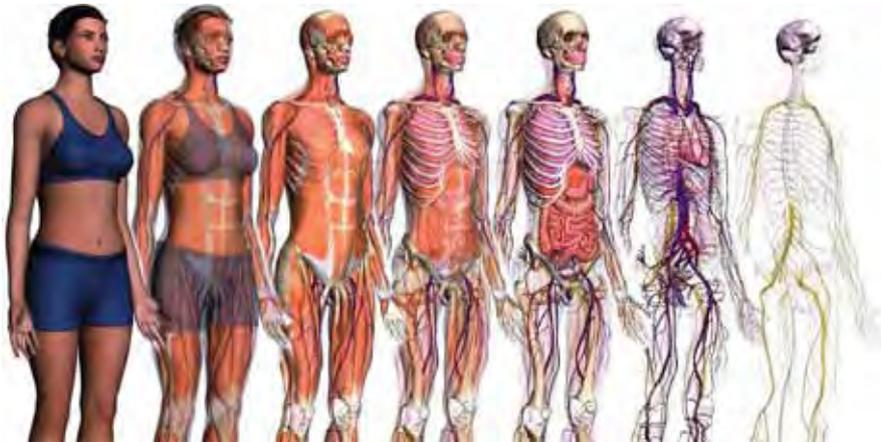
Ingreso a Enfermería

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de San Juan

Introducción a la Anatomofisiología

Cuadernillo elaborado por:

Lic. Yanina Ribas Fernández (yribas@unsj.edu.ar)



Se agradece a los profesores de Introducción a la Anatomofisiología del Ingreso a Enfermería 2011, 2012 y 2013 por las sugerencias aportadas en la elaboración de este cuadernillo:

Lic. Verónica Beninato
Lic. Carolina del Valle Ordoñez
Lic. Silvana Adarvez
Lic. María Natalia Ortuño
Lic. Leticia Rodriguez
Dra. Marcela Ontivero
Dra. Valeria Campos
Lic. María Gabriela Cánovas
Lic. María Cecilia Montani

Lic. Marisel Inojosa
Biól. Mariana Roqueiro
Lic. Rosa Verónica Blanco
Dr. Martín Hadad
Lic. Daniel Flores
Dr. Héctor José Villavicencio
Lic. Carola Meglioli
Lic. Graciela Díaz
Al. Av. Ing. Sergio Bajinay

Unidad 1

Introducción a la Anatomía y a la Fisiología humana

Definición de Anatomía y Fisiología

Anatomía: (*ana* = a través; *tomía* = corte) Es la rama de la ciencia que describe las **estructuras corporales** y estudia las relaciones entre ellas.

Fisiología: (*fisio* = naturaleza; *logía* = estudio) Es la rama de la ciencia que estudia las **funciones corporales**, es decir, cómo funcionan las distintas partes del cuerpo.

La Anatomía y la Fisiología son dos ramas de las ciencias biológicas que están estrechamente relacionadas debido a que la estructura de una parte del cuerpo permite cumplir determinadas funciones. Por ejemplo, los huesos del cráneo poseen articulaciones firmes para formar una caja rígida que protege el cerebro, en cambio, los huesos de los dedos poseen articulaciones más móviles para permitir mayor variedad de movimientos. Por esta razón, la anatomía y la fisiología humana las estudiaremos en forma conjunta a lo largo de este curso.

Algunas ramas de la Anatomía y la Fisiología:

Ramas de la anatomía	Estudio de	Ramas de la fisiología	Estudio de
Embriología (embrio- de <i>embrios</i> , embrión; -logía- de <i>logos</i> , estudio)	Las estructuras que se desarrollan desde el momento de la fertilización del huevo hasta la octava semana en el útero.	Neurofisiología (neuro- de <i>neuros</i> , nervio)	Las propiedades funcionales de las células nerviosas.
Biología del desarrollo	Las estructuras que se desarrollan desde el momento de la fertilización del huevo hasta la forma adulta.	Endocrinología (endo- de <i>endo</i> , dentro; -crino de <i>krinein</i> , separar)	Las hormonas (reguladores químicos en el cuerpo) y cómo controlan las funciones corporales.
Histología (histo- de <i>histos</i> , tejido)	Las estructuras microscópicas de los tejidos.	Fisiología cardiovascular (cardio- de <i>cardios</i> , corazón; -vascular de <i>vascularius</i> , vasos sanguíneos)	Las funciones del corazón y los vasos sanguíneos.
Anatomía de superficie	Las referencias anatómicas en la superficie corporal a través de la inspección y la palpación.	Inmunología (inmuno- de <i>immunis</i> , no susceptible)	Cómo el cuerpo se defiende de los agentes causantes de enfermedad.
Anatomía macroscópica	Las estructuras que pueden analizarse sin la utilización de un microscopio.	Fisiología respiratoria	Las funciones de los pulmones y las vías aéreas.
Anatomía de aparatos y sistemas	La estructura de aparatos y sistemas específicos como el sistema nervioso o el respiratorio.	Fisiología renal	Las funciones de los riñones.
Anatomía regional	Las regiones específicas del cuerpo como la cabeza o el tórax.	Fisiología del ejercicio	Los cambios en el funcionamiento celular y de los órganos ante la actividad muscular.
Anatomía radiográfica (radio- de <i>radios</i> , rayo; -grafía de <i>graphos</i> , escribir)	Las estructuras corporales que pueden verse a través de rayos X.	Fisiopatología	Los cambios funcionales asociados con la enfermedad y el envejecimiento.
Anatomía patológica (pato- de <i>pathos</i> , enfermedad)	Los cambios estructurales (tanto macroscópico como microscópicos) asociados con la enfermedad.		

Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

Términos Anatómicos

Los profesionales sanitarios y los científicos utilizan un lenguaje común de términos especiales para referirse a ciertas estructuras y funciones del cuerpo. El lenguaje anatómico que utilizan tiene significados precisos que les permite comunicarse en forma clara y precisa. Por ejemplo, ¿es correcto decir "la muñeca está por encima de los dedos"? Esto podría ser correcto si los brazos se hallaran colgando a ambos lados del cuerpo. Pero si las manos se encuentran colocadas por encima de la cabeza, los dedos estarían arriba de las muñecas. Para evitar esta clase de confusiones, los anatomistas desarrollaron una posición anatómica estandarizada y usan un vocabulario específico para relacionar las partes del cuerpo entre sí.

Posiciones corporales

En anatomía se utilizan varios términos para nombrar la posición de un cuerpo, muchos de ellos utilizados en estudios clínicos, intervenciones quirúrgicas, internaciones y/o rehabilitaciones. En este curso sólo veremos las más comunes.

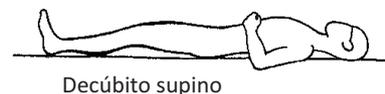
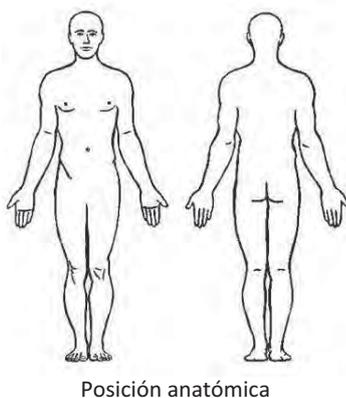
Posición anatómica es la postura estándar del cuerpo utilizada en los estudios anatómicos. Cualquier descripción de una cierta región o parte del cuerpo humano asume que el individuo se encuentra en esta posición específica. En esta posición, el sujeto se encuentra con el cuerpo erguido, frente al observador, la cabeza y los ojos mirando hacia adelante, los pies apoyados en el piso y dirigidos hacia adelante, los brazos a los costados del cuerpo y las palmas de las manos hacia el frente.

La posición **decúbito supino** o **dorsal** se utiliza para describir a un sujeto con el cuerpo acostado boca arriba.

Por el contrario, **decúbito prono** o **ventral** se utiliza para describir a un individuo con el cuerpo acostado boca abajo.

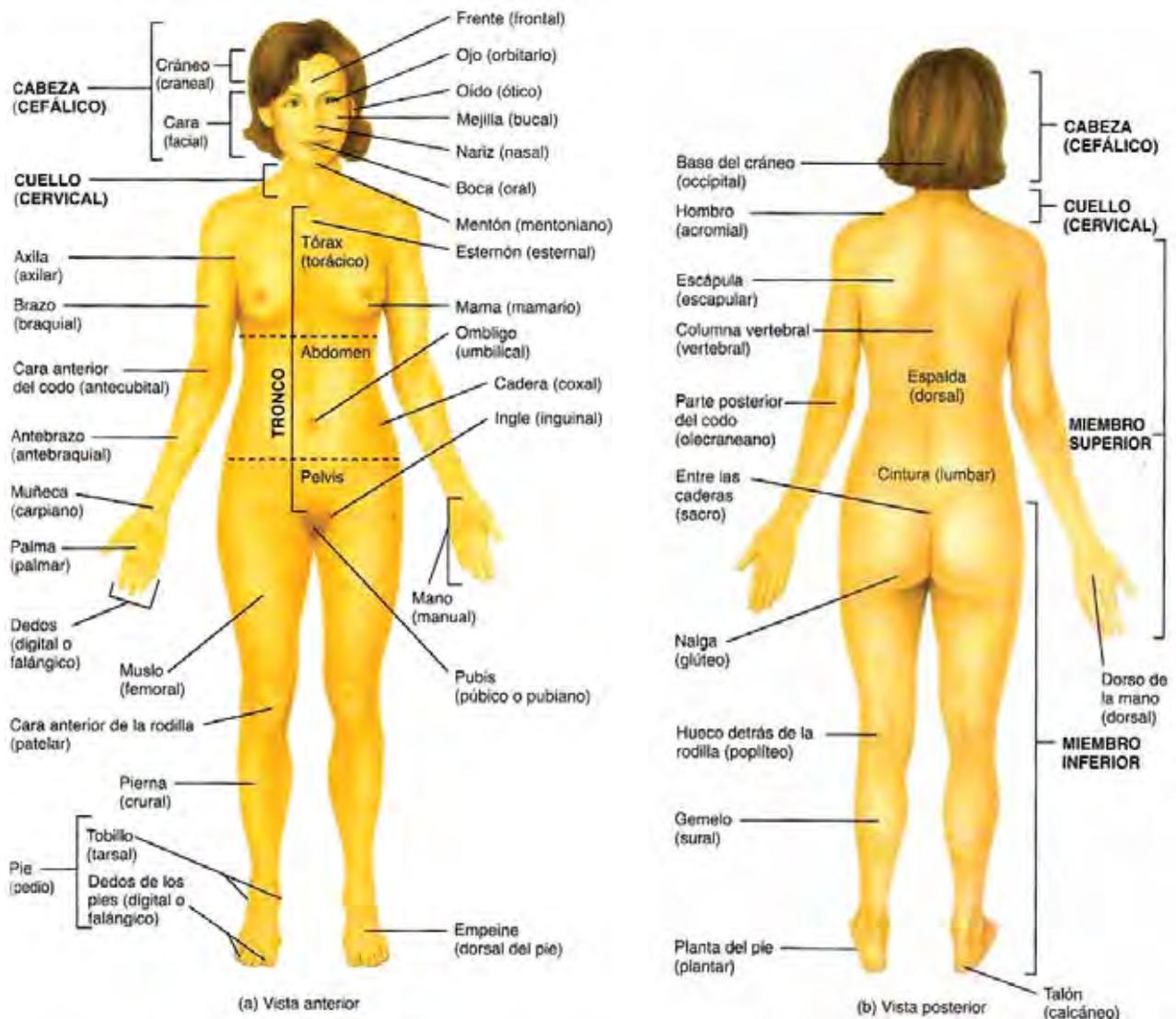
En la posición **decúbito lateral**, el sujeto se encuentra acostado de lado. Esta postura puede ser **lateral derecha** o **izquierda** según la zona corporal sobre la que se está acostado. Los brazos y las piernas pueden ser flexionados para lograr que la cabeza y el tronco estén bien alineados y para evitar que el cuerpo gire boca arriba o boca abajo por efecto de la gravedad.

La **Posición de Fowler** o **semisentado**, el sujeto se haya semisentado (o semiacostado), formando un ángulo de aproximadamente 45°.



Regiones corporales

El cuerpo humano se divide en varias regiones principales que pueden identificarse desde el exterior. Éstas son la cabeza, el cuello, el tronco, los miembros superiores y los miembros inferiores. En la siguiente figura se indican las principales regiones corporales (LETRA MAYÚSCULA) y el nombre vulgar de cada parte del cuerpo (minúscula), con su respectivo término anatómico descriptivo (entre paréntesis).



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

La cabeza está formada por el cráneo y la cara. El cráneo contiene y protege el cerebro; la cara es la parte frontal de la cabeza que incluye ojos, nariz, boca, frente, pómulos y mentón.

El cuello soporta el peso de la cabeza y la mantiene unida al cuerpo.

El tronco está formado por el tórax, el abdomen y la pelvis.

La ingle es un área situada en la parte frontal de la superficie del cuerpo, delimitada por un pliegue a cada lado, donde se une el muslo al tronco.

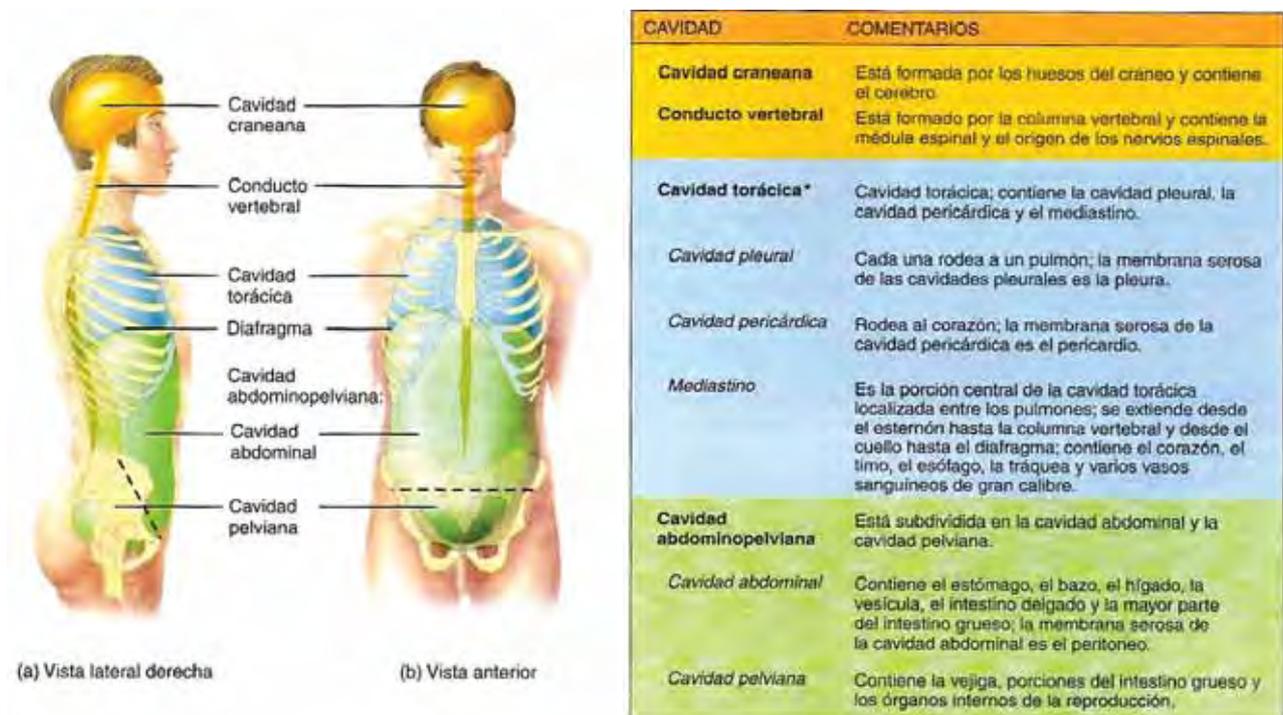
Cada miembro superior está unido al tronco y está formado por el hombro, la axila, el brazo (la parte del miembro que se extiende desde el hombro hasta el codo), el antebrazo (porción del miembro que se extiende desde el codo hasta la muñeca), muñeca y mano.

Cada miembro inferior también está unido al tronco y está formado por la nalga, el muslo (porción del miembro desde la nalga hasta la rodilla), pierna (porción desde la rodilla hasta el tobillo), tobillo y pie.

Como ejemplo de la aplicación de estos términos podemos decir que una inyección en la nalga (como el caso de la antitetánica), se trata de una inyección intraglútea.

Cavidades corporales

Las cavidades corporales son espacios dentro del cuerpo que protegen, separan y dan sostén a los órganos internos. Huesos, músculos, ligamentos y otras estructuras separan las distintas cavidades corporales entre sí. En la siguiente figura y tabla se detalla y describe las principales cavidades corporales.

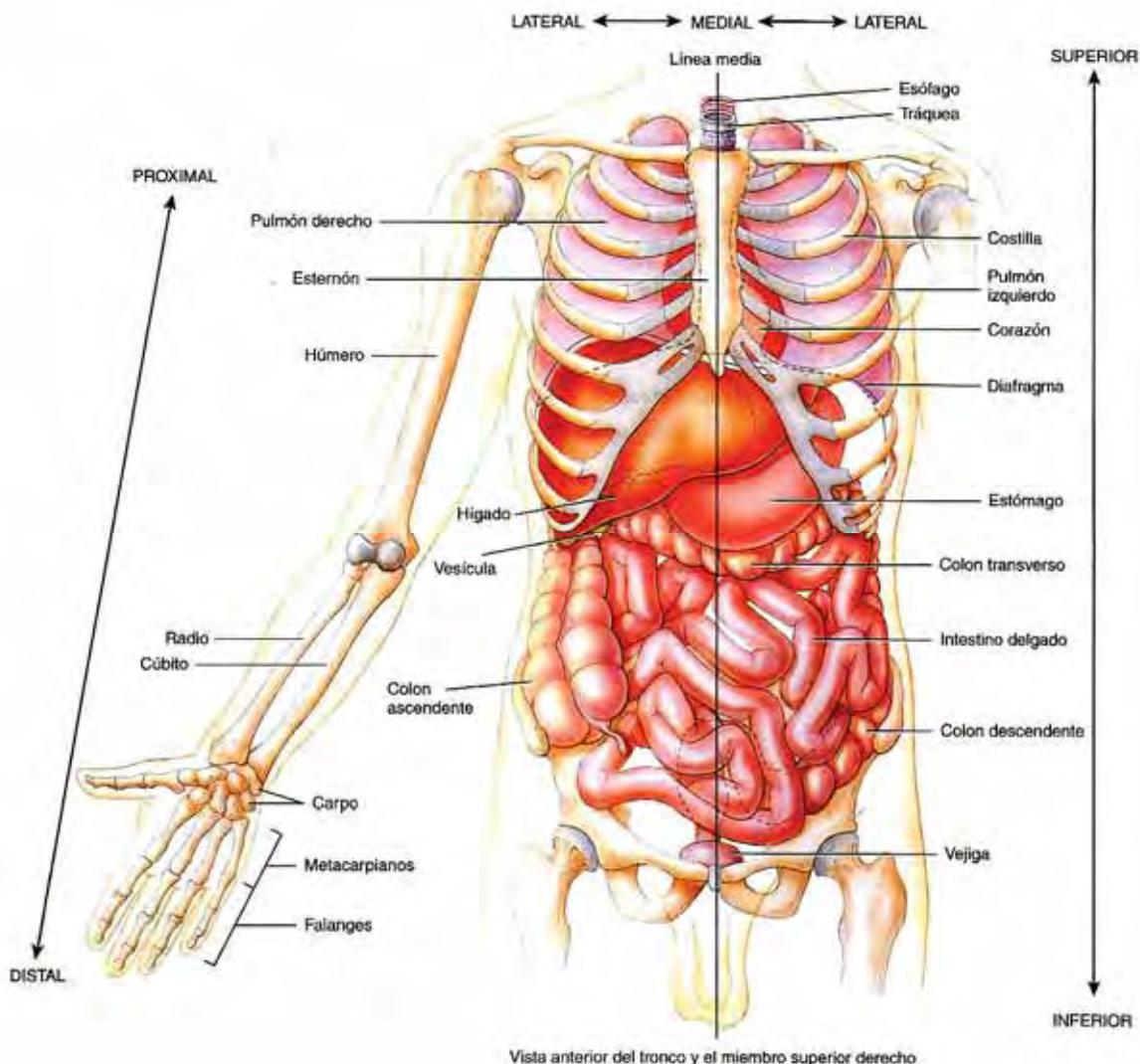


Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

Términos direccionales

Para localizar las distintas estructuras del cuerpo, los anatomistas utilizan términos direccionales específicos, palabras que describen la posición de una parte del cuerpo en relación a otra. Es importante entender que los términos direccionales tienen significados relativos, es decir, sólo tienen sentido cuando se utilizan para describir la posición de una estructura en relación a otra. Por ejemplo, la rodilla es superior en relación al tobillo, aún cuando ambos están localizados en la mitad inferior del cuerpo. A continuación se describen los principales términos direccionales utilizados:

TÉRMINO DIRECCIONAL	DEFINICIÓN	EJEMPLOS
Superior (cefálico o craneal)	Hacia la cabeza o la porción más elevada de una estructura.	El corazón es superior al hígado.
Inferior (caudal)	Alejado de la cabeza o hacia la parte más baja de una estructura.	El estómago es inferior a los pulmones.
Anterior (ventral) *	Cerca o en la parte frontal del cuerpo.	El esternón es anterior al corazón.
Posterior (dorsal)	Cerca o en la parte trasera del cuerpo.	El esófago es posterior a la tráquea.
Medial	Cercano a la línea media.	El cúbito es medial al radio.
Lateral	Alejado de la línea media.	Los pulmones son laterales al corazón.
Intermedio	Entre dos estructuras.	El colon transversu es intermedio en relación al colon ascendente y el colon descendente.
Homolateral	Del mismo lado del cuerpo que otra estructura.	La vesícula y el colon ascendente son homolaterales.
Contralateral	En el lado opuesto del cuerpo a otra estructura.	El colon ascendente y el colon descendente son contralaterales.
Proximal	Cercano a la unión del miembro con el tronco; cercano al origen de una estructura.	El húmero es proximal al radio.
Distal	Alejado de la unión del miembro con el tronco; alejado del origen de una estructura.	Las falanges son distales al carpo.
Superficial	En la superficie corporal o cercano a ella.	Las costillas son superficiales a los pulmones.
Profundo	Alejado de la superficie del cuerpo.	Las costillas son profundas a la piel del pecho y la espalda.



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

Planos y cortes anatómicos

En anatomía, también se estudia el organismo por medio de superficies planas imaginarias que pasan a través de partes del cuerpo.

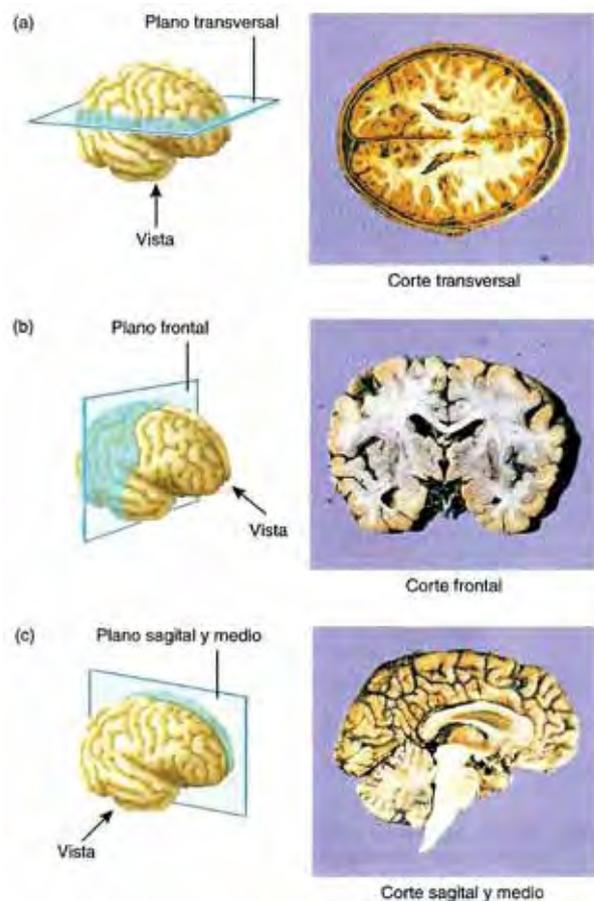
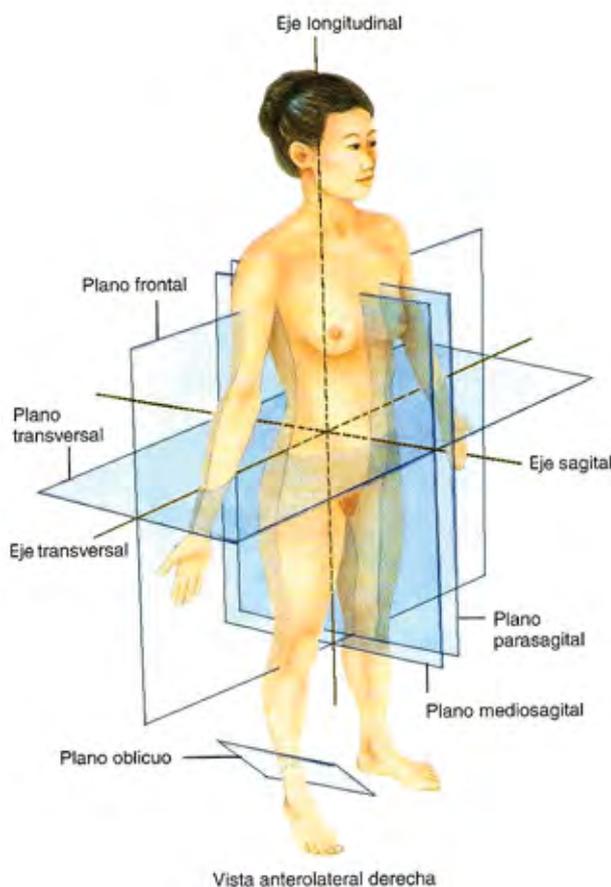
Un **plano sagital** (*sagita* = flecha) es un plano longitudinal (vertical) que divide al cuerpo o a un órgano en un lado derecho y uno izquierdo. Más específicamente, cuando este plano pasa por la mitad del cuerpo u órgano y lo divide en dos mitades iguales, derecha e izquierda, se denomina **plano mediosagital, sagital y medio o anteroposterior**. Si el plano sagital no pasa por el medio, sino que divide el cuerpo u órgano en dos mitades desiguales, se denomina **plano parasagital** (*para* = al lado de).

Un **plano frontal o coronal** es un plano longitudinal que corta al cuerpo en una porción anterior (frontal o ventral) y otra posterior (dorsal), siguiendo la sutura coronal del cráneo (de allí su nombre) o paralela a ella.

Un **plano transversal** divide el cuerpo o el órgano en una mitad superior (la de arriba) y otra inferior (la de abajo). El plano transversal puede denominarse también **plano horizontal**.

Los planos sagital, frontal y transversal están todos en ángulo recto entre sí. Un **plano oblicuo**, por el contrario, atraviesa el cuerpo o un órgano en un ángulo entre el plano transversal y el sagital o el frontal.

Es importante saber el plano del corte para poder entender la relación anatómica entre las diferentes estructuras. En las siguientes imágenes se observan los planos de diferentes cortes del cuerpo humano y del cerebro.



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

Términos para no olvidar

La palabra **enfermedad** es un término muy específico que se designa a un padecimiento caracterizado por una serie determinada de signos y síntomas, como resultado de alteraciones características producidas en estructuras y funciones del cuerpo. Los **síntomas** son cambios subjetivos en las funciones corporales que no son evidentes al observador. Por ejemplo, dolor de cabeza, náuseas y ansiedad. Los cambios objetivos que un médico puede observar y medir se denominan **signos**. Los signos de una enfermedad pueden ser **anatómicos**, como una tumefacción (hinchazón) o una erupción, o **fisiológicos**, como la fiebre, la elevación de la presión arterial o una parálisis.

Una enfermedad puede ser **localizada** cuando afecta una parte o región limitada del cuerpo o puede ser **sistémica** cuando afecta varias partes corporales o el cuerpo entero.

La ciencia que estudia el porqué, cuándo y dónde se producen las enfermedades y cómo se transmiten en una comunidad se denomina **epidemiología** (epi = sobre; démos = población).

La **farmacología** (fármaco = droga) es la ciencia que se ocupa de los usos y efectos de los fármacos en el tratamiento de las enfermedades.

Diagnóstico (*diagnosis* = discernimiento, examen) es el procedimiento realizado para distinguir un trastorno o enfermedad en una persona. Las bases para alcanzar un diagnóstico son la evaluación de los signos y síntomas del paciente, la anamnesis, el examen físico y, a veces, los datos de laboratorio (análisis clínicos).

La **anamnesis** recoge información sobre hechos que puedan estar relacionados con la enfermedad del paciente. Incluye el motivo de consulta (la razón principal que lo lleva a buscar atención médica), los antecedentes de la enfermedad actual, los antecedentes patológicos, los antecedentes familiares, el entorno social del paciente y una reseña de los síntomas que refiere el paciente.

El **examen físico** es una evaluación ordenada del cuerpo y sus funciones. Este proceso incluye las técnicas no invasivas de inspección, palpación, auscultación y percusión, junto con el control de los signos vitales (temperatura, pulso, frecuencia respiratoria y presión arterial) y, a veces, pruebas de laboratorio.

Los profesionales de la salud y los estudiantes de anatomía y fisiología suelen utilizar varias **técnicas no invasivas de diagnóstico** para estudiar algunos aspectos de la estructura y función del cuerpo humano.

Durante la **inspección**, el examinador observa cualquier alteración fuera de lo normal en el cuerpo. Luego, pueden utilizarse una o más técnicas adicionales.

En la **palpación** el examinador toca la superficie del cuerpo con sus manos. Por ejemplo, se palpa el abdomen para detectar órganos aumentados de tamaño o masas anormales.

Durante la **auscultación** el examinador escucha los sonidos corporales para evaluar el funcionamiento de ciertos órganos, por lo general utilizando un estetoscopio para amplificar los sonidos. Por ejemplo, la auscultación de los pulmones durante la respiración permite detectar la presencia de sonidos crepitantes que se asocian con acumulación anómala de líquido en los pulmones.

En la **percusión**, el examinador puede golpear con suavidad la superficie corporal con la punta de los dedos y escucha el eco resultante. La percusión puede detectar, por ejemplo, la presencia anormal de líquido en los pulmones o aire en el intestino. También puede proveer información acerca del tamaño, consistencia y posición de una estructura subyacente (más profunda).

Niveles de organización en el organismo humano

La materia en un organismo se organiza en diferentes niveles de organización de forma jerárquica. De manera creciente, los principales niveles de organización son: biomoléculas, células, tejidos, órganos, sistemas de órganos y organismo). Cada nivel no constituye simplemente la agrupación de los componentes anteriores, sino que presenta propiedades nuevas y diferentes de las de cada uno de sus componentes. La cantidad, la proporción y el modo de combinarse de estos componentes determinan las propiedades del nuevo nivel de organización. Por ejemplo, en varias células se pueden encontrar moléculas formadas a partir de los mismos elementos químicos, sin embargo, sus diferentes organizaciones que resultan en un tejido particular, les confiere características y funciones específicas dentro del organismo.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Biomoléculas

En los niveles no vivos, se encuentran las menores unidades de materia, los *átomos*, que participan en las reacciones químicas para dar como resultado otro nivel no vivo, las *moléculas*. Las moléculas pueden estar formadas por dos o más átomos de igual o de diferente clase. Por ejemplo, la molécula de oxígeno, está compuesta por dos átomos iguales (O₂) y el Dióxido de Carbono o Anhídrido Carbónico, está formado por la unión de un átomo de carbono y dos de oxígeno (CO₂).

Las **biomoléculas** son *moléculas* de importancia *biológica* (bio = vida) y se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Compuestos inorgánicos: son sustancias que se pueden encontrar en la naturaleza y por lo general presentan estructuras simples. Este grupo incluye el agua, los minerales y numerosas sales, ácidos y bases.

Compuestos orgánicos: son sustancias sintetizadas sólo por los organismos y están principalmente formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre (C, H, O, N, P y S). Se caracterizan por tener una estructura formada por cadenas de átomos de carbono unidos entre sí que se conocen como **esqueletos de carbono**. Estas cadenas pueden presentar pocos o un gran número de carbonos y pueden plegarse, ramificarse y adoptar formas y tamaños diversos. Incluye este grupo las proteínas, los carbohidratos, los lípidos, los ácidos nucleicos y las vitaminas.

En la cadena carbonada, muchos de los carbonos están unidos a átomos de hidrógenos y forman compuestos llamados **hidrocarburos** (hidro = H, carburo = C). Los hidrocarburos son los compuestos básicos de la Química orgánica (o Química del carbono). Se clasifican en dos grandes grupos, los hidrocarburos alifáticos y los hidrocarburos aromáticos. Los alifáticos, a su vez se pueden clasificar en alcanos, alquenos y alquinos, según el tipo de enlace que unen entre sí los átomos de carbono. Las fórmulas generales de los alcanos, alquenos y alquinos son C_nH_{2n+2} , C_nH_{2n} y C_nH_{2n-2} , respectivamente. Los aromáticos, contienen uno o más grupo benceno (o anillo benceno). En el siguiente cuadro se observa la estructura molecular general de distintos hidrocarburos y un par de ejemplos con sus respectivas fórmulas estructurales desarrolladas y semidesarrolladas y sus fórmulas moleculares.

Hidrocarburos			
Alifáticos			Aromáticos
Alcanos	Alquenos	Alquinos	
 $H_3C - CH_3$ C_2H_6 Etano	 $H_2C = CH_2$ C_2H_4 Eteno o Etileno	 $HC \equiv CH$ C_2H_2 Etino o Acetileno	 $CH-CH=CH-CH=CH-CH$ C_6H_6 Benceno
 $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ C_4H_{10} Butano	 $H_2C = CH - CH_2 - CH_3$ C_4H_8 1-Buteno	 $HC \equiv C - CH_2 - CH_3$ C_4H_6 1-Butino	 $C_6H_5 - CH_3$ C_7H_8 Metil - Benceno

Unidos al esqueleto hidrocarbonado también se pueden unir a uno o más carbonos **grupos funcionales** característicos. Un grupo funcional es aquella parte de una molécula que tiene una distribución específica de átomos, de la que en gran parte depende el comportamiento químico de la molécula de origen. De esta manera, moléculas diferentes que tienen la misma clase de grupo o grupos funcionales reaccionan de modo semejante. A continuación se detallan los grupos funcionales más frecuentes de las moléculas orgánicas.

Grupo Funcional			
Nombre y estructura	Fórmula estructural	Sustancias	Ejemplos
Hidroxilo	$-O-H$	Los alcoholes presentan el grupo $-OH$	Alcohol Eílico, producido por la actividad de algunos microorganismos que degradan azúcares (fermentación)
Carbonilo	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$	Las ketonas contienen el grupo $=O$ Los aldehídos presentan el grupo $-COH$	La vitamina K es una cetona aromática y presenta 2 grupos carbonilos en su estructura El acetaldehído es un producto metabólico y se cree que es responsable de los síntomas de resaca tras la ingesta de bebidas alcohólicas
Carboxilo	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$	Los ácidos carboxílicos tienen el grupo $-COOH$ o $-COO^-$ Liberan fácilmente su H^+ y quedan con una carga (-)	Todos los aminoácidos tienen un grupo carboxilo en el extremo de su estructura molecular (ej.: glicina)
Éster	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O- \end{array}$	Los ésteres presentan el grupo $-COO-$	La aspirina es un éster de ácido salicílico, una molécula analgésica que se encuentra en la corteza de sauco.
Éter	$-O-$	Los éteres contienen el enlace $-O-$	El neotil (o éter metilpropílico) es un anestésico que se prefiere porque casi no tiene efectos secundarios.
Amino	$\begin{array}{c} H \\ \\ -N \\ \\ H \end{array}$	Las aminas tienen el grupo $-NH_2$ o $-NH_3^+$ Incorporan fácilmente un H^+ y quedan con una carga (+)	Todos los aminoácidos tienen un grupo amino en sus extremos. La anilina es una amina aromática que se utiliza para elaborar colorantes.
Fosfato	$\begin{array}{c} O \\ \\ -O-P-OH \\ \\ OH \end{array}$	Los fosfatos contienen un grupo $-OPO_3H_2$ o $-OPO_3^{2-}$ Liberan fácilmente sus H^+ y quedan con dos cargas (-)	Es uno de los grupos funcionales más importantes para la vida. Se halla en los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y en el ATP (Adenosín Trifosfato), entre otros.
Sulfhidrilo	$-S-H$	Los tioles presentan el grupo $-SH$	Algunos aminoácidos (unidades constitutivas de las proteínas) contienen este grupo y ayudan a estabilizar la forma de las proteínas (ej.: cisteína)

Sustancias inorgánicas de importancia para el organismo humano:

Agua



Es el compuesto más abundante y el de mayor importancia en todos los organismos vivos. Constituye aproximadamente un 75% de la masa total al nacer y cerca del 60% en la edad adulta. Se encuentra dentro de las células, en el líquido que las rodea, en la sangre y en la linfa. Debido a esto, el ser humano puede sobrevivir varias semanas sin alimento, pero moriría en cuestión de días si careciera de agua. El agua tiene numerosas propiedades que la convierten en un compuesto indispensable para la vida humana:

- aporta un medio acuoso necesario para que la mayoría de las reacciones químicas se lleven a cabo,
- es un excelente solvente para sustancias iónicas o polares (como sales y azúcares) debido a su polaridad molecular,
- actúa como termorregulador ya que presenta resistencia a los bruscos cambios de temperatura,
- es el principal medio de transporte de nutrientes, desechos y otras sustancias,
- es un componente importante en los lubricantes del organismo (como mucosas y otros fluidos corporales presentes en cavidades y articulaciones),
- colabora en el mantenimiento de la forma y la estructura de las células.

Términos para no olvidar

En una **solución**, una sustancia denominada **solvente** disuelve a otra sustancia conocida como **soluto**. Por lo general, una solución contiene mayor concentración de solvente que de soluto. Por ejemplo, el sudor es una solución diluida de agua (solvente) con pequeñas cantidades de sales (solute).

Una sustancia es **hidrófila** (hidro = agua; fila = amor) cuando es soluble en agua. De lo contrario, una sustancia es **hidrófoba** (hidro = agua; foba = temor) cuando es insoluble en agua.

Minerales

Son diversos los minerales que se encuentran presentes en el cuerpo y constituyen alrededor del 4% de la masa corporal. Algunos se necesitan en grandes cantidades y otros en cantidades ínfimas, sin embargo, todos son fundamentales para el organismo. Los minerales con funciones conocidas en el cuerpo son Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, Fe, I, Mn, Cu, Co, Zn, F, Se y Cr. Los alimentos de origen tanto animal como vegetal son fuentes de minerales. Las funciones que cumplen son numerosas:

- forman parte de las moléculas de sustancias esenciales para el metabolismo (como el Fe en los glóbulos rojos),
- forman parte de estructuras del organismo (como el Ca en los huesos)
- regulan la acidez y alcalinidad del medio interno del organismo,
- regulan la actividad de muchas enzimas,
- participan en la transmisión del impulso nervioso,
- regulan el contenido de agua en el interior de las células (como el Na y el K).

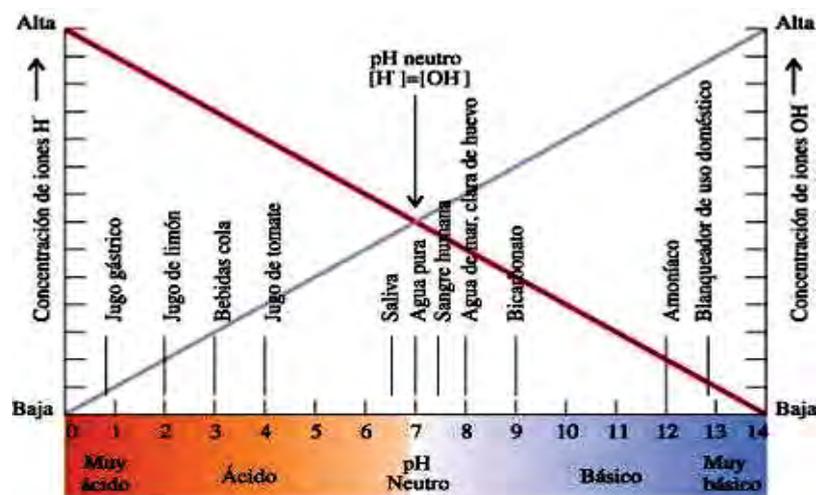
Ácidos, bases y sales

En una solución, las concentraciones que presenta de iones de hidrógeno (H^+) o de hidroxilo (OH^-) determinan su grado de acidez o alcalinidad. Una solución que contiene más iones H^+ que iones OH^- es

ácida. Por el contrario, si una solución contiene más iones OH^- que iones H^+ es **básica** o **alcalina**.

La escala que mide la proporción de iones H^+ y de OH^- en una sustancia se denomina **pH** (poder hidrógeno) y varía entre 0 y 14. Una solución ácida tiene un pH inferior a 7 y una solución básica, superior a 7. Casi todas las reacciones químicas de los sistemas vivos tienen lugar en un estrecho intervalo de pH alrededor de la neutralidad (es decir, alrededor de pH 7).

Las sales son producidas por el organismo como resultado de las reacciones químicas entre sustancias ácidas y básicas o son incorporadas al cuerpo generalmente a través de los alimentos. El cuerpo mantiene la concentración de sales en ciertos fluidos mediante actividades de **osmoregulación** (regulación de la concentración salina de los líquidos del cuerpo). De esta manera, cuando la ingesta de sales es insuficiente, el cuerpo tiende a eliminar líquidos con el objeto de restablecer la concentración salina en los fluidos corporales, pudiendo ocasionar deshidratación. El caso contrario, es decir, una ingesta excesiva de sales, puede ocasionar hipertensión arterial.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Sustancias orgánicas de importancia para el organismo humano:

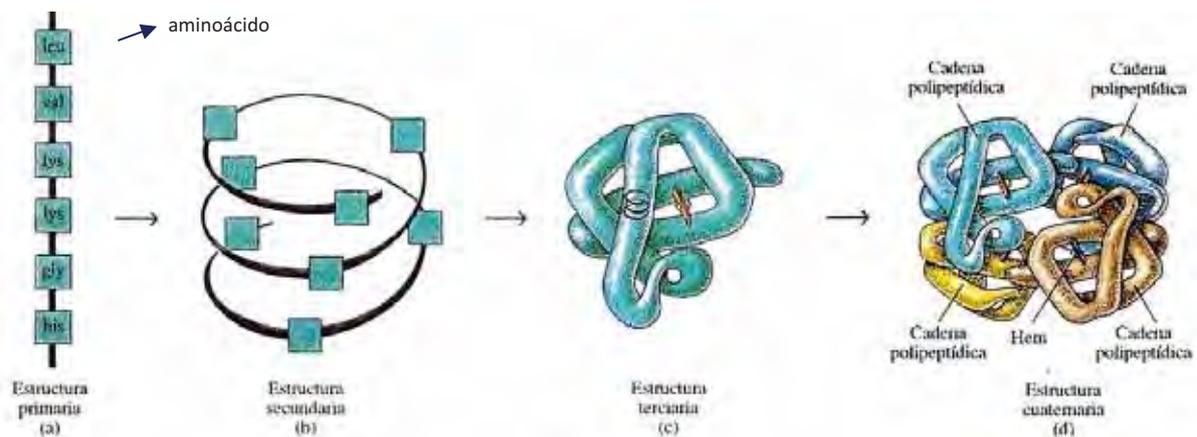
Las moléculas orgánicas pequeñas pueden combinarse para formar moléculas más grandes denominadas **macromoléculas** (*macro* = grande). Estas moléculas grandes suelen ser **polímeros** (poli = muchos; meros = partes). Un polímero es una molécula grande formada por muchas moléculas pequeñas, parecidas o idénticas, denominadas **monómeros** (mono = uno). Los monómeros son moléculas más simples y pequeñas que actúan como unidades estructurales. Las macromoléculas que sintetizan las células son las proteínas, los hidratos de carbono, los lípidos y los ácidos nucleicos.

Los **isómeros** (iso = igual) son moléculas que tienen la misma fórmula molecular pero diferente estructura. Por ejemplo, la fórmula molecular de los azúcares glucosa y fructosa es $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$; sin embargo, los átomos se encuentran en diferentes posiciones del esqueleto de carbono (ver carbohidratos) Y ello le otorga a los azúcares distintas propiedades químicas.

Proteínas

Existe una gran diversidad de proteínas, con formas y tamaños diferentes, que cumplen funciones muy variadas. A pesar de su diversidad, todas están formadas por unidades llamadas **aminoácidos**. Existen 20 tipos diferentes de aminoácidos que al unirse forman una cadena proteica o **polipéptido**.

Los alimentos de origen animal son la principal fuente de proteínas.



Fuente: Curtis y Barnes (1994)

Las principales funciones que desempeñan las proteínas en el cuerpo humano son muy variadas:

Función	Explicación	Ejemplos
Estructural	Forman material de construcción de las células y estructuras de protección de numerosos organismos.	Proteínas en la membrana celular; colágeno en la piel y huesos; queratina en pelos y plumas.
Enzimática	Actúan como catalizadores biológicos; aceleran reacciones químicas.	Amilasas (aceleran la degradación de carbohidratos); lipasas (aceleran la degradación de lípidos).
De transporte	Unen otras moléculas y las transportan en el organismo.	Hemoglobina de la sangre (transporta oxígeno); lipoproteínas (transportan lípidos).
Reguladora	Controlan numerosas funciones del organismo, como el crecimiento y la reproducción.	Hormona insulina (regula el nivel de glucosa en la sangre); hormona de crecimiento.
Contráctil	Tienen la capacidad de acortarse, lo que permite el movimiento del organismo.	Miosina en los músculos.
De defensa	Intervienen en la defensa contra agentes extraños al organismo.	Anticuerpos; fibrina (coagulación de la sangre).

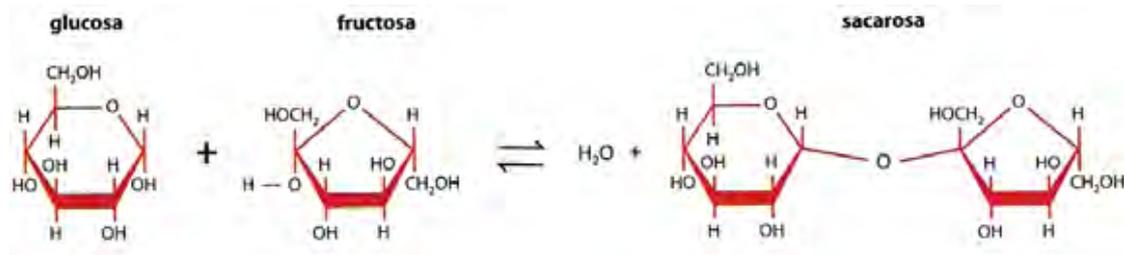
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Carbohidratos

Este grupo también se conoce con el nombre de **hidratos de carbono** o **glúcidos** (que significa dulce), o simplemente **azúcares**. Sus moléculas están formadas por átomos de C, H y O, que se combinan en

cantidades y formas variadas. Las más sencillas son monómeros que se denominan **monosacáridos** (como la glucosa). Los monosacáridos pueden unirse y formar moléculas de glúcidos más grandes llamados **disacáridos** (como la sacarosa o azúcar común y la lactosa). La unión de varios monosacáridos forma polímeros llamados **polisacáridos**, que son de gran tamaño y no tienen gusto dulce (como el almidón, el glucógeno y la celulosa).

Los alimentos de origen vegetal y productos lácteos son las principales fuentes de glúcidos.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Las principales funciones que desempeñan los carbohidratos en el organismo humano son:

Función	Explicación	Ejemplo
Energética	Son la principal fuente de energía de las células. Actúan durante el proceso de respiración celular (o de fermentación en ausencia de oxígeno).	Degradación de la glucosa
Reserva energética	Son polisacáridos que se almacenan en las células y pueden ser utilizados como fuente de energía. Estos se degradan en glucosa que luego son utilizados en el proceso de respiración celular.	Glucógeno
Estructural	Polisacáridos que actúan como material de construcción o de sostén de las células.	Glucoproteínas o glucolípidos que forman parte de la membrana celular.

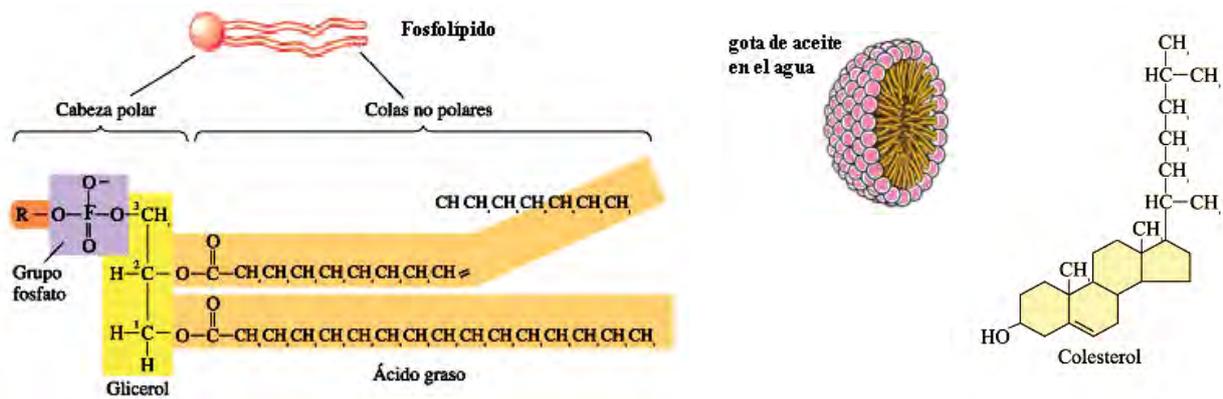
Lípidos

En este grupo se encuentran las *grasas*, *aceites*, *ceras* y *esteroides*. Sus moléculas están formadas por átomos de C, H y O, que se combinan en cantidades y formas variadas; pero todas presentan la misma característica: son hidrófobas.

Los **triglicéridos** (grasas y aceites), **fosfolípidos**, **glucolípidos** y ceras, están formados por una molécula de **glicerol** (zona soluble o polar de la molécula) y por cadenas de **ácidos grasos** unidos a él (zona insoluble o no polar).

Los **esteroides** (como el colesterol) están formados por cuatro anillos de carbonos unidos y varios de ellos suelen presentar cadenas hidrocarbonadas.

Los alimentos de origen animal son la principal fuente de lípidos, aunque algunas semillas, como girasol, maní, nueces y almendras, tienen un alto contenido de aceites. La mayor parte de frutas y verduras son pobres en estos nutrientes.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

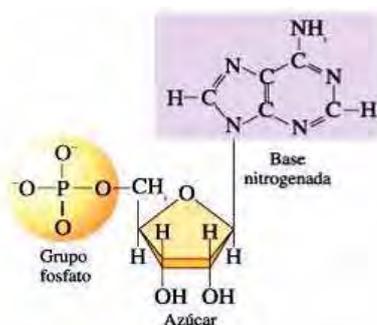
Los lípidos cumplen con tres funciones básicas:

Función	Explicación	Ejemplo
Reserva energética	Se almacenan en los tejidos grasos del organismo y son utilizados para la obtención de energía cuando hay poca disponibilidad de glúcidos.	Triglicéridos
Estructural	Son componentes fundamentales en varias estructuras del cuerpo, principalmente en las membranas celulares	Fosfolípidos, glucolípidos y colesterol
Reguladora	Son materia prima en la síntesis de sustancias indispensables para el funcionamiento del organismo	En vitaminas A, D, E y K, y en hormonas sexuales

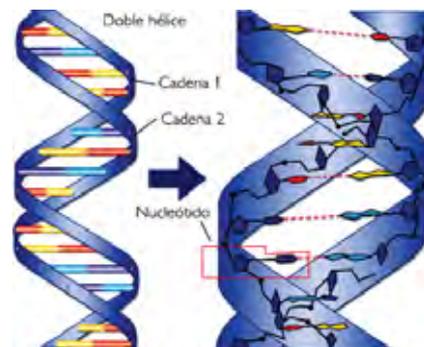
Ácidos nucleicos

Existen dos tipos de ácidos nucleicos, el **ADN** (ácido desoxirribonucleico) y el **ARN** (ácido ribonucleico). Sus moléculas son largas cadenas formados por unidades estructurales llamadas **nucleótidos**, constituidos por un grupo fosfato, un azúcar de 5 carbonos (pentosa) y una base nitrogenada.

El ADN es el portador de la información genética y el medio por el cual se trasmite dicha información de los progenitores a los hijos en el proceso de reproducción. El ARN interviene en el proceso de traducción o decodificación del ADN, que permite expresar la información contenida en él y que da como resultado las características del organismo.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)



Fuente: www.kalipedia.com (Editorial Santillana)

Vitaminas

Son un grupo de sustancias orgánicas que difieren entre sí en estructura química y función. A diferencia de los hidratos de carbono, lípidos y proteínas, no proveen de energía ni tienen funciones estructurales. La mayoría de las vitaminas cumplen funciones reguladoras como **coenzimas**. Una coenzima es una sustancia necesaria para la acción de una enzima.

Son nutrientes requeridos en pequeñas cantidades, pero su carencia, como exceso, puede causar trastornos en el funcionamiento del organismo.

Se las divide en dos grandes grupos, unas son solubles en grasas (como las vitaminas A, D, E y K) y se llaman **liposolubles** y otras son solubles en agua (como el complejo B y la vitamina C) y se denominan **hidrosolubles**. A continuación se detalla algunas fuentes y funciones principales.

Tipo	Nombre	Fuente	Función
Liposolubles	A (caroteno)	Yema, vegetales amarillos y verdes, frutas, hígado, manteca	Promueve la agudeza visual. Mantiene la estructura de la piel.
	D (calciferol)	Aceites de pescado, hígado, lácteos fortificados, acción del sol sobre los lípidos de la piel	Participa en la absorción de Ca en el intestino. Formación de los huesos y los dientes.
	E (tocoferol)	Vegetales de hojas verdes, germen de trigo, aceites vegetales	Participa en la formación de Glóbulos rojos, ADN y ARN. Inhibe la oxidación de ácidos grasos.
	K (naftoquinona)	Síntesis por bacterias intestinales, vegetales de hoja	Posibilita la síntesis de sustancias que intervienen en la coagulación.
Hidrosolubles	B₁ (tiamina)	Cerebro, hígado, riñón, corazón, cerdo, granos enteros	Formación de las coenzimas implicadas en la respiración celular.
	B₂ (riboflavina)	Leche, huevos, hígado, granos enteros	Componente de coenzimas que participan en el metabolismo de carbohidratos y proteínas.
	B₃ (niacina)	Granos enteros, hígado y otras carnes, levaduras	Son parte de sustancias que participan en la respiración celular. Participa en el metabolismo de lípidos.
	B₅ (ácido pantoténico)	Presente en la mayoría de los alimentos	Componente de coenzimas que participan en la respiración celular.
	B₆ (piridoxina)	Granos enteros, hígado, riñón, peces, levaduras	Participa en el metabolismo de los aminoácidos y de los ácidos grasos
	B₁₂ (cianocobalamina)	Hígado, riñón, cerebro, huevos, productos lácteos	Maduración de los glóbulos rojos. Coenzima del metabolismo de los aminoácidos
	Ácido fólico (B₉, B₁₀ o M)	Hígado, vegetales de hoja	Síntesis de ácidos nucleicos. Formación de glóbulos rojos.
	Biotina (H, B₇ o B₈)	Yema del huevo, síntesis de las bacterias intestinales	Vinculada con la síntesis de ácido graso. Participa en la fijación del CO ₂ y en el metabolismo de los aminoácidos.
C (ácido ascórbico)	Cítricos, tomates, vegetales de hojas verdes, papas	Promueve la producción de colágeno. Actúa con los anticuerpos. Facilita la cicatrización. Antioxidante.	

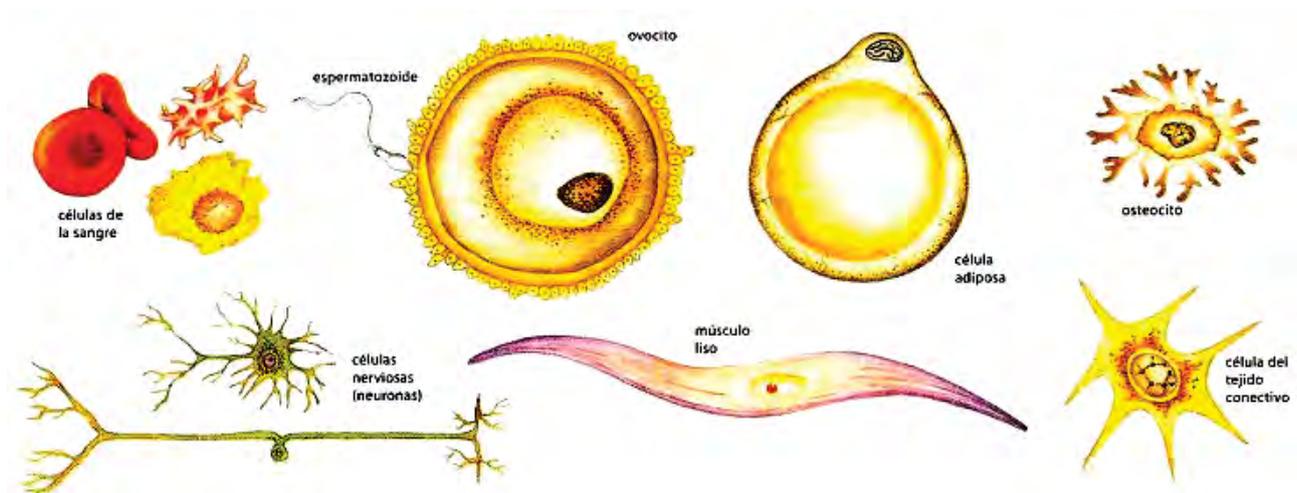
Célula

La célula es el nivel de organización en la que la vida aparece como una característica nueva y distintiva. Las células constituyen la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos.

Existe una gran diversidad de células en cuanto a la variedad de formas, estructuras y tamaños.

La forma de las células está relacionada fundamentalmente con la función que cumplen en el organismo. Por ejemplo, las células esféricas, como los glóbulos blancos, son apropiadas para ser transportadas en medios acuosos; las células poliédricas, como la de los tejidos epidérmicos, están especializadas en la función de protección; las células estrelladas, como las nerviosas, se encargan de captar y transmitir los impulsos nervios; las células en forma de huso, como las musculares, forman las paredes de distintos órganos y tienen la posibilidad de contraerse y alargarse para producir el movimiento.

La gran mayoría de las células son microscópicas y miden entre 10 y 100 micrómetros de longitud (1000 micrómetros = 1 milímetro). Sin embargo, existen excepciones. Algunas células (como ciertas células nerviosas) son visibles a simple vista y pueden alcanzar varios centímetros de longitud.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

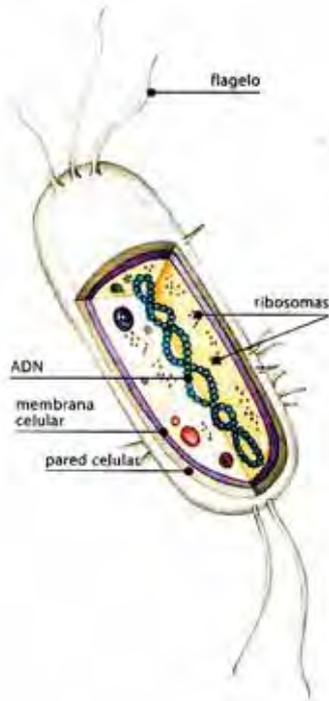
Tipos de células

Se diferencian dos tipos básicos de células:

Eucariotas: (*eu* = verdadero; *carion* = núcleo) Son células que presentan su **materia genética** (ADN) rodeado por una **membrana nuclear**, que forma un **núcleo celular** bien definido. En el **citoplasma** (cuerpo de la célula) se encuentra una serie de membranas que delimitan **organelas** encargados de diferentes funciones dentro de las células. Algunas células presentan una **pared celular** (como las células vegetales) que rodea a la **membrana celular**.

Procariontas: (*pro* = antes; *carion* = núcleo) Son células que no presentan **núcleo celular** y el **materia genética** se encuentra libre en el **citoplasma**. Carecen de estructuras u **organelas** encargadas de diferentes funciones dentro de la célula y presentan una **pared celular** por fuera de la **membrana celular**. Esta célula es característica de las bacterias.

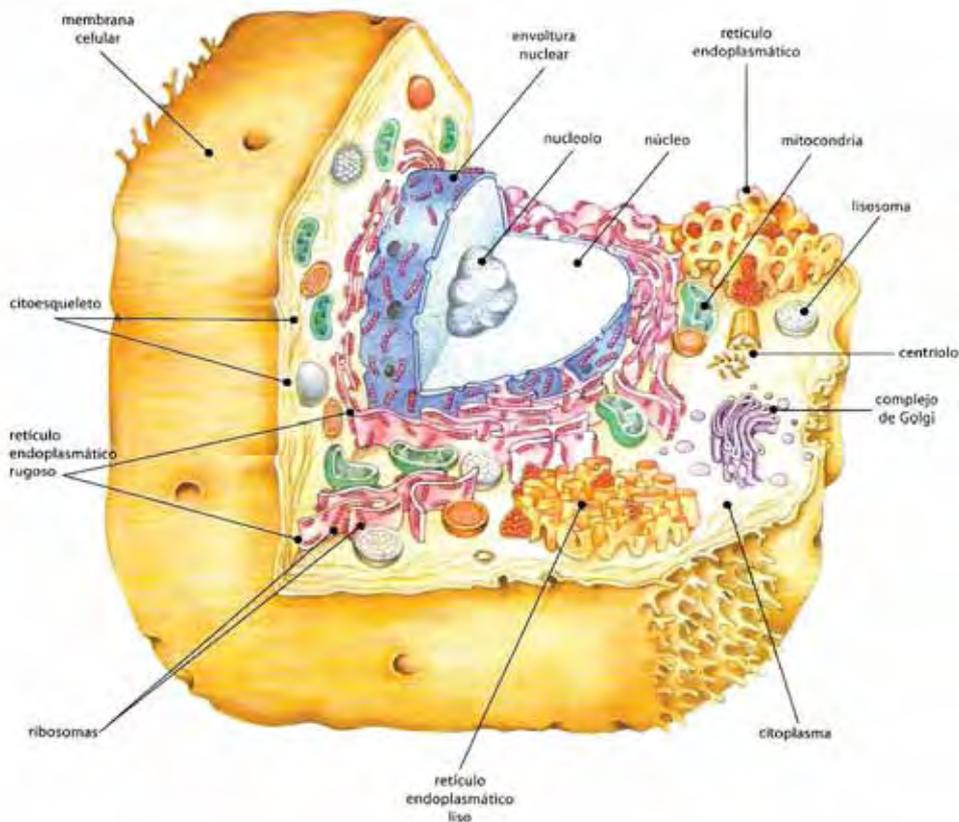
Célula procariota



Célula eucariota vegetal



Célula eucariota animal



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Estructura celular y funciones

A pesar de la gran diversidad de tamaños, formas y funciones que presentan las células eucariotas, en todas ellas se puede reconocer:

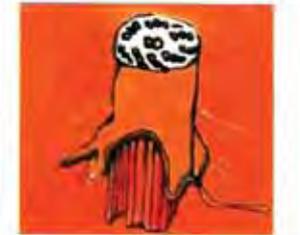
Membrana celular: también llamada **membrana plasmática**. Rodea y protege a la célula.

Citoplasma: es el cuerpo de la célula y su estructura de sostén. Se encuentra formado por el **citosol** (matriz) y por las **organelas**.

Organelas: también llamadas **organoides**. Se encuentran en el citoplasma y llevan a cabo distintas funciones vitales de la célula.

Se detalla a continuación estructura y función de las organelas de una célula eucariota animal, célula característica del organismo humano:

		ESTRUCTURA	FUNCIÓN
CUBIERTA CELULAR	MEMBRANA	 <p>Está formada por una doble capa de fosfolípidos en las que se encuentran embutidas proteínas. A este modelo de la estructura que se repite en cualquier membrana celular se lo denomina "mosaico fluido". Mosaico porque está formado por piezas, los lípidos y las proteínas, y fluido porque éstos pueden moverse por toda la superficie como si fueran témpanos de proteínas en un mar de lípidos.</p>	<p>Separa a la célula del medio que la rodea. Es una barrera selectiva que en interacción con las sustancias del medio posibilita o no su entrada o salida. La membrana también permite a la célula detectar los cambios que se producen en el medio que la rodea, es decir captar estímulos.</p>
	ENVOLTURA NUCLEAR	 <p>Está formada por dos membranas concéntricas, cada una de las cuales es semejante a la membrana celular. Está atravesada por gran cantidad de poros.</p>	<p>Regula el paso de sustancias entre el núcleo y el citoplasma.</p>
NÚCLEO CELULAR	CROMOSOMAS-CROMATINA	 <p>Los cromosomas están constituidos por ADN y proteínas. Cuando la célula no está en división aparecen como hilos delgados, enredados en forma de un ovillo que se conoce como <i>cromatina</i>. Cuando la célula se divide, los cromosomas se observan como corpúsculos individuales con una forma típica de X.</p>	<p>Portan la información genética y controlan las actividades celulares.</p>
	NUCLÉOLO	 <p>Es un corpúsculo de ARN, proteínas y en muy pequeña proporción ADN. Puede existir uno o varios.</p>	<p>En ellos se forman las subunidades de ARN y proteínas que posteriormente en el citoplasma constituyen los ribosomas.</p>

		ESTRUCTURA	FUNCIÓN	
CITOPLASMA	RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO		Es un conjunto de conductos membranosos aplanados en forma de red que recorren todo el interior de la célula. En algunos sectores adquieren un aspecto rugoso por estar asociados con ribosomas.	Permiten el intercambio de sustancias entre las diversas estructuras celulares. Comunican la membrana nuclear con la celular. En la parte lisa se producen lípidos y en los ribosomas de la parte rugosa se sintetizan las proteínas. Las proteínas formadas quedan encerradas en vesículas (bolsitas) que son transportadas a otras partes de la célula.
	APARATO DE GOLGI		Son estructuras membranosas que continúan al retículo endoplasmático y tienen una estructura similar a éste, pero con aspecto de "platos" y vesículas aplastadas.	Captar las vesículas provenientes del retículo endoplasmático, modificar su contenido y sus membranas y formar nuevas vesículas que transportan el nuevo material a otras partes de la célula y especialmente hasta la membrana celular. Ese nuevo material puede ser sustancias que deben ser transportadas fuera de la célula.
	RIBOSOMAS		Corpúsculos constituidos por ARN y proteínas que están adheridos a la membrana del retículo o libres en el citoplasma. Están formados por dos subunidades.	Intervienen en la formación de proteínas.
	LISOSOMAS		Son tipos de vesículas (bolsitas) de gran tamaño formadas por el complejo de Golgi. Contienen enzimas.	Las enzimas de los lisosomas permiten la degradación de proteínas, azúcares y lípidos. Como estas moléculas están presentes en las diversas estructuras celulares, si las enzimas de los lisosomas no estuvieran encerradas dentro de ellos, la célula misma se destruiría. Los lisosomas que contienen enzimas para degradar bases nitrogenadas, entre otros compuestos, se llaman <i>peroxisomas</i> .
	VACUOLAS		Son vesículas de membranas que en algunas células vegetales pueden ser bastante grandes y ocupar hasta el 90% del volumen celular.	En ellas se almacenan distintos tipos de sustancias, como agua y otras reservas y desechos.
	MITOCONDRIAS		Son bolsitas membranosas delimitadas por dos membranas. La interna se repliega formando crestas.	Son las "centrales energéticas" de las células eucariotas, en ellas se realiza la respiración celular. En este proceso se produce un conjunto de reacciones bioquímicas donde, a partir de la degradación de sustancias orgánicas (como la glucosa), se obtienen sustancias inorgánicas y moléculas de ATP (Adenosin Trifosfato) que son de alto contenido energético disponible para las células. (Ej.: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 38ATP$)
	MICROFILAMENTOS, MICROTÚBULOS Y CENTRIÓLOS		En todas las células existen microtúbulos y microfilamentos en el citoplasma. Estos están compuestos por proteínas. Los centriolos son cilindros formados por microtúbulos y se presentan de a pares, dispuestos en ángulo recto cerca del núcleo. Se observan en muchas células eucariotas.	Los microtúbulos y filamentos dan un soporte esquelético a la célula y son la base de los movimientos celulares. Los centriolos participan en la formación de una estructura que está relacionada con el desplazamiento de los cromosomas durante la división celular, el <i>huso mitótico</i> .
	CILIAS Y FLAGELOS		Son estructuras largas y delgadas en forma de pelos o látigos que pueden encontrarse en muchas células eucariotas. Están constituidos por microtúbulos. Presentan un extremo anclado en la célula y el otro libre, todo envuelto por la membrana celular. La diferencia entre cilias y flagelos es la longitud y la cantidad: si son cortos y aparecen en grandes cantidades se llaman cilias; si son largos y se presentan en poca cantidad, son flagelos.	Gracias al extremo libre, las cilias y los flagelos son capaces de realizar diversos movimientos que permiten la locomoción de la célula.

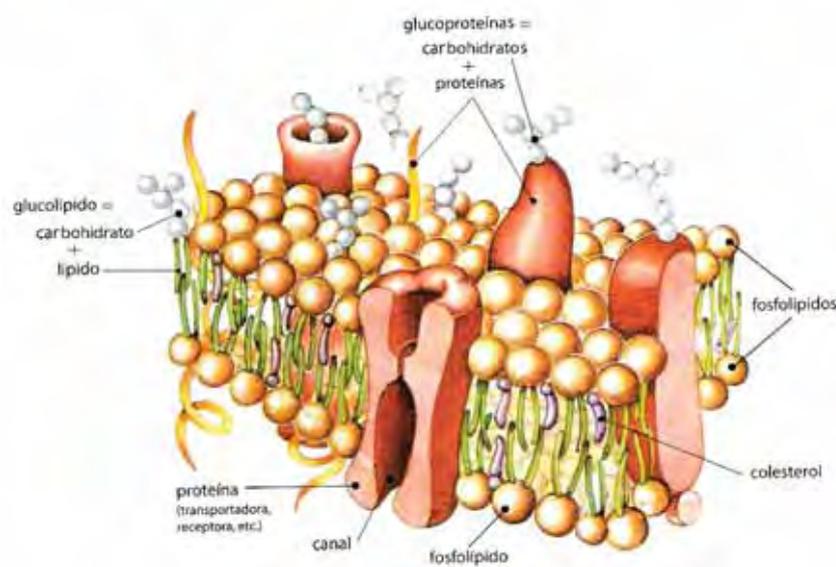
Fuente: Perlmutter y otros (1998)

Entrada y salida de sustancias en la célula

En todos los sistemas vivos, desde los procariotas a los eucariotas multicelulares más complejos, la regulación del intercambio de sustancias con el mundo inanimado ocurre a nivel de la célula individual y es realizado por la membrana celular. La membrana celular regula el paso de materiales hacia dentro y fuera de la célula, una función que hace posible que la célula mantenga su integridad estructural y funcional. Esta regulación depende de interacciones entre la membrana y los materiales que pasan a través de ella.

La membrana celular, como todas las membranas biológicas, está formada por una **bicapa** de moléculas de fosfolípidos, proteínas, colesterol y carbohidratos (glucolípidos y glucoproteínas) y tiene un grosor entre 7 y 9 nanómetros.

La disposición de los fosfolípidos en una bicapa en solución acuosa se debe a su particular estructura química. Sus colas hidrofóbicas de ácidos grasos apuntan hacia el interior de la bicapa y sus cabezas hidrofílicas de fosfato y glicerol apuntan al exterior (hacia el citoplasma y el medio extracelular). Las moléculas de colesterol se encuentran insertas entre las colas hidrofóbicas, las proteínas embutidas en la bicapa y entremezcladas con las moléculas de fosfolípidos se encuentran moléculas de glucoproteínas y glucolípidos. Los carbohidratos que se encuentran en el lado externo de la membrana están implicados en la adhesión de las células entre sí.

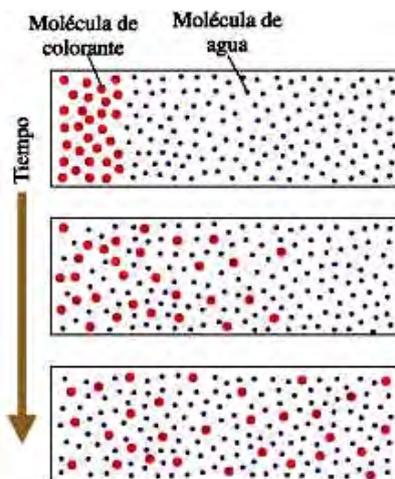


Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Las membranas biológicas son selectivamente permeables debido a que permiten el paso de ciertas sustancias y obstaculizan el pasaje de otras. Los tipos de transporte de sustancias a través de la membrana pueden ser pasivos o activos.

En el **transporte pasivo** de un soluto a través de una membrana, no requiere gasto de energía y se realiza a favor de un gradiente de concentración, es decir, el soluto se transporta desde una región de mayor concentración a una de menor concentración.

Por el contrario, en el **transporte activo** se requiere gasto de energía y el soluto se transporta en contra de su gradiente de concentración.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

En esta figura se observa como moléculas de colorante, sin gasto de energía, se desplazan azarosamente y tienden a alejarse de la región en donde su concentración es mayor, es decir, se mueven a favor de su gradiente de concentración. Este fenómeno se puede observar por ejemplo, al destapar un frasco de colonia y percibir en pocos segundos su fragancia o al colocar un saquito de té en una taza con agua caliente y observar a los pocos minutos su color característico en todo el líquido.

Los transportes de sustancias más comunes a través de membranas celulares son:

Difusión: es el transporte pasivo, es decir, sin gasto de energía y a favor de un gradiente de concentración, de sustancias a través de la bicapa fosfolipídica de las membranas celulares. Este transporte lo realizan moléculas polares y no polares sin carga de pequeño tamaño como el agua, el O₂ y el CO₂. La figura anterior, aunque no se atraviesa una membrana, es un ejemplo de difusión simple.

Ósmosis: Es un caso especial de difusión realizada por las moléculas de agua. Es el pasaje de agua, a través de una membrana selectivamente permeable, desde una solución acuosa que tiene una mayor concentración de agua (por lo tanto menor concentración de soluto) a una solución acuosa que presenta menor concentración de agua (es decir, mayor concentración de soluto). Las soluciones que tienen el mismo número de partículas de soluto por unidad de volumen total se denominan **soluciones isotónicas** (*iso* = igual). En la ósmosis, las moléculas de agua difunden de una **solución hipotónica** (*hipo* = poco, menos) a una **solución hipertónica** (*hiper* = mucho, más).

Difusión facilitada: Las moléculas polares relativamente grandes sin carga, o los pequeños iones (con carga) no pueden atravesar el interior hidrofóbico de la bicapa fosfolipídica de las membranas celulares. En este caso la difusión se realiza facilitada por las proteínas asociadas a la membrana. Por ejemplo, en el transporte de la glucosa, los aminoácidos y algunos iones.

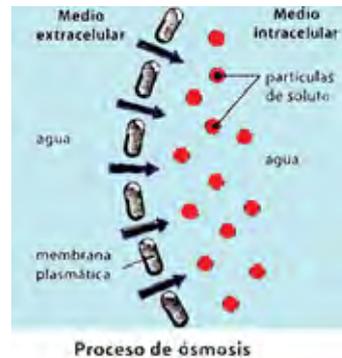
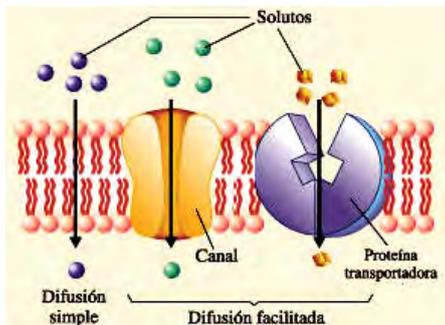
Se pueden distinguir dos tipos principales de proteínas de transporte: las llamadas proteínas transportadoras o carrier y las proteínas formadoras de canales o canales iónicos. Las **proteínas transportadoras** que se encuentran en la membrana plasmática son altamente selectivas. Lo que determina qué moléculas puede transportar es la configuración de la proteína, o sea, su estructura ya que el soluto se une a este canal. **Las proteínas formadoras de canales** no se unen al soluto, sino que forman poros hidrofílicos que atraviesan la membrana permitiendo exclusivamente el pasaje de iones y el tipo de ion se selecciona de acuerdo al tamaño y a la carga. Los canales iónicos se encuentran generalmente cerrados con una especie de compuerta y pueden abrirse por un tiempo breve como respuesta a distintos tipos de estímulos, permitiendo el pasaje de un ion específico a través de la membrana.

Bomba de Sodio y Potasio: Es un transporte activo, es decir, con gasto de energía y en contra de un gradiente de concentración de iones. Esta bomba funciona a expensas de proteínas asociadas a la membrana celular, intercambiando iones de sodio (Na^+) que se encuentra en el interior de la célula en menor concentración, por iones de potasio (K^+) que se hallan en el medio extracelular. Este tipo de transporte es fundamental, por ejemplo, en la transmisión del impulso nervioso.

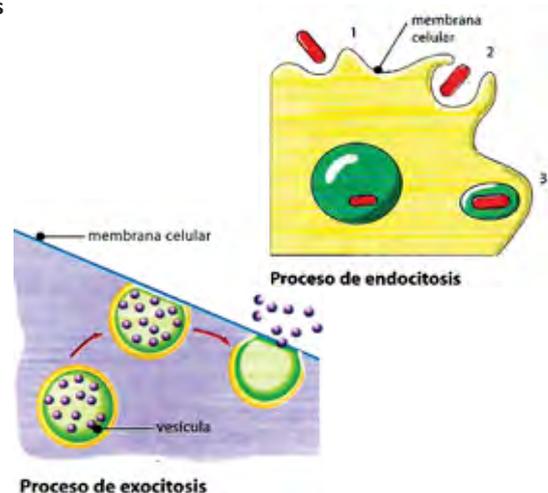
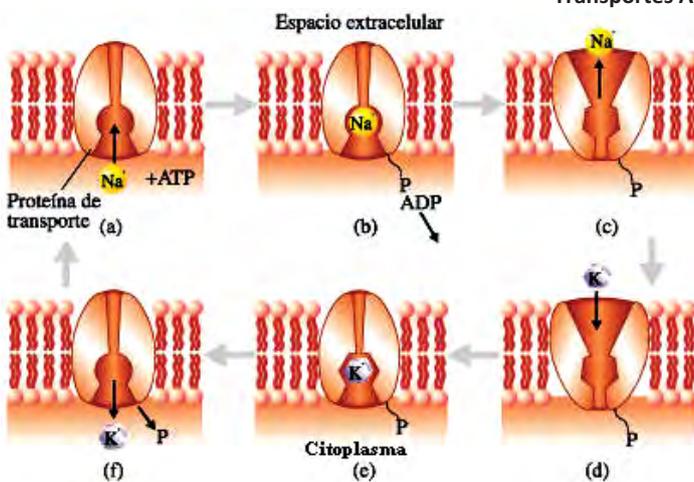
Exocitosis: es el transporte activo por el cual salen de la célula sustancias relativamente grandes. Vesículas formadas en el interior de la célula, por ejemplo en el aparato de Golgi, transportan sustancias en su interior. Cuando se acercan a la membrana plasmática, se fusionan a ella y expulsan su contenido al exterior de la célula.

Endocitosis: es el transporte activo por el cual ingresan a la célula sustancias relativamente grandes. El material que se incorporará a la célula induce una invaginación de la membrana, produciéndose una vesícula que encierra a la sustancia. Esta vesícula es liberada en el citoplasma. Se conocen tres formas de endocitosis: la **fagocitosis** (transporte de partículas sólidas), la **pinocitosis** (transporte de sustancias líquidas) y la **endocitosis mediada por receptor** (donde las sustancias que serán transportadas al interior de la célula deben primero acoplarse a moléculas receptoras específicas de la membrana celular).

Transportes Pasivos



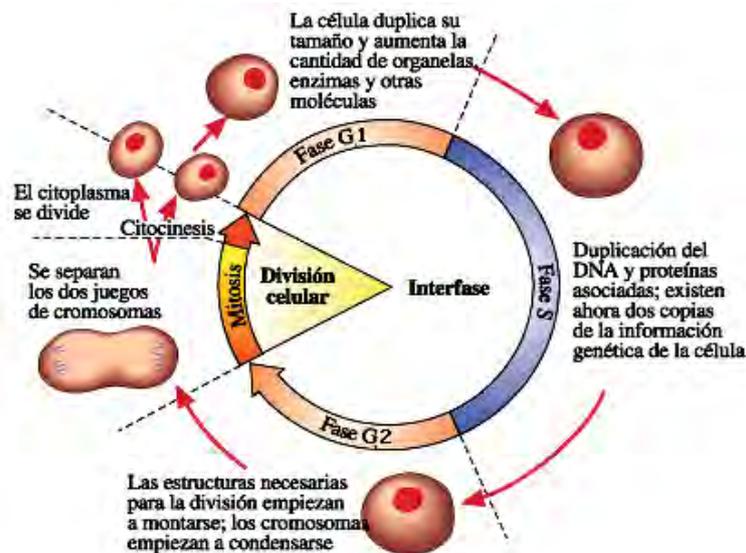
Transportes Activos



Fuentes: Curtis y Barnes (2000) y Bocalandro y otros (2001)

Ciclo celular

Las células pasan por una secuencia constante de divisiones y etapas de crecimiento, que constituyen el **ciclo celular**. Se pueden diferenciar dos momentos básicos en este ciclo. La **interfase**, que es el periodo en el cual la célula sintetiza diversas sustancias que formarán parte de los componentes celulares. Esta fase se subdivide en tres etapas, **fase G1**, **fase S** y **fase G2**. La segunda etapa es la **fase de división celular**, donde la célula se reproduce.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Reproducción celular

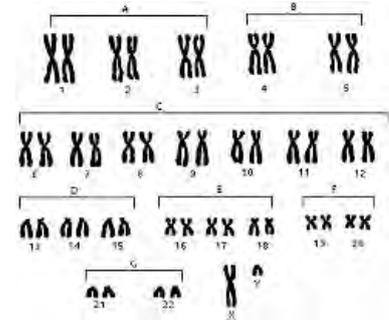
La reproducción o **división celular** implica la formación de nuevas células a partir de una preexistente. Existen dos tipos de división celular. Las **células somáticas** (células del cuerpo) se dividen por un proceso denominado **MITOSIS**. En los tejidos que dan origen a las **células sexuales** o **gametas** (óvulos y espermatozoides) se produce otro tipo de división celular llamado **MEIOSIS**. En la especie humana, el proceso de formación de óvulos recibe el nombre de **ovogénesis** (ovo = óvulo, huevo; génesis = origen) y el proceso de formación de espermatozoides, **espermatoagénesis** (espermato = espermatozoide).

En la mitosis, se originan dos células hijas idénticas a la célula madre, con las mismas características estructurales y funcionales. A estas células que presentan el número de cromosomas característico de su especie se las denomina **diploides** o $2n$, por presentar un par de cromosomas (**cromosomas homólogos**) con la misma clase de información genética que proviene de cada progenitor. Este tipo de división celular permite el crecimiento y desarrollo del organismo en su conjunto y la reparación de tejidos dañados.

En la meiosis, se originan 4 células hijas con la mitad de cromosomas de la célula madre. A estas células que presentan la mitad del número de cromosomas característico de la especie se las llama **haploides** o n . La reducción del número de cromosomas a la mitad en este tipo de división celular permite que, en el momento de unión de las gametas sexuales durante la fecundación, se reconstituya el número característico de cromosomas de la especie.

En el caso de la especie humana, cada célula sexual contiene 23 cromosomas y cada célula somática 46 cromosomas (23 pares de cromosomas homólogos).

Tipos de células		Nº de cromosomas (en la especie humana)
Por su función	Por el nº de cromosomas	
Células somáticas	Células diploides	46 cromosomas = 2n
Células sexuales	Células haploides	23 cromosomas = n



Mitosis

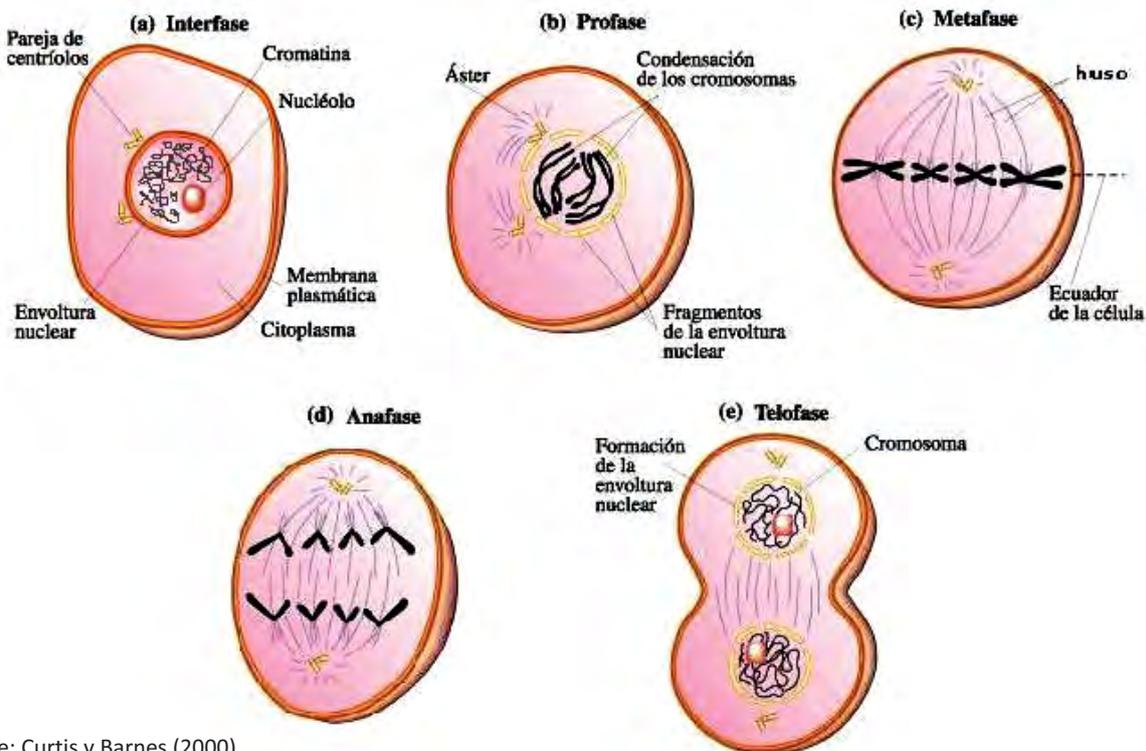
Una vez que el ADN se ha duplicado durante la interfase, la célula comienza a dividirse en un proceso donde se pueden diferenciar cuatro fases o etapas:

Profase: Los centriolos empiezan a moverse en dirección a los polos de la célula, los cromosomas condensados son ya visibles, la envoltura nuclear se rompe y comienza la formación del huso mitótico.

Metafase: Los cromosomas se desplazan hacia el plano ecuatorial (o ecuador de la célula), se ordenan sobre las fibras del huso y se alinean orientando cada **cromátida hermana** (cada brazo de ADN duplicado que conforma al cromosoma) hacia los polos.

Anafase. Las cromátidas se separan y se deslizan por las fibras del huso hacia los polos de la célula.

Telofase. Se reconstituye la envoltura nuclear, los cromosomas se descondensan y adquieren nuevamente un aspecto difuso, los nucléolos reaparecen, el huso mitótico se desorganiza y la membrana plasmática se invagina en un proceso llamado citocinesis, que hace separar las dos células hijas.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Meiosis

Este proceso incluye dos divisiones celulares sucesivas: la **meiosis I** y la **meiosis II**.

Meiosis I:

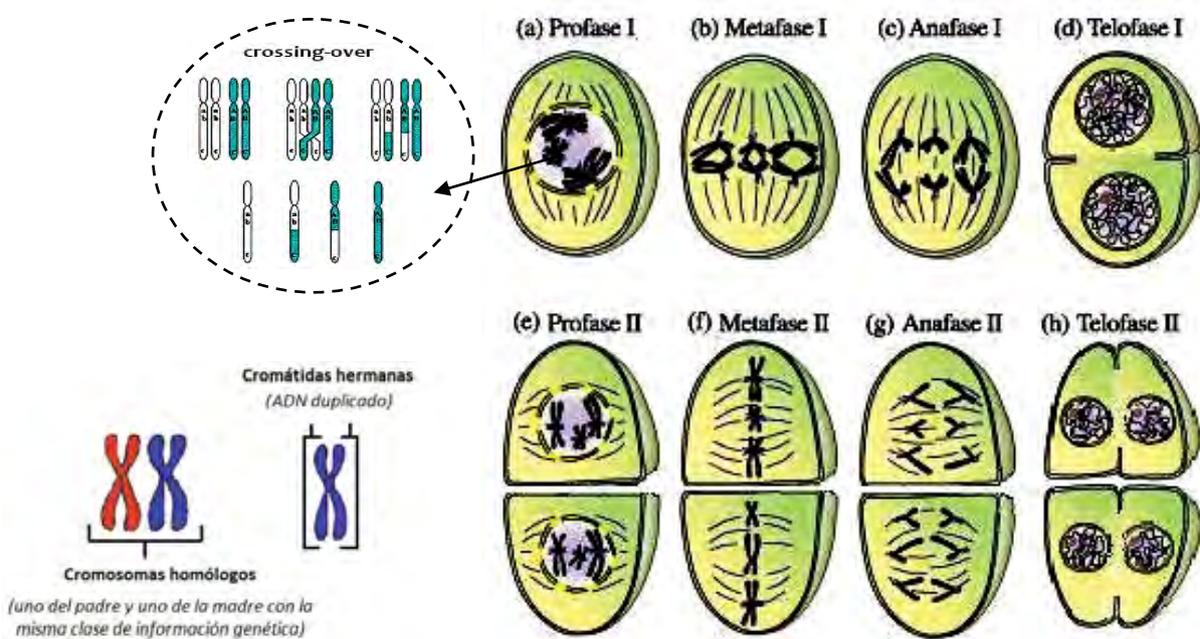
Profase I: es más larga y compleja que la profase de la mitosis porque además se produce un mecanismo llamado **entrecruzamiento** o **crossing-over**, donde los cromosomas homólogos se acercan e intercambian material genético.

Metafase I: los cromosomas homólogos se disponen en el plano ecuatorial de la célula.

Anafase I: los cromosomas homólogos migran opuestamente a cada polo de la célula. Como consecuencia, se producirá la reducción del número de cromosomas de cada célula hija.

Telofase I: es similar a la telofase de la mitosis.

Meiosis II: esta segunda división meiótica es igual a una mitosis, pero sin duplicación previa de ADN.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Tejidos

Los tejidos están formados por células que llevan a cabo funciones especializadas en el organismo. Sus características están dadas por el tipo de células y de sustancia intercelular que los componen. Los tejidos se agrupan de forma organizada y trabajan de forma integrada conformando un órgano, que a su vez, forman sistemas de órganos o aparatos (capítulos 2, 3 y 4).

En el cuerpo humano, los tipos de tejidos suelen ser clasificados en cuatro grupos: **tejido epitelial**, **tejido conectivo**, **tejido nervioso** y **tejido muscular**. Estos tejidos del cuerpo se desarrollan a partir de las tres primeras formaciones tisulares en el embrión humano llamados **ectodermo**, **mesodermo** y **endodermo**. El tejido epitelial deriva de estas tres capas. Todos los tejidos conectivos y la mayoría del tejido muscular derivan del mesodermo. El tejido nervioso deriva del ectodermo.

La piel, los músculos y los huesos, suelen considerarse tanto tejidos como sistemas ya que en ellos funcionan otros tejidos en forma coordinada. La piel está constituida por varios tejidos, como la epidermis, la dermis, el adiposo y además llegan capilares sanguíneos y fibras nerviosas. Los músculos están constituidos por el tejido muscular estriado donde también llegan capilares sanguíneos y fibras nerviosas y además está rodeado de tejido conectivo. Y los huesos están formados por distintos tipos de tejido conectivo. A continuación se detalla la estructura y funciones de cada tipo de tejido:

Tejidos	Características	Funciones	Ejemplos
<p>Epitelial</p> 	<p>Células que forman láminas continuas. Las células pueden ser aplanadas, cúbicas o columnares. Pueden estar constituidas por una sola capa (epitelio simple) o por varias (epitelio estratificado). La sustancia intercelular es escasa.</p>	<p>Reviste la superficie del cuerpo y tapiza los órganos huecos, cavidades y conductos Regulación del ingreso y egreso de sustancias.</p>	<p>Epidermis (epitelio estratificado). Glándulas (tejidos epiteliales productores de sustancias, como saliva, sudor, etc.).</p>
<p>Conectivo</p> 	<p>Células muy separadas unas de otras por sustancias que ellas producen. Estas sustancias constituyen la matriz y le dan soporte al tejido.</p>	<p>Sostén y protección de los otros tres tipos de tejidos. Existen distintos tipos de tejidos conectivos, y, por lo tanto, sus funciones varían según la matriz que poseen. Entre ellos podemos nombrar a los tejidos adiposo, sanguíneo, óseo, cartilagenoso, mucoso, etc.</p>	<p>Tejido óseo: la matriz está impregnada con calcio, lo que le da dureza. Sangre y linfa: la matriz es un fluido llamado plasma, en el cual se encuentran las células y numerosas sustancias, disueltas o en suspensión.</p>
<p>Nervioso</p> 	<p>Las células que lo componen son las neuronas. Existe otro tipo de células que acompañan a las neuronas, llamadas células de la neuroglia.</p>	<p>Percepción de estímulos externos o internos que transforman en señales electroquímicas. Dichas señales transmiten información para que otras neuronas, los músculos o las glándulas elaboren respuestas a los estímulos.</p>	<p>Tejido que compone los nervios, los ganglios nerviosos, el encéfalo y la médula espinal.</p>
<p>Muscular</p> 	<p>Células alargadas constituidas por fibrillas elásticas (de proteínas), que ocupan casi todo el citoplasma. La sustancia intercelular es escasa. Existen dos tipos de tejido muscular: el liso y el estriado.</p>	<p>Liso: hace posible los movimientos involuntarios. Estriado: lleva a cabo, generalmente, los movimientos voluntarios.</p>	<p>Liso: forma parte de las paredes de los órganos. Estriado: Constituye los músculos esqueléticos. El músculo de la pared del corazón, si bien es estriado, realiza movimientos involuntarios.</p>

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Organismo humano

Sistema abierto, complejo y coordinado

El organismo humano, como el resto de los seres vivos, puede ser considerado como un **sistema complejo** porque está conformado por diversos sistemas de órganos o aparatos que llevan a cabo funciones vitales especializadas para el organismo, como incorporar, distribuir, transformar, redistribuir y eliminar la materia y la energía que se intercambian continuamente con el medio.

A su vez, se lo considera un **sistema coordinado** porque cuenta con sistemas de órganos que regulan y controlan todos estos procesos.

También se lo considera un **sistema abierto** porque, además de materia y energía, el organismo también intercambia información con el medio circundante, la cual es captada por los receptores sensoriales, ubicados en los órganos de los sentidos, y procesada como información para elaborar respuestas dirigidas a mantener la estabilidad del organismo.

Funciones generales del organismo humano

Las funciones que se llevan a cabo en el organismo humano se pueden agrupar en:

Funciones de nutrición: son aquellas que hacen posible la obtención y transformación de materia y energía. Se consideran funciones de nutrición a la incorporación y transformación de alimentos, al intercambio gaseoso que intervienen en la respiración celular, al transporte de sustancias y a la eliminación de desechos (unidad 2).

Funciones de relación y coordinación: son aquellas que permiten mantener la estabilidad del medio interno del organismo respecto del medio externo. Estas funciones son la recepción de estímulos, la transmisión de señales y elaboración de respuestas, y la defensa del organismo contra agentes extraños (unidad 3).

Función de reproducción: a diferencia de las otras funciones, la reproducción no es indispensable para la vida de un organismo, pero sí asegura la perpetuación de la especie en el tiempo (unidad 4).

Características generales del organismo humano vivo

En general, no es difícil reconocer si algo tiene vida o no. Sin embargo, definir el concepto **vida** no suele ser muy sencillo. En términos generales, las características más importantes que presenta el organismo humano vivo son:

Organización estructural: El organismo humano está formado por unidades funcionales y estructurales denominados *células*. Las células del cuerpo varían en forma, tamaño y función, pero cumplen con las

funciones básicas mediante las cuales intercambian materia y energía con su medio externo para utilizarlas, transformarlas, crecer y reproducirse. Los procesos de todo el organismo son el resultado de las funciones integradas y coordinadas de sus células constituyentes.

Metabolismo: Es el resultado de todos los procesos químicos que se producen en el organismo. El **catabolismo** es el proceso metabólico por el cual se produce la ruptura de moléculas complejas en componentes más simples. El **anabolismo** es el proceso metabólico donde se sintetizan sustancias químicas complejas a partir de elementos más simples. Por ejemplo, durante el proceso digestivo se catabolizan o degradan las proteínas de las comidas en aminoácidos, los cuales pueden utilizarse para sintetizar o construir nuevas proteínas que formarán estructuras corporales, tales como músculos y huesos.

Respuesta o irritabilidad: Capacidad del cuerpo de detectar cambios y responder ante ellos. Las distintas células del cuerpo responden de manera característica ante los cambios del medio externo. Por ejemplo, retirar con rapidez la mano al tocar una fuente de alta temperatura.

Homeostasis: (*homo* = igual, similar; *stasis* = posición, estabilidad) Capacidad que permite a un organismo humano mantener las condiciones de su medio interno relativamente constante. Esta propiedad permite el correcto funcionamiento del organismo a pesar de los continuos cambios a su alrededor y en su interior. La temperatura, la presión, el contenido de agua, de nutrientes y de desechos, necesitan un ajuste permanente dentro del organismo para asegurar su estabilidad. Estos ajustes se realizan a través de mecanismos de autorregulación. Por ejemplo, cuando se eleva la temperatura corporal, el cuerpo produce sudor. La evaporación del sudor sobre la superficie de la piel absorbe calor del cuerpo. Asimismo, los vasos periféricos se dilatan y la sangre fluye en mayor cantidad cerca de la piel para enfriarse. Por eso, la piel se torna de un color más rojizo después de un ejercicio debido a que está más irrigada.

Movimiento: Incluye desde la posibilidad de desplazamiento de todo el cuerpo, hasta el movimiento de las células dentro del organismo. Por ejemplo, la acción coordinada de los músculos de las piernas permite el desplazamiento del cuerpo al caminar; o cuando un tejido del cuerpo se daña o se infecta, ciertas células se trasladan por la sangre hasta el tejido dañado para repararlo.

Crecimiento y desarrollo: Las células de un organismo se multiplican continuamente y dan origen a nuevas células que pueden reemplazar a las que mueren. Cuando el número o tamaño de las células aumenta, se produce el crecimiento. El desarrollo involucra cambios externos e internos que acompañan al crecimiento del organismo.

Reproducción: Capacidad de originar otros organismos humanos con características similares a las de sus antecesores a través de la transferencia de su material genético. Si bien la reproducción no es una función vital para el individuo en sí mismo, sí lo es para la especie ya que asegura su continuidad en el tiempo.

Términos para no olvidar

Un aspecto importante de la homeostasis es el mantenimiento del volumen y de la composición de los **líquidos corporales**. Los líquidos corporales son soluciones diluidas que contienen solutos disueltos y se encuentran tanto dentro de las células como a su alrededor. El líquido dentro de las células se denomina **líquido intracelular** (*intra* = dentro) y el líquido fuera de las células corporales es el **líquido extracelular** (*extra* = fuera).

El líquido extracelular varía según las distintas partes del cuerpo en que se encuentre. El líquido que se encuentra en los estrechos espacios entre las células de los tejidos se conoce como **líquido intersticial** (*inter* = entre), dentro de los vasos sanguíneos se denomina **plasma** (componente líquido de la sangre), dentro de los vasos linfáticos se conoce como **linfa**, dentro y rodeando al encéfalo y la médula espinal es el líquido **cefalorraquídeo**, en las articulaciones es el **líquido sinovial** y el líquido dentro de los ojos es el **humor acuoso** o el **cuerpo vítreo**.

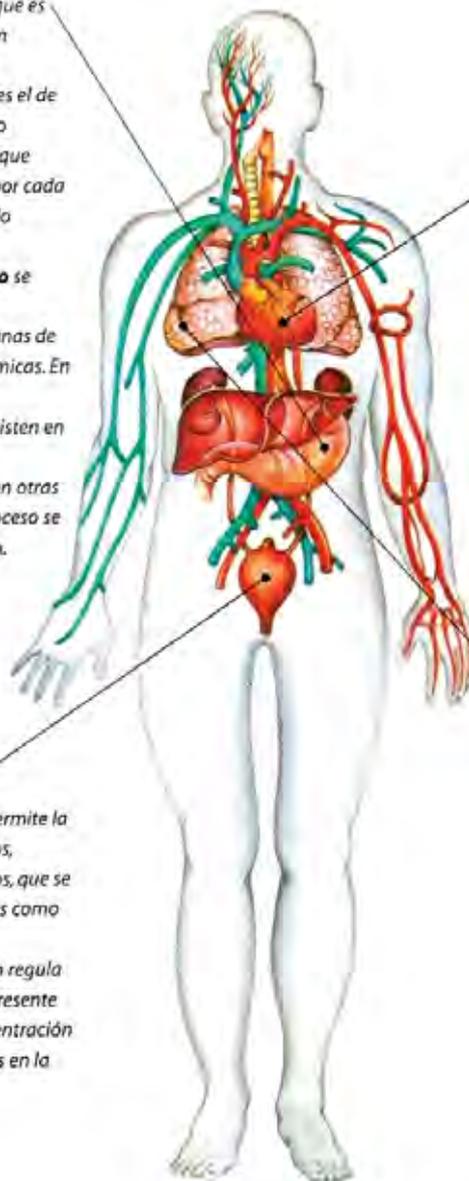
Unidad 2

Funciones de Nutrición del organismo humano

Las funciones de nutrición se llevan a cabo a través de cuatro sistemas principalmente (digestivo, respiratorio, circulatorio y urinario) que funcionan de forma integrada y coordinada. La nutrición involucra la transformación y distribución de los alimentos ingeridos y del oxígeno incorporado al organismo y la eliminación de los desechos que resultan de estos procesos.

Uno de los problemas que es necesario resolver en un organismo complejo —como el humano— es el de transformar el alimento ingerido en sustancias que puedan ser utilizadas por cada una de las células que lo componen. En el **sistema digestivo** se producen estas transformaciones, algunas de ellas físicas y otras químicas. En su conjunto esas transformaciones consisten en la descomposición de sustancias complejas en otras más simples. A este proceso se lo denomina **digestión**.

El **sistema urinario** permite la eliminación de residuos, algunos de ellos tóxicos, que se producen en las células como consecuencia del metabolismo. También regula la cantidad de agua presente en el cuerpo y la concentración de sustancias disueltas en la sangre.



El **sistema circulatorio** distribuye los nutrientes, el oxígeno y todas las sustancias que deben ser utilizadas por las células del organismo. También transporta los materiales de desecho, como el dióxido de carbono, desde las células hacia el sistema encargado de eliminarlos al exterior.

Otra cuestión que se plantea es el intercambio gaseoso. Es necesario asegurar la llegada de oxígeno a cada célula pues este gas es indispensable para obtener energía a partir de los nutrientes. Pero también es necesario asegurar la eliminación del dióxido de carbono que se libera como consecuencia del proceso de respiración celular. En el **sistema respiratorio** se lleva a cabo el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre el exterior y el interior del organismo.

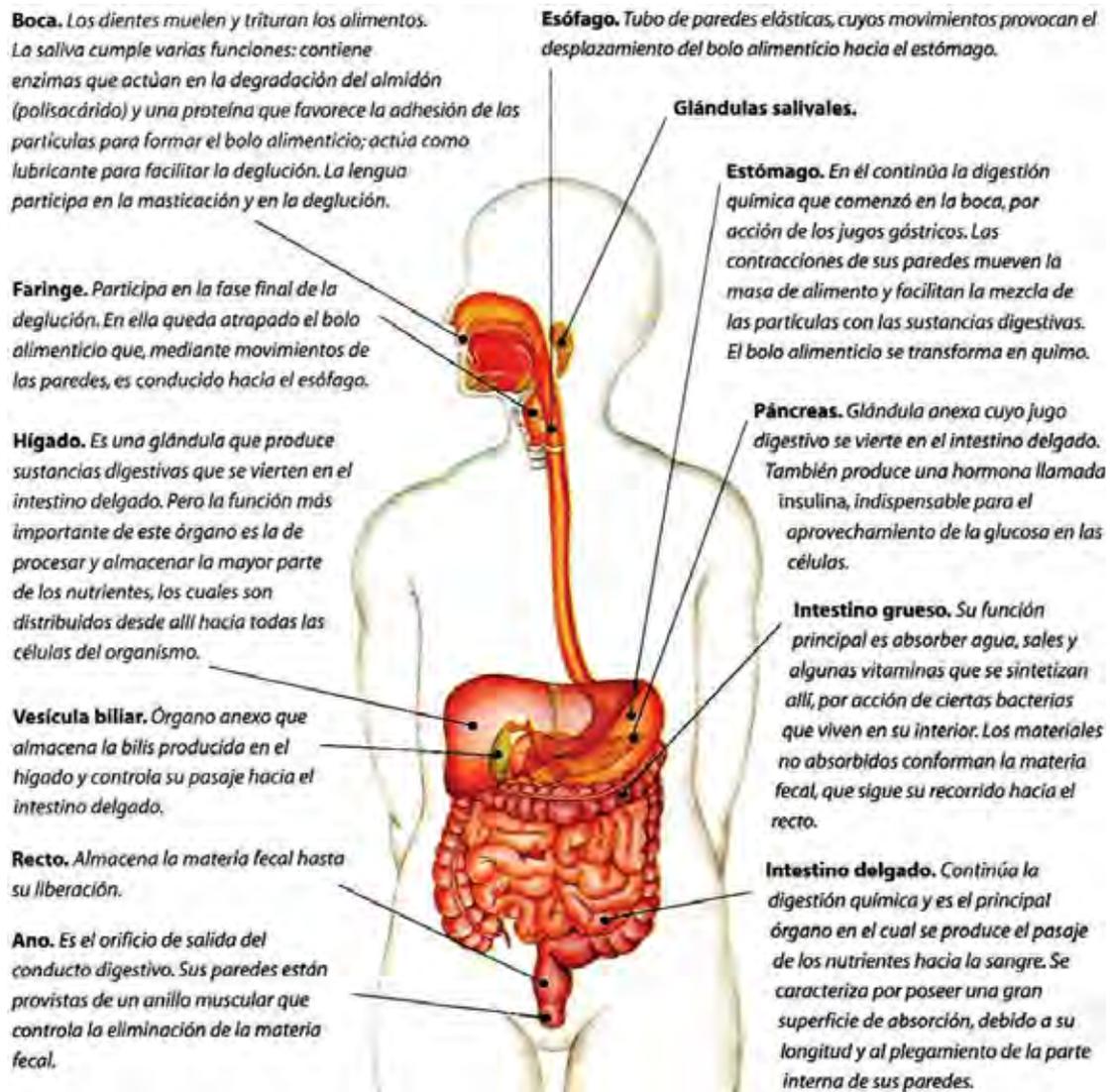
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Sistema digestivo

Al proceso de **alimentación** (acción de ingerir alimentos) le sigue el proceso de **digestión**, comprendido por todas las transformaciones físicas y químicas de los componentes de los alimentos que luego hacen posible la **nutrición**, es decir, el transporte de las sustancias nutritivas a cada una de las células del cuerpo. Las **sustancias nutritivas** son aquellas que aportan al organismo las biomoléculas necesarias para la construcción de estructuras, el aporte de energía para desarrollar los procesos metabólicos y la regulación de dichos procesos.

Componentes del sistema digestivo y sus funciones

El sistema digestivo está formado por órganos que se disponen uno a continuación del otro y por glándulas anexas, como las glándulas salivales, el hígado y el páncreas.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Digestión mecánica y química

En el sistema digestivo se producen dos tipos de digestión: mecánica y química.

La **digestión mecánica** consiste en la trituración y humedecimiento de los alimentos en la boca y en los movimientos rítmicos de las paredes de los órganos (movimientos peristálticos) que provocan el desplazamiento y mezcla de las sustancias.

En la **digestión química** intervienen las enzimas digestivas, que son proteínas específicas que actúan como degradadoras de los componentes de los alimentos, y los cofactores, que son sustancias cuya función es facilitar la acción de las enzimas (como el ácido clorhídrico, el bicarbonato de sodio y la bilis). Cada enzima digestiva digiere un nutriente específico:

Nombre de la enzima	Nutriente que digiere	Órgano donde actúa
Ptialina	Carbohidrato (almidón)	Boca
Lipasa gástrica	Lípidos	Estómago
Pepsina	Proteínas	
Amilasa pancreática	Carbohidratos	Intestino delgado
Maltasa		
Tripsina	Proteínas	
Quimiotripsina		
Lipasa pancreática	Lípidos	

Durante el proceso de digestión, el alimento ingerido se va transformando en otras sustancias a lo largo del sistema digestivo y se conocen con los siguientes nombres técnicos:

Bolo alimenticio (en la boca)

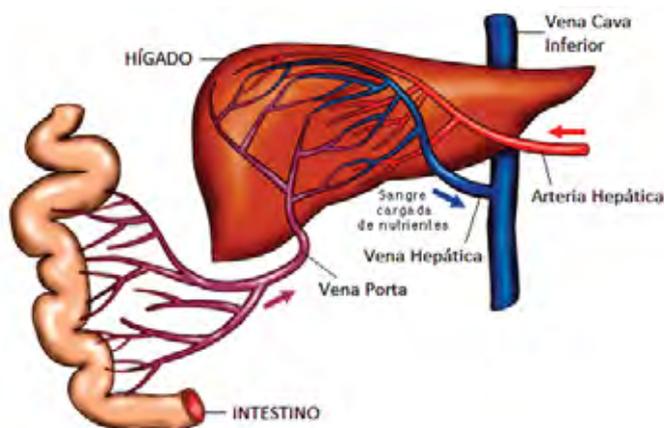
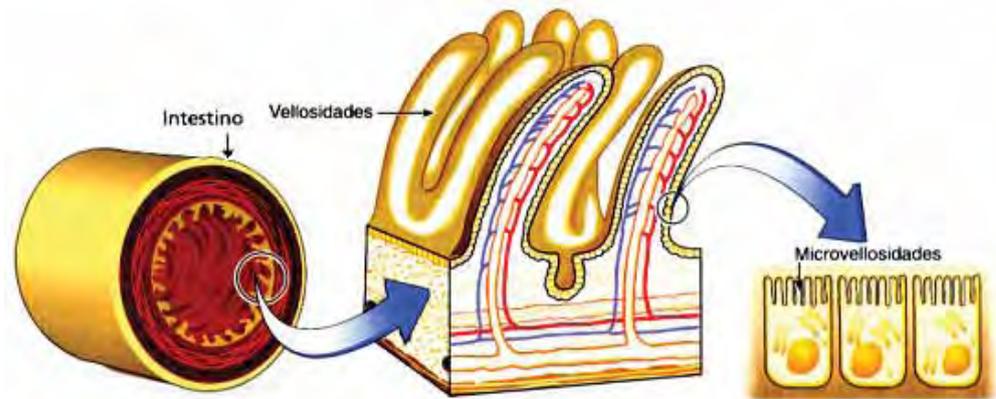
Quimo (en el estómago)

Kilo (en el intestino delgado)

materia fecal (en el intestino grueso)

Transporte de nutrientes

En el intestino delgado, se produce la absorción de las sustancias nutritivas. Este proceso consiste en el pasaje de nutrientes a la sangre, a través de las membranas celulares que conforman el epitelio intestinal y los capilares sanguíneos. Algunas sustancias pueden atravesar las membranas simplemente por difusión (como el agua) y otras, necesitan ser transportadas por proteínas especializadas (como la glucosa, los aminoácidos, el sodio, el potasio, el calcio y el hierro). Los capilares sanguíneos de las vellosidades intestinales se reúnen en la **vena porta**, que llevan los productos de la digestión transportados en el plasma sanguíneo desde el intestino hasta el hígado. Las sustancias procesadas en él, salen a través de la **vena hepática**, para ser transportadas finalmente hasta las células de todos los tejidos corporales. El pasaje de sustancia se realiza nuevamente a través de las membranas celulares.



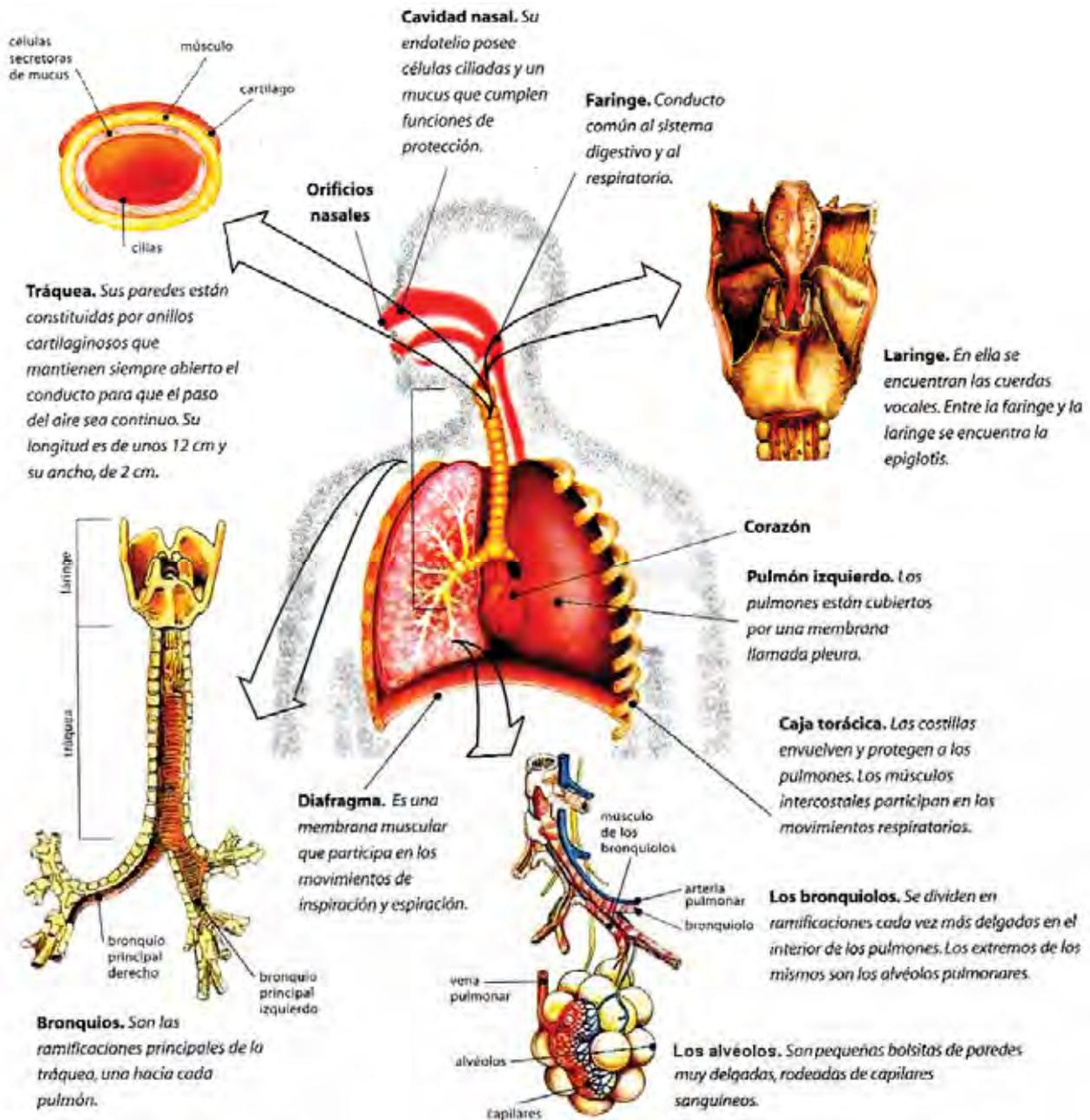
El **estado nutricional** de una persona está dado por el ingreso de nutrientes a las células y por los requerimientos de una persona para sintetizar estructura y obtener energía, que dependerán principalmente de las actividades cotidianas que realiza, de la masa corporal y del estado de salud que presenta. Una ingesta insuficiente en nutrientes, respecto a los requerimientos del organismo puede ocasionar desnutrición. Por el contrario, un exceso de nutrientes puede producir obesidad.

Sistema respiratorio

El término respiración se utiliza para nombrar dos términos biológicos importantes. Se le llama **respiración celular** al conjunto de reacciones químicas que se llevan a cabo en las mitocondrias de una célula para obtener energía. Por otro lado, se le denomina **respiración mecánica** a los procesos por los cuales se incorpora oxígeno al cuerpo en el aire inhalado y se elimina de él, dióxido de carbono en el aire exhalado.

Estructura del sistema respiratorio

La entrada del aire al organismo se produce a través de conductos comunicados con el exterior y en los pulmones, se llevan a cabo los intercambios gaseosos de O₂ y CO₂ entre el aire incorporado y la sangre.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Mecanismos de la respiración

Los movimientos respiratorios están controlados por un centro nervioso que responde a los niveles de oxígeno y dióxido de carbono presentes en la sangre y que regula los movimientos de los **músculos intercostales** y del **diafragma**.

a) inhalación



a | En respuesta a los impulsos nerviosos que reciben, el diafragma y los músculos intercostales se contraen. El diafragma contraído se aplana y los músculos intercostales abren la caja torácica y elevan las costillas. Ambos movimientos aumentan el volumen del tórax y disminuyen la presión en el interior de los pulmones, lo que provoca una diferencia de presión con respecto a la atmosférica, que induce la entrada del aire.

b) exhalación



b | El diafragma y los músculos intercostales se relajan, de tal manera que el volumen torácico disminuye y el aire es expulsado al exterior. Si se produce alguna deficiencia en el funcionamiento del diafragma, los movimientos de los músculos intercostales son suficientes para mantener la respiración; lo mismo ocurre si estos fallan. Este es un ejemplo de los numerosos controles que posee el organismo para asegurar su buen funcionamiento.

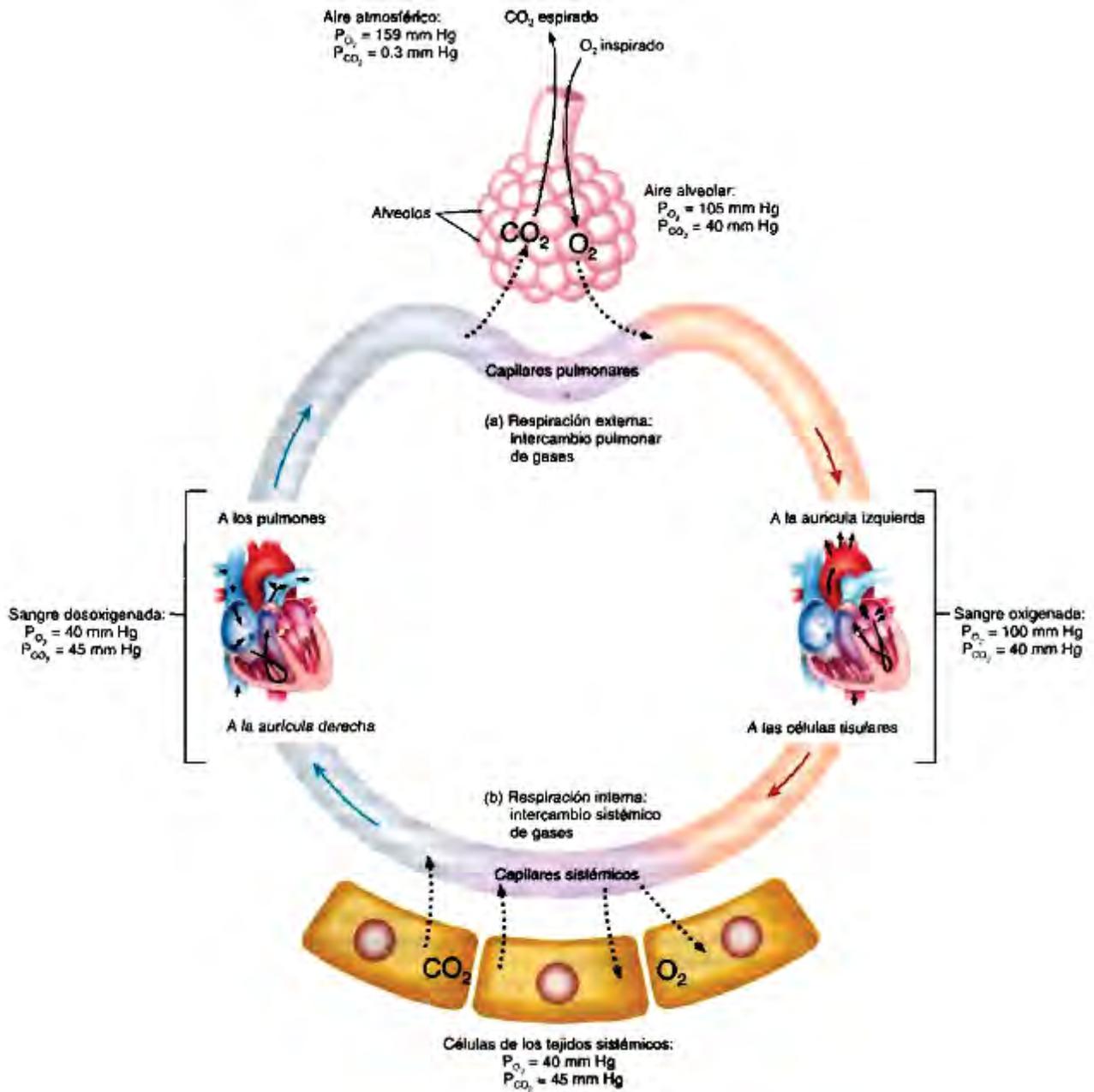
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

En los alveolos pulmonares, el oxígeno contenido en el aire inspirado difunde (se mueve de un lugar de mayor concentración a uno de menor concentración) hacia los capilares sanguíneos.

Al mismo tiempo, el dióxido de carbono desechado por las células se mueve, también por difusión, desde la sangre hacia el interior de los pulmones, donde se mezcla con el aire retenido para ser eliminado al exterior durante la espiración.

PO_2 = presión parcial del oxígeno

PCO_2 = presión parcial del dióxido de carbono



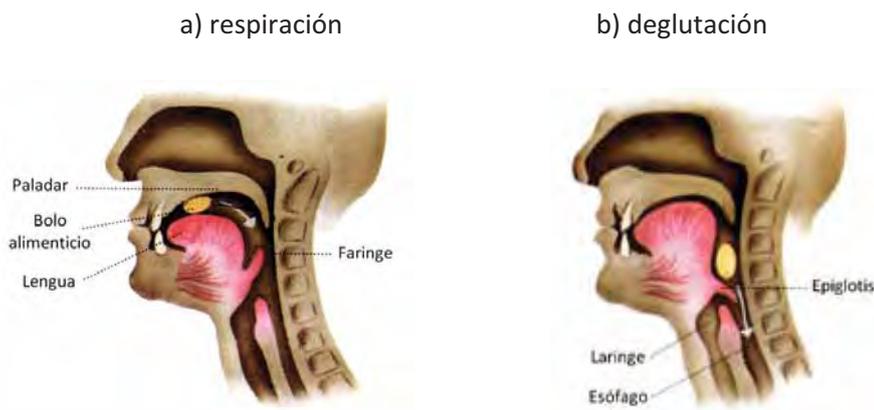
Fuente: Tórtora y Derrickson (2006)

Frecuencia respiratoria

En una persona sana, la frecuencia respiratoria en estado de reposo es aproximadamente de 15 a 20 respiraciones por minuto.

Cuando la actividad física se incrementa, la frecuencia respiratoria puede aumentar el doble. Al mismo tiempo, las respiraciones son más profundas y el volumen de aire intercambiado en cada una de ellas es mayor. Este aumento está relacionado con el mayor requerimiento de oxígeno en los músculos, y coincide con el aumento de la frecuencia cardíaca para asegurar la llegada del oxígeno inhalado.

Respiración y deglución



El alimento y el aire pasan por la faringe

a | Al inspirar, la epiglotis se mantiene elevada, lo que permite el paso del aire hacia la laringe.

b | Al tragar, la epiglotis se cierra para permitir el paso del alimento hacia el esófago e impedir que ingrese a las vías respiratorias.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

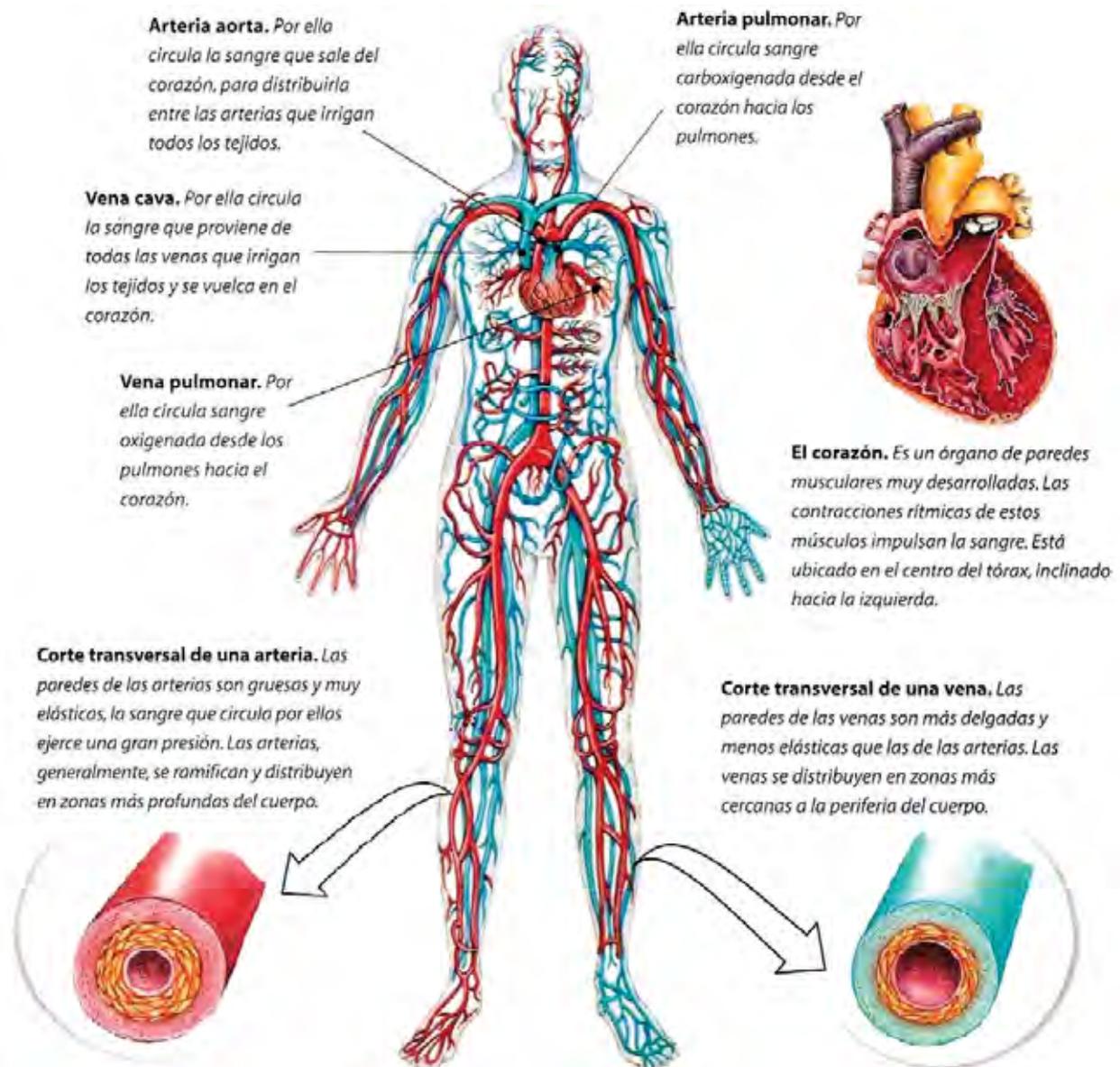
Sistema circulatorio

El sistema circulatorio o **cardiovascular**, transporta todas las sustancias que llegan y salen de las células. Sus principales funciones son:

- transportar el O₂ y el CO₂ implicados en el proceso de respiración celular
- distribuir nutriente y sustancias que se sintetizan en ciertos tejidos y debe llegar a otros
- transportar células y proteínas que participan en los mecanismos de defensa del organismo
- retirar los desechos de las células
- distribuir calor en el cuerpo, ayudando a mantener constante su temperatura.

Componentes del sistema cardiovascular y sus funciones

El sistema circulatorio está formado por el **corazón**, por una red de **vasos sanguíneos** que se extienden por todo el cuerpo y por la **sangre**.

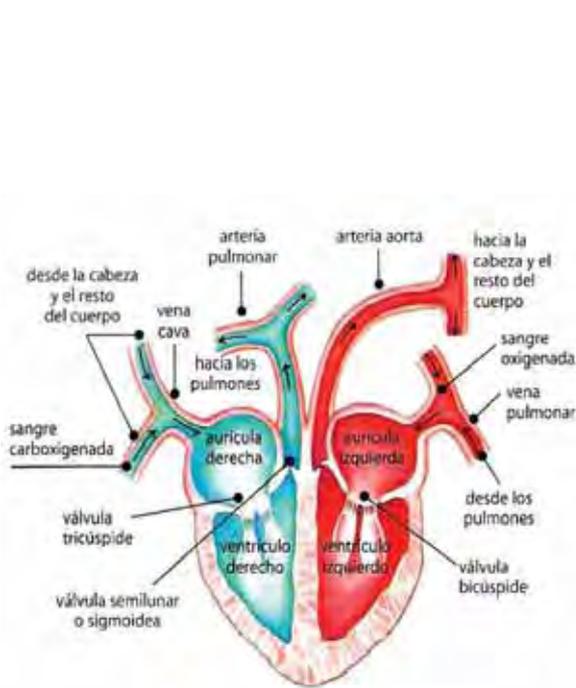


Fuente: Bocalandro y otros (2001)

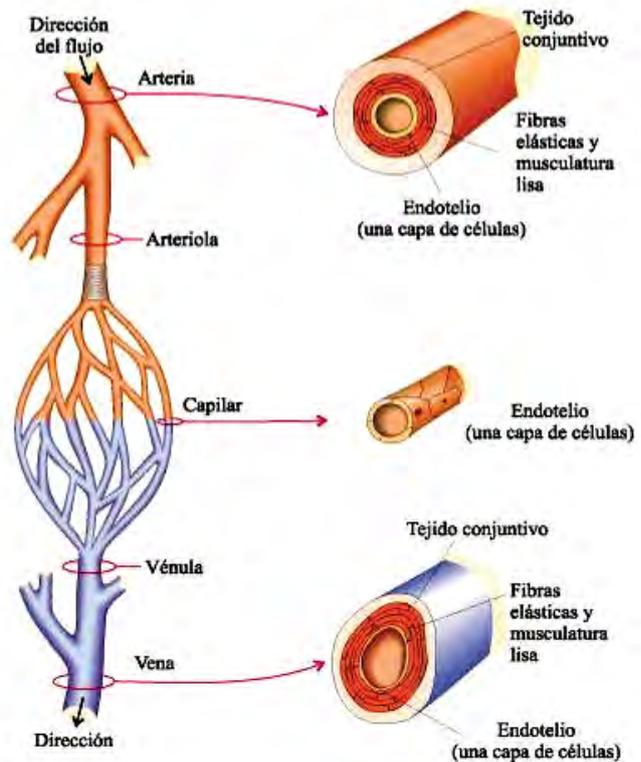
El **corazón** humano tiene el tamaño similar a un puño cerrado y pesa 300 gramos aproximadamente en un adulto. Está dividido en dos mitades, derecha e izquierda. Cada mitad se compone de dos cámaras, una **aurícula** y un **ventrículo**. Entre las cavidades (entre aurículas y ventrículos) y entre los ventrículos y las arterias hay **válvulas** que actúan como compuertas que regulan el paso de la sangre por el corazón en una sola dirección.

Con respecto a los **vasos sanguíneos**, se pueden diferenciar cinco tipos: las **arterias** que salen del corazón, arteria aorta y la arteria pulmonar, se ramifican en vasos menores llamados **arteriolas**. Éstas, a su vez, se ramifican en vasos muy finos llamados **capilares**, donde la sangre circula a muy baja velocidad y presión. Llegan a todos los tejidos del cuerpo y en ellos se producen el intercambio de gases, nutrientes,

hormonas, desechos, etc. Los capilares se unen formando vasos mayores denominados **vénulas** que, a su vez, se unen formando vasos de mayor tamaño, las **venas**, que llegan al corazón (vena cava y vena pulmonar). Las venas (al igual que el corazón) poseen válvulas que se cierran al paso de la sangre para impedir que circule en sentido inverso.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Mecanismo de la circulación

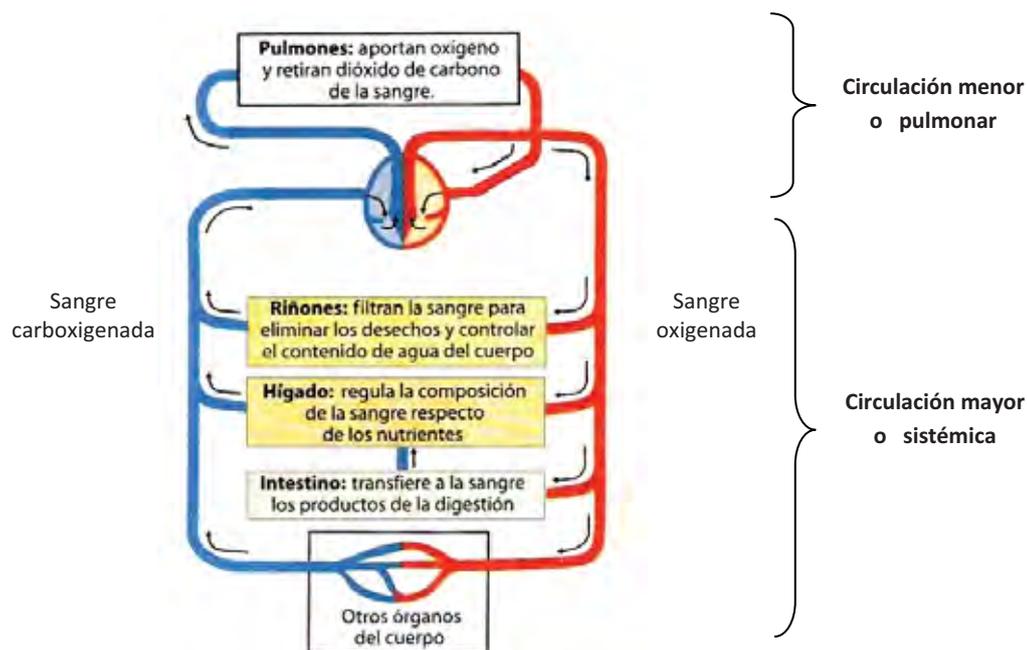
El recorrido que realiza la sangre desde el corazón hacia los pulmones se conoce como **circulación menor** y el circuito que realiza desde el corazón hacia el resto de los órganos del cuerpo, se denomina **circulación mayor**.

Los **latidos cardíacos** son movimientos involuntarios del músculo cardíaco (músculos del corazón) que permiten el impulso de la sangre. El **músculo cardíaco** se conoce con el nombre de **miocardio**. Cada latido bombea unos 70 mililitros de sangre y duran menos de un segundo. La frecuencia cardíaca de una persona en reposo es de aproximadamente 70 latidos por minuto. En cada latido, se realiza el siguiente mecanismo de circulación en el corazón:

- la sangre ingresa a las aurículas, a través de las venas, por efecto de la gravedad cuando el músculo cardíaco no está contraído
- las aurículas se contraen, se abren las válvulas tricúspide y bicúspide, se cierran las válvulas semilunares y la sangre pasa a los ventrículos

- los ventrículos se contraen, se cierran las válvulas tricúspide y bicúspide, y las válvulas semilunares se abren
- la sangre es impulsada desde los ventrículos hacia las arterias
- las válvulas semilunares se cierran para impedir el retroceso de la sangre
- las paredes del corazón se relajan y el ciclo vuelve a comenzar.

El movimiento de la contracción muscular del corazón que expulsa la sangre hacia las arterias se conoce con el nombre de **sístole**, mientras que, la relajación que provoca la entrada de la sangre a las aurículas se llama **diástole**.



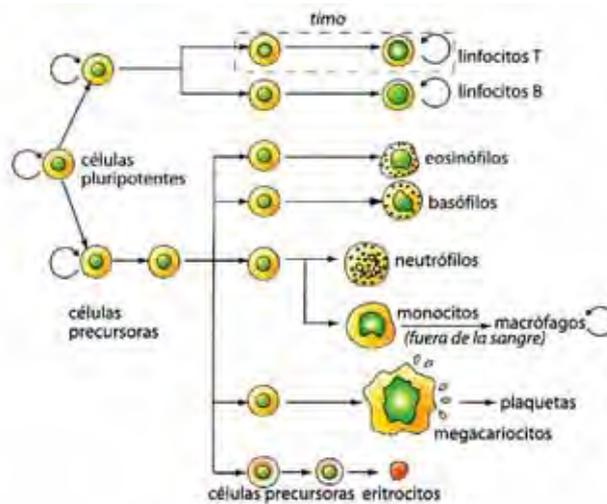
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Componentes de la sangre

La sangre está compuesta por un líquido de color amarillento llamado **plasma**, en el cual se encuentran y transportan distintos tipos de células: los **glóbulos rojos** (llamados también *eritrocitos* o *hematíes*), los **glóbulos blancos** (o *leucocitos*) y las **plaquetas** (o *trombocitos*).

Las células sanguíneas se originan principalmente en la médula de ciertos huesos, a partir de células poco diferenciadas llamadas **pluripotentes**. Éstas se multiplican y dan origen a distintos tipos de células secundarias llamadas **precursoras** que son las que originan a los glóbulos rojos y blancos y a las plaquetas.

El análisis cualitativo y cuantitativo de la sangre permite controlar el estado de salud de una persona, debido a que brinda información importante sobre su medio interno.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

La siguiente tabla describe los componentes de la sangre:

Componentes	Características / Composición	Funciones	Proporción, cantidad por mm ³
<p>Plasma</p>	<p>90 % de agua, 10 % de sustancias en suspensión (nutrientes, urea y otros desechos, anticuerpos y otras proteínas, hormonas, etc). La proporción de dichas sustancias varía en los distintos puntos del recorrido de la sangre por el cuerpo, y depende, entre otros factores, del tiempo de ayuno.</p>	<p>Transporta las sustancias que las células requieren y las que desechan, con excepción de la mayor parte del oxígeno y una parte del dióxido de carbono. Algunas proteínas que se encuentran en él son componentes de la sangre, debido a que cumplen allí sus funciones: participan en la coagulación, en la defensa frente a los agentes infecciosos o en el transporte de sustancias insolubles en agua.</p>	<p>Entre el 55 % y el 60 % del volumen sanguíneo.</p>
<p>Eritrocitos</p> 	<p>Son células que, cuando son maduras, carecen de núcleo. Tienen forma de disco aplanado y su color rojo se debe a la presencia de hemoglobina, que contiene hierro en su composición. Viven aproximadamente 120 días y se producen a partir de células precursoras que se encuentran en la médula de los huesos largos.</p>	<p>Transportan la mayor parte del oxígeno presente en la sangre, unido a la hemoglobina. Esta sustancia transporta solo una parte del dióxido de carbono, ya que el resto viaja disuelto en el plasma o formando parte de otro compuesto, llamado ácido carbónico.</p>	<p>Entre 4,500,000 y 5.500.000.</p>
<p>Leucocitos</p> 	<p>En este grupo se incluyen distintos tipos de células, que se agrupan en 3 categorías, según su aspecto cuando se los observa con el microscopio óptico: linfocitos, granulocitos (que incluyen a los neutrófilos, los basófilos y los eosinófilos) y monocitos. Tienen una vida media menor que los eritrocitos y también se desarrollan a partir de células de la médula de los huesos largos.</p>	<p>Participan en la defensa del organismo, de manera diferente según el tipo de leucocito.</p>	<p>Entre 6.000 y 9.000. El 30 % de ellos son linfocitos</p>
<p>Plaquetas</p> 	<p>No son células completas, sino fragmentos celulares que se forman a partir del citoplasma de grandes células llamadas megacariocitos. Su tiempo de vida media es de 8 a 10 días y también se originan en la médula ósea.</p>	<p>Intervienen en la coagulación sanguínea, proceso que favorece la cicatrización de heridas.</p>	<p>Aproximadamente 300.000.</p>

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Grupos sanguíneos

En la membrana de los glóbulos rojos de muchas personas existen glucoproteínas que actúan como antígenos, llamadas **aglutinógenos**. Existen 2 tipos de estos antígenos, **A** y **B**, que según como se presentan dan lugar a los cuatro grupos sanguíneos. Además, existen en el plasma sanguíneo anticuerpos llamados **aglutininas** que actúan frente a antígenos extraños, β y α .

Grupo sanguíneos	Aglutinógenos Antígenos de los glóbulos rojos	Aglutininas Anticuerpos del plasmas
A o II	A	Anti B o β (beta)
B o III	B	Anti A o α (alfa)
AB o I	A y B	No contiene
O o IV	No contiene	α y β

Los glóbulos rojos también poseen en su membrana otro Aglutinógeno: el **factor Rh**. En la raza humana, el 85 % de las personas lo poseen (sangre **Rh positivo**) y el 15 % restante no (sangre **Rh negativo**). Una persona con **Rh (+)** puede recibir sin problema sangre con este antígeno o sin él. Pero una persona con **Rh (-)** nunca puede recibir sangre con el antígeno porque su cuerpo la reconoce como una sustancia extraña, atacando a los glóbulos rojos del dador (los aglutina). A continuación se detallan las compatibilidades entre grupos sanguíneos:

Dador \ Receptor	A +	A -	B +	B -	AB +	AB -	O +	O -
A +	si	si	No	no	no	no	si	si
A -	no	si	No	no	no	no	no	si
B +	no	no	Si	si	no	no	si	si
B -	no	no	No	si	no	no	no	si
AB +	si	si	Si	si	si	si	si	si
AB -	no	si	No	si	no	si	no	si
O +	no	no	No	no	no	no	si	si
O -	no	no	No	no	no	no	no	si

← dador universal

receptor universal →

Cuando se realiza una transfusión de sangre, debe verificarse que la sangre del dador sea compatible con la del receptor. Si una persona recibe sangre con antígenos extraños, los anticuerpos de su plasma atacan contra los glóbulos rojos del dador y estos se aglutinarán. Este grupo de glóbulos rojos agrupados pueden taponar los capilares y bloquear el flujo sanguíneo, lo que puede provocar la muerte del receptor.

Sistema urinario

El equilibrio interno se mantiene constante gracias a un conjunto de procesos que controlan el ingreso, la utilización y la eliminación de sustancias. La función de excreción del sistema urinario permite regular el contenido de agua y de otros productos del metabolismo, y eliminar algunos compuestos resultantes de la degradación de los nutrientes que son tóxicos aunque no se encuentren en cantidades excesivas.

El **sistema urinario** y, en menor medida, las **glándulas sudoríparas**, son las principales **vías de excreción** del organismo.

Excreción y equilibrio hídrico



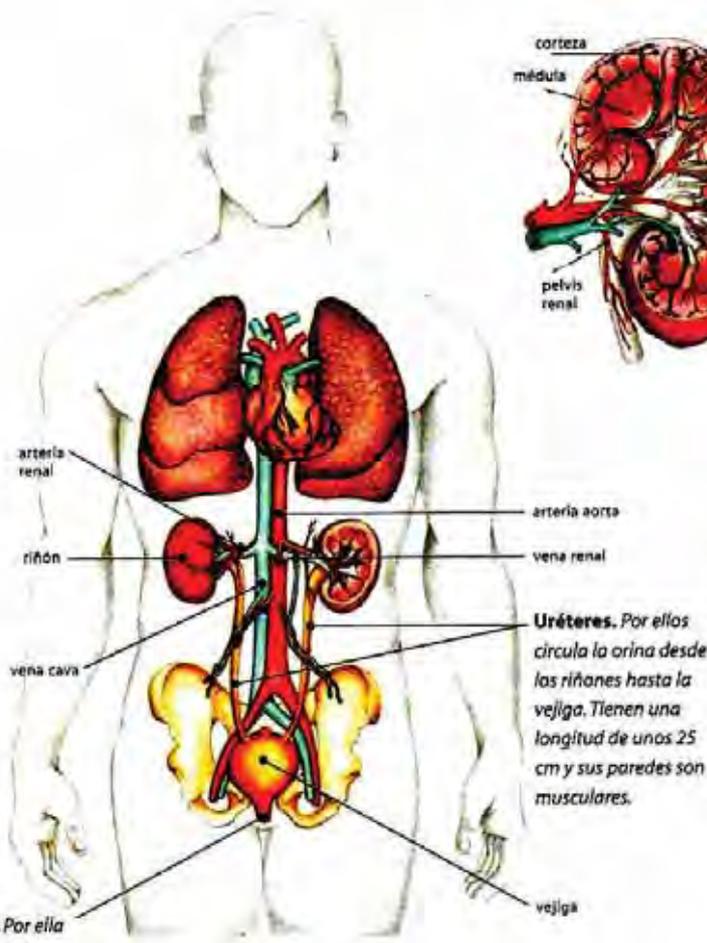
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

El agua constituye el 60% del peso total del cuerpo de una persona adulta; proporción que debe mantenerse medianamente constante en el organismo para su normal funcionamiento. Por esta razón, la cantidad de agua que ingresa con los alimentos y las bebidas debe ser equivalente a la cantidad de agua perdida. En condiciones normales, los riñones eliminan aproximadamente 1,5 litros de agua por día. También se pierden unos 300 mililitros en el aire exhalado, otros 500 mililitros por evaporación a través de la piel, 100 mililitros por medio de las heces y aproximadamente 50 mililitros por transpiración.

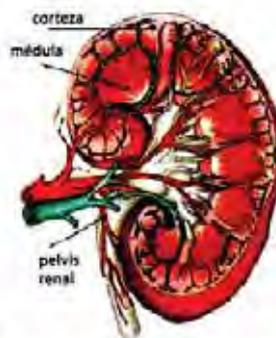
Componentes del sistema urinario y sus funciones

El sistema urinario o **excretor** está constituido por los **riñones**, donde se forma la **orina** (líquido que contiene agua y los desechos recogidos de la sangre), por los **uréteres** que son conductos por donde se transporta la orina y por la **vejiga**, que almacena la orina hasta su eliminación.

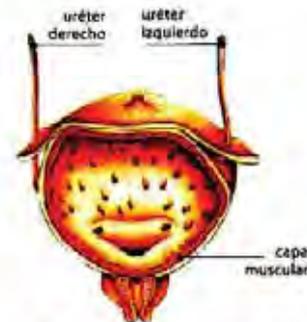
El sistema urinario funciona selectivamente: solo algunas sustancias transportadas por la sangre son filtradas por los riñones y, aunque algunas otras pueden atravesar las membranas celulares, no son eliminadas, ya que retornan al torrente sanguíneo. De esta manera, se evita la pérdida de compuestos que pueden ser redistribuidos para que las células los utilicen. Por ejemplo, en condiciones normales, la glucosa que ingresa a los riñones es reabsorbida y retorna al interior de los vasos sanguíneos.



Uretra. Por ella se elimina la orina desde la vejiga hacia el exterior.



Riñones. Su color es rojo oscuro. Se ubican en la parte posterior del abdomen. Cada riñón pesa unos 140 gramos.
En un corte longitudinal se pueden diferenciar dos regiones: la externa es la corteza y la interna es la médula. La pelvis renal es la zona en la cual confluyen todos los conductos colectores de la orina, para formar el uréter.

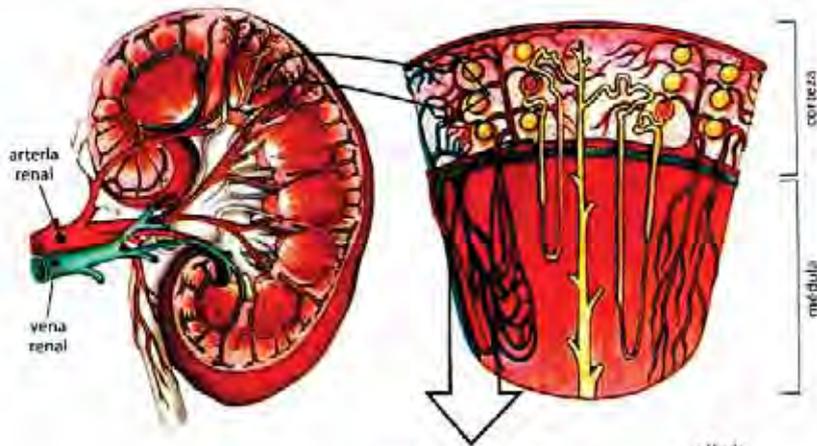


Vejiga urinaria. Cuando está vacía, tiene forma de pera invertida. A medida que se va llenando, adquiere una forma oval. Sus paredes son elásticas, y su extensión máxima le permite contener hasta unos 500 ml de orina en su interior. Se encuentra protegida en su parte frontal por los huesos púbicos.

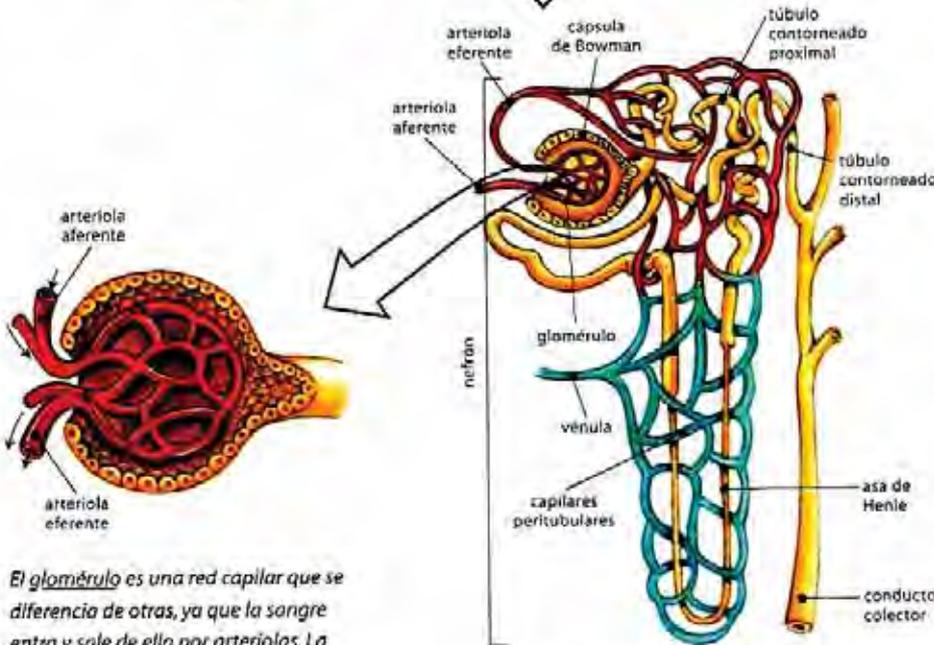
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

La sangre que llega a los riñones es transportada por la arteria renal. En el interior de los mismos, se ramifica en múltiples vasos, cada vez más delgados. Cada riñón está constituido por alrededor de un millón de túbulos

enrollados que conforman unidades funcionales llamadas **nefrones**. Cada nefrón se encuentra en contacto con capilares sanguíneos a través de los cuales se produce el pasaje de las sustancias.



La **corteza renal** está constituida por los tramos enrollados de los nefrones, en los cuales se lleva a cabo el filtrado de la sangre. La **médula** está formada principalmente por los túbulos de los nefrones, en los que se produce la reabsorción de agua, y por los conductos colectores de la orina.



El **glomérulo** es una red capilar que se diferencia de otras, ya que la sangre entra y sale de ella por arteriolas. La arteriola eferente se comunica con otra red capilar que rodea los túbulos renales. Estas capilares se reúnen en una vénula, por la cual la sangre es transportada hacia la vena renal.

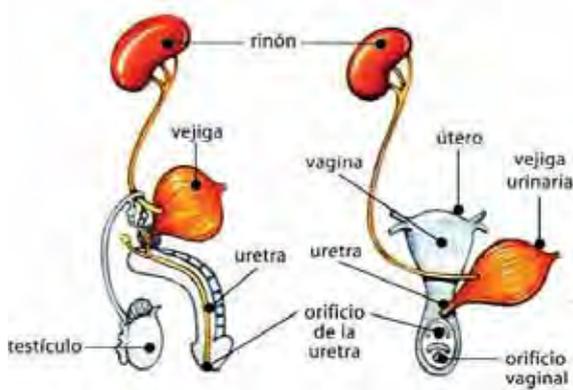
En el mecanismo de funcionamiento de los riñones, se pueden reconocer cuatro clases de procesos: el primero se lleva a cabo entre los capilares del glomérulo y la cápsula de Bowman, y se denomina **filtración**. Consiste en el pasaje de las sustancias desde el plasma sanguínea hacia el interior de los túbulos del nefrón. El contenido del líquido filtrado es similar al del plasma, con excepción de algunos compuestos, como las proteínas, que no pueden atravesar las membranas de los capilares debido al tamaño de sus moléculas.

El segundo proceso es el transporte activo de las sustancias que no fueron filtradas anteriormente y ocurre entre los capilares peritubulares y los túbulos renales. Se lo conoce como **secreción**. Casi simultáneamente con ella, se produce el tercer proceso, que consiste en la **reabsorción de agua**, sales y otras solutos que habían sido filtrados inicialmente. La reabsorción de gran parte de estas sustancias se realiza por transporte activo.

A través de estos procesos, se forma la orina. El último paso es la **excreción**, y consiste en el transporte de la orina por los conductos colectores hacia el uréter.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Diferencias entre el hombre y la mujer



En los hombres, el tramo final del sistema urinario está asociado al del sistema reproductor. La uretra es el conducto de salida de la orina y del semen. El esfínter de la vejiga evita la salida de la orina en el momento en que se produce la eyaculación. En las mujeres, en cambio, la uretra termina en el orificio urinario y está totalmente separada del conducto vaginal.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Características de la Orina

La orina es un líquido amarillento que contiene 96% de agua y 4% de sólidos disueltos, principalmente sales y sustancias nitrogenadas, como la urea. Su composición suele variar según la alimentación, la cantidad de líquidos ingeridos y el estado de la salud del individuo.

El análisis cualitativo y cuantitativo de la orina (análisis clínico) es utilizado muy frecuentemente para controlar el estado de salud del organismo, ya que brinda información acerca de las condiciones químicas del medio interno.

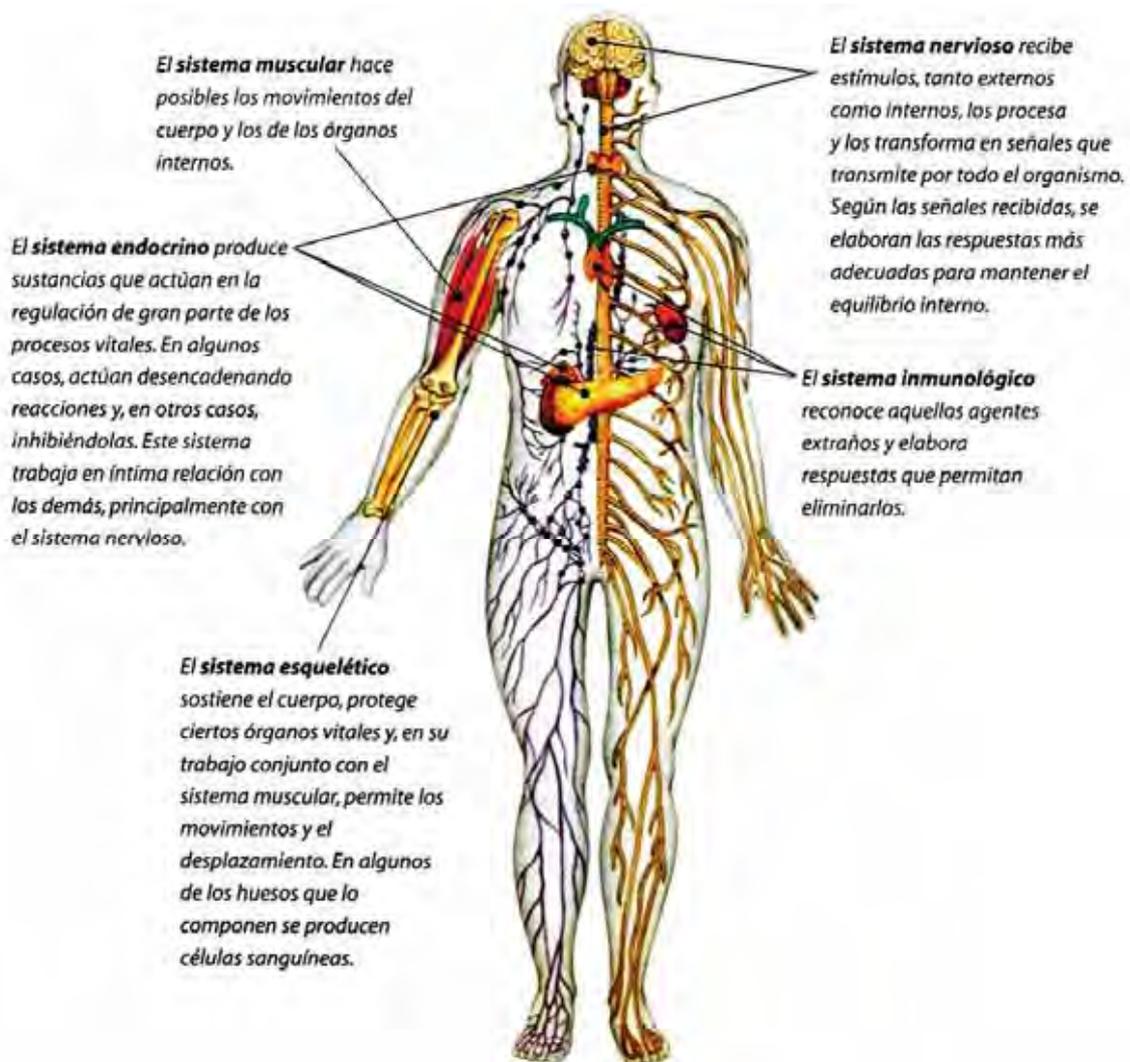
La orina es el producto final que se produce en los riñones. De allí, sale por los uréteres hacia la vejiga. Este último órgano, es capaz de almacenar alrededor de medio litro de orina, aunque el deseo de orinar se percibe cuando contiene la mitad de este volumen. La necesidad de evacuar la vejiga se percibe a través de receptores nerviosos que se encuentran en sus paredes y que reaccionan al estímulo producido por la presión que ejerce la orina en su interior. La eliminación de la orina a través de la uretra es controlada por dos esfínteres, uno ubicado a la salida de la vejiga y el segundo, en el extremo de la uretra. Con contracción y relajación de estos músculos pueden ser controlados voluntariamente desde los dos años de edad aproximadamente.

Unidad 3

Funciones de Relación y Coordinación del organismo humano

El medio interno del organismo puede alterarse por varios factores, como cambios ambientales o presencia de organismos, generalmente microscópicos, que pueden desarrollarse en el interior del cuerpo. Todos estos factores pueden producir perturbaciones en el normal funcionamiento del organismo.

Si bien todos los sistemas de órganos participan de alguna manera en la regulación del medio interno, el sistema nervioso, endócrino e inmunológico son los que se especializan en las **funciones de control y regulación**. Los sistemas esquelético y muscular actúan en íntima relación con ellos, llevando a cabo las **funciones de soporte y movimiento** en el organismo.



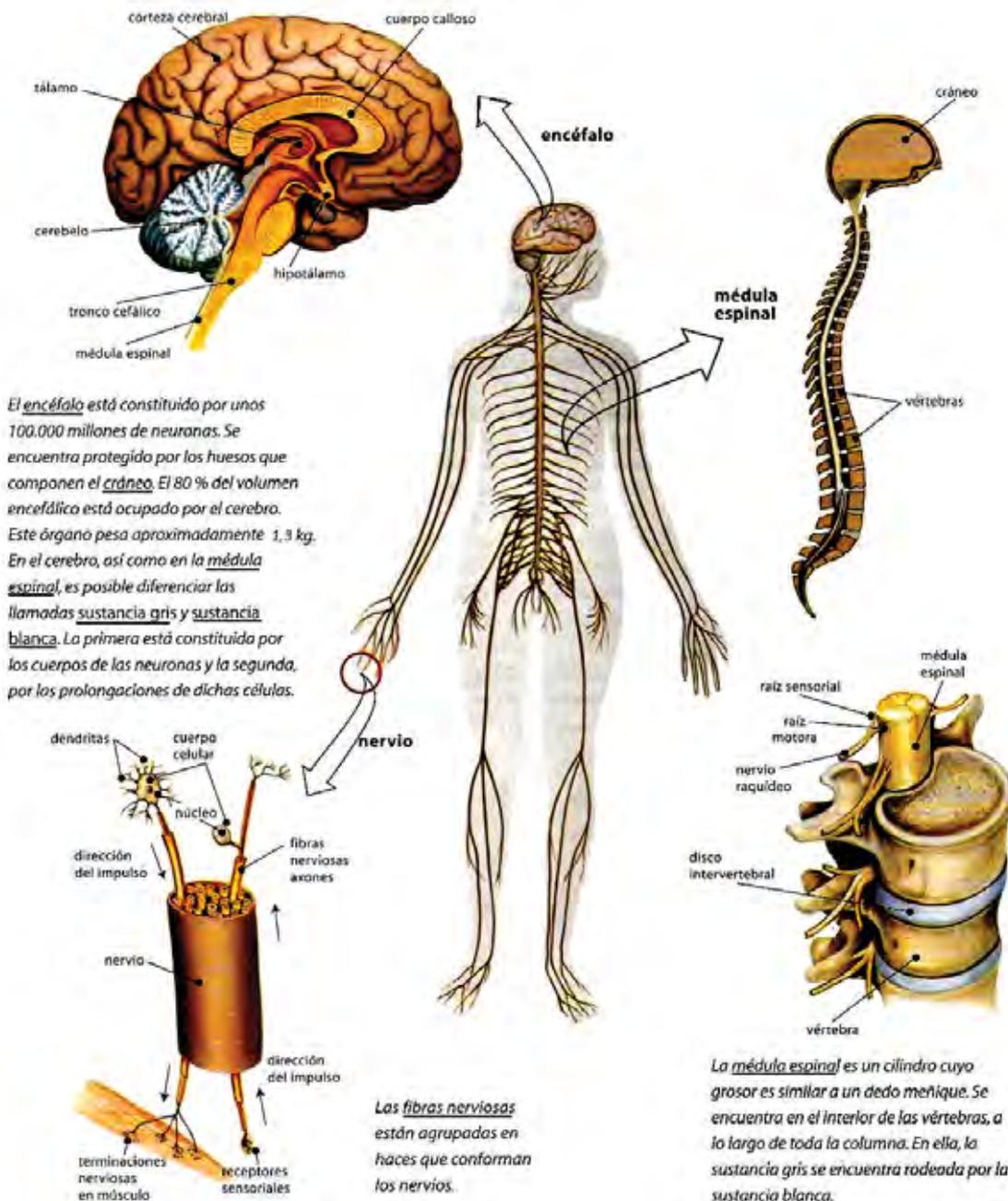
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Funciones de control y regulación

Sistema nervioso

El sistema nervioso se encarga de la comunicación continua entre el organismo y los estímulos externos e internos, de las sensaciones que ellos provocan, de cada movimiento del cuerpo y es el responsable también de los mecanismos que dan origen al pensamiento y al aprendizaje.

Componentes del sistema nervioso



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

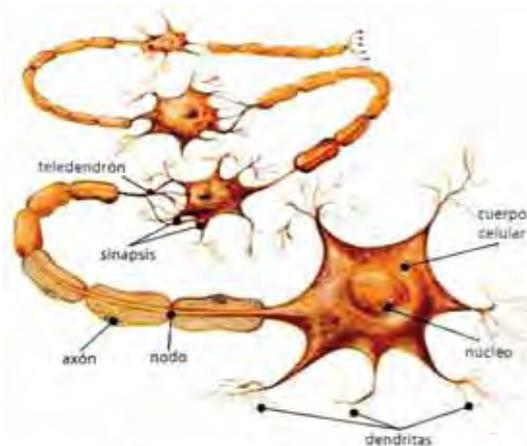
El sistema nervioso consta de una compleja red de **nervios** que se extiende por todo el cuerpo y de un conjunto de órganos centralizados en el cráneo y a lo largo de la columna vertebral.

A través de la red de nervios, se perciben los cambios producidos en el interior del organismo y del ambiente y se transmite esta información mediante señales de naturaleza electroquímica. Las señales son percibidas por los órganos que componen el **encéfalo** y la **médula espinal**, cuya función principal es la de procesar la información y responder de la manera más adecuada a los estímulos percibidos.

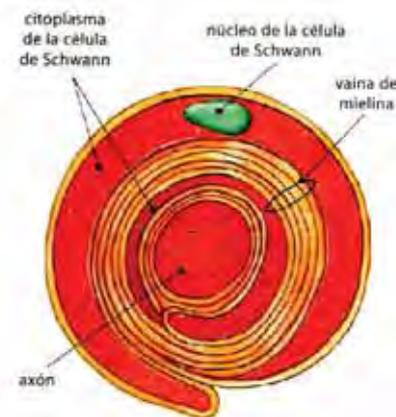
Las células nerviosas y el impulso nervioso

El tejido nervioso está constituido por una compleja y extensa red de células interconectadas y altamente especializadas denominadas **neuronas**. Una neurona consta básicamente de un **cuerpo celular** o **soma** del cual surgen prolongaciones: el **axón**, el **teledendrón** o **terminales del axón** y las **dendritas**.

La mayor parte de las neuronas están acompañadas por células, denominadas **células gliales**, que le proporcionan soporte y contribuyen a nutrir a la red neuronal. Las fibras nerviosas, comprendidas por los axones de las neuronas, están rodeadas por un tipo particular de células gliales, denominadas **células de Schwann**, cuyo citoplasma crece en forma envolvente al axón. Estas células producen una sustancia lipídica, llamada **mielina**, la cual se comporta como un aislante eléctrico. La envoltura a lo largo del axón es discontinua porque presenta interrupciones llamadas **nodos de Ranvier**.



A lo largo de un axón, puede haber bifurcaciones, aunque la zona más ampliamente ramificada es el extremo.
Las dendritas son más cortas y se ramifican a partir de su base.
Cada axón es una fibra nerviosa.
Un solo axón puede llegar a conectarse con unas 1000 neuronas a través de sus ramas terminales.



El citoplasma de las células de Schwann crece en forma envolvente alrededor del axón, de tal manera que varias capas superpuestas de la membrana con mielina forman una vaina.

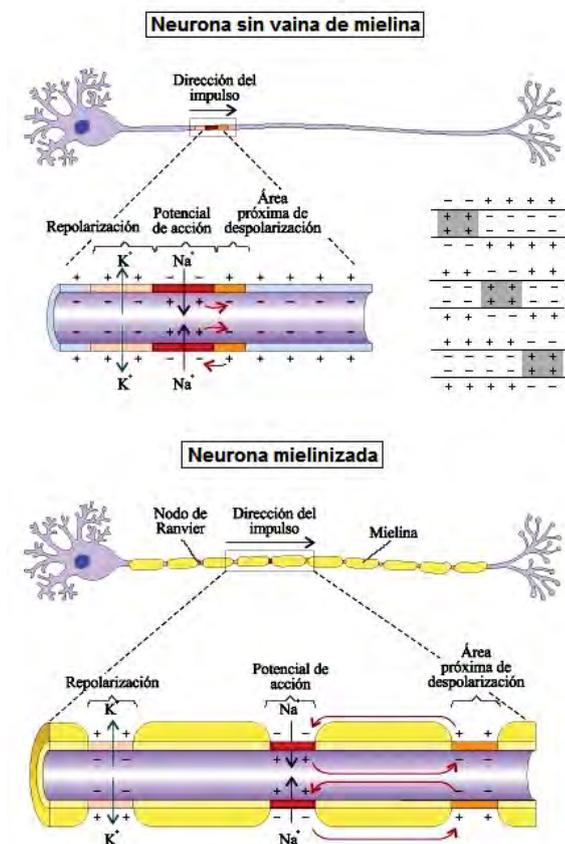
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Los **impulsos nerviosos** son señales electroquímicas que viajan a lo largo de las fibras nerviosas para transmitir información de una neurona a otra.

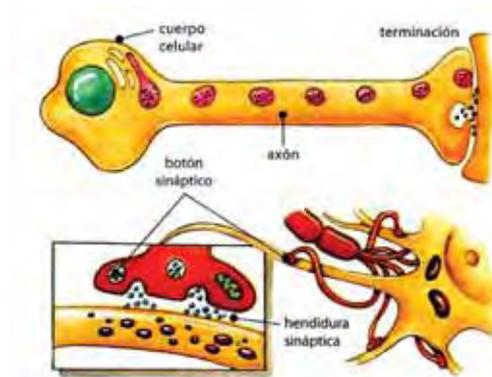
Un impulso nervioso se inicia cuando llega un estímulo a la neurona y produce una inversión de las cargas eléctricas a ambos lados de la membrana neuronal llamado **potencial de acción**. Esta despolarización (cambio de cargas a un lado y al otro de la membrana) provoca una perturbación eléctrica

en las zonas adyacentes, produciendo despolarizaciones momentáneas en forma sucesiva a lo largo del axón. Por este motivo, el mecanismo que transmite las señales a lo largo de una neurona es de naturaleza eléctrica y es regulado por un complejo de proteínas específicas denominado **Bomba de sodio y potasio** y por **canales selectivos de sodio y potasio** para el pasaje de estos iones involucrados en la transmisión del impulso nervioso. Las propiedades aislantes de la mielina que presentan varias neuronas, aumentan la velocidad de transmisión del impulso nervioso, ya que se transmite “a saltos” de un nodo a otro.

Luego, las señales transmitidas entre una neurona y otra son de naturaleza química, ya que se establece mediante la secreción de sustancias, llamadas **neurotransmisores**. Éstos fluyen a través de un pequeño espacio que hay entre las neuronas y se une a receptores presentes en la membrana de la neurona vecina. Este tipo de conexión, en el cual la terminación de un axón libera neurotransmisores que son recibidos por una dendrita o por un sector del cuerpo celular, se conoce como **sinapsis**. La recepción de los neurotransmisores por la neurona vecina desencadena nuevamente en ella la transmisión de señales eléctricas a lo largo de su axón.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)



Una sinapsis consta de dos partes: un extremo del axón de una neurona, que por su forma se denomina botón sináptico, y una región receptora en la superficie de la otra neurona. El espacio que separa las membranas se llama hendidura sináptica y es de unos 200 nanómetros (1 nanómetro= 0,000000001 metros)

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Organización del sistema nervioso

En el sistema nervioso es posible delimitar varios subsistemas, según la ubicación de sus componentes en el cuerpo, el tipo de funciones que coordinan y los mecanismos a través de los cuales actúan. Las dos subdivisiones principales del sistema nervioso son: **Sistema Nervioso Central (SNC)** formado por el **encéfalo**

(*cerebro, cerebelo, tálamo, hipotálamo y tallo cerebral o tronco encefálico*) y la *médula espinal*; y el **Sistema Nervioso Periférico (SNP)** que abarca a todos los *tejidos nerviosos* situados por fuera del SNC.



Fuente: Bocalandro y otros (2001) y Tortora y Derrickson (2006)

El **Sistema nerviosos central** tiene la función de reunir información sensorial recibida de diferentes estructuras, procesarla y transmitir dicha información hacia las vías nerviosas que controlan los tejidos efectores del organismo, es decir, a los que efectuarán la respuesta, como la contracción de músculos o la regulación de secreción de una glándula. Además, es la fuente de pensamientos, emociones y recuerdos.

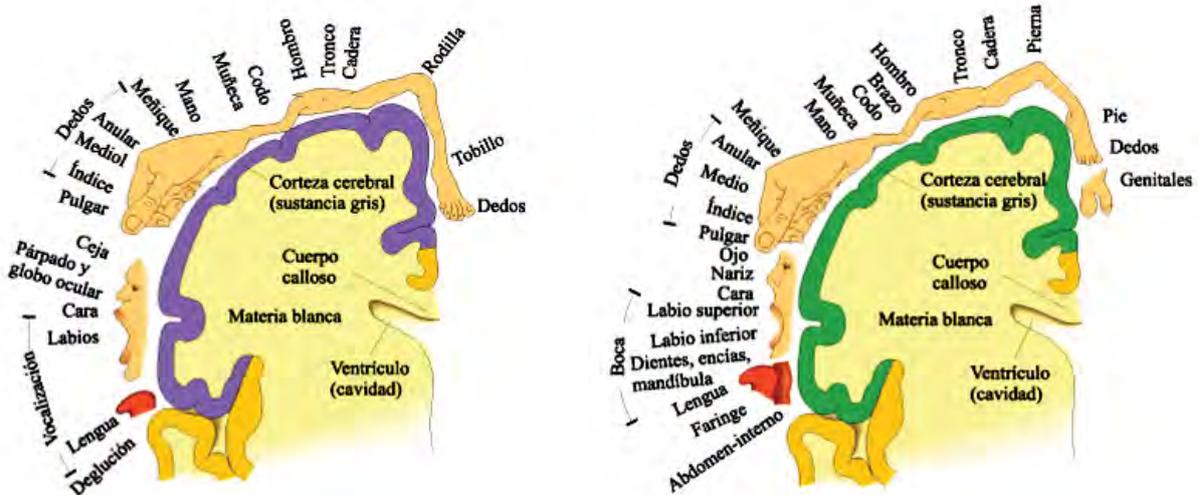
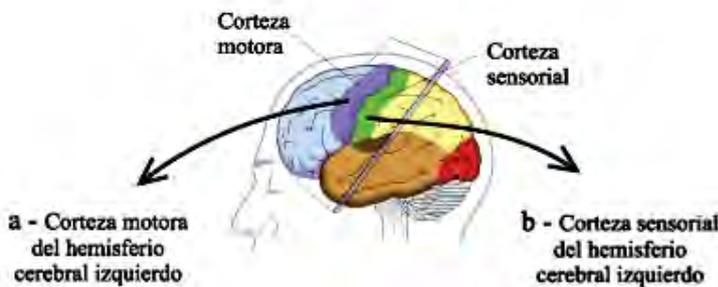
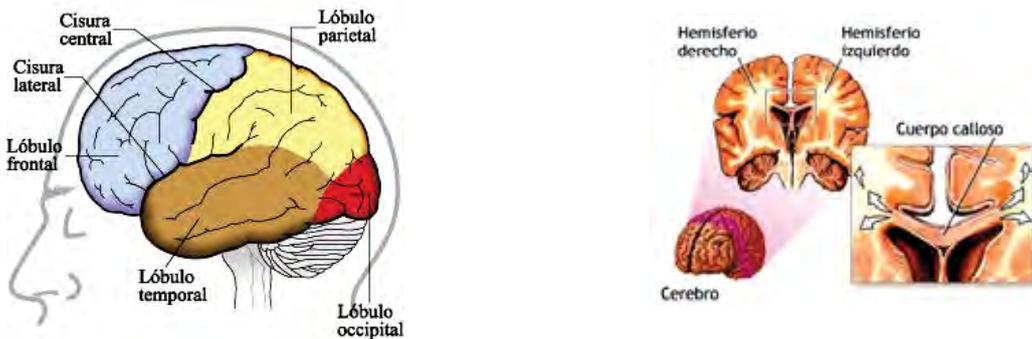
El **cerebro** presenta dos **hemisferios, derecho e izquierdo**, separados por una hendidura longitudinal donde se localiza el **cuerno calloso**. Esta comisura central es un haz de fibras nerviosas que funciona como vía de comunicación entre un hemisferio cerebral y otro, con el fin de que ambos trabajen de forma conjunta y complementaria. En cada hemisferio, un área de la corteza cerebral controla específicamente las funciones sensoriales y otra, las funciones motoras. La corteza cerebral presenta además surcos que se utilizan como referencia para diferenciar cuatro **lóbulos** en cada hemisferio: **frontal, parietal, temporal y occipital**. Cada área presenta secciones asociados con una parte del cuerpo. En el interior del cerebro existen cavidades donde se elabora y almacena un líquido, llamado **líquido cefalorraquídeo**, el cual se transporta hasta el espacio entre el cráneo y las membranas que rodean al cerebro para protegerlo de golpes o bruscos movimientos.

El **cerebelo** está formado por dos lóbulos y presenta profundos pliegues en su superficie. Trabaja asociado con los órganos del equilibrio del oído interno, de modo que su función principal es controlar los movimientos finos y la posición del cuerpo.

El **tálamo** participa en varias funciones del organismo. Coopera en las funciones motoras, actúa en la regulación del estado de alerta y en las emociones, participa en el mantenimiento de la conciencia, el aprendizaje, la memoria, el pensamiento y el conocimiento, ayuda a integrar la información sensitiva.

El **hipotálamo** participa en la homeostasis del organismo regulando el funcionamiento de la glándula hipófisis (que regula muchas otras glándulas), trabajando en total asociación con el sistema endócrino.

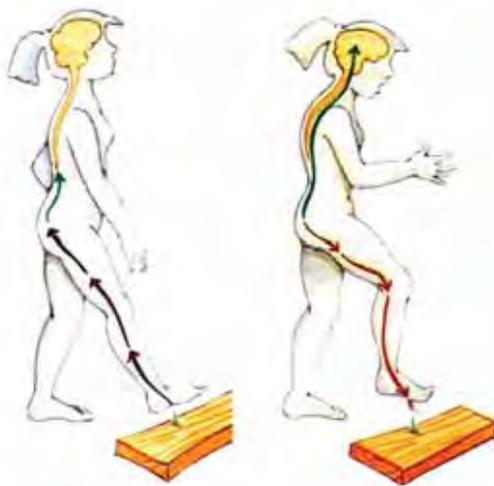
El **tallo cerebral** controla funciones tales como el latido cardíaco y la respiración. También trasmite señales desde y hacia la piel y los músculos de la cabeza. Intervienen en la conciencia y el despertar. Releva impulsos sensitivos y motores entre otras partes del encéfalo y la médula espinal. Participa en la coordinación de los reflejos de la deglución, la tos, el estornudo, el vómito y el hipo.



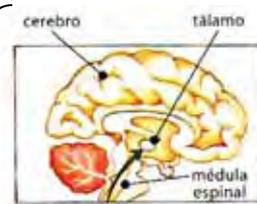
Fuente: Curtis y Barnes (2000)

La **médula espinal** es la principal vía de comunicación entre el encéfalo y el SNP. A lo largo de la médula espinal se ramifican los nervios de a pares, llamados nervios raquídeos o espinales. Cada nervio tiene dos raíces, la delantera o ventral solo transmite impulsos motores y la posterior o dorsal transmite impulsos sensoriales. Además, es capaz de elaborar respuestas en situaciones en las que se necesita una reacción rápida, antes de que el mensaje llegue al cerebro. Este mecanismo involuntario de defensa es una acción llamada **acto reflejo**. El recorrido completo del impulso nervioso, es decir, desde la percepción del estímulo hasta que se efectúa la respuesta, se llama **arco reflejo**. En este mecanismo intervienen varias estructuras: un receptor sensorial que origina el impulso, una neurona sensitiva que llega a la médula, una neurona motora que sale de la médula y un órgano efector. También puede intervenir una interneurona ubicada en la sustancia gris de la médula espinal.

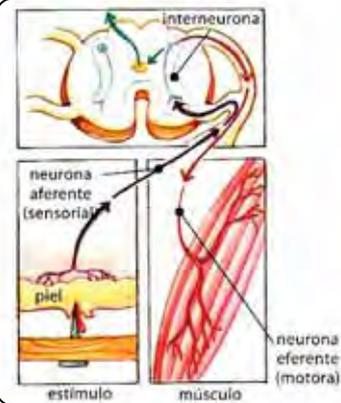
Acto reflejo
(acción o movimiento de defensa involuntaria)



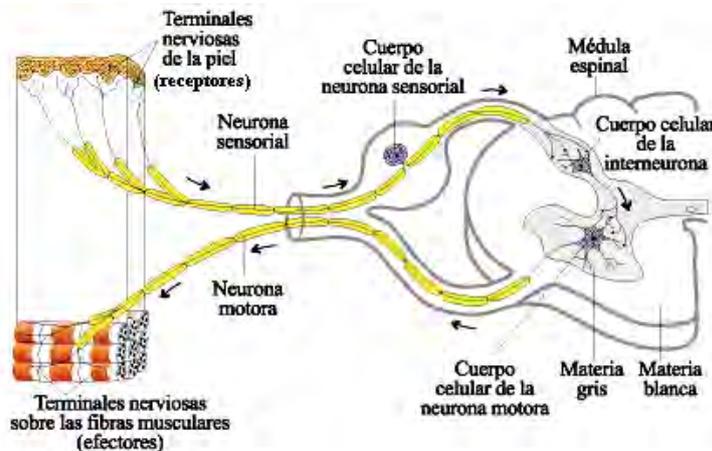
Información de dolor que llega al cerebro



Arco reflejo
(recorrido del estímulo, desde la neurona sensorial hasta la médula espinal, y de la respuesta involuntaria, desde la médula hasta la neurona motora)

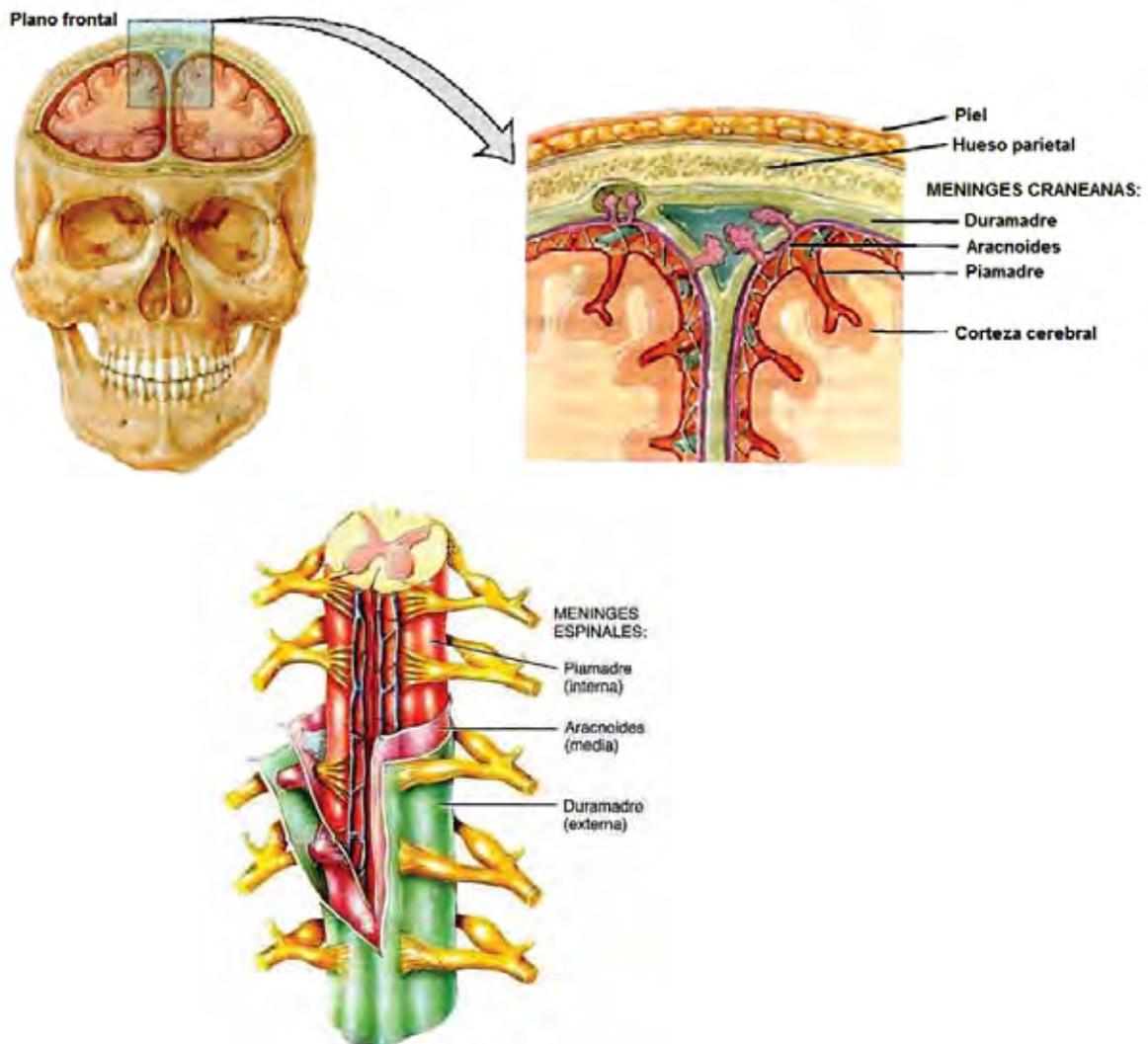


Detalle del Arco reflejo



Fuente: Bocalandro y otros (2001) y Curtis y Barnes (2000)

El encéfalo y la médula espinal están cubiertos por tres membranas llamadas **meninges** (*piamadre*, *aracnoides* y *duramadre*). Estas membranas tienen la función de proteger al tejido nervioso y de alojar a la red de vasos sanguíneos que lo irrigan.



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

El **Sistema nervioso periférico** está formado por las fibras nerviosas que comunican el SNC con todos los tejidos corporales.

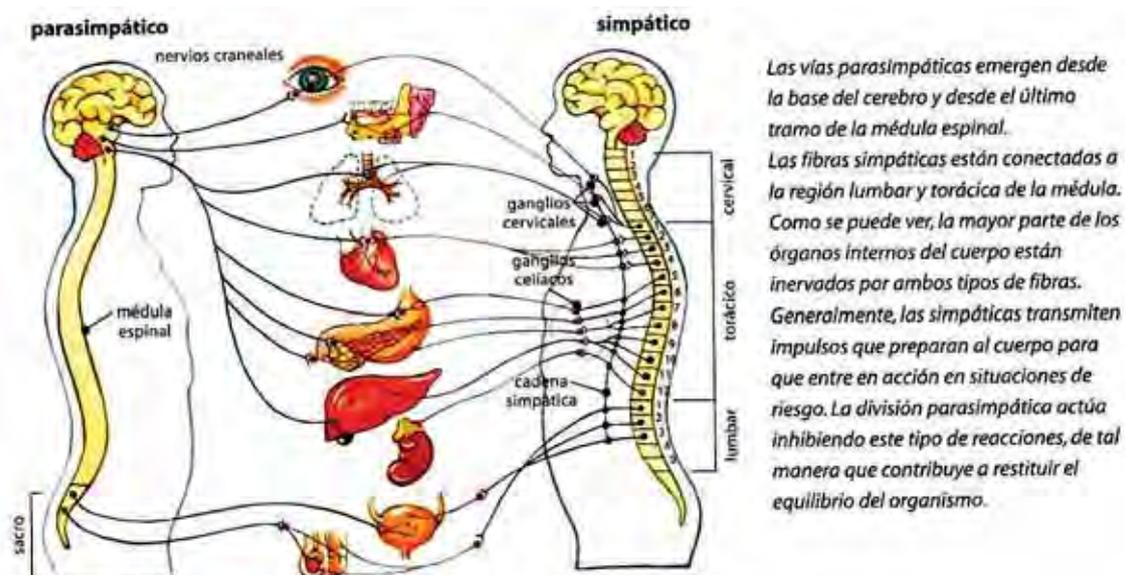
Las fibras que llevan señales desde los órganos de percepción de estímulos hacia el SNC son **neuronas sensitivas** o **aférentes** y las que transmiten los impulsos nerviosos desde el encéfalo o la médula hasta los órganos efectores son **neuronas motoras** o **eférentes**. Entre los componentes del SNP se hallan los nervios craneales y sus ramas, los nervios espinales y sus ramas, ganglios y receptores sensitivos. En la especie humana hay 12 pares de nervios craneales que están conectados directamente con el encéfalo y 31 pares de nervios espinales, que están unidos a la médula.

Según el tipo de respuesta y músculos que controla, el SNP puede ser subdividido, en **Sistema Nervioso Somático (SNS)**, **Sistema Nervioso Autónomo (SNA)** y **Sistema Nervioso Entérico (SNE)**.

El **Sistema Nervioso Somático** (*soma* = Cuerpo) consiste en neuronas sensitivas que transmiten la información desde los receptores de los sentidos especiales del tacto, visión, audición, gusto y olfato hacia el SNC; y neuronas motoras que conducen impulsos desde el SNC hacia los músculos esqueléticos. A este sistema se lo asocia a los movimientos voluntarios, aunque ciertos movimientos de estos músculos, como los actos reflejos, no dependen de la voluntad.

El **Sistema Nervioso Autónomo** (*auto* = mismo; *nomos* = ley) consiste en neuronas sensitivas que transportan información proveniente de los receptores sensitivos autónomos localizados principalmente en órganos viscerales (como el estómago y los pulmones) hacia el SNC y neuronas motoras que conducen impulsos nerviosos desde el SNC hacia el músculo liso, músculo cardíaco y las glándulas. Dado a que estas respuestas motoras no están normalmente bajo control consciente, el SNA es involuntario.

La parte motora de este sistema comprende la **división simpática** y la **división parasimpática**. Con pocas excepciones, los efectos están inervados por ambas divisiones que habitualmente ejercen acciones opuestas. En general, la división simpática ayuda a tolerar el ejercicio o encarar acciones de emergencia, conocidas como respuestas de “lucha y huida”. La división parasimpática tiene a su cargo las actividades de “reposo y digestión”.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

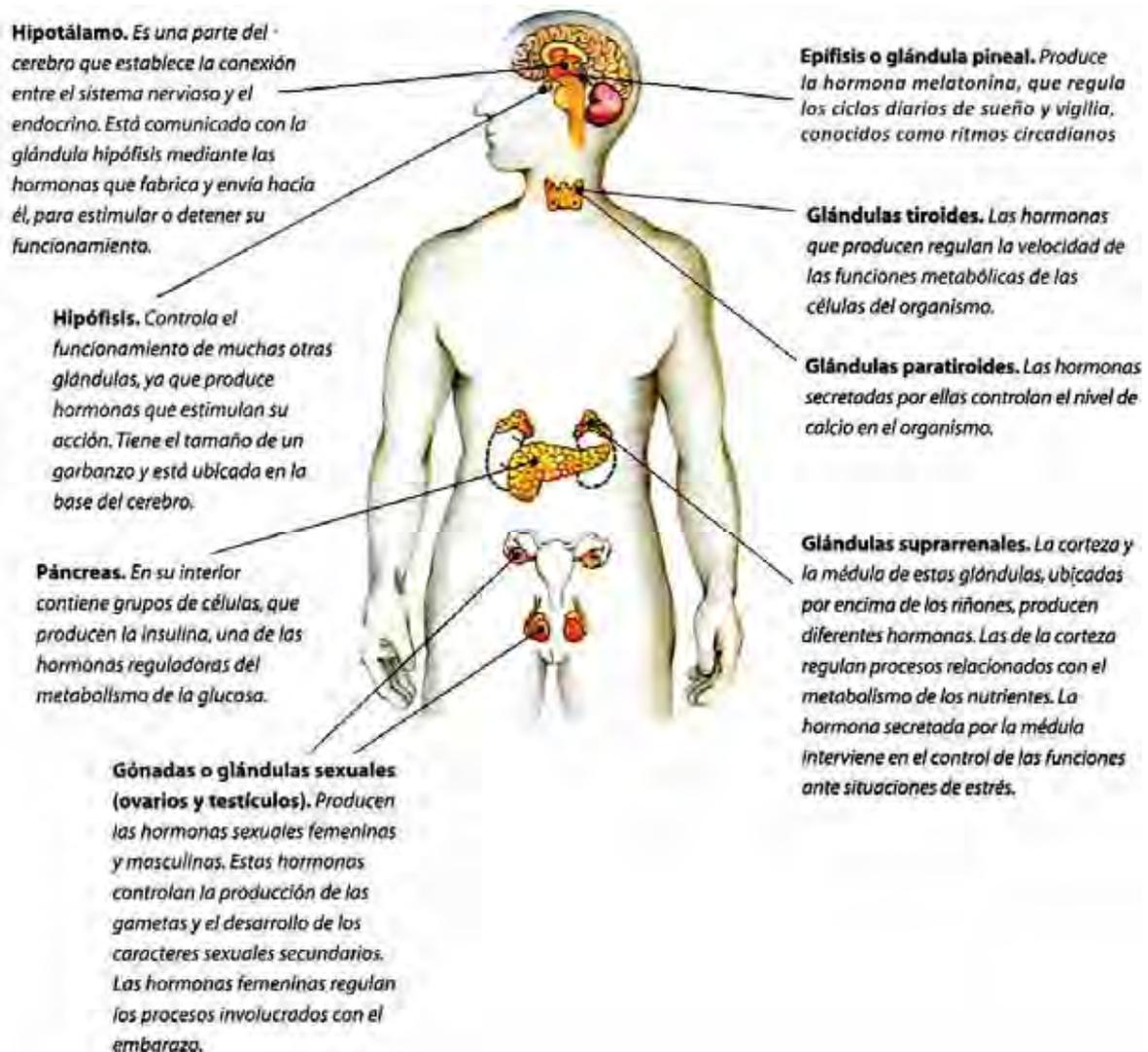
El **Sistema Nervioso Entérico** (*enterico* = intestinal) está compuesto por neuronas que se encuentran a lo largo de las paredes del intestino. Es un sistema enorme, contiene aproximadamente 100 millones de neuronas y se encarga de controlar actividades gastrointestinales, como regular las secreciones de los órganos digestivos, coordina la contracción del músculo liso que produce los movimientos peristálticos y regula la actividad de las células endócrinas del aparato digestivo, entre otras actividades. Su funcionamiento es involuntario y es considerado el “cerebro visceral”. En gran parte es regulado por la división simpática y parasimpática del SNA e interactúa con él para comunicarse con el SNC. Antiguamente se la consideraba dentro del SNA por la gran interacción funcional entre los mismos.

Sistema endócrino

Al igual que el sistema nervioso, el sistema endócrino participa en los controles necesarios para lograr el equilibrio interno del organismo. La principal diferencia entre estos dos sistemas es que las respuestas del sistema endócrino suelen demorar más tiempo, debido a que la circulación de la sangre es una vía de transporte más lenta que la transmisión de impulsos por las vías nerviosas.

Componentes del sistema endócrino y sus funciones

El sistema endócrino está constituido por un conjunto de **glándulas** distribuidas en diferentes regiones del cuerpo. En ellas, se sintetizan y secretan sustancias especializadas, llamadas **hormonas**, que viajan a través de la sangre o de otros fluidos corporales hacia las células o tejidos sobre los cuales ejercen su acción. A estas células o tejidos destino se denominan **células blanco** o **tejidos blanco**.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

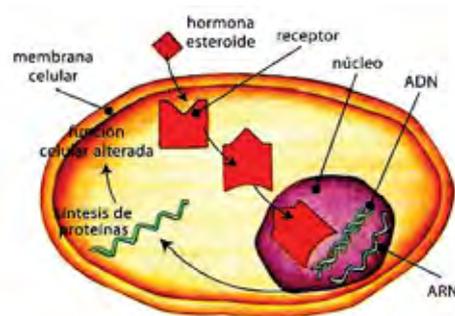
La actividad de la mayor parte de las glándulas endócrinas es dirigida por la **hipófisis**. Aunque hasta hace unos años se la consideraba como la “glándula maestra”, actualmente se sabe que no trabaja en forma independiente. Su función está controlada, en gran medida, por el hipotálamo.

Hormonas

Si bien las hormonas son secretadas por órganos diferentes, todas tienen propiedades comunes. Teniendo en cuenta su composición y estructura, las hormonas pertenecen a tres grupos de sustancias químicas: *esteroides* (principalmente colesterol), *proteínas* y compuestos *derivados de los aminoácidos*.

La especificidad de las hormonas está dada por su configuración espacial. La forma de la molécula de cada hormona le confiere la capacidad de unirse únicamente a ciertas sustancias presentes en las células blanco. Dichas sustancias se denominan **receptores** y pueden encontrarse en las membranas o en el interior de las células blanco.

Las células de las glándulas endócrinas sintetizan y secretan hormonas en función de las necesidades del organismo. Por ello, los procesos de síntesis se inician a partir de señales químicas o electroquímicas que dichas células reciben.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Acción principal de las hormonas producidas por las glándulas endócrinas:

Glándula	Hormona	Acción principal	Mecanismo que controla su secreción
Hipófisis, lóbulo anterior	Hormona de crecimiento (somatotropina)	Estimula el crecimiento del hueso, inhibe la oxidación de la glucosa, promueve la degradación de ácidos grasos	Hormona (s) hipotalámica (s)
	Prolactina	Estimula la producción de leche	Hormona (s) hipotalámica (s)
	Hormona estimuladora de tiroides (TSH)	Estimula la glándula tiroides	Tiroxina en sangre; hormona (s) hipotalámica (s)
	Hormona adrenocorticotrófica (ACTH)	Estimula la corteza suprarrenal	Cortisona en la sangre; hormona (s) hipotalámica (s)
	Hormona foliculoestimulante (FSH)*	Estimula al folículo ovárico, espermatogénesis	Estrógeno en la sangre; hormona (s) hipotalámica (s)
Hipotálamo (vía hipófisis posterior)	Hormona luteinizante (LH)	Estimula la ovulación y la formación del cuerpo lúteo en las hembras y las células intersticiales en el macho	Progesterona o testosterona en la sangre; hormona(s) hipotalámica (s)
	Oxitocina	Estimula las contracciones uterinas y la salida de la leche	Sistema nervioso
	Hormona antidiurética (ADH, vasopresina)	Controla la excreción de agua	Concentración osmótica de la sangre; volumen sanguíneo, sistema nervioso

Tiroides	Tiroxina, u otras hormonas del tipo de la tiroxina	Estimula y mantiene actividades metabólicas	TSH
	Calcitonina	Inhibe la liberación de calcio del hueso	Concentración de iones Ca^{2+} en la sangre
Paratiroides	Hormona paratiroidea (paratohormona)	Estimula la liberación de calcio del hueso, estimula la conversión de vitamina D a su forma activa que promueve la absorción del calcio del tracto gastrointestinal; inhibe la excreción de calcio	Concentración de iones Ca^{2+} en la sangre
Corteza suprarrenal	Cortisol, otros glucocorticoides	Afectan el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos	ACTH
	Aldosterona	Afecta el balance de agua y sales	Procesos iniciados en los riñones; iones K^+ en la sangre
Médula suprarrenal	Adrenalina y noradrenalina	Incrementa el azúcar en la sangre, dilata o contrae vasos sanguíneos específicos, incrementa la frecuencia y la fuerza del latido cardíaco	Sistema nervioso
Páncreas	Insulina	Baja la concentración de azúcar de la sangre, incrementa el almacenamiento de glucógeno	Concentración de glucosa y aminoácidos en la sangre, somatostatina
	Glucagón	Estimula la degradación de glucógeno a glucosa en el hígado	Concentración de glucosa y aminoácidos en la sangre, somatostatina
Pineal	Melatonina	Implicada en la regulación de los ritmos circadianos	Ciclos luz-oscuridad
Ovario, folículo	Estrógenos	Desarrollan y mantienen características sexuales en las hembras, inician la edificación del tapiz uterino	FSH
Ovario, cuerpo lúteo	Progesterona y estrógenos	Promueven el crecimiento continuado del tapiz uterino	LH
Testículos	Testosterona	Produce espermatogénesis, desarrolla y mantiene características sexuales en los machos	LH

Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Las glándulas mencionadas anteriormente son las principales productoras de hormonas, pero otros órganos del cuerpo también poseen células secretoras de estas sustancias reguladoras. El **estómago** produce y secreta tres hormonas, una que estimula a las glándulas productoras de los jugos gástricos, otra que produce la contracción de la vesícula, para que liberen las sales biliares hacia el intestino, y una tercera hormona que pone en marcha la secreción de las enzimas pancreáticas. Los **riñones** estimulan la producción de hormonas que controlan la presión sanguínea y producen la eritropoyetina, hormona que participa en la producción de glóbulos rojos. El **timo**, cuyo mecanismo de acción no es del todo conocido hasta el momento, produce sustancias semejantes a las hormonas que intervienen en los procesos de maduración de los linfocitos. Su acción es muy evidente en la niñez y parece perder funcionalidad en los adultos.

Existen otras glándulas en el organismo, las **glándulas exógenas**, que se diferencian de las endócrinas por las vías en las que vierten las sustancias que secretan. Los productos de las glándulas exógenas (que NO son hormonas), son transportados por conductos especiales, como las glándulas sudoríparas, mamarias y digestivas, y desembocan en la superficie corporal o en alguna cavidad del cuerpo. En cambio, los productos de las glándulas endócrinas, secretan las hormonas hacia los fluidos extracelulares, de ahí al torrente sanguíneo para llegar finalmente a la célula o tejido blanco.

Retroalimentación positiva y negativa

La efectividad de este sistema radica principalmente en dos cosas: por un lado, sus mecanismos de control son seguros, ya que las hormonas que produce son específicas para cada proceso y para cada célula o tejido blanco. Por otro lado, otorga seguridad en la regulación efectuada, debido a su capacidad de

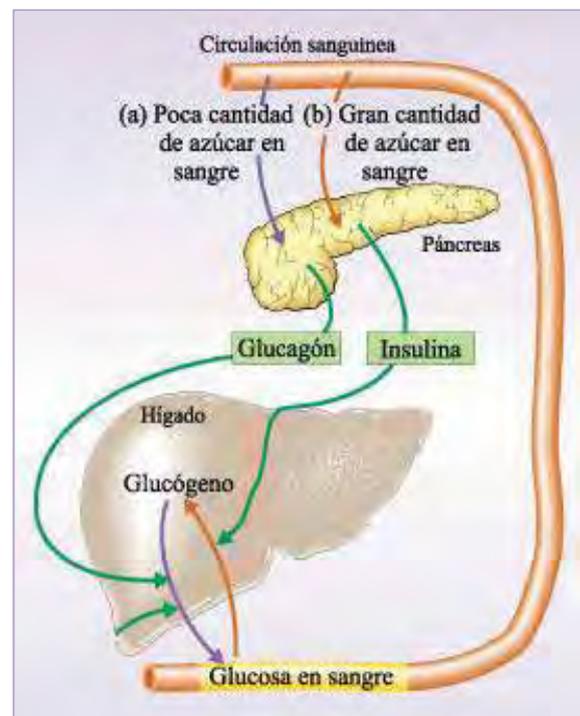
autocontrol. La cantidad de hormonas secretadas debe ser precisa, ya que si se prolonga su acción puede desestabilizar el normal funcionamiento del organismo. Esta regulación en la concentración de hormonas la lleva a cabo mecanismos de **retroalimentación**, que puede ser **positiva** o **negativa** según el caso.

Existen muy pocos mecanismos de retroalimentación positiva en el organismo; un ejemplo lo constituye la lactancia materna. La succión del pezón producida por el bebé, estimula la producción de la hormona oxitocina, que a su vez, provoca un aumento en la secreción de la leche materna. Cuanto más se succiona, más oxitocina se libera y más leche se secreta. Cuando el niño abandona la lactancia, la producción de oxitocina disminuye y consecuentemente, la secreción de leche también.

Con respecto a la retroalimentación negativa, un buen ejemplo para ilustrar este proceso es la regulación de la concentración de azúcar en el organismo. Cuando existe una concentración incrementada de azúcar en la sangre, se aumenta la producción de la hormona insulina en el páncreas, ya que ésta disminuye la glucosa del torrente sanguíneo incrementando su absorción por las células y promoviendo su conversión en forma de glucógeno. Al disminuir la concentración de glucosa en sangre, se detiene la liberación de insulina. Cuando la concentración de azúcar en la sangre es baja, el páncreas libera la hormona glucagón, que estimula la degradación de glucógeno en glucosa y su salida desde el hígado a la sangre. Al aumentar el nivel de azúcar en la sangre, se detiene la liberación de glucagón.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Sistema inmunológico

El organismo humano se halla expuesto a la acción constante de diversos microorganismos patógenos que pueden causarle enfermedades. Sin embargo, la mayoría de las veces, estos agentes no logran interferir en el mantenimiento de la homeostasis del organismo y permanece sano la mayor parte del tiempo. Esto ocurre porque el cuerpo humano posee un sistema de defensas altamente eficiente contra los agentes extraños. Existe una serie de mecanismos de defensa frente a distintos agentes invasores, pero también el organismo cuenta con defensas altamente específicas, es decir, adaptadas a contrarrestar la acción de determinados agentes patógenos.

Defensas

Defensas no específicas o inespecíficas

El organismo humano cuenta con mecanismos de defensa que evitan la entrada de microorganismos que podrían ser perjudiciales para la salud. Algunos mecanismos no presentan selectividad de microorganismos y actúa de igual manera contra todos. Por eso se los denominan no específicos.

La primera línea de defensa son las barreras estructurales. La **piel** que recubre al cuerpo exteriormente constituye una barrera si no está lesionada. El **sudor**, el **sebo** (o grasa) que tiene la superficie de la piel, la **saliva** y las **lágrimas** contienen sustancias químicas que destruyen los microorganismos. Por otro lado, las paredes internas de los conductos digestivo y respiratorio están recubiertas por una sustancia **mucosa** que puede atrapar a los microorganismos y a la suciedad que entra al cuerpo. Además, las células que revisten las vías respiratorias contienen en su superficie, **prolongaciones finas** que, al agitarse, expulsan microorganismos y partículas extrañas que entran con el aire. La **sustancia ácida** que produce el estómago en la digestión, también presenta propiedades bactericidas. Otra barrera son las bacterias que viven en ciertos lugares del cuerpo (como la **flora intestinal**). Son inofensivas para el organismo y ayudan a su defensa ya que compiten con otros agentes extraños que pueden instalarse en su territorio.

La segunda línea de defensa son las **respuestas inflamatorias**. Cuando se produce una herida en la piel, los microorganismos encuentran una vía de entrada directa a los tejidos internos del organismo. Sin embargo, allí se encuentran con una segunda línea de defensa. Las células presentes en la zona de la herida liberan una sustancia, la **histamina**, que provoca una mayor irrigación de sangre hacia la zona afectada. La acumulación de sangre produce hinchazón, enrojecimiento y un aumento de la temperatura en el área lesionada, lo que crea un ambiente poco propicio para el desarrollo de algunos microorganismos. Además, algunos **glóbulos blancos** se dirigen al tejido lesionado donde atrapan y fagocitan las bacterias y sustancias tóxicas. La eliminación de patógenos va acompañada por un proceso de coagulación y cicatrización en el que intervienen las **plaquetas** de la sangre. Estas se agrupan y bloquean las lesiones de los capilares sanguíneos y liberan una sustancia, la **fibrina**, que forma una red alrededor de la herida donde quedan atrapados los glóbulos rojos.

Defensas semiespecíficas

Cuando un organismo es infectado por un virus, generalmente no lo es, al mismo tiempo, por otro tipo de virus. Esto se debe a que cuando una célula es invadida por un virus, libera una proteína llamada **interferón**. Esta sustancia interactúa con las células vecinas, estimulando la producción de enzimas antivirales, que las protege de la entrada de otros virus invasores. Este tipo de respuestas se considera semiespecífico debido a que actúa solamente sobre los virus pero la respuesta no es particular a cada tipo de virus.

Defensas específicas

Cuando los microorganismos logran atravesar las barreras de defensa e ingresar al torrente sanguíneo, se encuentran con otro frente de batalla: el **sistema inmunológico**. Este sistema posee mecanismos para distinguir entre los componentes propios del organismo y los ajenos a él. De esta manera, al detectar la presencia de un organismo externo, el organismo desencadena una reacción destinada a eliminarlo, llamada **respuesta inmunológica o inmune**. Esta respuesta es altamente específica ya que es determinada para cada invasor. Esta especificidad de las respuestas se debe a ciertos glóbulos blancos, los **linfocitos**. Los glóbulos blancos, al igual que el resto de las células de la sangre, se fabrican en la médula de los huesos largos y planos.

Estructura del sistema inmunológico y función de sus componentes

Los lugares donde se originan, maduran y actúan los linfocitos, forman el sistema inmunológico o inmune, que incluye la **médula ósea**, el **timo**, los **vasos linfáticos**, los **ganglios linfáticos**, las **amígdalas**, el **bazo** y **ciertas células del intestino delgado**.

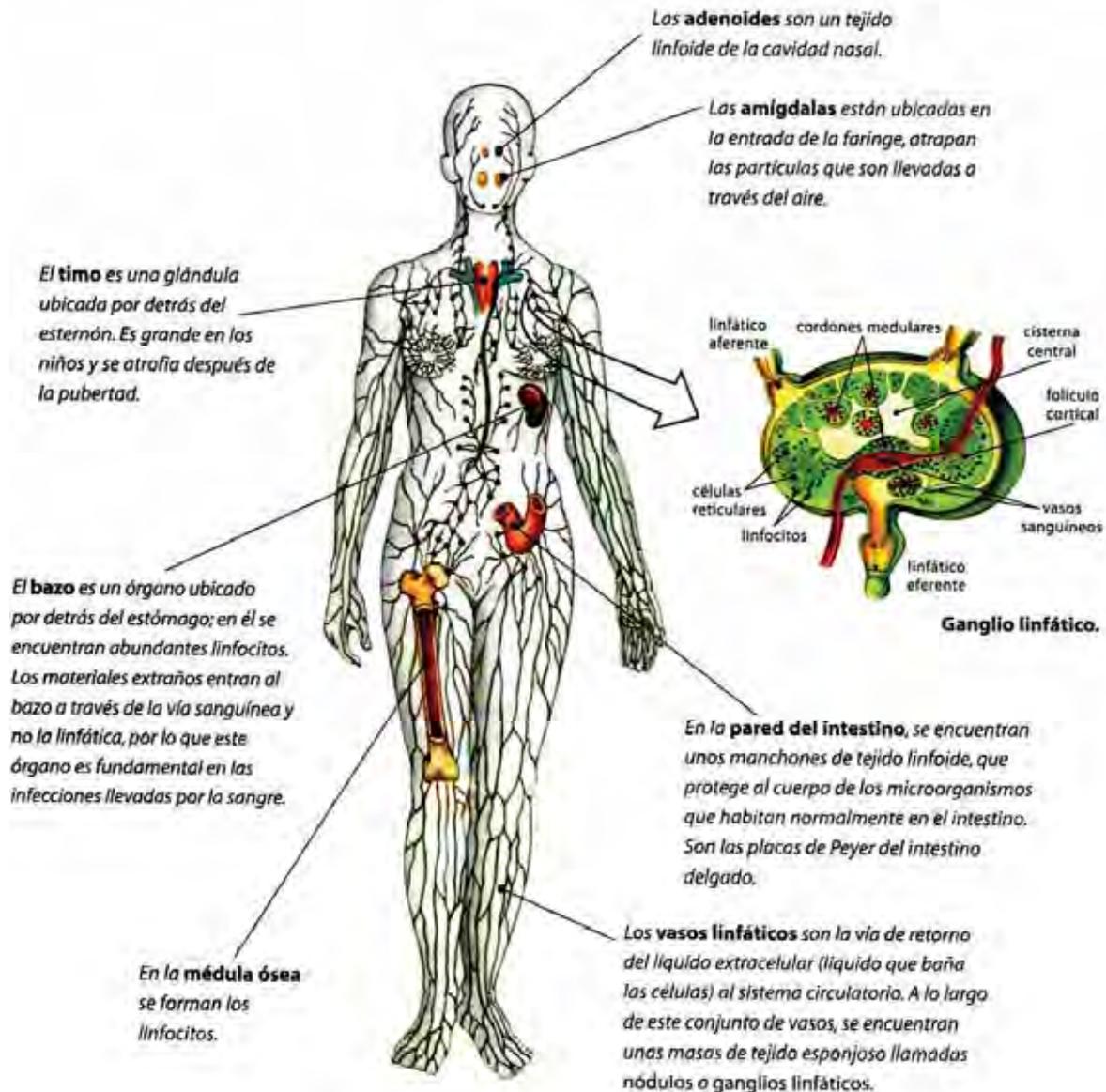
Los **linfocitos**, se originan a partir de células indiferenciadas que sufren un proceso de maduración en la médula ósea y en el timo, por lo que se denominan **órganos linfoides primarios**. El resto de los órganos del sistema inmunológico, los **órganos linfoides secundarios**, actúan como reservorio de linfocitos.

Este sistema también se lo conoce como **sistema linfático** y además de la función de ayudar a defender al organismo de aquellos agentes que provocan enfermedades (conocido sólo como sistema inmunológico), también permite la circulación de líquidos corporales y de ciertas sustancias. La mayor parte de los componentes del plasma sanguíneo se filtran a través de las paredes capilares para formar el líquido intersticial. Una vez que el líquido intersticial ingresa a los **vasos linfáticos**, se denomina **linfa** (*linfa* = líquido claro). La principal diferencia entre estos líquidos es su ubicación: el líquido intersticial se ubica entre las células, mientras que la linfa lo hace en el interior de los **vasos y tejidos linfáticos**.

El sistema linfático cumple tres funciones principales:

- **Drenaje del exceso de líquido intersticial.** Los vasos linfáticos drenan el exceso de líquido intersticial desde los espacios tisulares y lo devuelven a la sangre.
- **Transporte de los lípidos de la dieta.** Los vasos linfáticos se encargan del transporte de lípidos y vitamina liposolubles (A, D, E Y K), que se absorben desde el tracto gastrointestinal hacia el torrente sanguíneo.
- **Generación de la respuesta inmunitaria.** Este punto lo desarrollaremos en detalle en esta sección.

La organización de los órganos del sistema inmunológico no es similar a la de otros sistemas (por ejemplo, el digestivo o el respiratorio). Si bien el sistema inmunológico es más difuso, se lo considera un sistema porque actúa como una unidad funcional.



Los vasos linfáticos. Los microorganismos y otras partículas extrañas que suelen encontrarse en el líquido extracelular son conducidos hacia los vasos linfáticos y, al pasar por los nódulos, son atrapados para ser destruidos. Se encuentran aglomerados en ciertas zonas como el cuello, las axilas y las ingles. Actúan como filtro, eliminando de la circulación partículas extrañas y microorganismos. Dentro de los nódulos linfáticos, ocurren las principales interacciones que se producen entre las células que intervienen en la respuesta inmune.

Los linfocitos. Son producidos por las células troncales en los órganos linfoides primarios y migran a los órganos secundarios, como el bazo. Hay dos clases de linfocitos: los **linfocitos B** y los **linfocitos T**. Su proceso de maduración se desarrolla en lugares diferentes. Los primeros se diferencian y maduran en la médula ósea (B proviene de bone, "hueso" en inglés); en cambio, los linfocitos T lo hacen en el timo, de allí su nombre.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Respuesta Inmunológica

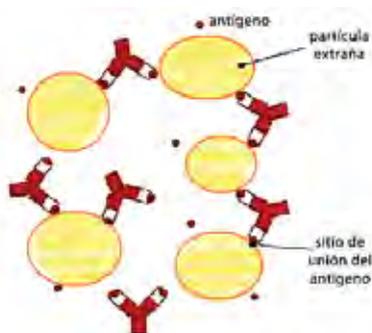
Los linfocitos B y los anticuerpos

Se pueden contar por millones la cantidad de linfocitos B que, en todo momento, se encuentran patrullando nuestro organismo a la espera de un invasor. Muchos circulan por la sangre y otros se aglomeran en los ganglios linfáticos, bazo, amígdalas y otros tejidos linfoides. En la superficie de los linfocitos B, se encuentran los **anticuerpos**, proteínas capaces de unirse de forma específica a un agente extraño al organismo, llamado **antígeno**. Un antígeno es cualquier sustancia generadora de anticuerpos y que puede causar una respuesta inmunológica, esto incluye partes de bacterias, de virus y otros microorganismos (como cápsula, pared celular, flagelos, etc.).

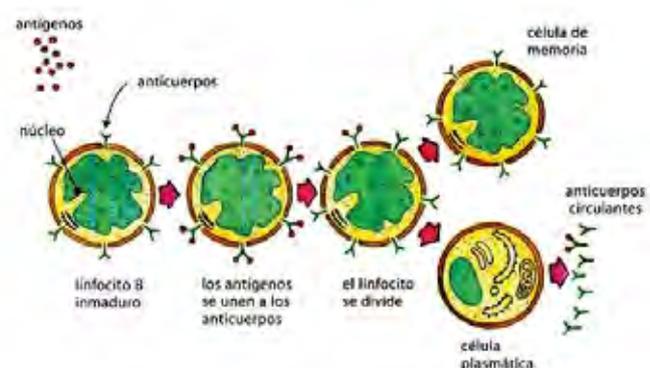
Cada individuo tiene una enorme cantidad de diferentes linfocitos B, cada uno con la capacidad para sintetizar un solo tipo de anticuerpo. Cuando un antígeno penetra en el organismo, son estimulados los linfocitos que poseen un anticuerpo específico capaz de unirse a ese antígeno. La estructura del anticuerpo es complementaria de la del antígeno, por lo tanto, se forma un complejo tridimensional **Antígeno-anticuerpo**. Al unirse el antígeno al anticuerpo, pone en movimiento una serie de cambios dentro del linfocito B, que comienza a dividirse y a diferenciarse. Esta multiplicación se produce en el interior de los **nódulos linfáticos**, que por lo tanto, se agrandan como consecuencia de la infección. Por ejemplo, cuando una persona tiene una infección en la garganta, es común que los ganglios del cuello se inflamen. La división y diferenciación de los linfocitos B forman dos tipos de células:

- las **células B plasmáticas**, que secretan grandes cantidades de anticuerpos hacia la sangre, la linfa y las mucosas. La vida media de estos anticuerpos es relativamente corta, por lo que luego de algunas semanas su número decrece.
- las **células B de memoria**, que llevan los mismos anticuerpos que la célula original, persisten en la circulación indefinidamente y se activan si tienen un encuentro posterior con el antígeno.

Se ha calculado que los linfocitos B pueden sintetizar más de 18.000 millones de anticuerpos. Esta enorme cantidad de anticuerpos se la agrupa en cinco clases distintas, según su localización en el cuerpo y la función que desempeña, llamadas **inmunoglobulinas (Ig)**: G, A, D, M y E.



Cada molécula de anticuerpo tiene dos sitios de unión con el antígeno. Así, un anticuerpo puede unirse a los antígenos de dos bacterias diferentes haciendo que se peguen. Los macrófagos (glóbulos blancos fagocíticos) destruyen luego estas masas aglutinadas.



Proceso de división y diferenciación de los linfocitos B

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Los linfocitos T

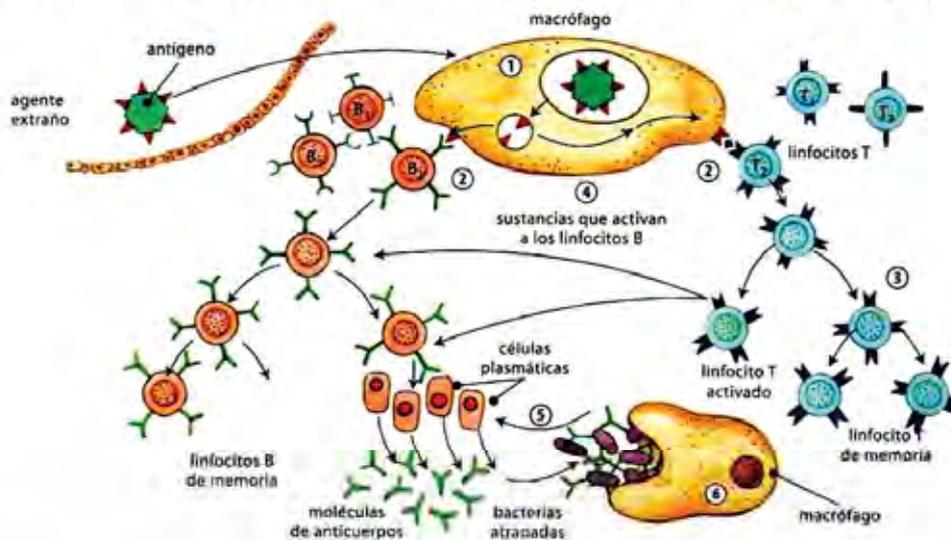
Los linfocitos T no pueden ser distinguidos de los linfocitos B al microscopio. Ambos se generan en la médula de los huesos, pero a diferencia de los linfocitos B, los linfocitos T maduran en el timo. El proceso de maduración y diferenciación que se lleva a cabo da origen a tres tipos de linfocitos:

- **células T colaboradoras (helper), cooperadoras o auxiliares**, que se encargan de activar a los linfocitos B y a los linfocitos T asesinos
- **células T citotóxicas o asesinas**, que matan a células infectadas por virus, bacterias y otros parásitos, y podrían intervenir en la destrucción de células cancerígenas.
- **células T supresoras**, que tienen a su cargo regular la acción de los linfocitos auxiliares y asesinos, deteniendo su acción.

Los linfocitos T no secretan anticuerpos. Se caracterizan por tener receptores en sus membranas, que identifican a los antígenos y cuya configuración es complementaria. Como consecuencia de este encuentro, se dividen (al igual que los linfocitos B) y se forman también dos tipos de células:

- **células T activas**
- **células T de memoria**

Respuesta inmunológica que ocurre cuando un agente extraño entra al organismo por primera vez



Al entrar al organismo, el cuerpo extraño es ingerido por un macrófago, que despliega en su superficie los antígenos del invasor (1). Los linfocitos B y los linfocitos T que tengan receptores que encajen con los antígenos que presenta el macrófago, se activarán y se multiplicarán (2). Las primeras que actúan son los linfocitos T auxiliares, que se unen a través de sus receptores al antígeno. A

partir de allí, proliferan formando dos clones: el de las células activas y el de las células de memoria (3). Estas linfocitos T secretan sustancias (4) que, a su vez, activan a los linfocitos B a diferenciarse y a multiplicarse, por lo que, indirectamente, estimulan la producción de anticuerpos (5). En el esquema puede verse que los anticuerpos se unen a los antígenos y forman redes de bacterias que son

atrapadas y destruidas por los macrófagos, con lo que se elimina el agente extraño del cuerpo (6). Como puede observarse en el esquema, los anticuerpos actúan independientemente de las células que los secretan. A este tipo de respuesta inmune se la denomina respuesta humoral (los humores eran, para los griegos, los "líquidos circulantes en el organismo").

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Otro tipo de respuesta inmunológica



Cuando algunas células del organismo son invadidas por un virus, sus antígenos quedan expuestos sobre la superficie de la célula. Los linfocitos T asesinos, cuyos receptores tienen la capacidad de complementarse con esos antígenos, se unirán inmediatamente a ellos. Esta unión activa la multiplicación de los linfocitos T asesinos y su diferenciación en células activas y células de memoria. Las células T asesinas activadas producen

compuestos químicos (linfoquinas) que atraen macrófagos y estimulan la fagocitosis. Además, estas células asesinas secretan sustancias que destruyen a los invasores. Este tipo de respuesta inmunitaria, que implica la destrucción de las células infectadas por los linfocitos T asesinos y por los macrófagos sin la mediación de anticuerpo, se denomina respuesta inmunitaria mediada por células.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Inmunidad primaria y secundaria

Cuando un agente extraño entra al organismo por primera vez, se produce la **respuesta inmune primaria**. Una vez eliminado el agente extraño, la cantidad de linfocitos y de anticuerpos en la sangre disminuye. Sin embargo, una pequeña porción de esos linfocitos, queda circulando en la sangre meses o años. Los linfocitos que perduran se llaman **linfocitos de memoria** y actuarán si se produce una infección con el mismo agente.

Si un mismo agente vuelve a entrar al organismo, la reacción inmunológica que se produce se denomina **respuesta inmune secundaria**. Esta respuesta es más veloz y efectiva, ya que los linfocitos de memoria empiezan inmediatamente a multiplicarse y a producir gran cantidad de anticuerpos. El sistema inmune tiene memoria y esto explica porqué en general no se produce dos veces la misma enfermedad.

Cuando agentes extraños, particularmente bacterias, hongos y virus, se multiplican más rápido que los glóbulos blancos y logran proliferar, se sentirán sus efectos, es decir, los síntomas de la enfermedad infecciosa. Para este tipo de casos existen drogas específicas para cada tipo de infección y se conocen con el nombre de **antibióticos** (*anti* = contra; *bio* = vida), **fungicidas** (*fungi*=hongo; *cida*=que causa la muerte) y **antivirales**. Estas sustancias destruyen o inhiben el crecimiento de los patógenos por lo que le dan tiempo suficiente al organismo para elaborar las defensas correspondientes.

Inmunidad natural y artificial

Nacemos inmunizados contra una serie de agentes patógenos, los que muy probablemente no llegarán a enfermarnos. Este tipo de inmunidad se llama **inmunidad natural** y está determinada por la información genética heredada. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la inmunidad se logra por la exposición al agente extraño, que puede o no enfermarnos. A este tipo de inmunidad se la conoce como **inmunidad**

natural adquirida y es específica para cada agente. La inmunidad que se logra a través de las vacunas se denomina **inmunidad artificial activa**, pues el organismo es inducido a poner en marcha sus mecanismos inmunológicos al introducirle expresamente un antígeno. No siempre el cuerpo es el encargado de elaborar los anticuerpos, en algunas ocasiones, los recibe ya formados. A esta inmunidad se la conoce como **inmunidad artificial pasiva**. Este tipo de inmunidad es la que se adquiere al recibir un suero, pero también es la que transmite la madre al feto a través de la placenta o la que pasa al bebé con la leche materna.

Funciones de soporte y movimiento

Sistema esquelético

El **tejido óseo** constituye alrededor el 18% del peso corporal y desempeña varias funciones básicas:

Sostén: el esqueleto es la estructura del organismo que da sostén a los tejidos blandos y provee los puntos de inserción para los tendones de la mayoría de los músculos esqueléticos.

Protección: el esqueleto protege de lesiones a varios órganos internos. Por ejemplo, los huesos del cráneo protegen al cerebro, las vértebras a la médula espinal y la caja torácica al corazón y los pulmones.

Asistencia en el movimiento: La mayoría de los músculos esqueléticos se fijan a los huesos; cuando se contraen, traccionan de éstos para producir el movimiento.

Homeostasis mineral: El tejido óseo almacena diversos minerales, especialmente calcio y fósforo, lo cual contribuye a la solidez del hueso. Los huesos liberan hacia la sangre los minerales necesarios para mantener su equilibrio y distribuirlos a otras partes del organismo.

Producción de células sanguíneas: Dentro de algunos huesos, un tejido conectivo denominado **médula ósea roja** produce glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, proceso llamado **hemopoyesis** (*hemo* = sangre; *poiesis* = formación). La médula ósea roja se encuentra en los huesos en desarrollo del feto y en algunos huesos del adulto, como la pelvis, las costillas, el esternón, las vértebras, el cráneo y los extremos de los huesos largos del brazo y el muslo.

Almacenamiento de triglicéridos: La **médula ósea amarilla** está constituida principalmente por **adipocitos**, los cuales almacenan triglicéridos. Éstos son una reserva potencial de energía química.

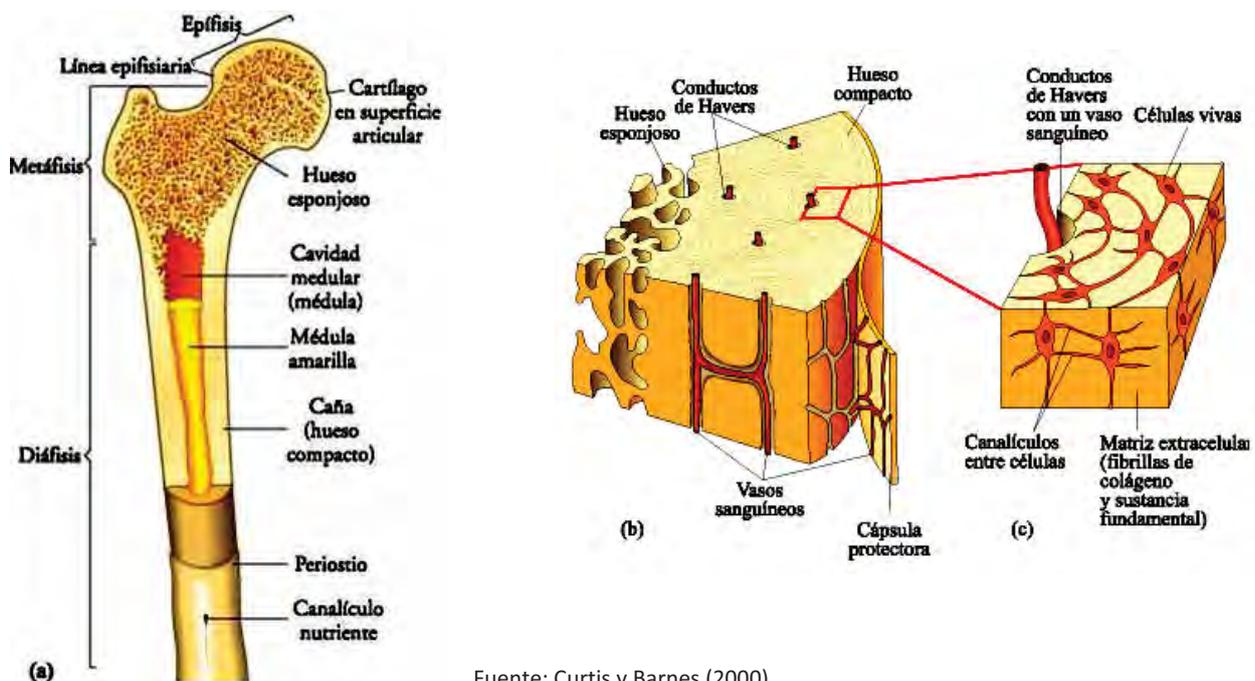
Características del hueso

En el tejido conectivo óseo, la **matriz extracelular del hueso** está impregnada con cristales duros de compuestos de **calcio** que le otorgan gran rigidez y dureza. Además, al igual que otros tejidos conectivos, el hueso es materia viva y está formado por células.

La estructura macroscópica del hueso puede analizarse considerando las partes de un **hueso largo**, como el **húmero** o el **fémur** ilustrado a continuación. Un hueso largo tiene mayor longitud que diámetro y consta de las siguientes partes:

- La **diáfisis** (*dia* = a través de; *fisis* = crecer) es el cuerpo del hueso (la porción cilíndrica larga y principal del hueso).
- Las **epífisis** (*epi* = sobre) son las terminaciones proximal y distal del hueso.
- Las **metáfisis** (*meta* = después) son las regiones de hueso maduro donde la diáfisis se une a las epífisis. En un hueso en crecimiento, cada metáfisis incluye la **placa epifisaria** o **cartílago de crecimiento**, capa de cartílago que permite a la diáfisis del hueso crecer en longitud. Cuando un hueso deja de crecer en longitud, alrededor de los 18 a 21 años de edad, el cartílago de la placa epifisaria se reemplaza por hueso; la estructura ósea resultante se conoce como **línea epifisaria**.
- El **cartílago articular** es una capa fina de cartílago hialino que cubre la zona de la epífisis donde un hueso se articula con otro. El cartílago articular reduce la fricción y absorbe los impactos en las articulaciones móviles.
- El **periostio** (*peri* = alrededor) es una vaina dura de tejido conectivo denso e irregular que envuelve la superficie ósea en los lugares que no están cubiertos por cartílago. Las células formadoras de hueso del periostio permiten el crecimiento en espesor, pero no en longitud. El periostio también protege al hueso, lo asiste en la reparación de fracturas, ayuda a la nutrición del tejido óseo y sirve como punto de inserción a ligamentos y tendones.
- La **cavidad medular** es el espacio dentro de la diáfisis que contiene médula ósea amarilla en los adultos.
- El **endostio** (*endo* = dentro) es una fina membrana que limita la cavidad medular. Contiene una sola capa de células formadoras de hueso y una pequeña cantidad de tejido conectivo.

Los extremos de los huesos largos, están formados por el **hueso esponjoso** en el cual hay grandes espacios rodeados de **hueso compacto**.

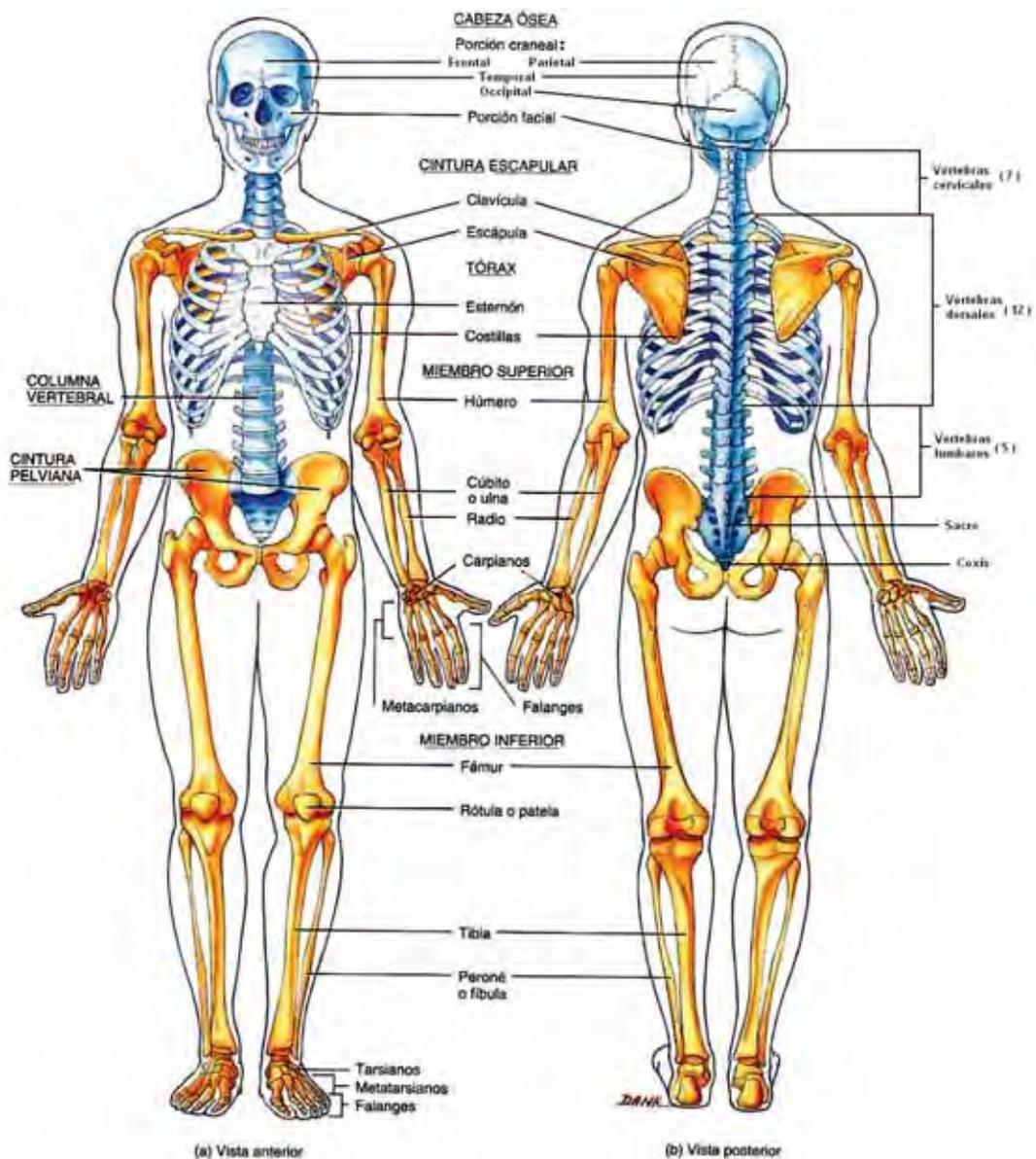


Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Los huesos son órganos vivos formados por tejido conjuntivo, nervioso y epitelial que revisten los vasos sanguíneos situados dentro de los **conductos de Havers** (que corren a lo largo del hueso). Los conductos de Havers se hallan rodeados por células óseas vivas. Unos **canaliculos** conectan las células entre sí, mediante expansiones del citoplasma, con los vasos sanguíneos y los nervios de los conductos de Havers.

Divisiones del sistema esquelético

El esqueleto humano adulto está constituido por 206 huesos, la mayoría de ellos pares; con un miembro de cada par en cada lado del cuerpo. El esqueleto de los lactantes y niños presenta más de 206 huesos ya que algunos de éstos se fusionan más tarde en la vida adulta. Como ejemplo tenemos los huesos de la cadera y algunos huesos de la columna vertebral.



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

El esqueleto se agrupa en dos grandes divisiones: el **esqueleto axial** (*axis* = eje) y el **esqueleto apendicular** (*apendic* = pendiente de). El esqueleto axial está compuesto por 80 huesos y el esqueleto apendicular por 126. El esqueleto axial se dispone alrededor del eje longitudinal del cuerpo, una línea imaginaria vertical que corre por el centro de gravedad del cuerpo desde la cabeza hasta el espacio entre ambos pies e incluye los huesos del **cráneo**, la **columna vertebral** y el **tórax**. El esqueleto apendicular está constituido por los huesos de los **miembros** o **extremidades superior** e **inferior** y los huesos que forman la **cintura escapular** (hombro) y la **cintura pelviana**, que unen las extremidades con el esqueleto axial.

Sistema muscular

El **tejido muscular esquelético** recibe este nombre porque la mayoría de los músculos mueven huesos del esqueleto. Este tejido está compuesto por el **músculo estriado**. Esta denominación se debe a que se ven bandas oscuras y claras alternadas (estriaciones) al observar el tejido al microscopio.

Propiedades del sistema muscular

El tejido muscular posee propiedades particulares que le permiten funcionar y contribuir a la homeostasis del organismo:

Excitabilidad eléctrica: es una propiedad tanto del músculo como de las neuronas y es la capacidad de responder a ciertos estímulos produciendo señales eléctricas llamadas **potenciales de acción**. Dicho de otro modo, es la sensibilidad que presentan los músculos ante un estímulo nervioso que llega a la fibra muscular.

Contractilidad: es la capacidad del tejido muscular de contraerse enérgicamente tras ser estimulado por un potencial de acción. Cuando un músculo se contrae, genera tensión (**fuerza de contracción**) al atraer sus puntos de inserción. Si la tensión generada es lo suficientemente grande como para vencer la resistencia del objeto a moverse, el músculo se acorta dando lugar a la realización de un movimiento.

Extensibilidad: es la capacidad del tejido muscular de estirarse sin dañarse. La extensibilidad permite al músculo contraerse con fuerza incluso estando elongado.

Elasticidad: es la habilidad del tejido muscular de volver a su longitud y forma originales tras la contracción o extensión.

Tonicidad: En reposo, los músculos no están relajados del todo. Siempre tienen cierto grado de tensión o **tono muscular**, responsable de que mantengamos la forma del cuerpo.

Funciones del sistema muscular

A través de la contracción sostenida o alternada, como de la relajación, el tejido muscular posee funciones clave:

Producir movimientos corporales: Los movimientos de todo el cuerpo, como caminar y correr, y los localizados, como agarrar un lápiz o negar con la cabeza, dependen de la función integrada de huesos, articulaciones y músculos.

Estabilizar las posiciones corporales: Las contracciones del tejido esquelético estabilizan las articulaciones y ayudan a mantener las posiciones corporales, como pararse o sentarse. Los músculos de la postura se contraen continuamente cuando uno está despierto; por ejemplo, la contracción sostenida de los músculos del cuello, mantiene la cabeza erguida.

Generar calor: El tejido muscular, al contraerse, produce calor; este proceso se denomina **termogénesis** (*termo* = temperatura; *génesis* = inicio). La mayoría del calor generado por el músculo se utiliza para mantener la temperatura normal del organismo. Las contracciones involuntarias del músculo esquelético, conocidas como **escalofríos** y **tiritones**, pueden aumentar la tasa de producción de calor.

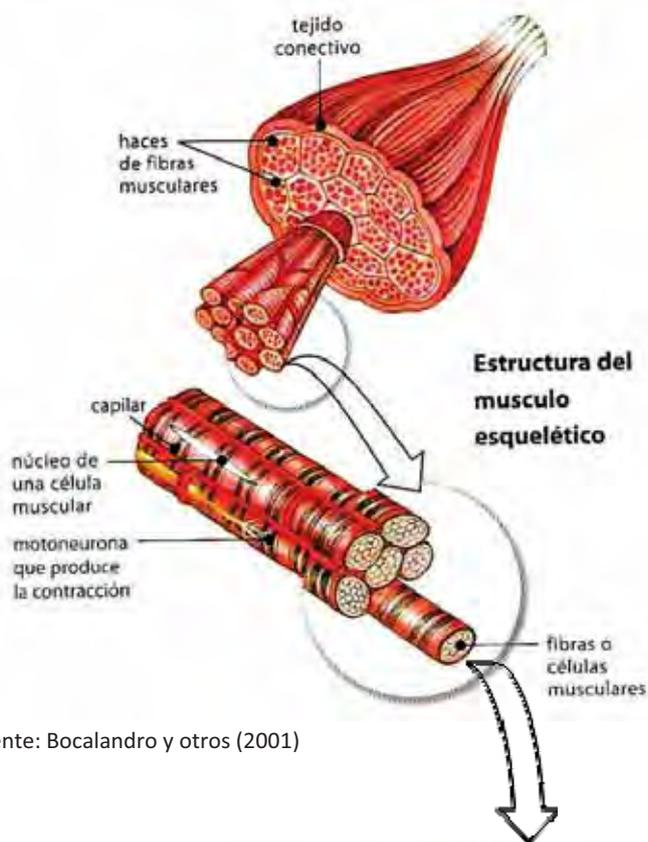
Estructura del músculo esquelético

La célula del músculo esquelético se denomina **fibra muscular**. Éstas, son células cilíndricas y alargadas. La membrana plasmática de las fibras musculares se llama **sarcolema** y el citoplasma **sarcoplasma**. En su interior contiene distintas organelas y numerosas mitocondrias, glucógeno, ácidos grasos, aminoácidos, enzimas y minerales.

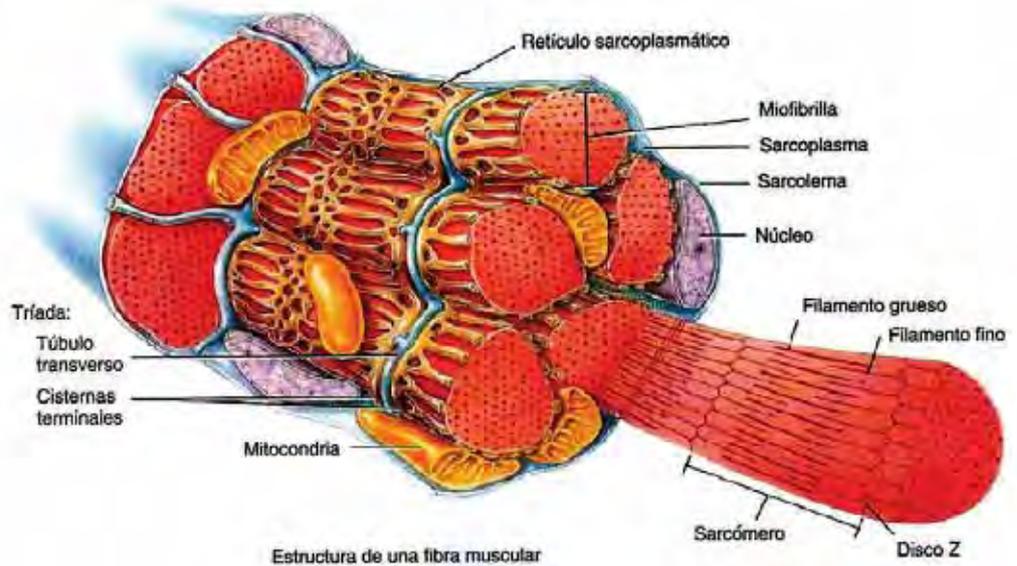
Las fibras musculares son atravesadas en toda su longitud por las **miofibrillas**, estructuras ubicadas en el sarcoplasma y responsables de la contracción y relajación del músculo. Hay millares de miofibrillas en cada fibra muscular.

A su vez, cada miofibrilla está formada por dos tipos de **miofilamentos**. Uno de ellos es grueso y se llama **miosina**. El otro es más delgado y recibe el nombre de **actina**. Tanto la miosina como la actina son proteínas. Los miofilamentos permiten la contracción del músculo ante estímulos eléctricos o químicos. Cada miofibrilla contiene centenares de miofilamentos.

La disposición de los miofilamentos en la miofibrilla da lugar a estructuras que se repiten denominadas **sarcómeros**.

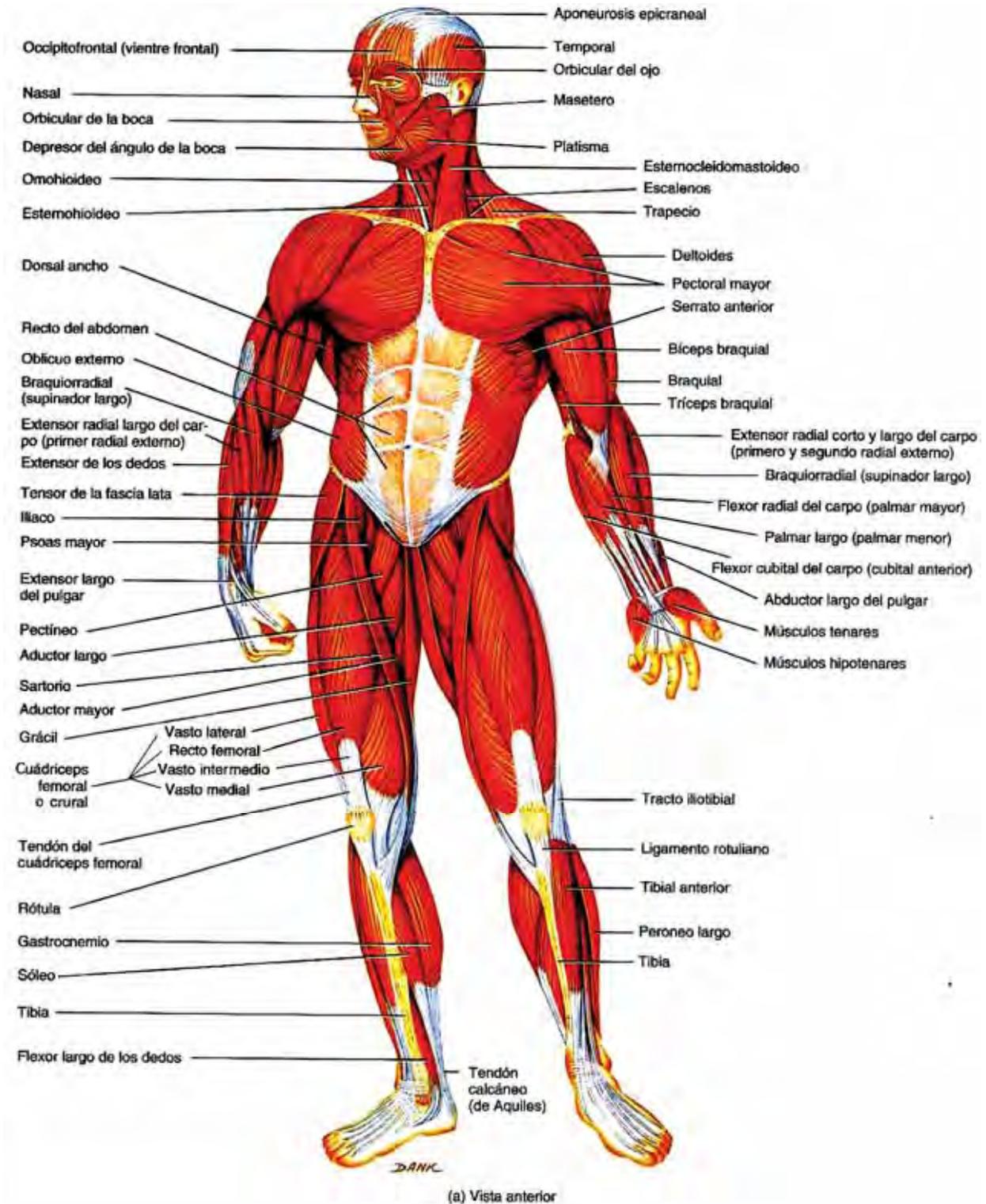


Fuente: Bocalandro y otros (2001)

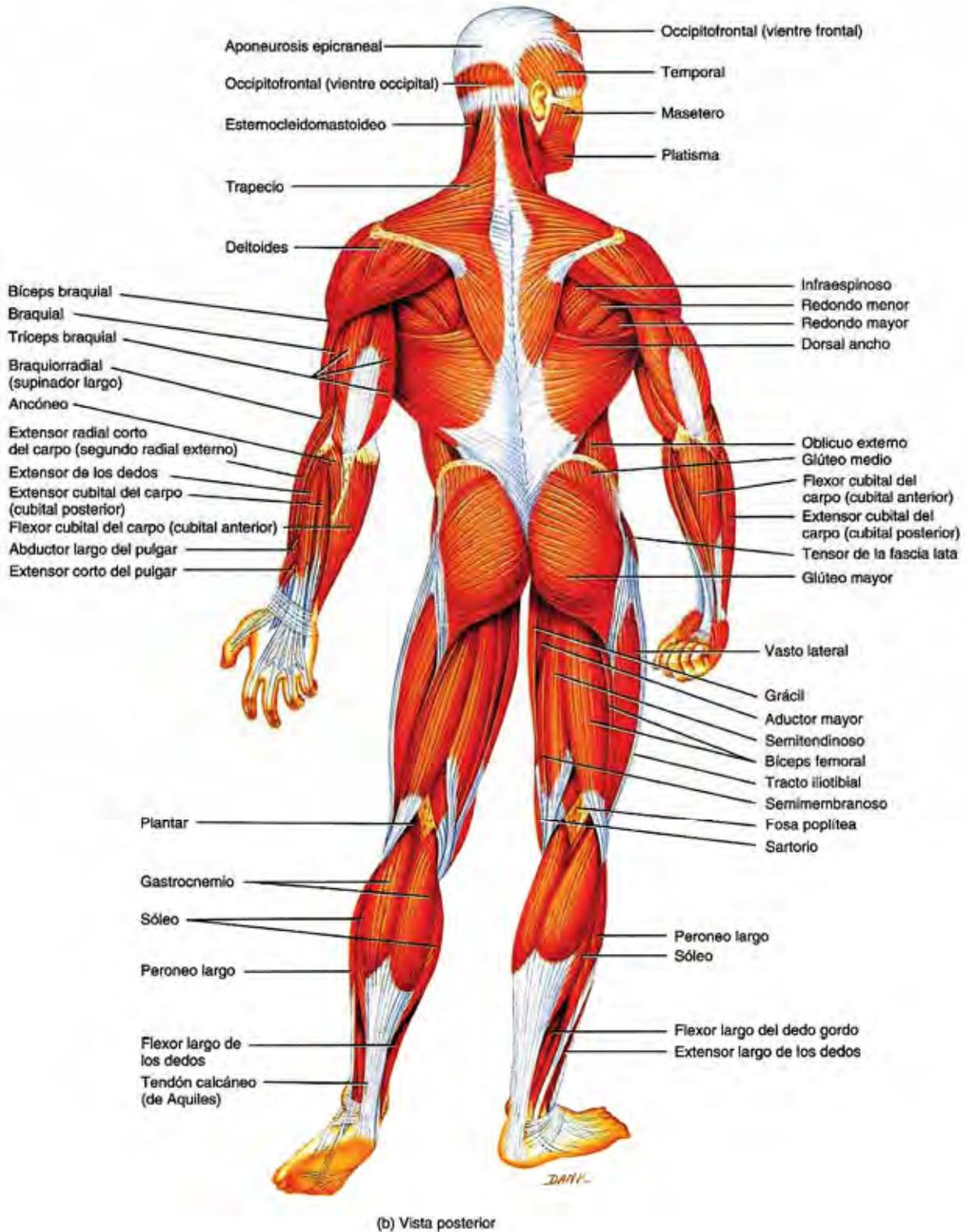


Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

Principales músculos esqueléticos superficiales



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)



Fuente: Tortora y Derrickson (2006)

Unidad 4

Funciones de Reproducción del organismo humano

Los seres humanos se reproducen sexualmente mediante la intervención de dos personas de diferente sexo, cada uno de los cuales presenta un sistema de órganos especializado para cumplir con esta función llamado sistema reproductor. El **sistema reproductor femenino** como el **sistema reproductor masculino** están especializados para producir **gametas** o **células sexuales masculinas y femeninas (espermatozoides y óvulos** respectivamente). La unión de ambas gametas en el proceso de **fecundación** o **fertilización**, da origen a la primera célula del nuevo individuo, el **cigoto**, que posee una combinación del material genético de ambos progenitores. El sistema femenino cuenta, además, con la estructura y el funcionamiento necesario para alojar al nuevo individuo formado en la fecundación, durante aproximadamente 9 meses, hasta su nacimiento.

La información genética que transmiten los padres determina, entre otras características, el sexo del nuevo ser, es decir, si tendrá órganos sexuales masculinos o femeninos. Esta característica desarrollada desde la gestación del nuevo individuo se denomina **característica sexual primaria**. Existen otras características, propias de cada sexo, en cuanto a la forma del cuerpo y a su funcionamiento que se desarrollan a partir de la pubertad, como consecuencia de un aumento en la secreción de las **hormonas sexuales** y se denominan **características sexuales secundarias**.



Sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino está formado por un conjunto de órganos que se encargan de la producción de las gametas masculinas, los **espermatozoides**, y del **fluido seminal** en el cual son transportados hacia el exterior del cuerpo durante la **eyacuación**.

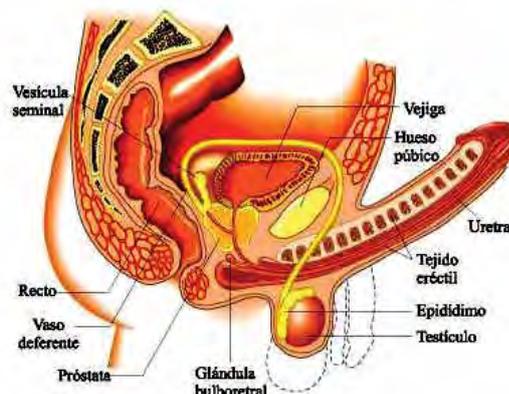
Componentes del sistema reproductor masculino y sus funciones

Algunos de los órganos reproductores son externos, mientras que otros se hallan alojados dentro de la cavidad abdominal. Los órganos visibles son el **pene** y el **escroto**, una bolsa suspendida debajo del pene dentro de la cual se encuentran los dos **testículos**. Cada testículo está formado por una inmensa cantidad de **tubos seminíferos** en los que ocurre el proceso de meiosis, que da lugar a la formación de los espermatozoides. Desde los testículos, los espermatozoides (aun inmóviles) pasan al **epidídimo**, un tubo largo y replegado, ubicado sobre cada testículo, donde se almacenan durante varios días hasta que adquieren movilidad. Desde allí, los espermatozoides continúan su viaje por los **conductos deferente**, que llegan a la cavidad abdominal, rodean a la vejiga (órgano del sistema urinario) y desembocan en la **uretra**, un canal que se prolonga dentro del pene y, a través del cual, son expulsados del cuerpo en la eyacuación. Los espermatozoides constituyen una mínima parte del fluido seminal, o **semen**, que se expulsa en la eyacuación. El resto está formado por las secreciones de las **vesículas seminales**, de la **próstata** y de las **glándulas bulbouretrales**, que se mezclan con los espermatozoides a medida que avanzan por los conductos deferentes, y les proveen un medio líquido en el cual pueden transportarse impulsados por el movimiento de su cola. El fluido que aportan las vesículas seminales contiene fructosa, un azúcar que nutre a los espermatozoides en su recorrido. Las secreciones de la próstata están constituidas por un líquido lechoso y alcalino que ayuda a neutralizar la acidez característica del sistema reproductor femenino, que constituye un medio hostil para los espermatozoides. Las glándulas bulbouretrales, ubicadas en la base del pene, aportan un fluido que sirve de lubricante para facilitar el pasaje del semen por la uretra y la penetración del pene en la mujer.

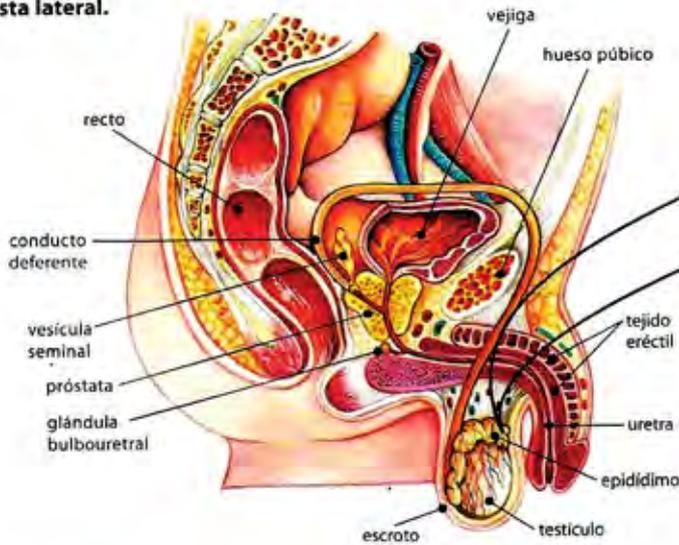
Además de producir espermatozoides, los testículos contienen células que secretan la principal hormona sexual masculina, la **testosterona**. Esta hormona, cuya producción aumenta notablemente a partir de la pubertad, induce la maduración de los espermatozoides y de las características secundarias masculinas, como el crecimiento del vello en las axilas, en el pubis y en la barba, y el engrosamiento de la voz, entre otras.

La producción de espermatozoides en los testículos requiere de una temperatura de 33° o 34°. La característica de ser un órgano externo le permite mantener esta temperatura, la cual es 3 grados menor a la del cuerpo. En cada eyacuación se liberan millones de espermatozoides para aumentar la posibilidad de que al menos uno penetre el óvulo

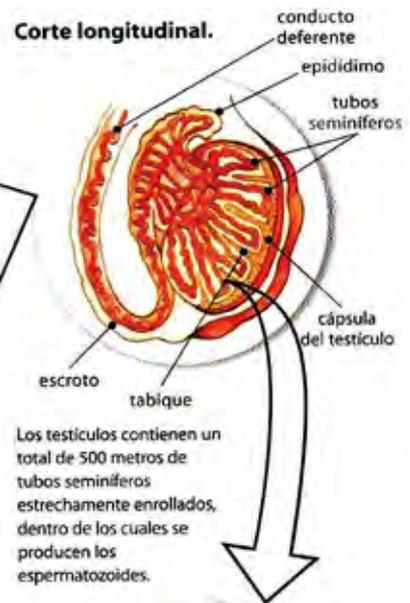
Fuente: Curtis y Barnes (2000)



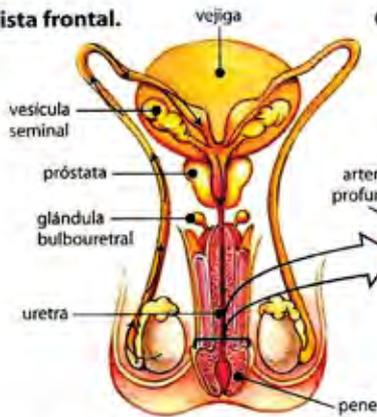
Vista lateral.



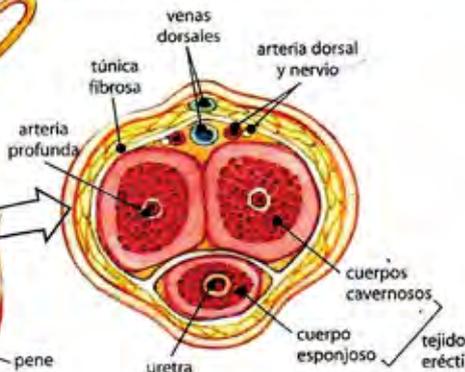
Corte longitudinal.



Vista frontal.



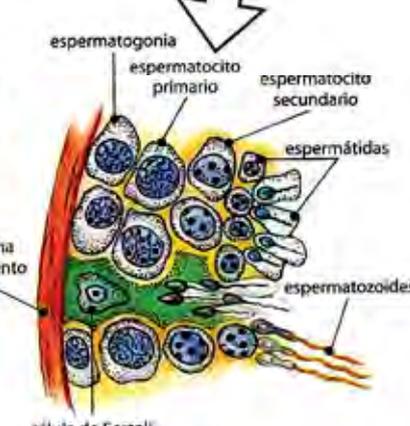
Corte transversal del pene.



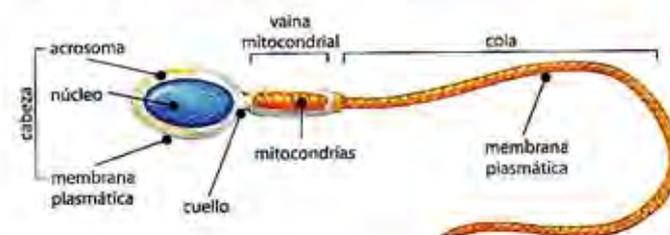
Las células intersticiales que se encuentran entre los tubos seminíferos secretan la hormona sexual masculina, la testosterona.

Las flechas indican el recorrido de los espermatozoides desde los testículos hasta la uretra. La uretra, además de constituir la vía de salida del semen, es el conducto a través del cual se elimina la orina desde la vejiga (sistema urinario). Sin embargo, existe un mecanismo de control que impide que ambos procesos ocurran simultáneamente. El extremo del pene se denomina *glándula* y está protegido por una delgada capa de piel, el prepucio, que, en

ocasiones, se elimina quirúrgicamente (circuncisión). El pene humano está formado por tres masas de tejido eréctil. La erección se produce como consecuencia de la acumulación de sangre en los vasos sanguíneos de los tejidos eréctiles, cuando los nervios del pene son estimulados. A través del pene erecto, el hombre puede depositar los espermatozoides dentro del sistema reproductor femenino.



Dentro de los tubos seminíferos es posible encontrar espermatozoides en diferentes etapas del proceso de espermatogénesis (meiosis). La producción de cuatro espermatozoides a partir de una espermatogonia tarda entre ocho y nueve semanas. Las células de Sertoli nutren a los espermatozoides mientras se desarrollan.



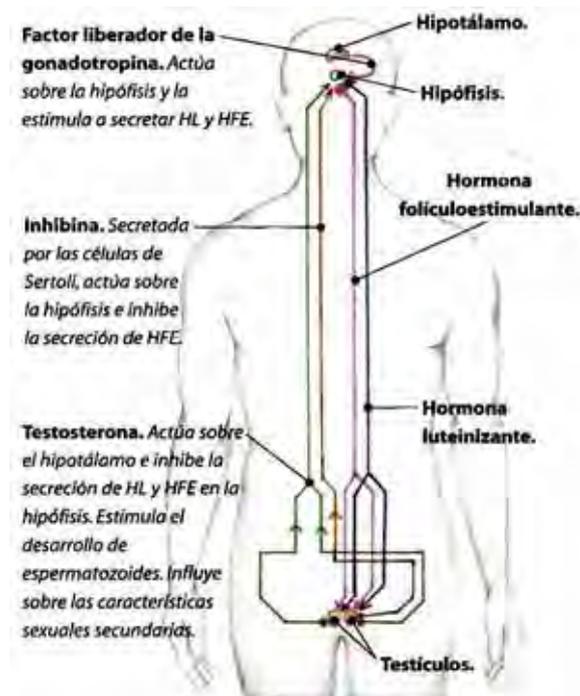
El espermatozoide es una célula constituida por una cabeza, en la que se encuentra el material genético; por una cola, que impulsa el movimiento; entre ambas, hay un cuello en el que abundan las mitocondrias que proveen la energía necesaria para

el movimiento. El acrosoma contiene enzimas que posibilitan la penetración del espermatozoide en las capas protectoras del óvulo y la liberación del material genético en su interior. Un espermatozoide mide alrededor de 14 micrómetros de largo.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Regulación hormonal masculina

Las hormonas sexuales masculinas reciben, en general, el nombre de **Andrógenos**. La principal es la **Testosterona**. La secreción de testosterona está regulada por un mecanismo de control en el que intervienen el **hipotálamo**, que forma parte del encéfalo y la **glándula hipófisis**, que se halla situada en la base del encéfalo. Determinadas neuronas en el hipotálamo secretan una hormona denominada **Factor Liberador de Gonadotropina**, que circula por la sangre y llega a la hipófisis. En respuesta a esta señal, la hipófisis secreta dos hormonas: la **Hormona Folículo Estimulante (HFE)** y la **Hormona Luteinizante (HL)**. Estas hormonas circulan por la sangre y llegan a los testículos. La HL actúa sobre las **células intersticiales**, que se hallan alrededor de los tubos seminíferos y las inducen a secretar **Testosterona**, hormona responsable de los caracteres sexuales secundarios en el hombre. A su vez, la HFE actúa sobre las **células de Sertoli**, que se hallan dentro de los tubos seminíferos y nutren a los espermatozoides en formación. El efecto combinado de la testosterona y la HFE estimula la producción de los espermatozoides. La testosterona y la **Hormona Inhibina** (producida por las células de Sertoli) actúan sobre el hipotálamo y la hipófisis para detener momentáneamente la fabricación de hormonas cuando la testosterona alcanza niveles elevados.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Sistema reproductor femenino

En el sistema reproductor femenino maduran los óvulos, se producen las hormonas sexuales femeninas y, a partir de la pubertad, puede formarse en él un nuevo individuo, que se aloja en su interior durante los nueve meses que dura la gestación, desde la fecundación hasta el nacimiento.

Componentes del sistema reproductor femenino y sus funciones

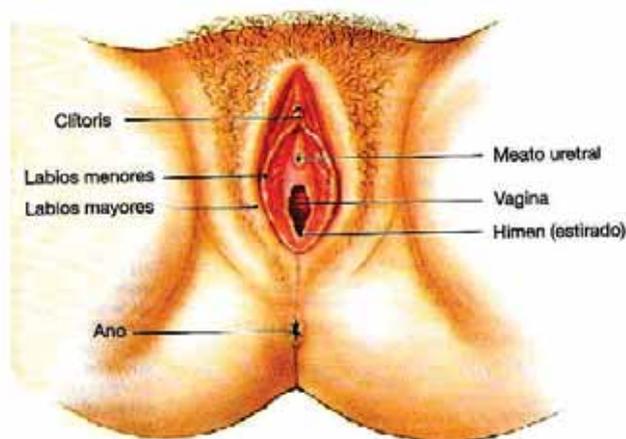
Los órganos que constituyen el sistema reproductor femenino son los **ovarios**, las **trompas de Falopio** (u **oviductos**), el **útero**, la **vagina** y la **vulva**.

Los ovarios son dos órganos de tres centímetros de diámetro que se ubican en la cavidad abdominal. Dentro de ellos, maduran los **óvulos** y se producen las hormonas sexuales femeninas, denominadas **estrógeno y progesterona**.

Cuando una niña nace, tiene dentro de sus ovarios alrededor de dos millones de óvulos inmaduros, que se hallan en una etapa temprana del proceso de meiosis, A partir de la pubertad, estimulado por un aumento en la producción de las hormonas sexuales femeninas, aproximadamente cada 28 días, un óvulo completa su desarrollo y es liberado del ovario en el proceso de la **ovulación**.

Una vez que el óvulo es expulsado del ovario, ingresa en las trompas de Falopio, desde donde es transportado hacia el útero. Los óvulos son células que, a diferencia de los espermatozoides, no tienen movilidad propia, y se desplazan en un **flujo o fluido mucoso** impulsados por las contracciones de las paredes del oviducto. El recorrido del óvulo dentro del oviducto puede llevar entre 24 y 72 horas, hasta que llega al útero. Si en ese trayecto el óvulo se encuentra con espermatozoides, puede producirse la **fecundación**. Si, en su trayecto por las trompas de Falopio, el óvulo no es fecundado, muere. La fecundación no se produce una vez que el óvulo llegó al útero.

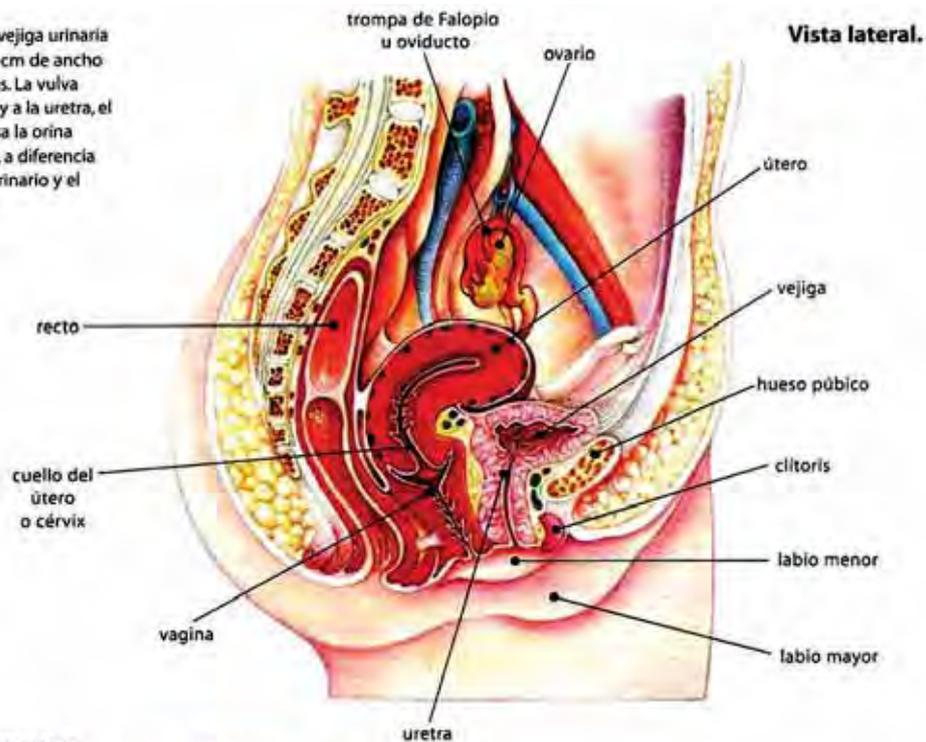
El **útero** es un órgano hueco en forma de pera. Está delimitado por una pared muscular que recibe abundante irrigación sanguínea y que tiene la capacidad de distenderse y aumentar considerablemente su tamaño durante el embarazo. La capa interna de la pared uterina se denomina **endometrio**. En caso de que no ocurra la fecundación, el endometrio se desprende y es expulsado durante la **menstruación**. Si, por el contrario, se produce el embarazo, el endometrio se mantiene y aloja al feto que se nutre a través de los vasos sanguíneos que lo irrigan. En su extremo inferior, el útero se comunica con la **vagina** a través del **cuello del útero**, o **cérvix**, una abertura formada por un anillo muscular. La vagina, que comunica el útero con el exterior del cuerpo, es el órgano receptivo del pene durante el acto sexual y el canal de salida del feto durante el nacimiento.



Fuente: Silverthorn (2008)

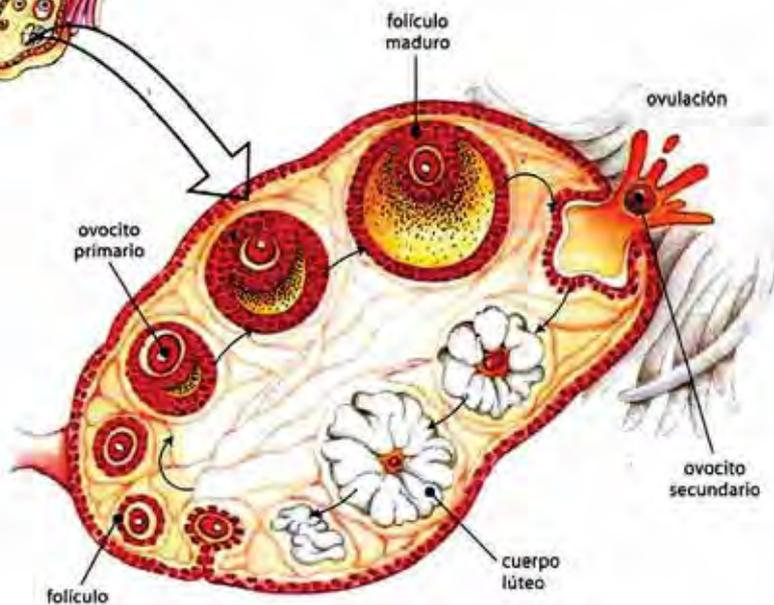
Los órganos externos del sistema reproductor femenino son los **labios mayores**, los **labios menores** y el **clitoris** que, en conjunto, reciben el nombre de **vulva**. Los labios mayores son pliegues de piel que, a partir de la pubertad, se cubren de vello púbico y protegen a los labios menores, más finos, y al clitoris. El clitoris es un órgano sensible y eréctil, homólogo al pene en el hombre. Al ser estimulado, induce la producción de una sustancia mucosa en la vagina que ayuda a la lubricación y penetración del pene durante el acto sexual.

El útero está ubicado sobre la vejiga urinaria y tiene unos 8 cm de largo y 5 cm de ancho en las mujeres no embarazadas. La vulva protege la entrada a la vagina y a la uretra, el conducto por donde se expulsa la orina desde la vejiga. En las mujeres, a diferencia de los hombres, el conducto urinario y el reproductor están separados.



Vista frontal.

Las flechas indican la ruta que siguen los espermatozoides desde su entrada en la vagina, pasando por el cuello del útero y por el útero en su camino hacia el óvulo. Las contracciones de la pared muscular del útero ayudan al desplazamiento de los óvulos desde los oviductos, al avance de los espermatozoides hacia las trompas, y aumentan su intensidad durante la expulsión del endometrio en la menstruación y, especialmente, durante el parto. El cuello del útero y la vagina (un tubo de 10-15 cm de largo) tienen paredes musculares que pueden dilatarse ampliamente para permitir la salida del feto durante el parto.



En los ovarios se encuentran los folículos, que son estructuras dentro de las cuales se desarrollan los óvulos inmaduros. En cada ovario hay muchos folículos en distintos estadios de maduración. El folículo le provee nutrientes al óvulo en desarrollo y también secreta hormonas sexuales. Una vez maduro, el folículo se abre y expulsa el óvulo (ovulación), que comienza su recorrido por las trompas de Falopio. En general, cada mes madura un folículo y se expulsa un solo óvulo. Las células del folículo quedan dentro del ovario y forman el cuerpo lúteo que, en caso de producirse la fecundación, secreta hormonas que preparan el útero para alojar y nutrir al nuevo ser. En caso de no ocurrir la fecundación, la pared interna del útero se desprende y sale en la menstruación.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Regulación hormonal femenina

Al igual que en los hombres, la producción de las hormonas sexuales femeninas está regulada por un mecanismo de control en el que intervienen el hipotálamo y la hipófisis. El hipotálamo produce la hormona denominada **Factor Liberador de Gonadotropina**, que llega a la hipófisis y la induce a secretar las hormonas hipofisarias, la **Folículo Estimulante (HFE)** y la **Hormona Luteinizante (HL)**. La hormona folículo estimulante, como su nombre lo indica, estimula la maduración del **folículo** donde se desarrolla el óvulo. La hormona luteinizante, por su parte, estimula la liberación del óvulo (**ovulación**) y, en consecuencia, la formación del **cuerpo lúteo** a partir de las células que previamente formaban el folículo.

La acción de las **hormonas hipofisarias** en los ovarios induce la producción de las **hormonas ováricas**, el **Estrógeno** secretado por el folículo y la **Progesterona** secretada por el cuerpo lúteo. Estas hormonas actúan en el endometrio, la pared interna del útero, y lo preparan para la implantación del embrión en caso de producirse la fecundación y el embarazo. La preparación del endometrio implica su engrosamiento y el aumento de la irrigación sanguínea a través de la cual se nutrirá el ser que se está gestando en su interior. Además, estas hormonas estimulan el desarrollo de las características sexuales secundarias. Al igual que en la regulación hormonal masculina, cuando las hormonas sexuales femeninas se producen en grandes cantidades, actúan sobre el hipotálamo y la hipófisis, e inhiben la secreción de hormonas Factor liberador de gonadotropina, HFE y HL. En consecuencia, se evita la producción de las hormonas ováricas. Esta inhibición es transitoria, y la producción de estas hormonas se reanuda cuando su nivel disminuye.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)

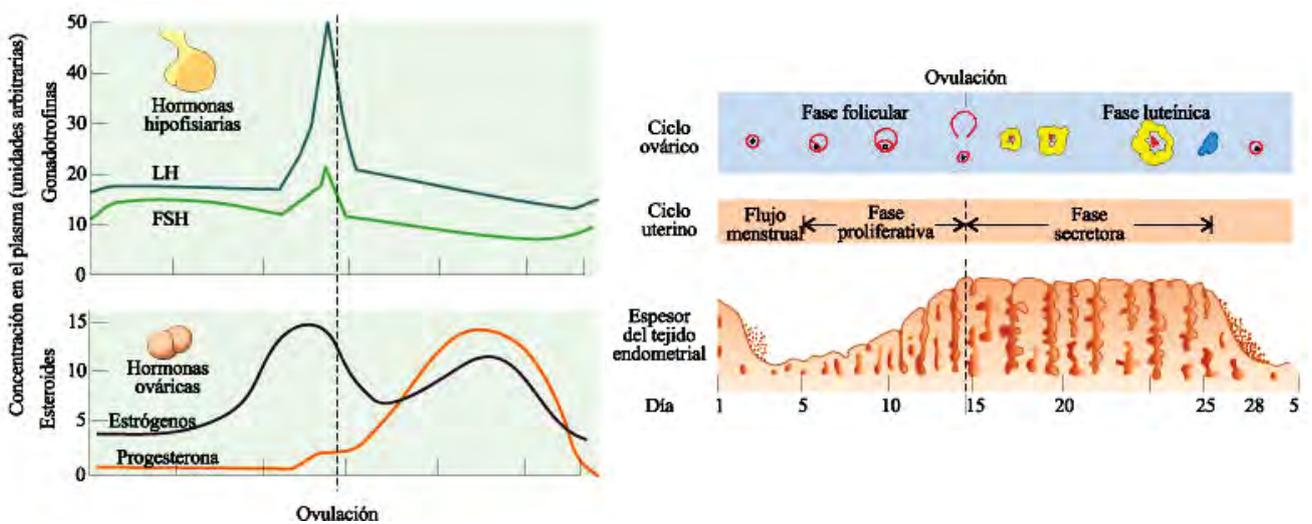
Ciclo menstrual

La interacción entre las hormonas del hipotálamo, de la hipófisis y del ovario regula los cambios que ocurren en el sistema reproductor femenino. Estos cambios, que se cumplen de manera cíclica cada **28 días** aproximadamente, constituyen el ciclo menstrual.

Se toma como inicio del ciclo menstrual el día en el que aparece la **menstruación**. Durante este período, que dura alrededor de cinco días, se produce el desprendimiento de la pared interna del útero, el **endometrio**, que se elimina a través de la vagina junto con la sangre que se vierte al romperse los vasos sanguíneos que lo irrigan. Esto se manifiesta como una disminución en el grosor del tejido endometrial. A los pocos días, un **folículo** comienza a madurar por la acción de la hormona hipofisaria HFE. A medida que el folículo crece, comienza a secretar cantidades mayores de estrógeno que estimulan el engrosamiento del endometrio, preparándolo para recibir al embrión, si llegara a producirse la fecundación.

Alrededor de los **14 días**, o aproximadamente a la mitad del ciclo, debido al rápido aumento en la concentración de HL, se produce la **ovulación**. El óvulo comienza su recorrido por las trompas de Falopio hacia el útero. Las células del folículo, una vez que liberaron al óvulo, se convierten en el **cuerpo lúteo** (también llamado **cuerpo amarillo**) y comienzan a secretar progesterona, además de estrógeno. La progesterona colabora con el estrógeno en la preparación del endometrio. Las altas concentraciones de estrógeno y progesterona inhiben la producción de hormonas en la hipófisis, por lo que se nota una disminución en la concentración de HFE y de HL después de la ovulación. De esta forma, se evita la maduración de otro óvulo.

En caso de que no se produzca la fecundación, el cuerpo lúteo se reabsorbe y desaparece al cabo de **14 días** aproximadamente. En consecuencia, decrece la producción de estrógeno y de progesterona. La disminución en la producción de estas hormonas provoca que el endometrio se destruya y se libere en la menstruación. Paralelamente, en respuesta a la disminución en la cantidad de estrógeno y progesterona, la hipófisis reanuda la producción de hormonas HFE y HL, lo que estimula la maduración de un nuevo folículo. De esta forma, se inicia un nuevo ciclo menstrual.



Fuente: Curtis y Barnes (2000)

Si en su trayecto por las trompas de Falopio, el óvulo se encuentra con espermatozoides y se produce la fecundación, el cuerpo lúteo no se reabsorbe y permanece en el ovario durante los tres primeros meses del **embarazo**, lo que ayuda a mantener el endometrio, donde está implantado el embrión.

Pasado ese período, el cuerpo lúteo desaparece y la placenta se encarga de la producción de progesterona. La placenta es un tejido muy irrigado que se forma en el útero y a través del cual se nutre el nuevo individuo que se está gestando.

La producción continua de progesterona inhibe la producción de hormonas HFE y HL durante los nueve meses que dura el embarazo. Esta es la razón por la cual, a lo largo de ese período, no ocurre la maduración de otro folículo, ni la ovulación, ni la menstruación.

Reproducción en el organismo humano

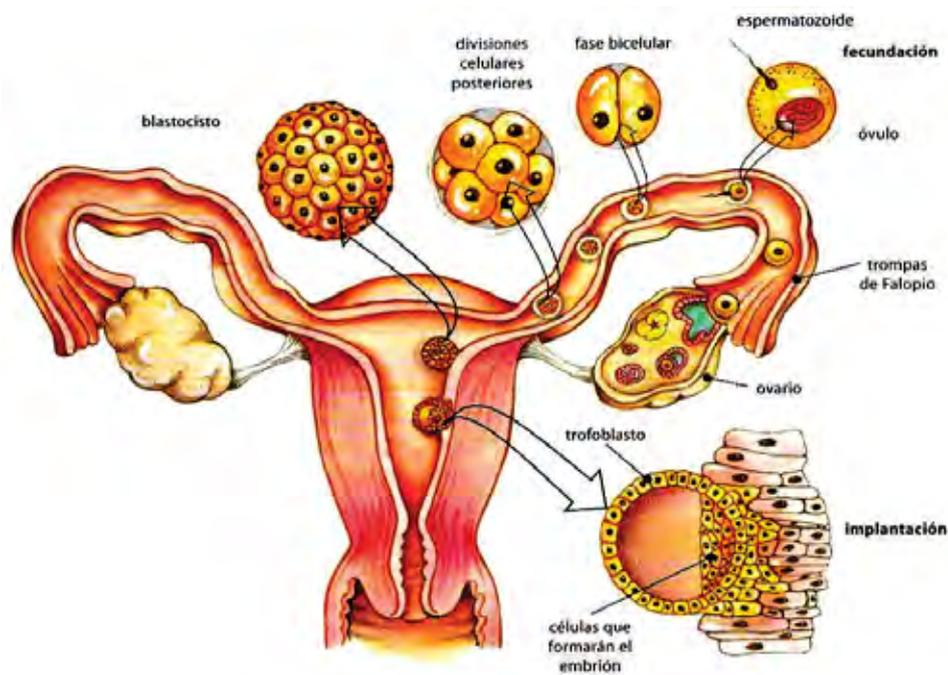
Fertilidad y fecundación

El comienzo de la ovulación y la aparición de la primera menstruación marcan el comienzo del período fértil en la vida de una mujer durante el cual su sistema reproductor está preparado para generar un nuevo individuo y alojarlo en el útero durante la gestación. El período fértil en una mujer se extiende hasta los 50 años aproximadamente, momento en el que se interrumpe la menstruación y comienza la etapa denominada **menopausia**, como consecuencia de la disminución en la producción de las hormonas sexuales. Por el contrario, el período fértil de un varón no se interrumpe. Si bien disminuye el número y la calidad de los espermatozoides producidos en un individuo con edad avanzada, suele ser fértil desde la pubertad hasta su muerte.

Durante la etapa de fertilidad, la fecundación puede ocurrir solo en un período determinado del ciclo menstrual que abarca aproximadamente una semana alrededor de la fecha de ovulación. Aunque la ovulación ocurre en un día particular (alrededor de la mitad del ciclo), se toma en cuenta un rango mayor de días aptos para la fecundación (período ventana) ya que el óvulo es viable entre 24 y 72 horas desde la ovulación y los espermatozoides pueden vivir dentro del sistema reproductor femenino alrededor de 48 a 72 horas. Por lo tanto, si la ovulación se produce dos días después de la entrada de los espermatozoides, estos aún estarán vivos y podrán fecundar al óvulo. Asimismo, si los espermatozoides entran al cuerpo de la mujer dos días después de la ovulación, el óvulo aún está apto para ser fecundado. La mayoría de las veces, es muy difícil saber con exactitud cuándo ocurre la ovulación debido a las fluctuaciones que pueden existir en el período menstrual.

De los 300 o 400 millones de espermatozoides que penetran a través de la vagina durante el acto sexual, solo unos miles atraviesan exitosamente el recorrido hasta las trompas de Falopio, donde se halla el óvulo (en caso de que el acto sexual se produzca en los días aptos para la fecundación). Cuando uno de los espermatozoides entra en contacto con el óvulo, libera enzimas que deshacen la capa protectora que rodea al óvulo. La cola del espermatozoide queda afuera del óvulo, las membranas celulares de ambas gametas se fusionan y penetra al citoplasma del óvulo, el núcleo del espermatozoide que contiene el material genético proveniente del padre. Luego se fusiona con el núcleo del óvulo y queda conformada la **cigota** que contiene el número completo de cromosomas que darán las características al nuevo individuo. Una vez producida la **fecundación** del óvulo, se producen cambios en su superficie que impiden la entrada de otros

espermatozoides. De esta forma, se logra que solo un espermatozoide pueda fecundar al óvulo. La cigota continúa su recorrido por las trompas de Falopio, mientras comienzan a producirse las primeras divisiones mitóticas que darán lugar a la formación del **embrión**. A medida que el embrión se desplaza por el oviducto, sus células se nutren de las sustancias de reserva que estaban almacenadas en el óvulo. Pero, en poco tiempo, esta forma de nutrición resulta insuficiente debido al rápido aumento en el número de células. Es entonces cuando se produce la **implantación** del embrión en la pared del útero, que es aproximadamente a los 7 días después de la fecundación. A partir de ese momento, la nutrición del embrión se realiza a través del intercambio de sustancias de la sangre de su madre.



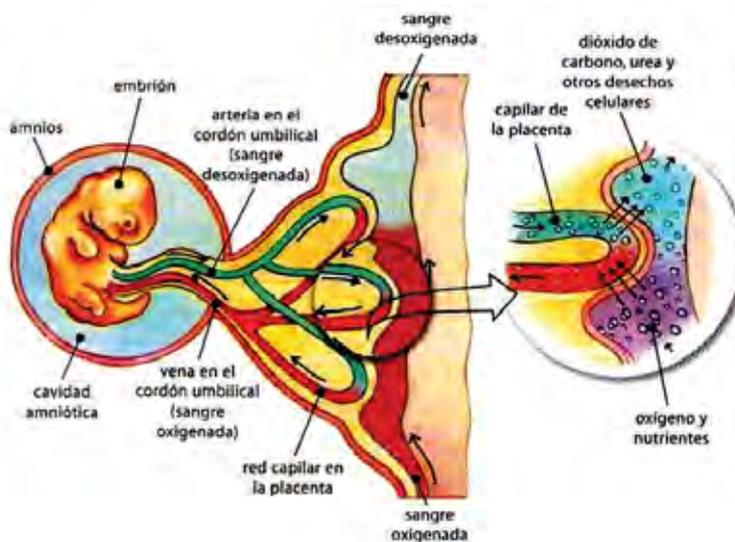
Fuente: Bocalandro y otros (2001)

Gestación, parto y nacimiento

El período de **gestación**, desde la fecundación hasta el nacimiento, se calcula en **40 semanas** aproximadamente. Luego de la fecundación, la cigota recorre las Trompas de Falopio y se divide mitóticamente formando un embrión de unas 120 células denominado **blastocisto**. Al llegar al útero, la capa externa del blastocisto, llamado **trofoblasto**, emitirá prolongaciones que se introducen entre las células del endometrio para que ocurra la **implantación** y la formación de la **placenta** (tejido formado por células maternas y embrionarias). La masa interna de células del blastocisto, denominada **saco embrionario**, formará al embrión propiamente dicho. Antes de la formación de la placenta, el trofoblasto pasa por un proceso de tejido en desarrollo denominado **corion** que secreta la hormona **Gonadotropina Coriónica Humana**. Esta hormona mantiene al cuerpo lúteo, que secreta hormonas y de esta manera, protege al embarazo para que no ocurra la menstruación. La hormona Gonadotropina Coriónica Humana puede ser detectada en la orina o en la sangre y es utilizada en los test de embarazo. Mientras se desarrolla la placenta, otras membranas se desarrollan y rodean completamente al embrión. Entre ellas, se encuentra

el **amnios**, que forma una bolsa llena de líquido (**líquido amniótico**) donde flota el embrión. Este fluido protege al individuo en desarrollo de golpes, sacudidas bruscas, fluctuaciones de temperatura y deshidratación. Aproximadamente a los 10 días de embarazo, comienza a formarse el **cordón umbilical**, que es un conducto que conecta al embrión con la placenta también en formación. El cordón umbilical contiene vasos sanguíneos del embrión que se comunican, en la placenta, con los vasos sanguíneos de la madre donde intercambian sustancias a través de las membranas de dichos vasos. Hacia el final del segundo mes de embarazo, el embrión empieza a tener una apariencia de cuerpo humano casi completo y se lo empieza a llamar **feto**. Estos primeros meses son los más sensibles del desarrollo humano porque influye en gran proporción los factores externos. Al final del tercer mes de embarazo, todos los sistemas de órganos en el feto se han constituidos. Además, la placenta reemplaza al cuerpo lúteo y al corion en la producción de hormonas. Por este motivo, se supone que muchos abortos que ocurren en el tercer mes, son el resultado de la degeneración del cuerpo lúteo antes de que la placenta produzca niveles adecuados de hormonas para mantener el embarazo. Durante el segundo semestre continúa el desarrollo de los sistemas de órganos y durante el trimestre final hay un gran incremento en el tamaño y en el peso del feto.

Estos procesos por el cual la cigota se transforma a lo largo de nueve meses en un organismo completo, formado por miles de millones de células especializadas para formar los diferentes tejidos y órganos, y adquirir de la forma corporal humana, son conocidos como **organogénesis** (*génesis* = origen) y **morfogénesis** (*morfo* = forma; *génesis* = origen).



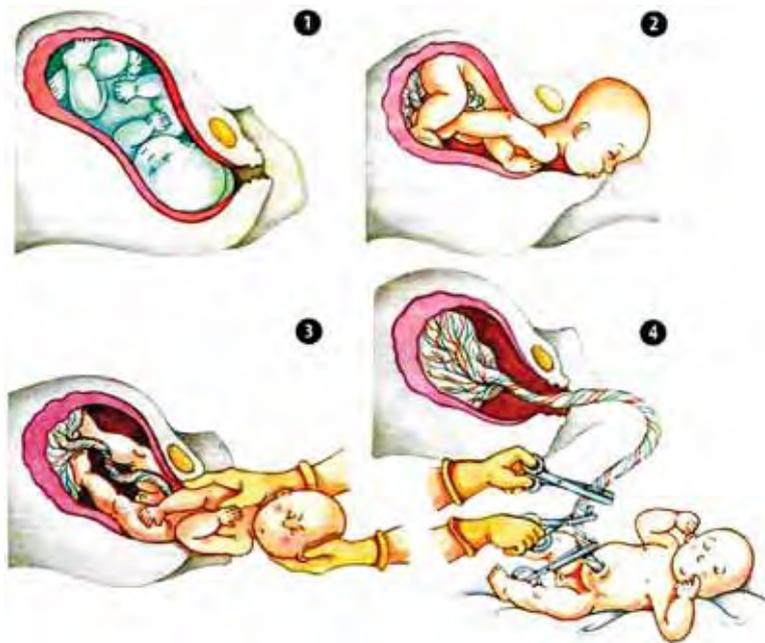
La placenta. La sangre materna y la del embrión no entran en contacto. El intercambio de sustancias se realiza a través de las delgadas paredes de los vasos sanguíneos. La glucosa, el oxígeno, los aminoácidos, las sales y las vitaminas salen de la sangre materna y llegan al embrión a través de la vena umbilical. El dióxido de carbono, la urea y otros productos de desecho salen del embrión a través de la arteria umbilical y pasan a la sangre materna que los elimina de su cuerpo. A través de la placenta no pasan bacterias; sin embargo, hay virus y algunas sustancias perjudiciales (alcohol, nicotina, algunas drogas) que pueden atravesarla y afectar el desarrollo del embrión.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

El proceso de **parto** comienza con las **contracciones** de la pared uterina y la **dilatación** del cuello del útero. Este proceso puede llevar horas y hasta días, y culmina con el nacimiento del bebé. Luego, las contracciones se hacen cada vez más frecuentes y más fuertes, y la abertura del cuello del útero se ensancha lo suficiente como para permitir el paso de la cabeza del feto. Entonces, se produce la ruptura de la **bolsa amniótica** y la eliminación del **líquido amniótico** a través de la vagina. Finalmente, las contracciones del útero y el empuje del abdomen hacen asomar la cabeza del feto, que es expulsado a través de la vagina. La boca y las vías nasales del recién nacido se despejan de mucosidad y comienza a

respirar aire a través de sus pulmones. El **cordón umbilical**, que aún mantiene unido al recién nacido con la placenta, es cortado. Inmediatamente después del **nacimiento**, las contracciones del útero provocan la expulsión de la placenta entera con parte del cordón umbilical. En pocos días, el resto de cordón umbilical que había quedado en la pared abdominal del bebé se desprende y deja una cicatriz: el ombligo.

Las hormonas, también juegan un papel importante durante el parto y la gestación. Las contracciones uterinas durante el parto son estimuladas por la acción de una hormona, denominada **oxitocina**, que es secretada por la hipófisis. La misma hormona es usada en ocasiones por los médicos para inducir el parto cuando el embarazo se prolonga más allá de la fecha prevista. Cuando se excede el período normal de gestación, la placenta no funciona óptimamente e implica un riesgo para el feto. La oxitocina está implicada también en las contracciones de los músculos en las mamas que ayudan a la salida de la **leche materna** durante la lactancia. Otra hormona, denominada **prolactina**, estimula la producción y secreción de leche en las glándulas mamarias.



A los tres meses del embarazo, la placenta deja de fabricar la hormona gonadotropina coriónica. Entonces, la placenta comienza a fabricar estrógeno y progesterona, que mantienen la pared del útero. Al finalizar el embarazo, la expulsión de la placenta produce una disminución abrupta en la secreción de hormonas sexuales. Esto, a su vez, permitirá reiniciar el ciclo menstrual.

Fuente: Bocalandro y otros (2001)

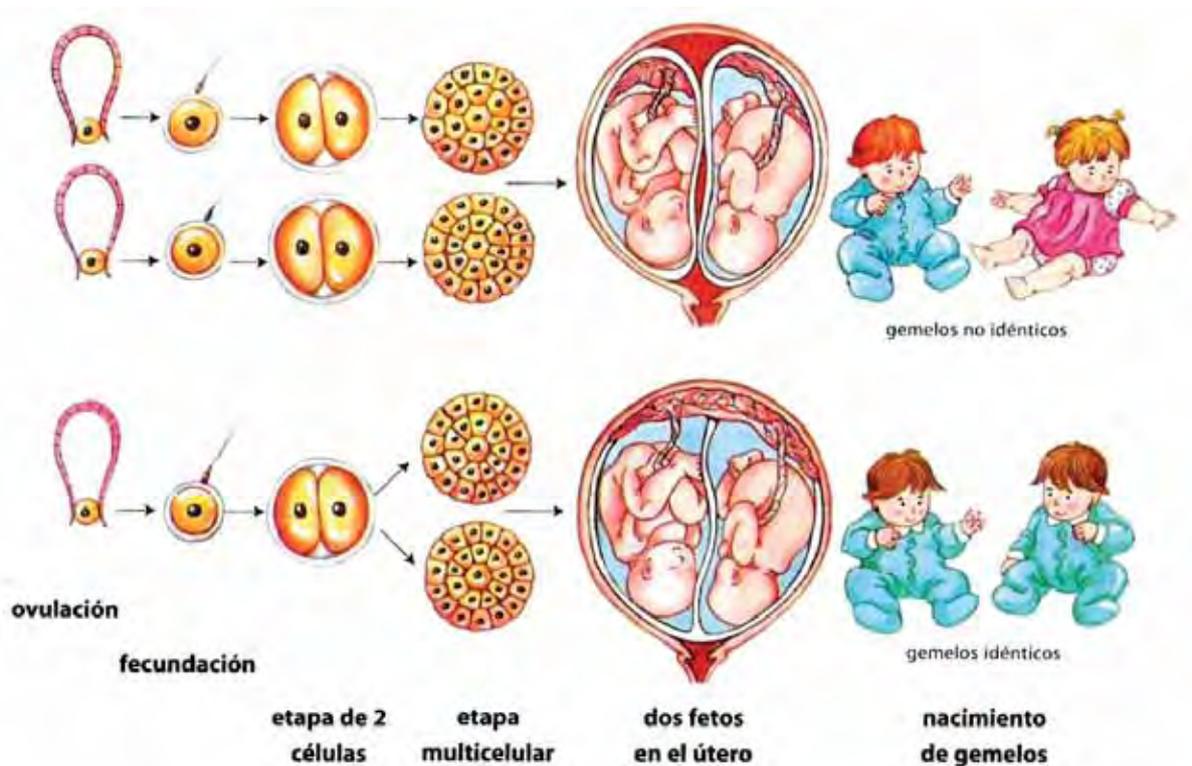
Gemelos idénticos y no idénticos

La formación de **gemelos dicigóticos** o **no idénticos** (comúnmente llamados **mellizos**) sucede cuando en el proceso de ovulación se liberan del ovario dos óvulos en lugar de uno. Ambos óvulos recorren las trompas de Falopio y cada uno de ellos es fecundado por espermatozoides diferente. En ese caso, se forman dos cigotas, cada una de las cuales da origen a un embrión separado que se implanta en el útero. Cada embrión queda envuelto en su saco amniótico y se desarrollan dos placentas separadas a través de las cuales la madre nutrirá a sus dos hijos. Debido a que los mellizos se forman a partir de dos óvulos y dos espermatozoides diferentes, sus características son parecidas, pero no idénticas (incluso pueden tener

diferente sexo), como si fueran dos hermanos nacidos en embarazos diferentes. La información genérica de ambos es diferente debido a la variabilidad que presentan las gametas formadas en la meiosis.

Los **gemelos monocigóticos** o **idénticos** (comúnmente llamados simplemente **gemelos**) se forman a partir de una única cigota, formada a partir de un solo óvulo y de un solo espermatozoides. En las primeras etapas de la división celular, cuando las células del embrión aún no están diferenciadas, se separan en dos grupos independientes, cada uno de los cuales puede dar origen a un individuo completo. En algunos casos, ambos embriones pueden compartir el saco amniótico y la placenta. Debido a que los gemelos idénticos provienen de una sola cigota, la información genética que tienen es idéntica. Por lo tanto, tendrán el mismo sexo y serán prácticamente iguales en sus características físicas.

Muy rara vez, puede ocurrir que durante la formación de los gemelos idénticos, los dos grupos de células no lleguen a separarse totalmente y se desarrollen dos fetos unidos entre sí por alguna parte de su cuerpo. Estos son los **gemelos siameses**.



Fuente: Bocalandro y otros (2001)



Bibliografía citada y consultada

- Bocalandro, N.; Frid, D. y Socolovsky (2001) Biología 1, Biología humana y Salud. Buenos Aires, Argentina, Editorial Estrada. 351p.
- Chang, Raymond (1992) Química, 4ª edición. México, McGraww-Hill. 1064 p. más apéndices. más apéndice, glosario e índice.
- Curtis, H. y Barnes N.S. (1994) Biología, 5ª edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana. 1188 p. más apéndice, glosario e índice.
- Curtis, H. y Barnes N.S. (2000) Biología, 6ª edición. CD - ES. 125mb. Editorial Médica Panamericana. ISBN: 84-7903-488-2 / 950-06-0423-X.
- Perlmutter, S.; Stutman, N.; Cerdeira, S.; Galperin, D.; Ortí, E. y Orta Klein, S (1998) Ciencia Naturales y Tecnología 9º año EGB. Buenos Aires, Argentina, Editorial Aique. 287 p.
- Silverthorn, D. U. (2008) Fisiología humana, un enfoque integrado. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana. 980 p. más apéndice, glosario e índice.
- Tortora G.J. y Derrickson B. (2006) Principios de Anatomía y Fisiología, 11ª edición. México, Editorial Médica Panamericana. 1154 p. más apéndice, glosario e índice.