

**ASIGNATURA: BIOLOGÍA**  
**CURSO: 3º AÑO 1ra a 6ta DIVISIÓN TURNO: MAÑANA**  
**3º AÑO TURNO NOCHE**

**TEMA: CÉLULA**

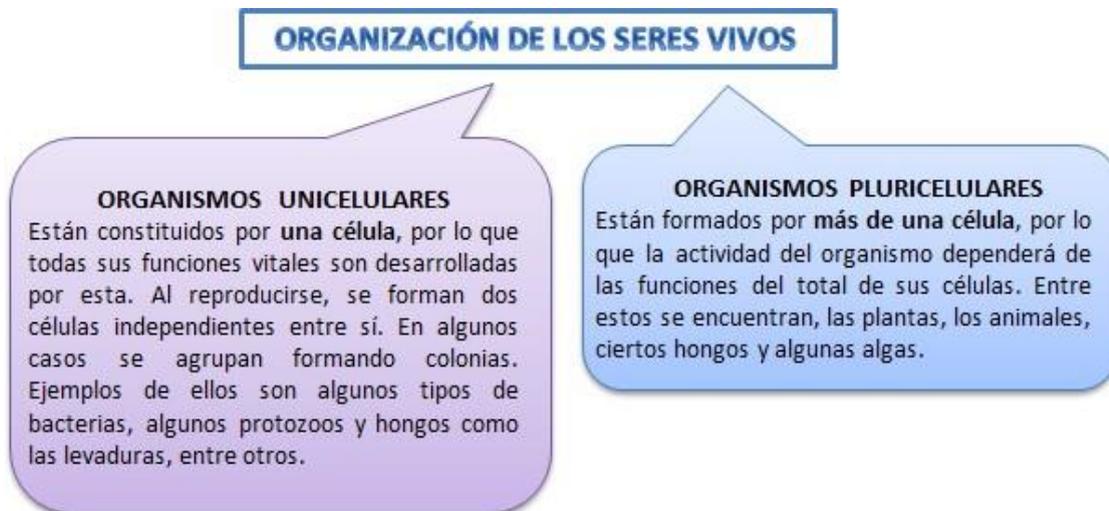
Una característica propia de todos los seres vivos es que: *“todos los seres vivos están formados por células”*.

Pero, *¿qué es una célula?; ¿Por qué se llama así?; ¿Cuántas células tenemos?* No todos tenemos la misma cantidad de células, ni las mismas células, entonces veamos...

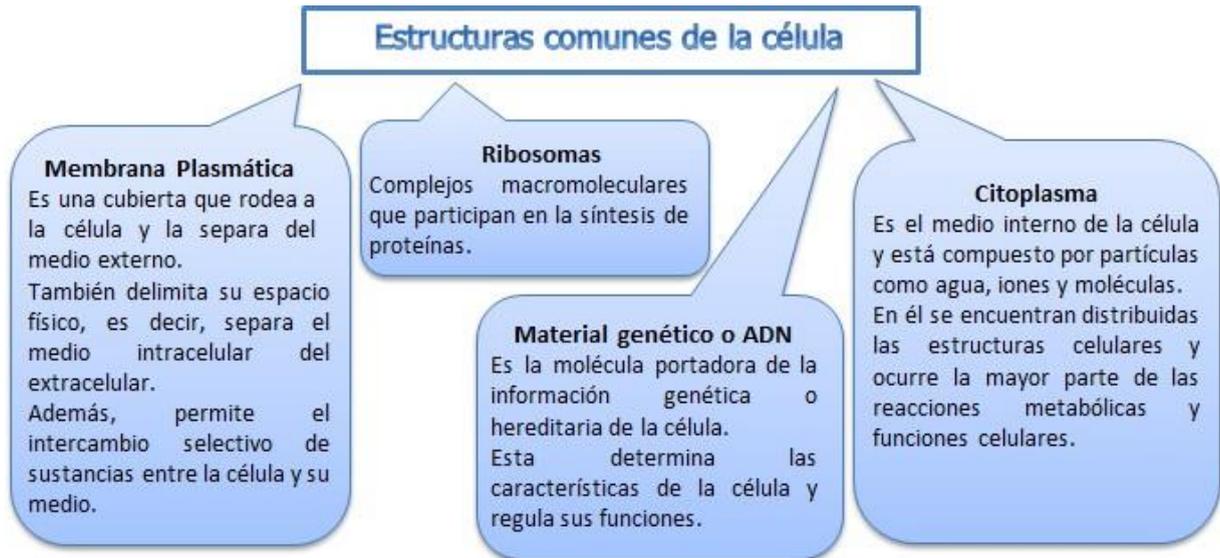
**¿QUÉ CARACTERIZA A LAS CÉLULAS?**

Ahora que ya sabes que todos los organismos vivos están formados por células, que éstas son sus unidades estructurales y que su actividad es la base de todas las funciones biológicas, ¿cómo crees que serán? Si la pudieras observar, ¿te las imaginas todas iguales o diferentes? ¿Todas tendrán las mismas funciones?

¿Sabías que un ser vivo puede estar constituido por una sola célula o por agrupaciones celulares? Sí, aunque no lo creas existen organismos que están formados por una sola célula; así, según la cantidad de células que posean, los organismos se clasifican en **unicelulares** o **pluricelulares**.



Antes de conocer los tipos de células, sus estructuras y funciones específicas, veremos que a pesar de las múltiples diferencias que existen entre ellas, las células poseen algunas estructuras comunes.



Luego de haber resuelto la primera parte de este TP, sigamos conociendo más sobre este tema. Ahora aprenderemos sobre la historia de cómo descubrieron la célula y a qué deben su nombre.

“...Tomé un buen trozo claro de corcho, y con un cortaplumas tan afilado como una navaja, le seccioné un pedazo, y así, su superficie quedó excepcionalmente lisa, para luego examinarla diligentemente con un microscopio. “...Pude observar que toda ella estaba perforada y era porosa, con un aspecto muy parecido al de un panal, si bien sus poros no eran regulares...” Palabras de Robert Hooke, autor del libro *Micrographia*, en el que dibuja y describe objetos vistos con un microscopio fabricado por él mismo, entre los cuales hay copos de nieve, insectos y tejidos vegetales. Uno de los aportes más importantes de estos estudios de Hooke, es el descubrimiento y la denominación de la célula luego de observar un tejido vegetal.

## ¿Qué se pudo concluir con el descubrimiento de las células?

### AYUDA

Una **teoría científica** es una explicación general de un fenómeno estudiado y que puede ser descrito mediante modelos que interpretan el fenómeno.

Durante las primeras décadas del siglo XIX se produjo un profundo cambio en las condiciones de la investigación científica, lo que favoreció la colaboración entre los científicos y un rápido desarrollo de las herramientas utilizadas, en particular del **microscopio**. Los numerosos estudios realizados en el campo de la biología celular aportaron evidencias sobre la existencia y el funcionamiento de las células, que se sintetizan en la llamada **teoría celular**.

### Teoría celular

La teoría celular tiene tres postulados, que son:

#### 1 La célula como unidad estructural

A partir de las múltiples observaciones microscópicas de células en distintos organismos, como las realizadas por Schleiden y Schwann, se postuló que todos los seres vivos están formados por células,

siendo estas su unidad estructural fundamental.



#### 2 La célula como unidad funcional

Todas las funciones llevadas a cabo por el organismo dependen de las actividades celulares, es decir, las funciones de un ser vivo son realizadas en el interior de sus células. Por ejemplo, una de las funciones del hígado es eliminar de la sangre las sustancias que pueden ser

dañinas. Esto es posible gracias a la presencia de estructuras capaces de hacer dicha transformación en los hepatocitos, células hepáticas.



#### 3 La célula como unidad de origen

Todas las células provienen de otra célula preexistente. Este postulado emana de las investigaciones de Virchow y una evidencia que lo apoya es el cigoto en el proceso de división. Esta célula, producto de la fusión entre el espermatozoide y el ovocito, se divide sucesivamente, dando origen a un organismo, por ejemplo, un ser humano.



Los postulados de la teoría celular son el punto de inicio de lo que actualmente se conoce sobre la célula como unidad básica de los seres vivos. Por ejemplo, hoy se sabe con seguridad que la célula contiene la información genética o hereditaria que se transmite hacia sus células hijas (la célula como unidad hereditaria).

# Camino hacia la teoría celular

Los aportes de diversos científicos junto con el desarrollo tecnológico del microscopio fueron fundamentales para la formulación de la teoría celular. **Zacharias Janssen** (1588-1638), proveniente de una familia de fabricantes de lentes de los Países Bajos, es considerado el creador del primer microscopio, en el año 1595.



**Robert Hooke** (1635-1703) Científico inglés, perfecciona el microscopio de Janssen. Describe sus observaciones en su libro *Micrographia* (1665), destacándose la descripción de la lámina de corcho (observación de las paredes celulares de células muertas).



**Anton van Leeuwenhoek** (1632-1723) Científico de los Países Bajos. Fue el primero en describir "pequeños animales" vistos al microscopio, los que hoy se conocen como protistas y protozoos. También observó espermatozoides y glóbulos rojos.



**Matthias Schleiden** botánico alemán (1804-1881), observó tejidos vegetales al microscopio, postulando en 1838 que las plantas estaban formadas por células. **Theodor Schwann**, filósofo alemán (1810-1882), en 1839 llegó a la misma conclusión de Schleiden, pero observando tejidos animales. Ambos postularon que la célula era la unidad estructural de todos los seres vivos.



1600

1700

**Rudolph Virchow** (1821-1902) Médico y político alemán. En 1855, al estudiar el origen de las enfermedades infecciosas, llega a la conclusión de que toda célula proviene de una preexistente y no surge de la materia inanimada.



**August Weismann** (1834-1914) Biólogo alemán. En 1880, postuló que "había una cadena de existencia extendiéndose en el tiempo, desde nuestras células a la célula que las originó". En otras palabras, planteó que todas las células actuales provienen de células antecesoras más antiguas.



Gracias al aporte de todos estos científicos se formuló la teoría celular. Por ser tan innovadora para su época, fue debatida a lo largo de todo el siglo XIX. Finalmente, gracias a los aportes de **Louis Pasteur** (1822-1895), químico francés, esta teoría fue aceptada en 1864 por la comunidad científica, cuando el experimento de Pasteur sobre la multiplicación de microorganismos derribó definitivamente la teoría de la generación espontánea.

1800

1900



## ¿Cuáles son los tipos celulares?

¿Te has preguntado alguna vez qué diferencias o similitudes notarías si observarás la estructura de una bacteria y de una célula de tu piel?

Aunque las células presentan características y estructuras comunes, no todas son iguales. De acuerdo a la estructura, es posible distinguir dos tipos de células: las procariontes (*pro*: antes de; *karyon*: núcleo) y las eucariontes (*eu*: verdadero; *karyon*: núcleo).

### Conociendo las células

Lee la siguiente situación y responde las preguntas planteadas.

Un científico examinó, por medio de un microscopio electrónico, dos muestras celulares distintas. Entre sus observaciones, concluyó que una tenía el material genético dentro de un núcleo, mientras que en la otra este se encontraba disperso. Al costado se muestran las imágenes de lo que observó.

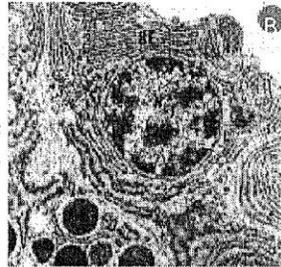
Luego le pidió a Isidora que indicara cuál de ellas correspondía a una bacteria y que explicara qué características observadas en las imágenes le permitieron concluir eso. La respuesta de Isidora fue la siguiente:

La letra B representa una bacteria, porque es un organismo unicelular, está formado por una célula. En la imagen se > que tiene una membrana que la rodea, un citoplasma y, además, e indica que tiene & ADN disperso.

- ¿Qué observas en las imágenes? Explica lo que ves en cada una de ellas.
- ¿Cuál sería tu respuesta a la pregunta que le hicieron a Isidora?
- ¿Tu respuesta es igual a la de ella? Explica por qué.
- ¿En qué se asemejan las células?, ¿en qué se diferencian?



• Microfotografía electrónica de la bacteria *Escherichia coli* (61 000 X).



• Microfotografía electrónica de la región alrededor del núcleo (N) de una célula eucarionte (12 600 X).

### Ciencia, tecnología y sociedad

#### Una bacteria modificada

#### en combustible líquido

¿Por qué crees que es importante buscar nuevas tecnologías para ayudar a la conservación del ambiente?

Investigadores de la Universidad de Harvard han creado un sistema que utiliza una bacteria modificada genéticamente para convertir la energía solar en un combustible líquido.

Los investigadores han utilizado la energía del Sol para obtener hidrógeno del agua. Con este hidrógeno, la bacteria modificada, de la especie *Ralstonia eutropha*, es capaz de convertir CO<sub>2</sub>, el principal gas responsable del calentamiento global, en un alcohol combustible líquido, el isopropanol. El enfoque, si confirma su rentabilidad, ayudaría a afrontar el desafío energético y a luchar contra el cambio climático.

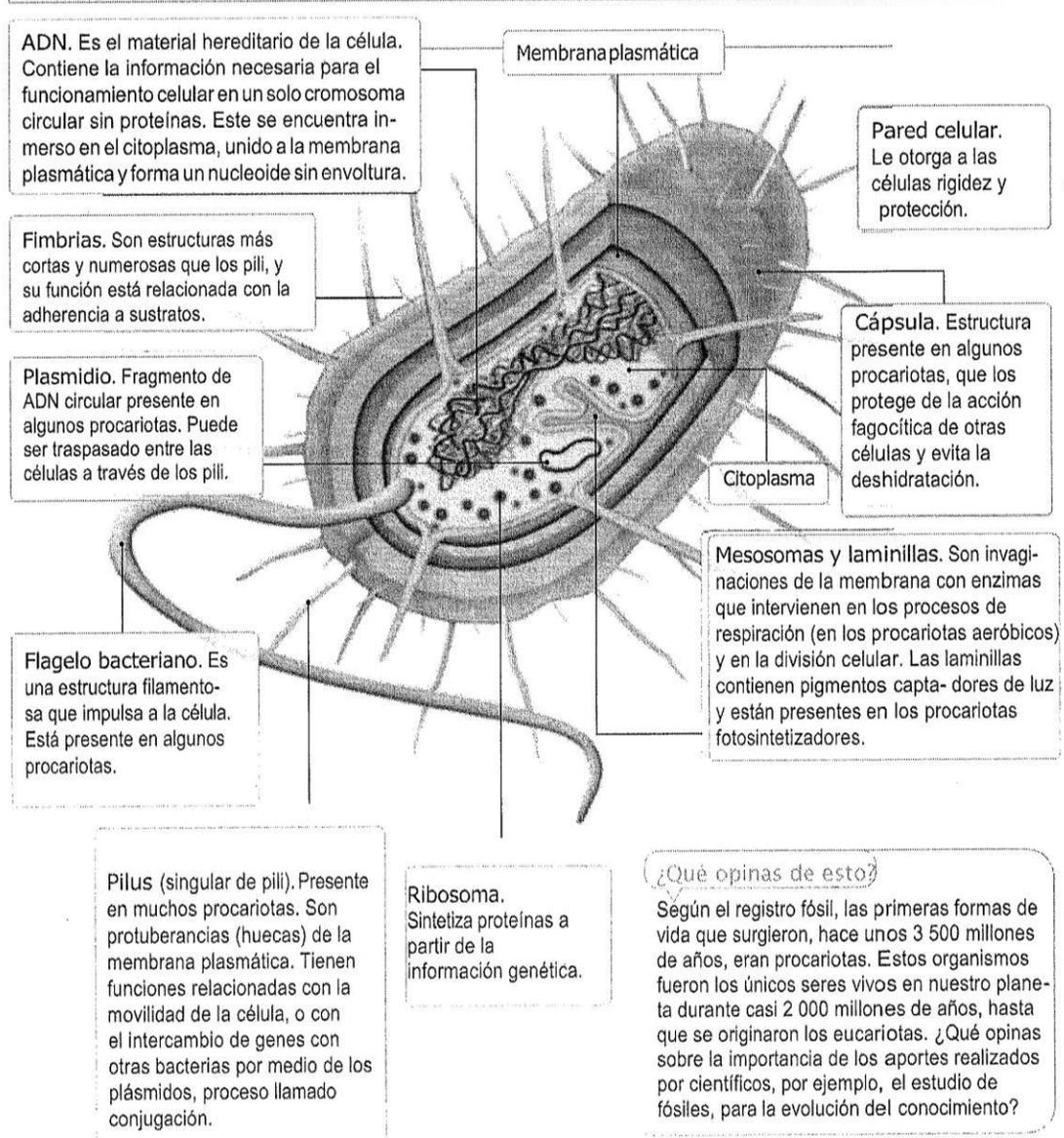
Fuente: <http://elpais.com> (Adaptación)

## CÉLULAS PROCARIOTAS: ausencia de núcleo

Como vimos en la página 81, las células tienen estructuras comunes, como son la membrana plasmática, el citoplasma y el ADN o material genético, pero ¿en qué se diferencian? Una de las grandes diferencias es la estructura donde se encuentra el material genético.

Las células procariotas se caracterizan por no tener un núcleo, por lo que el material genético se localiza en el citoplasma, en una zona llamada nucleóide. Las células procariotas son organismos unicelulares, siendo los más conocidos las bacterias y las arqueobacterias.

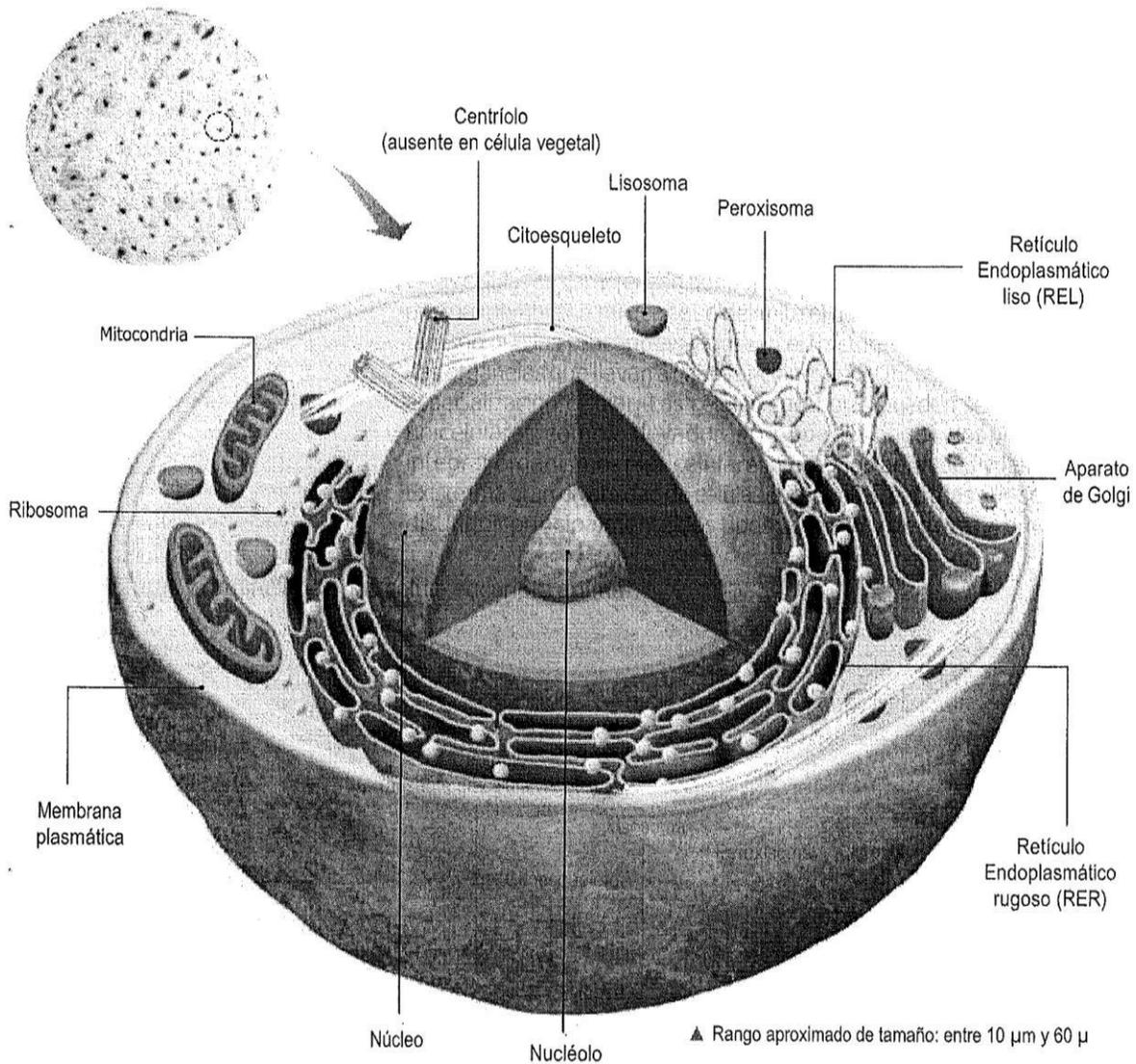
### Estructura de una célula procariota



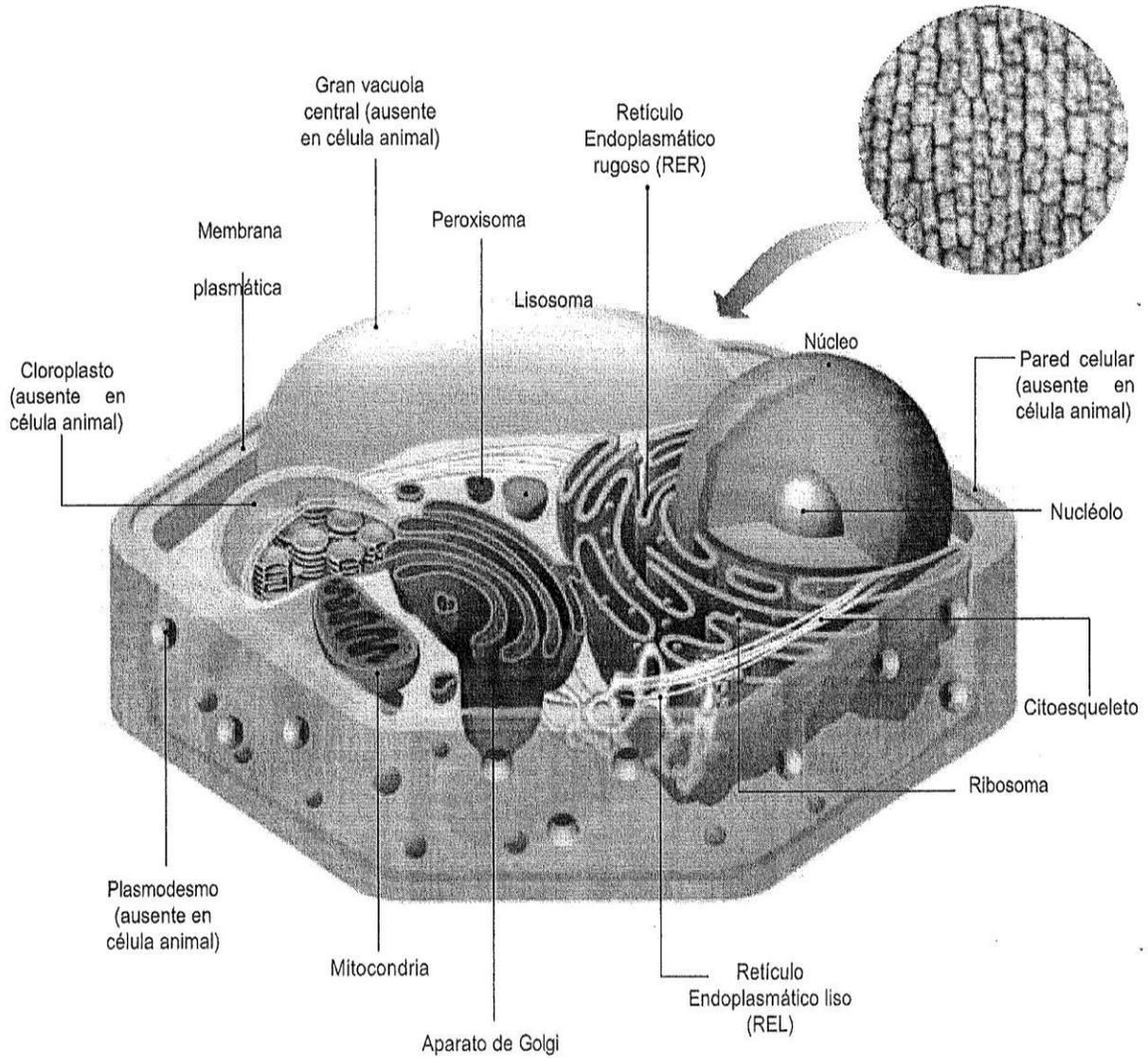
## CÉLULAS EUCARIOTAS: presencia de núcleo

Estas células se caracterizan por poseer su material genético en el interior de una membrana nuclear que delimita el núcleo celular, son de mayor tamaño que las procariotas y poseen estructuras membranosas llamadas organelas que llevan a cabo funciones específicas, lo que favorece la especialización celular. Las células eucariotas pueden ser organismos unicelulares, como las levaduras (un tipo de hongo) y los protozoos; o integrar organismos pluricelulares, como los animales y las plantas. Existe una gran diversidad de células eucariontes, entre las que se pueden distinguir principalmente dos tipos: **animal** y **vegetal**.

### Estructuras y organelas de una célula eucariota animal



# Estructuras y organelas de una célula eucariota vegetal



▲ Rango aproximado de tamaño: entre 10  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ .

# Estructuras y organelas de una célula eucariota animal y vegetal

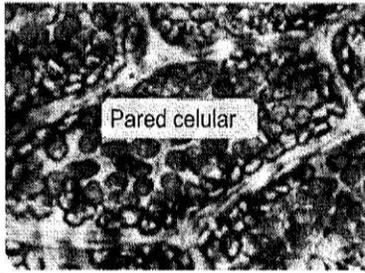
## Pared celular

(Ausente en la célula animal)

Cubierta externa que se encuentra por fuera de la membrana plasmática, presente en las células vegetales, en la mayoría de los hongos y en algunos protistas. La pared celular tiene perforaciones o poros, los que permiten el intercambio

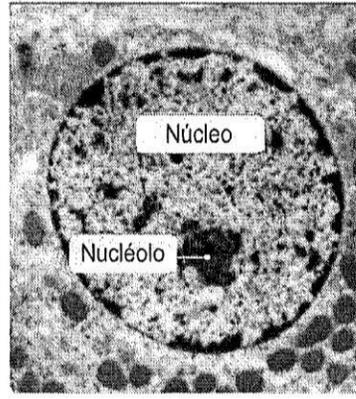
de sustancias con el exterior, aunque no de manera selectiva.

La pared celular otorga rigidez y define la estructura de la célula, da soporte a sus tejidos y protege sus contenidos.



## Núcleo

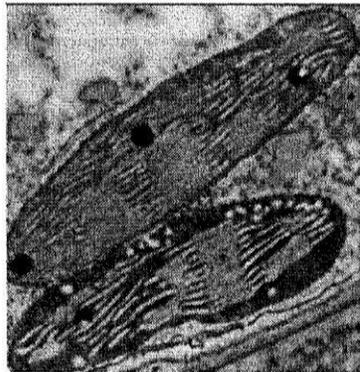
Posee una doble membrana, denominada membrana nuclear o carioteca, que mantiene el ADN en su interior. Esta tiene perforaciones o poros, los que hacen posible un intercambio selectivo. En el interior del núcleo se observa una zona densa que se conoce como nucléolo. El núcleo es el centro de control celular.



## Cloroplasto

(Ausente en la célula animal)

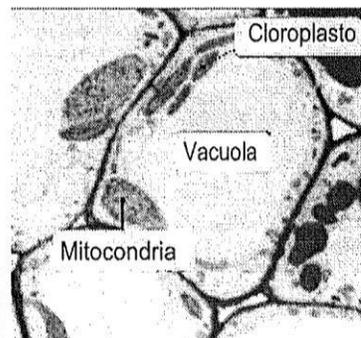
Es un organelo formado por una doble membrana y posee su propio ADN. Es específico de las células vegetales y de algunos protistas (algas). En los cloroplastos se lleva a cabo la fotosíntesis. Gracias a este proceso, los organismos autótrofos elaboran sus propios compuestos orgánicos.



## Gran vacuola central

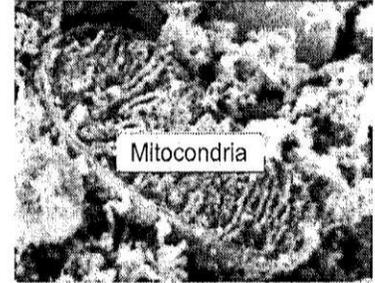
(Ausente en la célula animal)

Organelo rodeado por una membrana, que puede llegar a ocupar hasta el 90 % del volumen celular, por lo que desplaza a los otros organelos a la periferia. La vacuola realiza funciones de almacenamiento, principalmente de agua, y ayuda a que la célula vegetal mantenga su forma, gracias a la presión que ejerce sobre la pared.



## Mitocondria

Organelo formado por una doble membrana. Tiene su propio ADN. Participa en los procesos de obtención de energía para las funciones celulares.

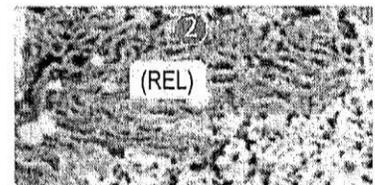
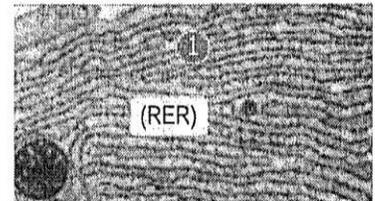


## Retículo Endoplasmático

Conjunto membranoso de túbulos y sacos aplanados interconectados entre sí, que se forman a continuación de la membrana nuclear y se extienden por el citoplasma celular. Existen dos tipos:

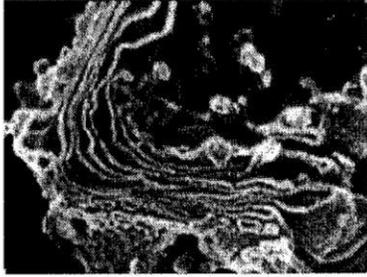
● **Retículo Endoplasmático rugoso (RER).** Está cubierto por ribosomas adosados a la cara externa de su membrana. En el RER se sintetizan proteínas que almacena el retículo, para luego liberarlas en vesículas al medio extracelular.

● **Retículo Endoplasmático liso (REL).** Conjunto membranoso de túbulos y sacos aplanados interconectados entre sí. En el REL se sintetizan lípidos, como los fosfolípidos de la membrana plasmática. También contienen enzimas que detoxifican.



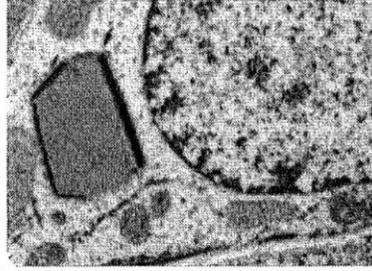
### **Aparato de Golgi**

Conjunto de sacos aplanados, limitados por una membrana, apilados unos sobre otros y rodeados por túbulos y vesículas, que están directamente relacionados con el retículo endoplasmático. Su función es la modificación química, empaquetamiento y transporte de moléculas sintetizadas por la célula.



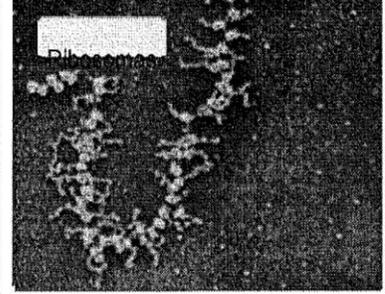
### **Peroxisomas**

Organelos pequeños y de forma esférica, limitados por una membrana, que se forman en el retículo endoplasmático liso o a partir de otros peroxisomas. Contienen enzimas que cumplen funciones de detoxificación celular.



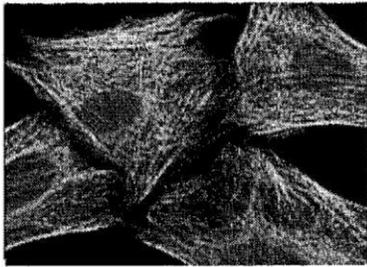
### **Ribosomas**

Estructuras de pequeño tamaño, compuestas de ácido ribonucleico (ARN) y proteínas. Se encuentran en el citoplasma, en las mitocondrias, en el retículo endoplasmático y en los cloroplastos. Participan en la síntesis de proteínas.



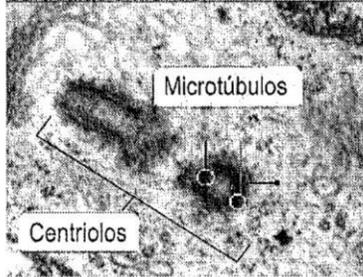
### **Citoesqueleto**

Conjunto de filamentos que se distribuyen por todo el citoplasma y forman una red que constituye el esqueleto de la célula. Su función principal es darle forma a la célula, permitir el movimiento de sus estructuras y organizar los organelos en el citoplasma.



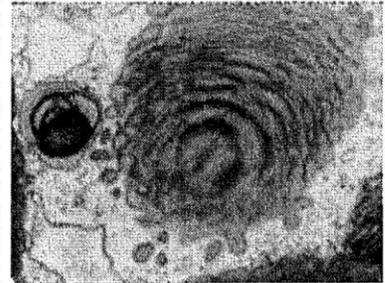
### **Cilios y flagelos**

Delgadas extensiones de membrana plasmática que contienen fibras ordenadas de microtúbulos, dirigidas por los centriolos. Dan propulsión a las células, por ejemplo, a los espermatozoides. También hay organismos unicelulares, como los paramecios, a los que les permiten trasladarse. Otra función de los cilios, por ejemplo, en el aparato respiratorio es mantener fuera de los pulmones las partículas extrañas.



### **Lisosomas**

Vesículas membranosas en cuyo interior se produce la digestión de moléculas provenientes de la misma célula o del medio extracelular, mediante enzimas digestivas, originarias del RER.





**El organismo humano como sistema complejo y abierto**

# Cómo funciona el organismo humano

*El organismo humano, como los demás seres vivos, puede ser considerado como un sistema abierto, porque intercambia continuamente materia, energía e información con el medio circundante.*

## El organismo como sistema abierto, complejo y coordinado

El organismo humano, por ser un sistema abierto, intercambia materia, energía e información con el medio circundante.

Desde el medio llegan al organismo:

- **alimentos**, que contienen sustancias nutritivas que se utilizan para construir las estructuras corporales y para realizar los procesos vitales;
- **oxígeno**, que es tomado del aire atmosférico. Este gas es indispensable para realizar el proceso que permite liberar la energía contenida en las sustancias nutritivas y
- **estímulos externos**, ondas sonoras, luz, calor, que son captados por los receptores sensoriales y procesados como información acerca de los cambios ambientales. Este procesamiento de información posibilita elaborar respuestas dirigidas a mantener la estabilidad del organismo.

El organismo humano influye en el medio de distintos modos. Uno es mediante las actividades que lleva a cabo, tales como las diferentes funciones vitales, el desplazamiento, y otras actividades que desarrolla el individuo, aunque no impliquen un movimiento visible. El organismo también modifica el medio al eliminar desechos. Algunos desechos son sustancias que nunca fueron usadas por las células para obtener energía ni para constituir estructuras; otros son materiales de las células que son reemplazados al renovarse las estructuras de las que formaban parte.

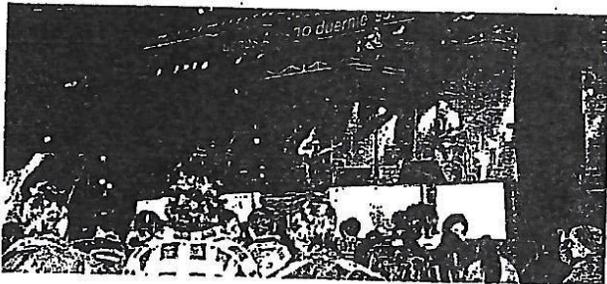
El organismo humano puede ser considerado como un sistema complejo porque está conformado por diversos sistemas de órganos a través de los cuales se llevan a cabo diversas funciones como, por ejemplo, incorporar, distribuir, transformar, redistribuir y eliminar la materia y la energía que se intercambian continuamente con el medio.

También cuenta con sistemas de órganos encargados de regular y controlar la coordinación de todos estos procesos.



*En el organismo humano, las funciones se llevan a cabo de un modo coordinado pues son interdependientes, es decir que cada parte del organismo depende de las otras para su funcionamiento.*

*Los receptores sensoriales ubicados en los órganos de los sentidos captan estímulos provenientes del medio externo. Así, por ejemplo, las ondas sonoras son captadas por los órganos del oído; la luz es captada por los órganos del sentido de la vista y, aunque en ocasiones resulten menos notorios, todos los cambios ambientales son detectados continuamente por los órganos sensoriales.*



## Las funciones del organismo humano

Las funciones que se llevan a cabo en el organismo se pueden agrupar en *funciones de nutrición, funciones de relación y coordinación, y la función de reproducción.*



**Las funciones de nutrición.** Son aquellas que hacen posible la obtención y transformación de materia y energía. Estas funciones son: la incorporación y transformación de alimentos, el intercambio de gases que intervienen en la respiración celular, el transporte de sustancias, la eliminación de desechos.

**Las funciones de relación y coordinación.** Son aquellas que permiten mantener la estabilidad del medio interno del organismo respecto del medio externo, que cambia continuamente. Estas funciones son: la percepción de estímulos, la transmisión de señales y la elaboración de respuestas, y la defensa del organismo contra agentes extraños.

**La función de reproducción.** A diferencia de las otras dos, la función de reproducción no es indispensable para mantener la vida de cada organismo. Sin embargo, esta función asegura la perpetuación de la especie.

## El equilibrio interno: homeostasis

El organismo humano puede ser considerado como un sistema abierto. Esto implica que entre el organismo y el medio existe un continuo proceso de intercambio de materiales, de energía y de información. A pesar de este intercambio, el medio interno del organismo se mantiene estable. Esta estabilidad requiere un control y un ajuste permanentes de las condiciones internas.

La capacidad de controlar el medio interno que posee el organismo fue estudiada por numerosos fisiólogos, que son científicos especializados en estudiar el funcionamiento de los seres vivos. En el año 1865, Claude Bernard dijo que "la constancia del medio interior es la condición esencial de una vida libre". El concepto de *homeostasis*, sin embargo, fue definido recién en el año 1932 por el fisiólogo Walter Cannon.



*Los sistemas de control suelen funcionar en interrelación, a través de circuitos llamados de retroalimentación. Esto significa que alguna desviación de las condiciones óptimas para el funcionamiento equilibrado del organismo estimula una respuesta que permite reestablecer dichas condiciones.*

## ¿Qué significa homeostasis?

En cada una de las células del organismo, se llevan a cabo diversas reacciones químicas que, en su conjunto, constituyen el metabolismo.

Todas estas reacciones químicas se producen dentro de un rango limitado de temperatura, en un medio con determinadas concentraciones de sales y otras sustancias, bajo ciertas condiciones de presión, etc. Es decir que, para que la actividad celular se desarrolle normalmente, el medio interno debe ser estable respecto de los factores que inciden en los procesos metabólicos.

A esta propiedad de mantener la estabilidad del medio interno se la denomina *homeostasis* (del griego *bomos*: mismo, similar, y *stasis*: estar) y es una propiedad característica de todos los seres vivos, no solo del organismo humano.

El mantenimiento relativamente constante de este medio interno en organismos complejos, como el humano, implica la participación de sistemas de control.

En realidad, todos los sistemas de órganos intervienen en la homeostasis, pero algunos de ellos cumplen funciones más específicas de regulación del medio interno.

## ¿Cuáles son los factores que deben controlarse?

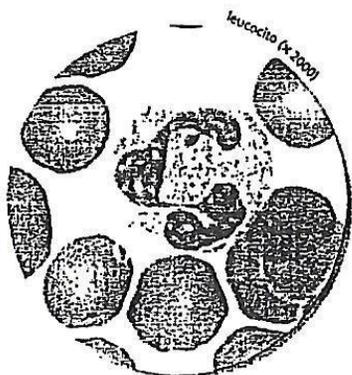
Los principales factores que deben controlarse son la composición química del medio interno, la temperatura corporal y la presencia de microorganismos y de sustancias que puedan resultar nocivos.

La composición química del medio interno se regula mediante tres procesos complementarios: la eliminación de desechos celulares, la regulación de las concentraciones de sustancias que deben llegar a las células y la regulación de la cantidad de agua intra e intercelular.

Cabe señalar que la sangre desempeña un papel importante en la regulación del medio interno pues transporta los desechos celulares, así como las sustancias que necesitan las células.

La temperatura corporal debe mantenerse alrededor de los 37 °C. La presencia de microorganismos y sustancias que puedan resultar nocivos es controlada por barreras defensivas específicas e inespecíficas.

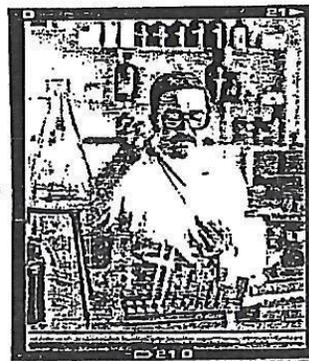
Las sustancias y las células que participan en gran parte de los procesos de defensa del organismo circulan transportadas por la linfa y por la sangre.



Los leucocitos son células especializadas en la defensa del organismo. Existen distintos tipos de leucocitos: transportados por la sangre y por la linfa.



La temperatura corporal puede medirse con un termómetro. Se considera que es normal si el valor se encuentra entre los 36 °C y los 36,5 °C. Si la temperatura corporal externa es de 36 °C, aproximadamente, significa que en el interior es cercana a los 37 °C. Esto se debe a que el cuerpo pierde calor a través de los tejidos más superficiales.



Los valores normales de concentración de las distintas sustancias dan cuenta del funcionamiento equilibrado del organismo. Realizando pruebas con muestras de la sangre de una persona, es posible detectar si la concentración de alguna de las sustancias presentes en ella es diferente de la normal.

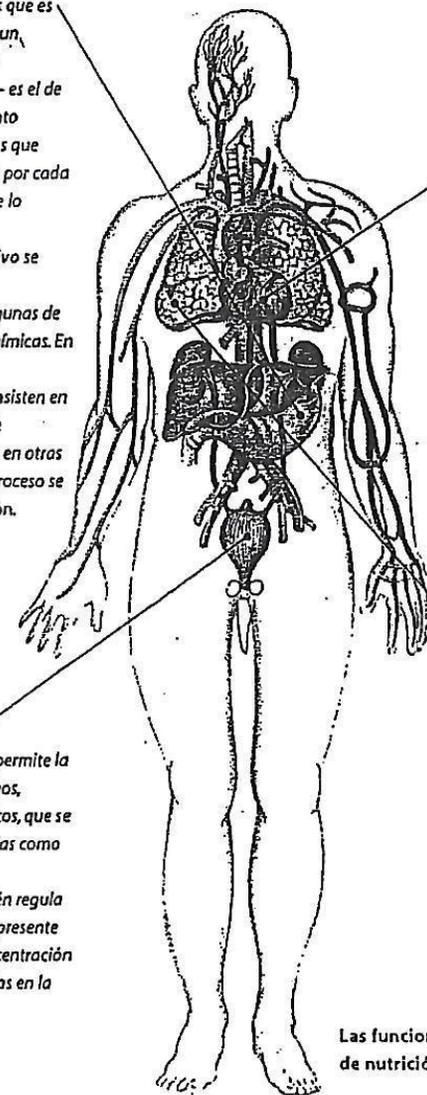
## Las funciones de nutrición: sistemas de órganos que las llevan a cabo

El organismo humano, al igual que el de otros mamíferos superiores, es un sistema complejo y organizado, porque está constituido por sistemas de órganos. Estos pueden ser analizados como subsistemas, que funcionan de modo coordinado y altamente eficiente.

La presencia de sistemas de órganos especializados en realizar determinadas funciones posibilita que todas las células que componen el organismo puedan intercambiar con el ambiente los materiales y la energía que necesitan, aunque no se encuentren en contacto directo con él.

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.

Las funciones de nutrición.

## Las funciones de relación y coordinación: sistemas de órganos que las llevan a cabo

Entre los factores que pueden alterar el medio interno del organismo se pueden mencionar los permanentes cambios ambientales de naturaleza física y química, y la presencia de otros organismos, generalmente microscópicos, que pueden desarrollarse en el interior del cuerpo y producir perturbaciones en su funcionamiento.

Si bien todos los sistemas de órganos participan en la regulación del medio interno, los sistemas inmunológico, nervioso y endocrino son los que se especializan en las funciones de control y coordinación. Los sistemas muscular y esquelético actúan en íntima relación con ellos.

El sistema nervioso recibe estímulos, tanto externos como internos, los procesa y los transforma en señales que transmite por todo el organismo. Según las señales recibidas, se elaboran las respuestas más adecuadas para mantener el equilibrio interno.

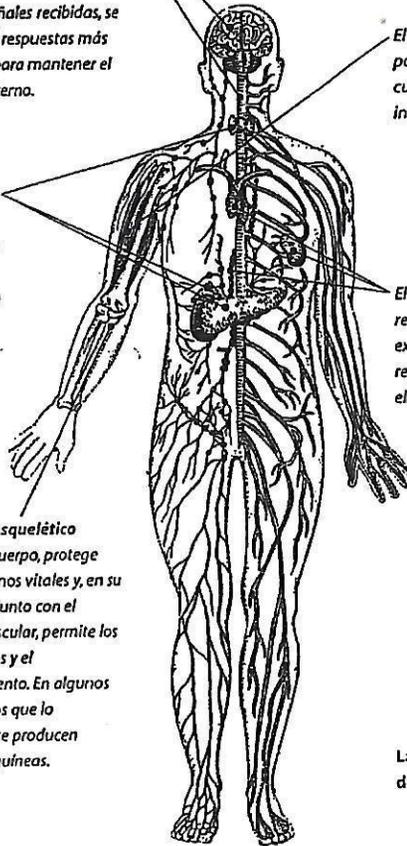
El sistema muscular hace posibles los movimientos del cuerpo y los de los órganos internos.

El sistema endocrino produce sustancias que actúan en la regulación de gran parte de los procesos vitales. En algunos casos, actúan desencadenando reacciones y, en otros casos, inhibiéndolas. Este sistema trabaja en íntima relación con los demás, principalmente con el sistema nervioso.

El sistema inmunológico reconoce aquellos agentes extraños y elabora respuestas que permitan eliminarlos.

El sistema esquelético sostiene el cuerpo, protege ciertos órganos vitales y, en su trabajo conjunto con el sistema muscular, permite los movimientos y el desplazamiento. En algunos de los huesos que lo componen se producen células sanguíneas.

Las funciones de relación.



## La perpetuación de la especie: la reproducción

La función de reproducción no es indispensable para mantener la vida de un individuo. Sin embargo, sería imposible concebir la permanencia de las especies en el planeta si no tuvieran la capacidad de originar nuevos individuos semejantes, en forma y funcionamiento, a sus progenitores. Los organismos tienen un tiempo limitado de vida y la función de reproducción compensa la muerte individual.

La especie humana se caracteriza por tener una cantidad relativamente reducida de hijos, respecto de otras especies de animales. Esto se relaciona principalmente con el tiempo de cuidado que requiere una persona durante los primeros años de su vida, hasta lograr un desarrollo físico e intelectual que le permita desenvolverse en forma independiente en la sociedad.

Los sistemas reproductores femenino y masculino elaboran hormonas, que son sustancias indispensables para que los ciclos de desarrollo se cumplan adecuadamente, producen las gametas y hacen posible la fecundación y el desarrollo del embrión. El sistema reproductor trabaja en relación permanente con el sistema endocrino. En realidad, algunos de los órganos que lo forman (por ejemplo, ovarios y testículos) también son glándulas integrantes de dicho sistema.

La reproducción sexual trae como consecuencia la diversidad de organismos: la recombinación del material genético, que se origina en la unión de gametas provenientes de dos progenitores, aumenta la variabilidad dentro de cada especie.

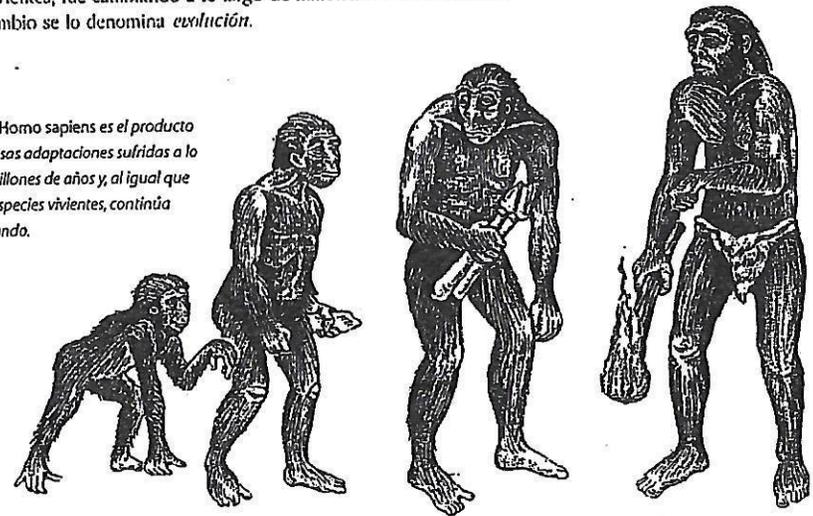
Por otro lado, los cambios producidos en el material genético de los organismos pueden derivar en características que resulten favorables o desfavorables, según el medio en el cual vivan. Si los individuos que presentan dichos cambios poseen alguna ventaja respecto de los demás de su especie, tendrán mayor probabilidad de dejar descendencia. Así, la característica modificada va prevaleciendo en la población.

De esta manera, la especie humana, al igual que todas las demás especies vivientes, fue cambiando a lo largo de millones de años. A este tipo de cambio se lo denomina *evolución*.



Los seres humanos se reproducen sexualmente. Esto significa que el nuevo individuo se origina a partir de la unión de una gameta femenina y una masculina. Este proceso, llamado fecundación, se produce dentro del cuerpo de la mujer. También es interno el desarrollo del embrión.

La especie *Homo sapiens* es el producto de numerosas adaptaciones sufridas a lo largo de millones de años y, al igual que todas las especies vivientes, continúa evolucionando.



## EL HOMBRE: UNIDAD MORFOLÓGICA

Conocemos la unidad estructural y funcional del hombre. Observando la figura humana nos cabe diferenciar su morfología:

- **cabeza**,
- **tronco**,
- **extremidades**.

La **cabeza** está ubicada en la parte superior del tronco. Se la divide en cráneo, que ocupa la parte superior, cubierta en su mayor parte por el cuero cabelludo; y la **cara**, en la parte anterior, cubierta en parte en el varón por la "barba" y el "bigote".

El tronco está unido a la cabeza por una región estrecha llamada **cuello**.

El tronco está formado por el **tórax** en la parte superior y el **abdomen** en la parte inferior, separados ambos por el músculo **diafragma**.

Las **extremidades** son cuatro: dos superiores y dos inferiores.

Las **extremidades o miembros superiores** están formadas por: brazo, antebrazo y mano y se unen al tronco por la cintura escapular o torácica.

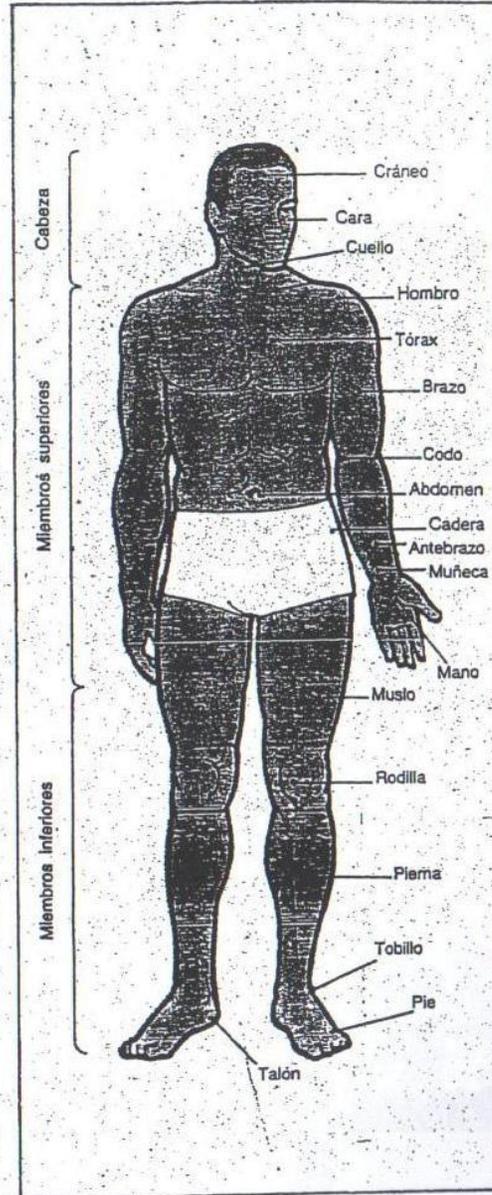
Entre el tórax y el brazo se encuentra "el hombro", entre el antebrazo y el brazo se ubica "el codo", y entre el antebrazo y la mano "la muñeca". Estas partes permiten movimientos. En la mano la parte anterior se denomina "palma" y la parte posterior "dorso".

En el sitio en que se inserta el brazo en el tronco existe una cavidad llamada "axila".

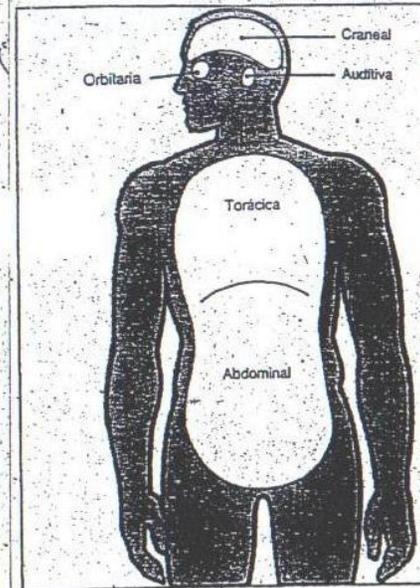
Las **extremidades o miembros inferiores** están formadas por: muslo, pierna y pie, unidas al tronco por la cadera o cintura pelviana o pélvica.

La región ubicada entre el muslo y la pierna se llama en la parte anterior "rodilla" y en la parte posterior "corva"; la región comprendida entre la pierna y el pie se denomina "tobillo".

En el pie la parte superior se denomina "empeine" la inferior "planta" y la parte posterior "talón".



Morfología del hombre



Cavidades del cuerpo

### CAVIDADES

Intenormente, además de las estructuras que diferenciamos falta referirnos a sus **cavidades**, donde se alojan los órganos que constituyen los distintos aparatos y sistemas. Estas cavidades son:

- **la cavidad craneana;**
- **la cavidad general del cuerpo o celoma.**

**Cavidad craneana o craneal:** está limitada por los huesos del cráneo, aloja al **encéfalo**, formado por el cerebro, el cerebelo y el tronco, **encefálico**.

**Cavidad general del cuerpo o celoma:** está ubicada dentro del tronco y se subdivide en **cavidad torácica superior** y **cavidad abdominal inferior**, separadas, como dijimos, por el músculo **diafragma**.

La cavidad torácica está limitada por las vértebras dorsales, las costillas, el esternón y el diafragma, y exteriormente protegida por músculos. Está ocupada

por el corazón y los grandes vasos, la tráquea, los bronquios, los pulmones, el esófago.

La cavidad abdominal está limitada por las vértebras lumbares y sacras y exteriormente por músculos, y en ella se aloja la mayor parte de los órganos del aparato digestivo: estómago, intestino delgado, intestino grueso, hígado, páncreas; el aparato urinario, el aparato genital y el bazo.

### Membranas

Si observamos las cavidades torácica y abdominal, vemos que se presentan tapizadas por **serosas** (láminas de tejido conjuntivo) formadas por dos hojas, una adherida a las paredes y otra a los órganos que protege, no existiendo en condiciones normales "espacio" entre ellas).

Estas membranas reciben diferente denominación, según la región y el órgano con que se vinculan:

- **pleuras:** tapizan la cavidad torácica y protegen los pulmones acompañándolos en los movimientos respiratorios;
- **pericardio:** reviste al corazón;
- **peritoneo:** protege la cavidad abdominal y los órganos que en ella se encuentran envolviéndolos y asegurando su deslizamiento. Sólo los riñones están fuera de esta "bolsa serosa".

Además de esta estructura morfológica y funcional que terminamos de conocer, no debemos olvidar que cada hombre es una persona humana, una unidad individual con caracteres propios que le son suyos y que no pueden ser reemplazados por los de otro hombre.

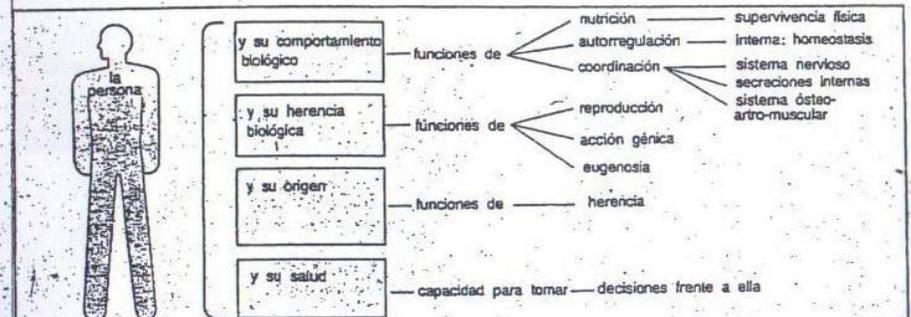
Cada ser humano es único, conformado por un cuerpo y un alma espiritual e inmortal, unidos sustancialmente, es decir, íntimamente.

El alma humana tiene inteligencia y voluntad; por ello si bien es cierto que comparte con los demás seres el hábitat que ocupa, también ofrece diferencias notables, que hacen de cada hombre en su ecosistema un ser completamente distinto.

El hombre proyecta su vida, que adquiere caracteres particulares; busca su origen y su fin; trasciende con sus actos porque cree en la realidad que acepta que es su inmortalidad, y su dependencia con Dios, su Creador.

Como es un ser racional, es responsable de sus actitudes y sabe que éstas trascienden con él y que la libertad debe usarla para el bien.

Como persona se diferencia por las capacidades que desarrolla, y que pone de manifiesto ante sí mismo y ante sus semejantes a través de su comportamiento (ser social).



## CONCEPTO DE SALUD

El término **salud** es una palabra de uso frecuente en la vida cotidiana pues constituye el eje fundamental de todos. Sin embargo, ¿cómo se la puede definir?

A lo largo de la historia de la humanidad, el concepto de salud ha evolucionado. En la Antigüedad, se consideraba a la salud como la ausencia de enfermedad. En sus comienzos, la Medicina moderna definía la salud como el resultado del "buen desempeño del cuerpo y de sus diferentes funciones". De esta manera se centraba entonces en el plano biológico o físico. Más adelante se tomó conciencia del hecho de que resulta muy difícil separar los aspectos físicos de los psicológicos, los sociales o incluso los culturales.

La **Organización Mundial de la Salud** (OMS) definió el concepto de salud de un individuo de la siguiente manera:

*La salud es el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedad o de dolencia.*

Así, una persona está sana si siente bienestar físico, mental y afectivo, y si está integrada a la sociedad y al ambiente en el cual se relaciona, al que pertenece o en el que está inserta.

Sin embargo, esta definición fue criticada por considerar que presentaba imprecisiones; por ejemplo, ¿qué debe entenderse por bienestar?

Se intentaron algunas explicaciones: una persona goza de bienestar desde el punto de vista físico cuando tiene la sensación de que su organismo funciona adecuadamente. A su vez, dispone de bienestar mental y social si se encuentra equilibrada intelectual y afectivamente y está integrada a su medio, sea este familiar, laboral o escolar. Estas explicaciones muestran algunas de las imprecisiones de la definición, ya que alguien puede tener

la sensación de estar sano y sin embargo padecer alguna dolencia.

Es así, como en la definición dada por la OMS, la salud aparece como un concepto subjetivo e inalcanzable para cualquier ser humano. En este sentido, ¿qué persona podría disfrutar a lo largo de su vida de un completo bienestar en los tres aspectos: físico, mental y social? Probablemente ninguna.

Una ampliación del concepto de salud corresponde a la definición dada por la *Oficina Panamericana de la Salud* (OPS), según la cual el concepto de salud se amplía teniendo en cuenta que es también el estado de **adaptación diferencial** de los individuos al medio en que se encuentran.

Si bien es un derecho del ser humano alcanzar un grado máximo de salud, en ciertas circunstancias –por ejemplo, en el caso de individuos que han sufrido enfermedades congénitas o tienen secuelas de accidentes– el grado de adaptación al medio y, por lo tanto, el grado máximo de salud, no será el mismo para todos.

### ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD



Logo de la OMS

La constitución de la OMS entró en vigencia el 7 de abril de 1948. En ella se ratificó que la salud es uno de los derechos fundamentales de todos los seres humanos, sin distinción de raza, religión, creencias políticas y condiciones socio-económicas.

## LA SALUD DEL INDIVIDUO

Para comprender mejor los factores determinantes de la salud, es conveniente considerar tres aspectos.

En todo individuo influyen factores que provienen de su herencia: cada uno posee características propias y que pueden determinar su estado de salud.

1. La salud individual también depende del medio en el que vive. Influyen los elementos físicos (características del clima o del relieve, la contaminación ambiental). Influyen también los factores psicosociales y psicoculturales, el estilo de vida y el sistema sanitario.

2. La interacción de los factores hereditarios (**genotipo**) y el ambiente constituyen las características del individuo (**fenotipo**). Dichos factores son las características propias de un individuo: apariencia, sexo, edad, profesión, hábitos, costumbres y creencias.

3. La salud de una persona depende finalmente de las **acciones** o **conductas** de salud que ella misma puede encarar todos los días:

- Consumir alimentos que permitan cubrir la cantidad y la calidad de nutrientes adecuados a la edad y la actividad física.
- Realizar la higiene personal, por ejemplo el cepillado de los dientes.
- Practicar regularmente deportes o cualquier actividad física.

### FACTORES RELACIONADOS CON LA SALUD

- Factores biológicos o endógenos (herencia, genética, embarazo, nutrición infantil, procesos de inmunización).
- Factores medioambientales (estructura económica y social, factores fitosanitarios, clima, saneamiento y limpieza).
- Factores psicosociales relacionados con los estilos de vida (afectividad, alimentación, ejercicio físico, higiene personal, recreación y tiempo libre y educación).
- Factores ligados a los sistemas educativos y sanitarios (calidad de las instituciones educativas, servicio de atención médica).

*Las salidas al campo y la vida al aire libre son acciones que ayudan a eliminar el estrés de la vida moderna, mejorar la salud física y mental y relacionarse mejor con los demás.*



- Evitar hábitos poco saludables, como el consumo de cigarrillos, alcohol o tener relaciones sexuales sin protección adecuada.
- Evitar accidentes de tránsito respetando las normas y realizar un control en el hogar para allí evitar accidentes.
- Dormir las horas suficientes para reponer las energías.
- No automedicarse, visitar regularmente al médico y al odontólogo y cumplir con los calendarios de vacunación.

### EL UNICEF

El Fondo Internacional de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) es una organización creada en 1946 con el objeto de ayudar a niños y adolescentes enfermos, desvalidos o desaparecidos tras la Segunda Guerra Mundial. En la actualidad se encarga de numerosos programas de apoyo a la niñez y adolescencia en países en vías de desarrollo, por ejemplo, los programas de atención de los infectados por el virus del sida en el continente africano.



### En segundas lecturas...

1. ¿Cómo fue variando el concepto de salud a lo largo de la historia?
2. ¿Qué diferencias existen entre los conceptos de salud de la OMS y la OPS?
3. ¿Cuáles son las principales acciones de salud a nivel individual?

## LA SALUD DE LA POBLACIÓN

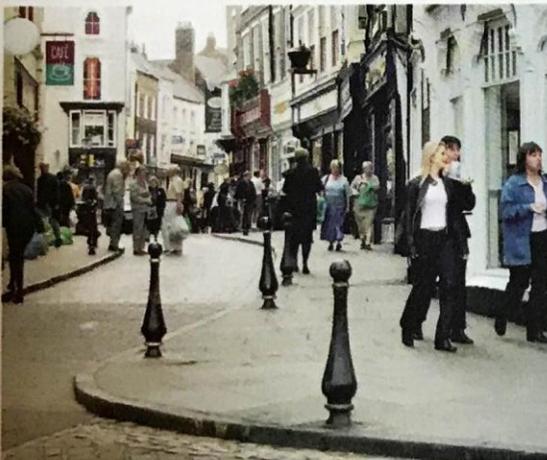
Otro aspecto importante de la salud se relaciona con el conjunto de ciudadanos de una localidad o de un país específico.

Entre los factores que determinan la salud de una población se encuentran: el nivel de vida, los recursos médico-sanitarios y la participación de la población en los programas de salud.

El **nivel de vida** es un indicador que trata de representar las condiciones reales de una población en una época determinada, teniendo en cuenta factores tales como la alimentación, la vivienda, la educación y la atención médica.

El progreso económico y social de un país contribuye a que las personas tengan mejores condiciones, o mejor nivel de vida. Aunque la salud es un derecho, todavía no se ha alcanzado equidad en ese terreno, ya que existen profundas diferencias entre los niveles de vida de las naciones ricas y las pobres, y aun entre los habitantes de un mismo país.

### PROPUESTA "SALUD PARA TODOS"



Una propuesta de "salud para todos" requiere de políticas que impulsen el desarrollo económico y social. Pero la salud también es una responsabilidad individual y colectiva, que reclama la participación comprometida de la comunidad en el cuidado de todos sus integrantes. Esto implica la toma de conciencia de los problemas de salud y de sus causas, y la adopción de actitudes positivas para solucionarlos.

*La alimentación está directamente relacionada con el nivel de vida, y contribuye a una necesidad vital de la población.*



## UNA POSIBLE CATEGORIZACIÓN DE LAS NECESIDADES HUMANAS

**1. Necesidades vitales.** Se trata de aquellas que se relacionan directamente con la supervivencia humana (individual y de la especie).

Su interacción armónica es esencial para el logro de condiciones apropiadas para la vida, acordes con la naturaleza humana.

**2. Necesidades básicas.** Aun cuando la insatisfacción de estas necesidades no afecta necesariamente la supervivencia de las personas, serían sin embargo imprescindibles para el pleno desarrollo individual y comunitario. Entre ellas, acceder al pleno ejercicio de los derechos humanos en general y, particularmente, a las necesidades de libertad, de protección y seguridad, de recreación, etcétera.

**3. Necesidades accesorias.** Se trata de aquellas cuya satisfacción se suma a las anteriores o cuya satisfacción no amenaza en forma alguna la supervivencia individual ni del grupo social (deportes, actividades de tiempo libre y otras).

En general, las necesidades humanas vitales son interdependientes del grado y de la calidad con que se satisfacen. La satisfacción de cualquiera de ellas contribuye a que se puedan alcanzar mejores niveles en las demás.

### En segundas lecturas...

1. Si en una región el número de individuos que mueren o emigran supera al de los que nacen, ¿qué sucede con la pirámide de población?
2. ¿Cuáles son las categorías de las necesidades humanas?

## LA SALUD DEL AMBIENTE

La salud de las personas está íntimamente relacionada con el ambiente del cual forman parte. El hombre establece una estrecha relación con el entorno, de ahí que los factores ambientales y socioeconómicos tengan una gran influencia en su calidad de vida. Los adelantos tecnológicos que acompañaron a la Revolución Industrial incrementaron, especialmente en los países más desarrollados, el consumo de los recursos naturales como fuente de energía o de materias primas. Esto trajo aparejada una amplia variedad de modificaciones ambientales, por ejemplo, la sobreexplotación y la contaminación de los recursos, y con ello enfermedades nuevas, o emergentes. El desafío es conocer cuáles son los vectores y las vías de contagio (focos) que existen en el ambiente, así como los factores que predisponen al individuo a contraer determinadas enfermedades, por ejemplo, los gases contaminantes de la atmósfera.

## CALIDAD DE VIDA

La **calidad de vida** es un estado que se expresa como una percepción personal y comunitaria de bienestar consigo mismo y con los entornos natural, social y cultural. Es algo más que la calidad de las condiciones ambientales y del ser humano como parte integrante del ambiente; se relaciona también con su condición social y la relación con las demás personas.

La participación de la población se traduce mediante agentes multiplicadores de acciones positivas con respecto a la salud. La demanda de mejores servicios también concierne a la responsabilidad ciudadana y es necesaria para mejorar la calidad de vida de la comunidad. Cabe recordar que los problemas ambientales generados por la sociedad y las soluciones que se adoptan al respecto afectan directa o indirectamente la salud humana, como el tratamiento de los residuos y de las sustancias

tóxicas, la explotación minera o la producción de gases de efecto invernadero.

La **salud pública** comprende las acciones de planificación y control de la salud que aseguran la calidad de vida de la población. Administra los recursos que la población tiene disponibles tanto para la prevención de las enfermedades como para su curación y rehabilitación. Entre ellos, las especialidades médicas (clínica, ginecología, oftalmología, etc.) y paramédicas (kinesiología, radiología, etc.), así como la red de instituciones que le brindan este servicio: hospitales, salas de primeros auxilios, puestos sanitarios. Se ocupa también de la accesibilidad geográfica y económica para la población que los demanda.

### PROBLEMAS DE SALUD PÚBLICA



El crecimiento del parque automotor en las grandes ciudades genera smog y embotellamientos, con la consiguiente disminución de la visibilidad y un aumento de la contaminación acústica.



La total falta de nitidez y el mal olor son signos de un alto nivel de contaminación del agua, y esto exige esfuerzos especiales para su depuración y potabilización.

### SUGERENCIAS

En la película "Koyaaniskatsi" (que en la lengua hopi significa "vida sin equilibrio"), documental de 1983 dirigido por Godfrey Reggio y producido por Francis Ford Coppola, se analiza la relación del ser humano con el ambiente y la importancia de su cuidado para mantener una adecuada calidad de vida; con ese fin, muestra el conflicto entre el medio urbano y su tecnología, y el ambiente. El sitio web de Greenpeace, organización que vela por la salud ambiental mundial, puede consultarse en [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar).

# CAPÍTULO 4 Noxas y concepto de enfermedad

El ser humano está expuesto a muchos y diferentes agentes o factores del ambiente capaces de provocar enfermedades. Estos se pueden encontrar o provenir del aire, el agua, el suelo, los alimentos o los objetos, como los microorganismos, los parásitos, las sustancias tóxicas y las radiaciones. Además, deficiencias y alteraciones del organismo afectan su funcionamiento. En ciertas circunstancias, las noxas y las deficiencias provocan desequilibrios que originan enfermedades.

## Para conocernos mejor

Marquen con una V la(s) opción(es) elegida(s).

1. Elegí el factor ambiental que te parezca más importante en relación con la salud humana.

- Árboles cultivados.
- Aire contaminado.
- Aguas residuales.
- Desechos domiciliarios.
- Otras personas.
- Animales domésticos.

2. ¿Cuáles de las siguientes enfermedades se originan en factores ambientales que no son seres vivos?

- Cáncer.
- Pie de atleta.
- Fractura ósea.
- Quemadura.
- Sarna.
- Alergia.

3. ¿Cuáles de los siguientes factores pueden influir en la desaparición de algunas enfermedades?

- La higiene en el hogar, en los espacios públicos y hospitales.
- La vacunación.
- Los nuevos tratamientos médicos.
- El control médico periódico.

4. ¿Cuáles de las siguientes enfermedades no son causadas por microorganismos?

- Diabetes.
- Hepatitis.
- Asma.
- Intoxicación.
- Tos convulsa.
- Pediculosis.

5. Indicá cuál de las siguientes enfermedades surgió más tarde en la historia humana.

- Sida.
- Sars.
- Hantavirus.
- Espongiocel (enfermedad de la vaca loca).
- Esclerosis múltiple.
- Tuberculosis.

6. ¿Cuándo decidirías visitar a un médico u otros profesional de la salud?

- Para un chequeo general.
- Ante la sospecha de una enfermedad.
- Cuando los primeros síntomas se manifiestan.
- Cuando la enfermedad está en curso.
- Nunca.

## Introducción

### CLASIFICACIÓN DE NOXAS

Para comenzar, algunas preguntas: ¿Cuál es el origen y la manifestación de una enfermedad? ¿Todas las enfermedades presentan los mismos síntomas? ¿Todas las enfermedades se originan en factores externos?

Para contestar estas preguntas, es necesario revisar algunos conceptos iniciales.

Cuando un individuo resulta afectado en su equilibrio físico, mental y/o social debido a la acción de uno o de más factores que pueden ser:

- **externos**, como todos los agentes o fenómenos capaces de generar daño o perjuicio en un individuo y que provienen del ambiente, denominados genéricamente **noxas** (la palabra proviene del latín y significa daño o perjuicio). Las noxas son llamadas también **agentes patógenos**, **agentes etiológicos** o **agentes causales**. Estos agentes pueden alterar, por exceso o defecto, el equilibrio del organismo, como ocurre con las radiaciones que provocan tumores;
- **internos**, por ejemplo, puede ser defi-

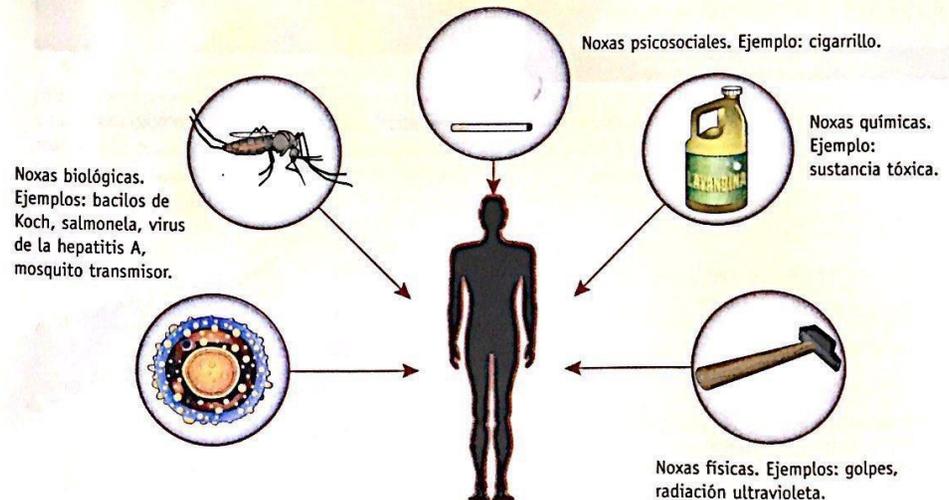
ciencias o alteraciones en el funcionamiento del organismo.

Como resultado de las noxas y las deficiencias se producen las enfermedades. En síntesis, el término **enfermedad** puede generalizarse para definir tanto las enfermedades infecciosas, los accidentes o las alteraciones orgánicas y/o funcionales, que suelen afectar negativamente el bienestar de una persona.

Además, la información genética que posee cada individuo es un factor primordial en la capacidad de estar sanos, no sólo porque dirige las reacciones metabólicas en conjunto, sino porque también determina la acción del sistema inmunológico y la eficacia de la respuesta adaptativa.

Muchas acciones cotidianas ayudan a evitar enfermedades: el aseo personal, el respeto de las normas de tránsito, un plan alimentario equilibrado. Igualmente, la visita regular al médico y los análisis clínicos permiten establecer un diagnóstico precoz de las enfermedades y dilucidar la posibilidad de que ciertas noxas o deficiencias pueden llegar a provocarlas.

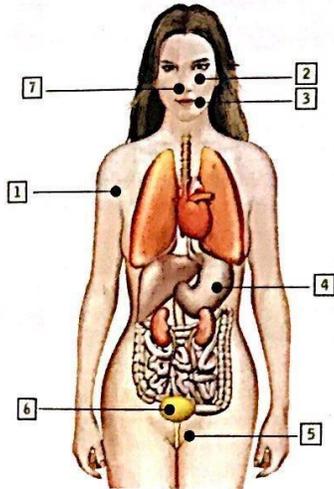
### NOXAS O FACTORES EXTERNOS



## LAS BARRERAS DEL ORGANISMO

Nuestro organismo cuenta con distintas barreras defensivas para impedir la entrada y el desarrollo de los agentes patógenos. Se suelen distinguir tres tipos de barreras: primarias, secundarias y terciarias. Las dos primeras son **inespecíficas**: no producen inmunidad para un invasor específico ni tienen memoria para recuperar el estado de defensa del organismo.

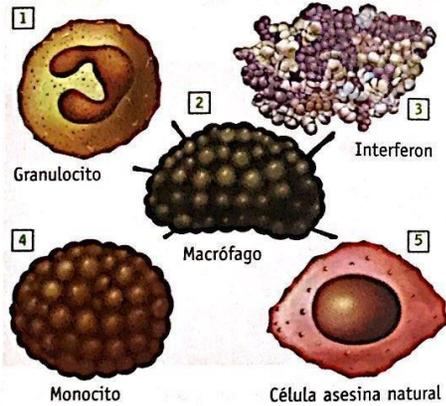
### A. PROTECCIONES NATURALES Y BARRERAS PRIMARIAS



1. **Sudor** (glándulas sudoríparas): el pH ácido (3,5) del sudor impide la proliferación de bacterias. **Ácidos grasos** (glándulas sebáceas): contribuyen a la misma tarea. **Piel**: reviste la superficie corporal. 2. **Lágrimas** (glándulas lacrimales): evitan el desarrollo de microorganismos (contienen lisozimas) y eliminan sustancias irritantes. 3. **Saliva** (glándulas salivales): contiene enzimas bactericidas. 4. **Jugo gástrico** (estómago): contiene ácido clorhídrico (pH 1), de acción bactericida. 5. **Secreción vaginal y esperma**: poseen un pH ácido que impide la proliferación de microorganismos. 6. **Orina** (vejiga urinaria): la orina elimina microbios a través de la uretra. 7. **Mucosas**: revisten los orificios corporales (vías respiratorias, digestivas, urinarias y genitales), tienen la superficie húmeda y segregan mucus. **Mucosas nasal y respiratoria**. El mucus engloba e impide que los microorganismos alcancen los pulmones y los cilios vibrátiles hace retroceder al mucus. **Mucosa intestinal**: su flora bacteriana propia que impide el desarrollo de otros microorganismos.

Cuando los virus o las bacterias logran vencerlas, hace falta un último recurso, las barreras terciarias. Los macrófagos abandonan los tejidos y se dirigen a los ganglios linfáticos donde inducen la formación de millones de células altamente especializadas, los **linfocitos T** y los **linfocitos B**. Estos últimos se encargan de producir unas proteínas llamadas **anticuerpos**, que actúan específicamente contra el organismo invasor.

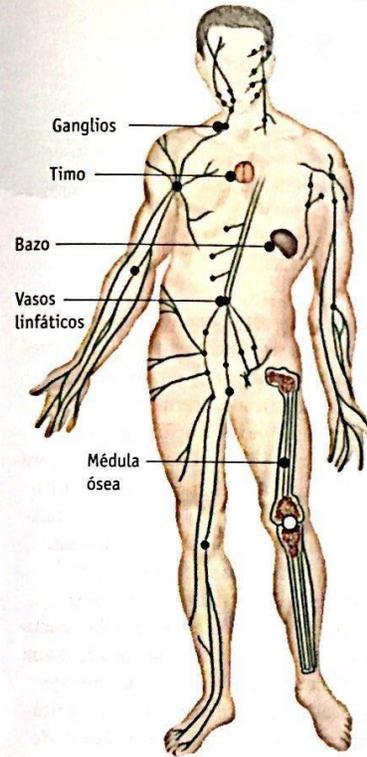
### B. BARRERAS SECUNDARIAS (SANGRE)



1. **Polimorfonucleares o granulocitos** (neutrófilos y eosinófilos): contienen gránulos de histamina que desencadena la respuesta inflamatoria; los neutrófilos actúan sobre las bacterias y los eosinófilos sobre los gusanos parásitos y las proteínas tóxicas (toxinas). 2. **Macrófagos**: destruyen las noxas mediante la fagocitosis. 3. **Proteínas defensivas**: incluyen los interferones, que atraen a los macrófagos y el sistema del complemento, grupo de veinte proteínas de la membrana de las células sanguíneas que actúa sobre las células invasoras promoviendo la fagocitosis. 4. **Monocitos**: son atraídos por las toxinas que liberan los agresores y se transforman en macrófagos. 5. **Células asesinas naturales** (citotóxicas; -NKC, por el inglés *natural killer cells*): son linfocitos que buscan células anormales a las que eliminan rápidamente por liberación de perforinas.

En la superficie de todas las células existen moléculas (antígenos) que son las "huellas digitales" que las identifican ante el sistema inmunitario. Los agentes patógenos también tienen antígenos, aunque son diferentes de los del organismo infectado. Gracias a estas moléculas, el sistema de defensas logra distinguir lo extraño de lo propio.

### SISTEMA LINFÁTICO Y LINFOCITOS

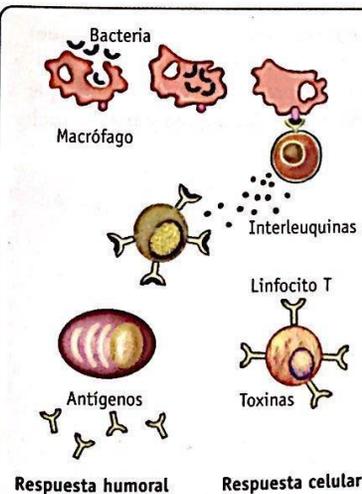


### En segundas lecturas...

1. ¿Cuáles son las barreras primarias y secundarias del organismo?
2. ¿Dónde se producen y cómo actúan los linfocitos B y T?
3. ¿Qué es la memoria inmunitaria?

Los linfocitos T se producen en el timo. Utilizan a otras células como mediadoras para destruir a los antígenos. Son los responsables de la **inmunidad celular**. Los linfocitos B son elaborados por la médula ósea, donde también maduran, y el bazo. Fabrican anticuerpos que se liberan en la sangre. Se hacen cargo de la **inmunidad humoral**. Los linfocitos se alojan en los ganglios linfáticos, desde donde movilizan los anticuerpos que fabrican hacia el sitio de acción del foco infeccioso. Los **anticuerpos**, llamados también **inmunoglobulinas**, son proteínas con una característica forma tridimensional (en Y), cuya particularidad se reconoce un antígeno específico para cada agente agresor.

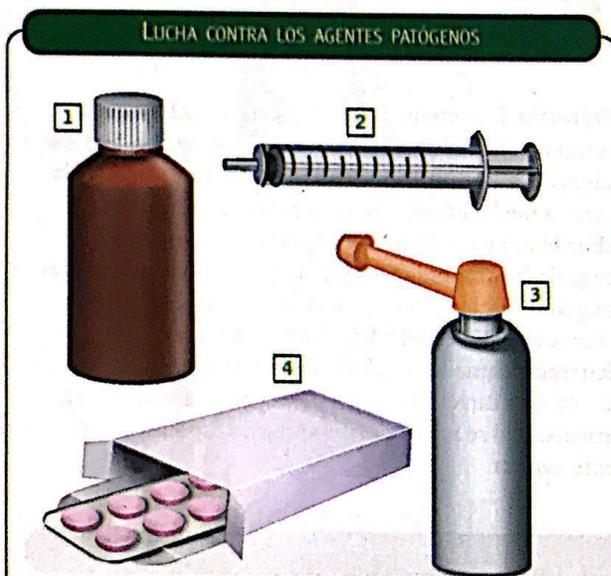
### RESPUESTA INMUNE



1. Cuando el microorganismo ingresa en el cuerpo por primera vez, se produce una **respuesta inmunitaria primaria** y aumenta la cantidad de linfocitos y anticuerpos. El macrófago encuentra y fagocita al invasor. El antígeno del invasor es presentado en la superficie a los linfocitos B y T. Se liberan sustancias llamadas **interleuquinas**, que estimulan la diferenciación de los linfocitos. Así, los macrófagos estimulan a los linfocitos T y estos a los linfocitos B para la producción de anticuerpos. 2. Una vez eliminado el microorganismo, la cantidad de linfocitos y de anticuerpos en la sangre disminuye. Sin embargo, una pequeña cantidad de linfocitos específicos permanece circulando en la sangre durante semanas, meses o años. Se trata de las células de memoria (de vida larga, portadoras de anticuerpos). Si el mismo microorganismo entrara por segunda vez, sería reconocido rápidamente por estos linfocitos, que comenzarían a liberar anticuerpos de inmediato, sin necesidad de que el microorganismo enferme al individuo. Esta es la respuesta inmune secundaria.

## LA LUCHA CONTRA LAS ENFERMEDADES

Para vencer la acción de los agentes patógenos en el organismo, la Medicina moderna cuenta con numerosas técnicas y herramientas, como las vacunas y los sueros (que se detallan más adelante), diferentes medicamentos (sustancias bacteriostáticas, para detener el crecimiento de las bacterias y bactericidas o antibióticos, que las destruyen, antivirales, antimicóticos, antitérmicos y otros) y medidas de **asepsia** o **esterilización** y **antisepsia**.



### 1. Bacterias

Asepsia: métodos para preservar el cuerpo del contacto con microorganismos infecciosos (bacterias) al destruirlos o impedir su desarrollo en el ambiente.

Antibióticos y sustancias bacteriostáticas.

Vacunas antibacterianas.

### 2. Virus

Medicamentos antivirales y antitérmicos.

Vacunas antivirales.

### 3. Hongos

Antisepsia: métodos para limitar la infección al destruir los microorganismos por desinfección de la zona de la herida en la piel o las cavidades (tratamiento).

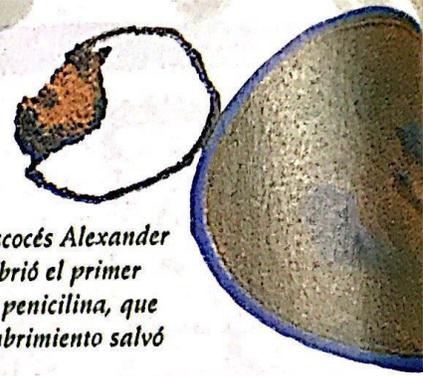
Fungicidas o antimicóticos.

### 4. Protozoos, gusanos parásitos, insectos parásitos.

Antibioterapia: método para controlar la infección al limitar el desarrollo de microorganismos en el cuerpo y las probables secuelas que produzcan.

Cultivo de bacterias en presencia de *Penicillium*.

En 1928, el bacteriólogo escocés Alexander Fleming descubrió el primer antibiótico, la penicilina, que desde su descubrimiento salvó muchas vidas.



## LA VACUNACIÓN

Al nacer, los bebés poseen una inmunidad innata que consiste básicamente en las barreras primaria y secundaria, y en las defensas que aporta la lactancia materna.

A lo largo de la vida va apareciendo una **inmunidad adquirida natural**: cuando sobreviene una enfermedad, el cuerpo forma anticuerpos que permanecen en la sangre evitando adquirir nuevamente dicha enfermedad.

Cuando la inmunidad se adquiere en forma intencional o artificial, puede ser:

- **activa**: por ejemplo, mediante las **vacunas** ingresan en el organismo las toxas o sus toxinas con su virulencia atenuada (antígenos); desencadenan el mecanismo inmunitario sin llegar a provocar la enfermedad y, de esta forma, elaboran anticuerpos específicos que aportan una inmunidad duradera.

- **pasiva**: por ejemplo, mediante los **sueros**; se trata de anticuerpos de otro ser vivo (gallina, vaca) y presentes en sus fluidos que ofrecen una inmunidad rápida y poco estable.

## SUGERENCIAS

En la página [www.saludalia.com](http://www.saludalia.com) se puede encontrar información extensa acerca de las enfermedades infecciosas y la inmunología. Se recomienda ver y comentar las películas "Epidemia" (Epidemics), del director Lars von Trier (de 1987), y "Epidemia", del director Wolfgang Petersen (de 1995), que relatan los peligros de nuevas enfermedades infecciosas de rápido contagio.

# Noxa: tipos y sus características

Por  
**Andreina Matos Ayala**

**Noxa** es un término que sirve para calificar a todo aquel elemento que puede afectar a un determinado organismo. Al entrar en contacto con este factor, se está propenso a presentar desequilibrios físicos, psíquicos y sociales que afectan directamente a la salud.

Un ejemplo común para ilustrar el daño que puede causar una noxa, puede ser el contacto del hombre con un virus o bacteria. Cuando la noxa se introduce en el organismo, las defensas de este lo reconocen para posteriormente tratar de eliminar el desequilibrio que causa la enfermedad.

La transmisión de una noxa se da principalmente por tres factores: la susceptibilidad que se encuentra el organismo, las condiciones del ambiente y la interacción que tenga el individuo con lo que le rodea.

Existen tres tipos de noxas: las biológicas, físico-químicas y aquellas de carácter socio-cultural. En el caso de la última, algunos autores también incluyen factores psíquicos.

## **Tipos (características de cada una)**

A continuación, se comentan las características más destacadas de los tipos de noxas:

### **Biológicas**

-También son llamadas agentes patogenizados.

-Se les consideran como las principales causantes de las enfermedades, puesto que en ellas están comprendidas los virus, bacterias y parásitos.

-Pueden causar afecciones porque se encuentra una mayor o menor cantidad en el organismo. Esto quiere decir que existen virus y bacterias que pueden ser beneficiosos para el cuerpo humano, pero que de encontrarse grades o escasos valores de los mismos, pueden provocar problemas graves en la salud.

-Los protozoos se encuentran incluidos en este grupo y pueden actuar como consumidores, saprófitos y hasta parásitos. Pueden causar enfermedades como el paludismo o el mal de Chagas.

-Otro tipo de noxa biológica son los hongos, unicelulares o pluricelulares. Estos pueden causar afecciones y erupciones en la piel.

-Los gusanos y vermes también son noxas que pueden alojarse en el sistema digestivo, debido al consumo de alimentos mal manipulados.

### **Físico-químicas**

-En este grupo están comprendidos todos los derivados por sustancias químicas y por agentes físicos potencialmente mortales para el hombre.

- Físicos: incluyen cambios bruscos de la temperatura, presión atmosférica, rayos ultravioletas, rayos X, golpes y heridas, sobreexposición a los rayos del sol y radiaciones atómicas.
- Químicas: la causa puede ser el consumo o la inhalación de sustancias tóxicas como venenos, contaminantes y mordeduras de animales ponzoñosos.

### **Socio-culturales (algunos autores también incluyen noxas psíquicas):**

-Pueden incluir factores internos (psicológicos) o de carácter externo.

-Ejercen una poderosa influencia en el hombre, aunque este no pueda controlarlo a plenitud.

Noxa: tipos y sus características

Por

**Andreina Matos Ayala**

**Noxa** es un término que sirve para calificar a todo aquel elemento que puede afectar a un determinado organismo. Al entrar en contacto con este factor, se está propenso a presentar desequilibrios físicos, psíquicos y sociales que afectan directamente a la salud.

Un ejemplo común para ilustrar el daño que puede causar una noxa, puede ser el contacto del hombre con un virus o bacteria. Cuando la noxa se introduce en el organismo, las defensas de este lo reconocen para posteriormente tratar de eliminar el desequilibrio que causa la enfermedad.

La transmisión de una noxa se da principalmente por tres factores: la susceptibilidad que se encuentra el organismo, las condiciones del ambiente y la interacción que tenga el individuo con lo que le rodea.

Existen tres tipos de noxas: las biológicas, físico-químicas y aquellas de carácter socio-cultural. En el caso de la última, algunos autores también incluyen factores psíquicos.

### **Tipos (características de cada una)**

A continuación se comentan las características más destacadas de los tipos de noxas:

#### **Biológicas**

-También son llamadas agentes patogenizados.

-Se les consideran como las principales causantes de las enfermedades, puesto que en ellas están comprendidas los virus, bacterias y parásitos.

-Pueden causar afecciones porque se encuentra una mayor o menor cantidad en el organismo. Esto quiere decir que existen virus y bacterias que pueden ser beneficiosos para el cuerpo humano, pero que de encontrarse grades o escasos valores de los mismos, pueden provocar problemas graves en la salud.

-Los protozoos se encuentran incluidos en este grupo y pueden actuar como consumidores, saprófitos y hasta parásitos. Pueden causar enfermedades como el paludismo o el mal de Chagas.

-Otro tipo de noxa biológica son los hongos, unicelulares o pluricelulares. Estos pueden causar afecciones y erupciones en la piel.

-Los gusanos y vermes también son noxas que pueden alojarse en el sistema digestivo, debido al consumo de alimentos mal manipulados.

#### **Físico-químicas**

-En este grupo están comprendidos todos los derivados por sustancias químicas y por agentes físicos potencialmente mortales para el hombre.

- Físicos: incluyen cambios bruscos de la temperatura, presión atmosférica, rayos ultravioletas, rayos X, golpes y heridas, sobreexposición a los rayos del sol y radiaciones atómicas.
- Químicas: la causa puede ser el consumo o la inhalación de sustancias tóxicas como venenos, contaminantes y mordeduras de animales ponzoñosos.

#### **Socio-culturales (algunos autores también incluyen noxas psíquicas):**

-Pueden incluir factores internos (psicológicos) o de carácter externo.

-Ejercen una poderosa influencia en el hombre, aunque este no pueda controlarlo a plenitud.

-Son un reflejo de los problemas éticos, estéticos y morales en una sociedad.

-Los individuos que padecen este tipo de noxas pueden estar constantemente preocupados por el porvenir.

-Sus consecuencias pueden acarrear las siguientes situaciones: guerras, racismo, xenofobia, inestabilidad económica y judicial, desigualdad, inseguridad ante el delito, toxicomanías, pobreza, discriminación religiosa y desempleo.

-Desde una perspectiva más personal, estas noxas también pueden ocasionar cambios drásticos en los estilos de vida y estados perennes de estrés, angustia y ansiedad.

## Medios de transmisión de una noxa

En este aspecto, es importante tomar en cuenta tres aspectos: el nivel de vulnerabilidad del organismo, el ambiente en donde se encuentra y como este se relaciona con lo que le rodea. Debido a lo anterior, se señalan entonces dos tipos de medios de transmisión:

- Directa: no hay presencia de intermediarios, ya que la enfermedad pasa de un ser vivo a otro.
- Indirecta: la transmisión de la enfermedad se da a través de intermediarios (también llamados “vectores”).

## Enfermedades producidas por las noxas

**Enfermedades infectocontagiosas:** Son producidas por las noxas biológicas. Un ejemplo de estas puede ser el sarampión, cuyo causante es un mixovirus. La misma penetra en el organismo por medio de la nariz y la garganta, a través del aire. Después de un periodo de incubación de 10 días, la enfermedad se intensifica produciendo tos, fiebre y marcas en la piel. También se pueden nombrar otros ejemplos de estas enfermedades como la gripe, el cólera y la meningitis.

**Enfermedades sociales:** Aquellas que afectan tanto a un colectivo como al individuo. Ejemplos: la tuberculosis y la peste negra.

**Enfermedades parasitarias:** Se transmiten directamente o a través de intermediarios, llamados “vectores”. Esas enfermedades son producidas por parásitos externos como los piojos (causantes de la pediculosis), o como la trichinella spirales que ocasiona la triquinosis.

**Enfermedades traumáticas:** Vinculadas a las noxas físicas, son aquellas provocadas por accidentes como por ejemplo: fracturas, esguinces y hasta contusiones.

**Enfermedades mentales:** Tienen que ver con las alteraciones producidas en el funcionamiento mental de los individuos, de manera que afectan directamente a su comportamiento. La psicosis y la depresión son dos casos de padecimientos particulares muy presentes en la sociedad actual.

**Enfermedades degenerativas y funcionales:** En este caso incluye de dos tipos: aquellas producidas por la alteración en el funcionamiento de las células como el cáncer, y las correspondientes al fallo en el desempeño de los órganos como la diabetes.

**Enfermedades congénitas y hereditarias:** Las congénitas se manifiestan durante el proceso de gestación (por ejemplo malformaciones en la espina), mientras que las hereditarias tienen que ver con la transmisión de material genético de padres a hijos. Un par de ejemplos de este caso son el daltonismo y la hemofilia. Otros tipos de enfermedades

- **Enfermedades autoinmunes:** se manifiestan por las reacciones generadas por el sistema inmunológico del organismo.
- **Enfermedades neurodegenerativas:** son desórdenes producidos por la muerte de las neuronas cerebrales, así como el resto del sistema nervioso. Términos asociados Existen una serie de conceptos que están relacionados con este tema: -

**Epidemiología:** ciencia que estudia las causas y la distribución de las enfermedades en una determinada población.

-**Brote:** aparición súbita y esparcimiento progresivo de una enfermedad de manera inusual que se extiende en una zona.

-**Epidemia:** se refiere a la aparición de una enfermedad que se manifiesta en un gran número de personas por un periodo de tiempo.

-**Endemia:** tiene que ver con el número de casos de una enfermedad que se manifiesta en cierto lugar de manera estacionaria. La misma puede presentar ligeros niveles de fluctuación durante un lapso determinado. -

-**Pandemia:** se trata de una epidemia que trasciende los límites de una población, para extenderse a varios países y demás zonas geográficas.

## La alimentación

Un agricultor siembra un campo con semillas de maíz. Se preocupa por regarlas periódicamente. Después de unos meses, cada semilla se convierte en una planta de dos metros de altura, con tallos, hojas y frutos (granos de choclo). Llega la época de la cosecha, el agricultor vende al mercado los choclos y usa los tallos y las hojas como alimento para los animales.

¿De dónde se obtuvo el material para transformar una pequeña semilla en una planta? Esta es la pregunta que se formularon los naturalistas hace 300 años.

Gran cantidad de investigadores de aquella época sostenían que los materiales para formar el cuerpo de la planta provenían de la tierra, ya que era el único medio en contacto con la semilla. Aunque sabían que regar la planta era fundamental para que se desarrollara, suponían que la función del agua era exclusivamente la de transportar los materiales de la tierra hacia el interior de la planta, a través de las raíces. Resultaba difícil creer que el agua líquida pudiera convertirse en los materiales sólidos que forman el cuerpo de la planta.

Un investigador belga llamado Jan Baptiste van Helmont realizó, a mediados del siglo XVII, una experiencia para probar de dónde obtienen las plantas los materiales para crecer.

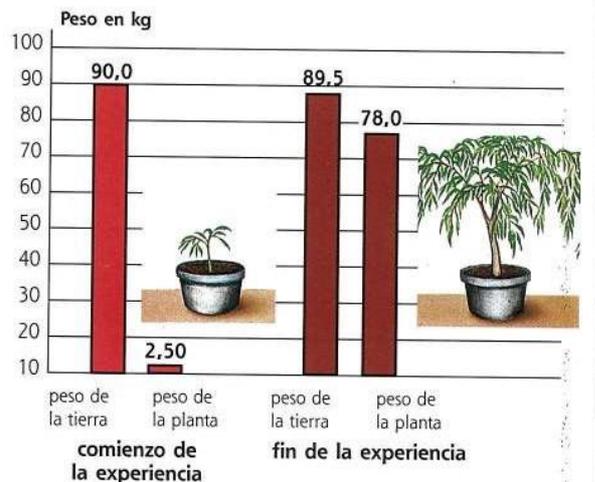
### ● ¿De dónde obtienen las plantas sus alimentos?

Van Helmont suponía que, si la planta se formaba a partir de elementos que extraía de la tierra y usaba el agua solo como medio de transporte, entonces el aumento de peso de la planta debía ser proporcional a la disminución de peso de la tierra. Para probarlo, hizo la siguiente experiencia:

- secó tierra, la pesó y la colocó en una maceta;
- pesó por separado un retoño de sauce y lo plantó en la tierra de la maceta;
- cubrió la maceta de modo que solo quedara una abertura para el tallo (para evitar que entrara polvo y agregara peso a la tierra);
- regó el sauce durante cinco años;
- después de este período, sacó la tierra de la maceta, la secó y la pesó nuevamente, y también pesó el sauce.

Los resultados de la experiencia se ven en el gráfico. Van Helmont observó que la planta había aumentado 75,5 kilogramos y que la tierra había disminuido solo 50 gramos.

Van Helmont concluyó que los 75,5 kilogramos de madera, corteza y raíces se habían formado exclusivamente del



agua, la única sustancia que él había agregado a lo largo de cinco años.

Hoy en día, sabemos que las observaciones de van Helmont fueron correctas pero no así sus conclusiones. El agua es fundamental, pero no es la única sustancia a partir de la cual se alimentan las plantas.

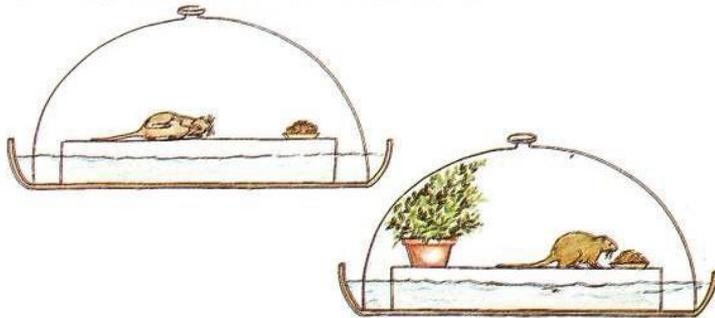
Respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Existe otro medio en contacto con la planta, además de la tierra, que van Helmont no haya tenido en cuenta? ¿Cuál es?
- ¿Qué sustancias contiene ese medio que puedan ser útiles para formar el cuerpo de la planta?
- ¿Qué resultados hubiera obtenido van Helmont si hubiera realizado su experiencia en la oscuridad? ¿Cómo lo explicarían?

## El aire y la luz

En la época en que van Helmont realizó sus experiencias, no se sabía mucho acerca del aire, de su composición y de su participación en los procesos vitales. Por lo tanto, van Helmont no lo tuvo en cuenta a la hora de analizar su experiencia. En el siglo XVIII, el interés por el estudio del aire creció y se sabía que era una mezcla de gases. Entonces, para estudiar la relación entre esos gases y los seres vivos, Joseph Priestley, un químico inglés, realizó en 1772 una experiencia en la cual colocó un ratón en una campana cerrada (con agua y alimento), una planta en otra campana (con agua y luz) y en una tercera colocó un ratón y una planta.

### ● Experiencia de Priestley



Los ratones se asfixian en una campana cerrada y mueren. Una planta sola, sin embargo, puede vivir aun en la campana cerrada en presencia de luz. Si se coloca un ratón en la campana que tiene la planta, el animal no muere.

- ¿Por qué el ratón muere si permanece en un ambiente totalmente cerrado?
- ¿Qué es lo que toma del ambiente? ¿Qué libera?
- ¿Por qué el ratón no muere al colocarlo con una planta?

Priestley dedujo que la composición del aire cambia en presencia de los seres vivos: todos los organismos vegetales y animales “arruinan” el aire mientras que solo los vegetales lo “purifican” o “restauran”. El gas “restaurador” que liberan las plantas fue llamado *oxígeno*. En 1779, el físico inglés Jan Ingenhousz descubrió que las plantas no “restauraban” el aire de noche o en la sombra y que la luz solar, por sí misma y sin la presencia de las plantas, no lo podía hacer. Concluyó, así, que las plantas “restauran” el aire si están en presencia de luz.

En 1782, el sacerdote suizo Jean Senebier demostró, que para producir oxígeno, además de luz, las plantas necesitan el gas *dióxido de carbono*. A pesar de encontrarse en una proporción mínima en el aire, el dióxido de carbono resultó ser fundamental para la vida de los seres vivos. Hoy en día, sabemos que el aire está compuesto por los gases nitrógeno (77%), oxígeno (21%), dióxido de carbono (0,04%) y por otros gases en menor proporción.

Basándose en investigaciones químicas realizadas por Antoine Lavoisier en aquella época, Ingenhousz propuso que las plantas no solo cambian dióxido de carbono por oxígeno sino que se quedan con el carbono (proveniente del dióxido de carbono) y lo mantienen para sí. En 1804, otro estudioso suizo, Nicolás de Saussure, realizó experiencias en las que midió cuidadosamente el aumento de peso en los vegetales iluminados y la cantidad de *dióxido de carbono* y *agua* que consumían. Demostró que el dióxido de carbono y el agua son igualmente importantes en la formación del cuerpo de las plantas.

## Los minerales

Queda aún un asunto pendiente en la experiencia de van Helmont: la disminución en el peso de la tierra. Aunque 50 gramos no es mucho en comparación con el peso total de la tierra, no es una cantidad despreciable. La tierra aporta ingredientes en cantidades mínimas, pero fundamentales. Estos componentes son los *minerales*, como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el magnesio, el azufre y el calcio, entre otros, que se encuentran en el suelo en forma de *sales minerales* disueltas en el agua. Por lo tanto, cuando la planta absorbe agua, incorpora también las sales minerales. Los minerales son necesarios para la fabricación de determinadas sustancias de la planta y para controlar el funcionamiento de otras.

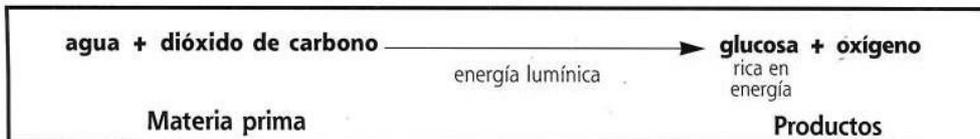
## Los alimentos como material de construcción

Los datos que fueron aportando los investigadores a lo largo de los años contribuyeron al descubrimiento y la comprensión del proceso mediante el cual las plantas se alimentan: la *fotosíntesis*. Las plantas incorporan dióxido de carbono del aire, y agua y sales minerales de la tierra. Se trata de sustancias simples y pequeñas, llamadas *sustancias inorgánicas*. A partir de ellas, las plantas elaboran sustancias más complejas, llamadas *sustancias orgánicas*. Las sustancias orgánicas son los *materiales* a partir de los cuales la planta construirá su cuerpo, extraerá *energía* o que guardará como *reserva* para utilizarlos en la medida en que los necesite. Las principales sustancias complejas (orgánicas) que forman el cuerpo de todos los seres vivos se llaman *hidratos de carbono*, *lípidos* (aceites y grasas) y *proteínas*.



## La fotosíntesis

Fotosíntesis significa *construcción por medio de la luz* (*foto* = luz ; *síntesis* = construcción). Por medio de la fotosíntesis, la planta elabora, a partir del dióxido de carbono y del agua, un primer producto, la *glucosa*. La glucosa es un tipo de hidrato de carbono, es decir, una sustancia orgánica. Además, en el proceso de la fotosíntesis se obtiene oxígeno a partir del agua. El oxígeno es liberado al exterior y aprovechado por todos los seres vivos (incluidas las mismas plantas) para la respiración.



Para construir sustancias orgánicas, que son más complejas que las sustancias inorgánicas, se necesita energía. ¿De dónde reciben las plantas esa energía?

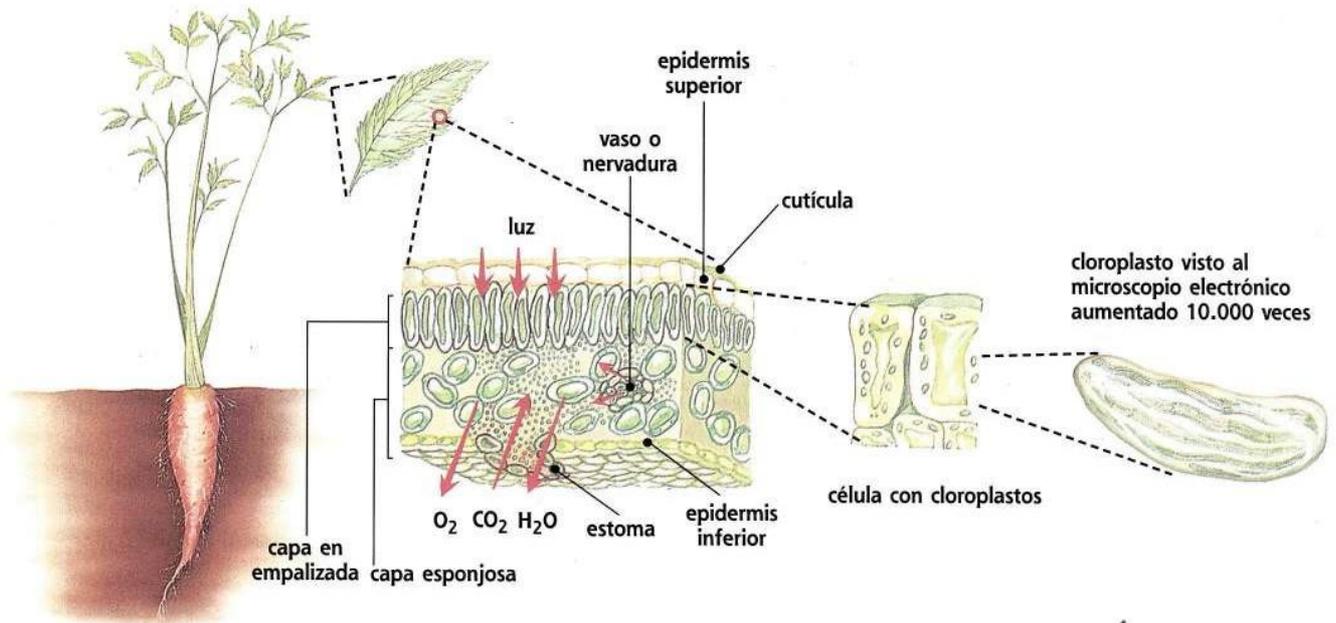
La energía que aporta la luz (energía lumínica) es utilizada para construir glucosa a partir de las sustancias simples. La energía lumínica se transforma en energía química que queda almacenada dentro de las sustancias orgánicas (por eso se dice que las sustancias orgánicas son "ricas" en energía).

Después de la fotosíntesis, a partir de la glucosa, la planta elabora el resto de los materiales de su cuerpo, es decir, otros hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Para fabricar las proteínas, la planta utiliza algunas de las sales minerales que aporta el suelo.



## Los pigmentos y los cloroplastos

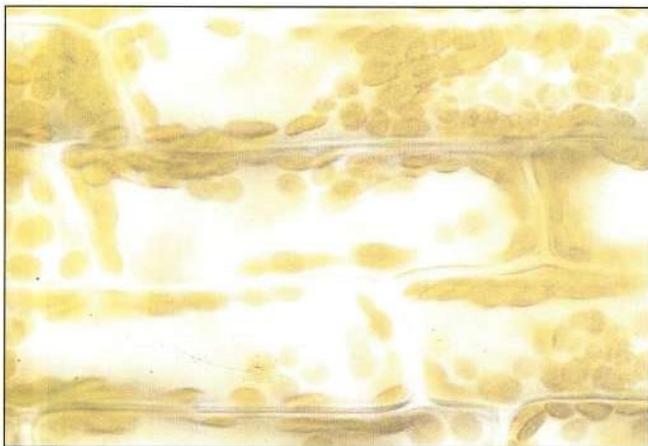
Las plantas pueden aprovechar la energía de la luz (solar o artificial) ya que pueden atraparla mediante unas sustancias llamadas *pigmentos*. En las plantas verdes, el pigmento principal es la clorofila. La clorofila se encuentra en las células de las hojas y, generalmente, también en las del tallo. Se acumula dentro de zonas especiales de las células vegetales, llamadas *cloroplastos*, donde se capta la energía lumínica y se lleva a cabo la fotosíntesis.



Si se hace un corte en una hoja y se la observa con el microscopio, se pueden ver los diferentes tejidos que la forman (los tejidos son grupos de células parecidas y que cumplen una función común). La epidermis (superior e inferior) encierra al resto de los tejidos y fabrica una sustancia que forma una cubierta llamada cutícula. Tanto la cutícula como las células de la epidermis son transparentes y permiten que la luz llegue a las células que hacen fotosíntesis.

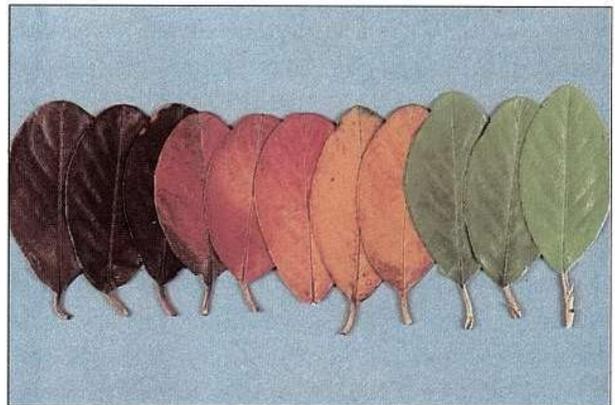
La fotosíntesis se realiza fundamentalmente en las células alargadas ("capa en empalizada") y, en menor medida, en la "capa esponjosa".

Esta última está formada por células separadas unas de otras y entre las cuales hay espacios llenos de gases (vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono). Los vasos o nervaduras son conductos por los que circulan sustancias desde y hacia las hojas. Los estomas son pequeñas aberturas o poros en la epidermis, que permiten la entrada y salida de gases utilizados en la fotosíntesis y en la respiración.



La célula de una hoja puede tener de 40 a 50 cloroplastos. En 1 mm<sup>2</sup> de hoja hay, aproximadamente, 500.000 cloroplastos.

## ● Otros pigmentos



Además de la clorofila, los vegetales tienen otros pigmentos que "colaboran" con ella en la absorción de la luz solar. Los carotenos son anaranjados y las xantófilas, amarillas. Estos colores están tapados por la clorofila, que aparece en mayor cantidad. Sin embargo, en otoño, antes de que las hojas caigan, la clorofila deja de producirse; entonces, podemos descubrir el color amarillo y anaranjado de los otros pigmentos.

## Los alimentos como fuente de energía

Los alimentos que la planta fabrica a partir de la fotosíntesis contienen energía almacenada en su interior. Para que esa energía esté disponible para ser usada por las células, debe liberarse del interior de las sustancias orgánicas (proteínas, hidratos de carbono y lípidos). La forma de liberar la energía es romper o "cortar" las sustancias orgánicas (ver recuadro). Dentro de las células, en zonas especiales llamadas *mitocondrias*, las sustancias orgánicas —fundamentalmente la glucosa— se "cortan" en un proceso en el que interviene el *oxígeno*. Este proceso, que resulta en la liberación de energía, se llama *respiración celular*.

**nutrientes (glucosa)** + **oxígeno** → **energía disponible** + **dióxido de carbono** + **agua**  
*sustancias orgánicas*  *sustancias inorgánicas*

Como desecho de la respiración celular se producen dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono es eliminado al medio exterior, mientras que una parte del agua es utilizada y el exceso se elimina. Para que la respiración celular se pueda realizar, las plantas necesitan *oxígeno* y lo obtienen del medio exterior.

## La respiración

Las plantas realizan un intercambio de gases con el medio exterior: toman oxígeno, que va hacia las células, y eliminan dióxido de carbono y vapor de agua, que llegan desde las células —producto de la respiración celular—. Este intercambio de gases con el exterior es parte del proceso que se conoce como *respiración*. La otra etapa de la respiración es la que ocurre dentro de las células (*respiración celular*) y por la cual se libera la energía contenida en las sustancias orgánicas. Al igual que el resto de los seres vivos, las plantas respiran durante las 24 horas del día.

## Intercambio de gases en las hojas

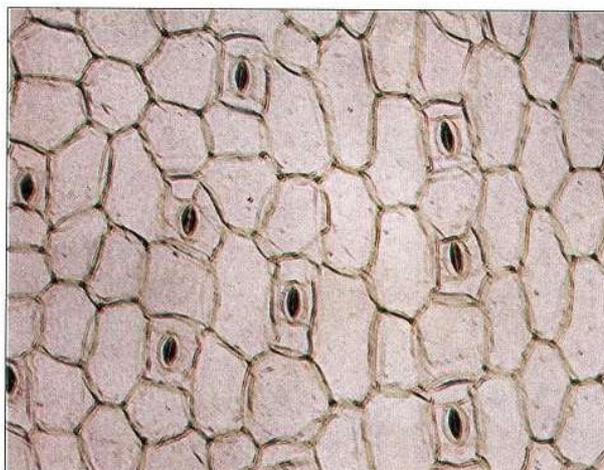
El intercambio de gases entre las hojas de la planta y el medio exterior, ya sea como parte de la respiración o de la fotosíntesis, se produce a través de poros especiales que existen en la superficie de las hojas, llamados *estomas*. Al abrirse y cerrarse, los estomas hacen posible el intercambio de sustancias, ya que la cutícula que cubre la hoja es prácticamente impermeable. Cuando los estomas están abiertos, se produce también la pérdida de una gran cantidad de agua en forma de vapor: la planta transpira. Esta agua debe ser recuperada para que la planta pueda cumplir con sus funciones vitales. La planta recupera el agua perdida mediante la absorción a través de las raíces.

## Las enzimas

En todos los seres vivos existen diferentes tipos de proteínas. Entre ellas, hay un grupo que cumple una función especial: ayudan a "cortar" o "unir" otras sustancias. Estas proteínas reciben el nombre de *enzimas*. Hay muchos tipos de enzimas, cada una de ellas es específica para "cortar" o "unir" diferentes sustancias. Por ejemplo, hay enzimas especiales que "cortan" la glucosa, otras ayudan a "unir" el dióxido de carbono y el agua para formar glucosa y otras ayudan a unir unidades de glucosa para formar, por ejemplo, almidón.

## Los estomas

Cada estoma está rodeado por dos células, llamadas *oclusivas*, que abren y cierran el poro. Generalmente, se abren en presencia de luz. Los estomas son más abundantes en la superficie inferior de la hoja porque, al no estar directamente expuesta al sol, su temperatura es más baja y, por lo tanto, la transpiración es menor. De esta forma, en la cara inferior, el intercambio de gases se realiza con una menor pérdida de agua por transpiración. Algunas plantas pueden tener cerca de 19.000 estomas por centímetro cuadrado en la superficie inferior y 5.000 estomas por centímetro cuadrado en la superior.



## El transporte de sustancias en la planta

Para que la fotosíntesis se lleve a cabo, el agua que se absorbe por las raíces y el dióxido de carbono que entra a través de las hojas deben llegar y encontrarse en los cloroplastos. Por otra parte, las sustancias orgánicas que se fabrican en las hojas deben llegar a aquellas células de la planta que no hacen fotosíntesis (como las de la raíz). A su vez, el oxígeno que entra por los estomas tiene que llegar a todas las células, donde interviene en la respiración celular, mientras que el dióxido de carbono tiene que hacer el camino inverso para llegar al exterior.

Antes de seguir leyendo, observen el dibujo de la planta y traten de deducir cómo "viajan" las sustancias de una parte a otra. Señalen en qué sentido circula cada una de las sustancias mencionadas en el párrafo anterior.

La mayoría de las plantas tienen un sistema de transporte formado por vasos llamados *floema* y *xilema* (tejido vascular). Los vasos se ramifican formando las *nervaduras* que atraviesan las hojas. El xilema transporta agua y minerales disueltos desde la raíz hasta el tallo y las hojas. El floema transporta glucosa y otros compuestos orgánicos desde las células que hacen fotosíntesis hasta las células de la planta que no la hacen.

¿Cómo logra el agua subir desde las raíces hasta las hojas (en algunos casos a varios metros de altura)?

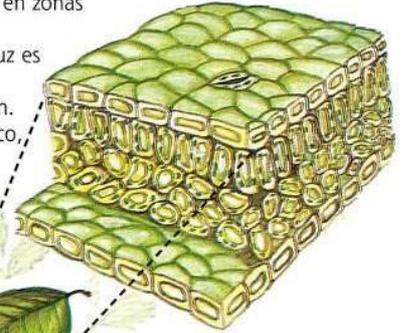
Se observó que, en las plantas, un aumento en la transpiración lleva a un aumento en la absorción. Es decir que la pérdida de agua por las hojas genera "fuerzas" que impulsan su absorción por las raíces. Las partículas que forman el agua tienden a mantenerse unidas; entonces, cuando el agua sale de las hojas por transpiración, "tira" hacia arriba al agua que está por debajo y esta, a su vez, hace que el agua de la tierra entre en las raíces. El agua pasa de la tierra, donde está en mayor concentración, a las raíces, donde su concentración es menor, atravesando la capa externa de la raíz. Además de favorecer el ascenso de agua, la transpiración tiene un efecto "refrigerante", es decir que enfría la superficie de las hojas.

## Las raíces

En las plantas terrestres, las raíces tienen la función de fijar la planta al suelo y absorber el agua con las sales minerales y transportarlas al tallo a través del xilema. Las células más superficiales de la raíz emiten delgadísimas prolongaciones, llamadas *pelos radicales* o *absorbentes*. Estos extensos pelos amplían enormemente la superficie en contacto con el suelo, a través de la cual se absorbe el agua y las sales. Las raíces, además, incorporan oxígeno del suelo, lo utilizan para la respiración y, al igual que el resto de la planta, liberan como desecho el dióxido de carbono que obtienen.

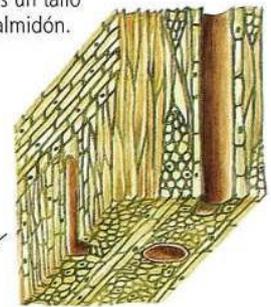
## Hojas

Exponen su superficie a la luz, intercambian gases con el exterior y realizan la fotosíntesis. Las hojas con superficies amplias son típicas de plantas que viven en zonas lluviosas, donde la competencia por la luz es grande entre la abundante vegetación. En zonas de clima seco, las hojas tienen una superficie pequeña para evitar al máximo la pérdida de agua por transpiración.



## Tallo

Sostiene y eleva las hojas de modo que se expongan a la luz, y es la ruta de transporte de sustancias a lo largo de la planta. En algunos casos, los tallos almacenan alimento o agua. Un ejemplo de tallo que almacena alimento es la papa; es un tallo subterráneo lleno de almidón. Los cactus son ejemplos de tallos suculentos que almacenan agua como forma de adaptación al ambiente árido en que viven.



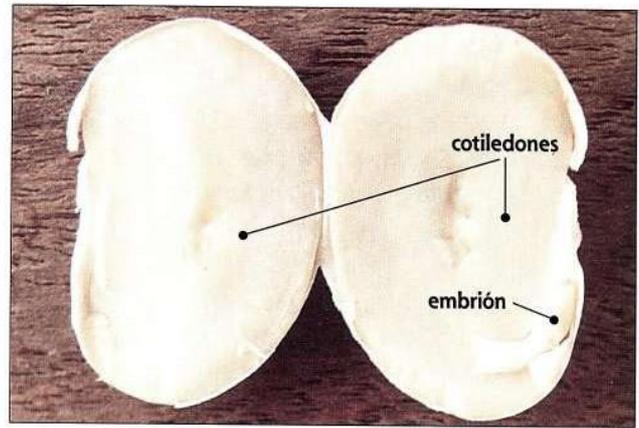
## Raíz

Fija la planta y absorbe agua y sales y las conduce al tallo. Existen raíces, como la zanahoria y la remolacha, que almacenan azúcares que sirven como reserva para épocas desfavorables. Algunas plantas viven sobre los troncos o las ramas de los árboles y tienen raíces aéreas que toman el agua de la lluvia o de la humedad del aire y partículas de polvo. En zonas pantanosas, las raíces salen por encima del barro para tomar el oxígeno del aire.



## ● El almidón de reserva

Las semillas de trigo, maíz, arroz, poroto, etcétera que comemos tienen un componente principal: el almidón. El almidón es un hidrato de carbono que se forma a partir de la unión de muchas unidades de glucosa. Las plantas fabrican almidón y lo almacenan. Por ejemplo, las semillas que se forman durante la reproducción sexual de las plantas almacenan almidón. Dentro de cada semilla, se desarrolla un nuevo individuo que, para crecer, necesita energía y materiales de construcción. Esa nueva planta que se desarrolla dentro de la semilla no está expuesta a la luz y no tiene clorofila. Por lo tanto, no puede alimentarse mediante la fotosíntesis. Lo que hace es "cortar" el almidón en unidades de glucosa y utilizarlas como fuente de energía y de materiales de construcción hasta que germina. Cuando crece y se expone a la luz, empieza a producir sus propios alimentos mediante el proceso de la fotosíntesis.



La pequeña planta se alimenta "cortando" el almidón que contienen los cotiledones.

## ● Otros vegetales: plantas acuáticas, plantas aéreas, algas y musgos



Planta epífita

En el reino vegetal hay diversidad. Además de las plantas terrestres ya descritas, hay vegetales que viven en el agua y otros en el aire, sujetos a los tallos de otros. Las plantas epífitas viven sobre árboles y sus raíces son aéreas. Sus hojas y sus raíces aéreas les sirven para absorber agua de la humedad del aire y partículas de polvo, de las que extraen las sustancias para producir sus alimentos. Las orquídeas son un ejemplo de plantas aéreas que tienen hojas carnosas, que acumulan agua y sustancias nutritivas de reserva.

Las plantas acuáticas pueden vivir sumergidas, en parte o totalmente, en el agua y otras flotan sobre ella. Estas plantas pueden absorber agua y minerales a través de todas las partes sumergidas, es decir que no son exclusivamente las raíces las que cumplen esa función. En algunas de estas plantas, las raíces son muy pequeñas o inexistentes. Las plantas intercambian gases (oxígeno y dióxido de carbono) disueltos en el agua.



Algas multicelulares

Las algas multicelulares son un tipo de vegetal que puede encontrarse en diferentes ambientes: en el agua, en el suelo o sobre los troncos de los árboles. Tienen diferentes pigmentos y, por eso, se las conoce como algas rojas, verdes o pardas. En muchos casos se las ve cubriendo las costas rocosas. No tienen una diferenciación de tejidos en tallos, raíces y hojas. Poseen conductos especiales que distribuyen las sustancias hacia todo el organismo.

Los musgos son vegetales que viven en el suelo pero no tienen un sistema de transporte formado por vasos como las plantas vasculares. Las sustancias entran y salen del organismo a través de toda la superficie de su cuerpo y, por eso, viven en ambientes húmedos. En vez de raíces, tienen rizoides, que son células alargadas a través de las cuales absorben agua y sales minerales.

**1** Vuelvan a leer la experiencia que realizó Priestley y expliquen por qué la planta no muere al estar encerrada sola en la campana, teniendo en cuenta que las plantas, al igual que el resto de los seres vivos, respiran y "arruinan" el aire.

**2** Si cortamos un gajo de una planta y lo colocamos en un recipiente con agua de la canilla o de lluvia, al poco tiempo empiezan a salir raíces y la planta crece normalmente (si tiene la luz que necesita). Sin embargo, las plantas no pueden crecer si se colocan en agua destilada.

Averigüen qué es el agua destilada y qué diferencia tiene con el agua de la canilla o de lluvia.

Determinen por qué en un caso las plantas pueden crecer y, en el otro, no.

**3** Diferencien entre los términos nutrición y alimentación. Establezcan la relación que existe entre ambos.

#### **4 Extracción y separación de pigmentos**

Les proponemos realizar una experiencia para extraer pigmentos de las hojas de una planta verde y separarlos sobre diferentes superficies (papel y tiza) para poder distinguirlos.

Necesitan una planta de espinaca, un mortero (para machacar la planta), una tiza, papel de filtro, un gotero, alcohol medicinal (etanol).

En la tiza, podrán observar la separación de los pigmentos en dos bandas: verdes, por un lado, y amarillo-anaranjados, por el otro. Si quieren observar mejor todos los pigmentos, pueden hacer la separación en papel como les indicamos en la parte c). Para eso, tendrán que conseguir en una droguería otros materiales como éter de petróleo, benceno y acetona (trabajen con cuidado, ya que son materiales inflamables).

##### **a. Extracción de pigmentos**

Cortar las hojas de espinaca en pedacitos y machacarlas en el mortero mientras se agrega alcohol.

Se filtra el machacado obtenido y se obtiene una solución alcohólica de pigmentos. Se puede colocar esta solución al baño de María durante unos minutos para concentrarla (se obtiene un extracto).

##### **b. Separación en tiza**

Colocar en un plato de Petri o en un vaso pequeño medio centímetro de altura del extracto obtenido.

Sumergir dentro del extracto la base ancha de una tiza y dejarla entre 3 y 5 minutos.

Pasado ese lapso, retirar la tiza y colocarla en un plato o vaso que contenga casi 1/2 cm de altura de etanol (la línea de extracto que quedó en la tiza no debe quedar sumergida dentro del alcohol).

Dejar la tiza en el alcohol durante 5 minutos y observar qué sucede.

##### **c. Separación en papel de filtro**

Cortar una tira de papel de filtro de 10 cm de largo. Colocar con el gotero una gota de extracto en un extremo del papel (a un centímetro del extremo), dejarla secar y colocar otra gota. Repetir esto hasta haber colocado entre 8 y 10 gotas de extracto.

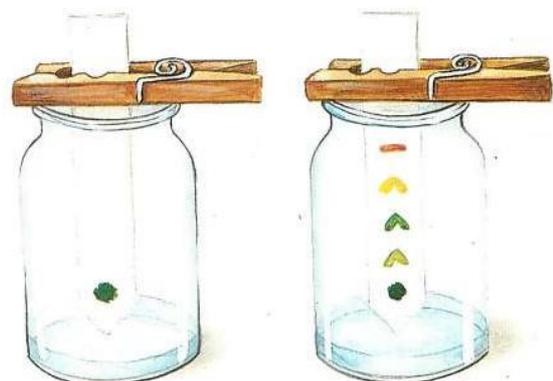
Sumergir la tira de papel en un recipiente que contenga éter de petróleo (si pueden, hagan una mezcla formada por 85 ml de éter de petróleo, 10 ml de acetona y 5 ml de benceno).

• Esperen una hora, observen los resultados y respondan:

-¿De qué color es el extracto de pigmentos? Según esto, ¿qué pigmento podrían asegurar que tiene la espinaca?

-Después de realizar esta experiencia ¿podrían decir que la espinaca tiene otros pigmentos? ¿Cuáles serían? ¿Cómo se dieron cuenta?

-¿Cuál es la función de los pigmentos en la espinaca?

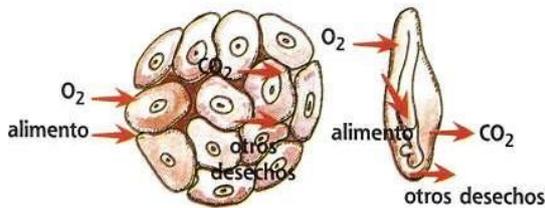


## De los microbios a los animales

Todos los seres vivos, ya sean microbios, vegetales o animales, se nutren. En todos ellos, la nutrición cumple la misma función: obtener materiales de construcción y energía para cumplir con sus funciones cotidianas. Para realizar el proceso de la nutrición, los seres vivos dependen del medio que los rodea, con el cual intercambian sustancias permanentemente.

En los organismos formados por una sola célula (pertenecientes al reino monera o al reino protista), toda la superficie del organismo está en contacto con el medio exterior. Por lo tanto, el pasaje de sustancias desde y hacia la célula se realiza directamente a través de la membrana que la rodea. Sin embargo, la mayoría de los organismos están formados por millones de células, muchas de las cuales no están en contacto directo con el exterior.

### De unicelulares a pluricelulares



Un organismo formado por muchas células no puede incorporar alimentos y oxígeno del exterior como lo hace un organismo unicelular. Las células ubicadas en el interior verían dificultada la llegada de las sustancias hacia ellas. Tampoco podrían eliminar desechos al medio que las rodea porque estos entrarían en contacto con las otras células.

¿Cómo solucionan este problema los organismos pluricelulares, como las plantas y animales? ¿Por ejemplo, cómo obtenemos nosotros el oxígeno y los nutrientes? ¿Cómo eliminamos desechos del cuerpo?

### Los sistemas de la nutrición en los animales

**Sistema digestivo**  
digestión: degradación de alimentos, obtención de nutrientes.

**Sistema respiratorio**  
respiración: intercambio de oxígeno y dióxido de carbono con el medio exterior (respiración externa) y con las células (respiración interna).

**NUTRICIÓN**  
• construcción de sustancias  
• obtención de energía (respiración celular)

**Sistema circulatorio**  
transporte de sustancias (nutrientes, oxígeno, desechos, sales, agua, etc.).

**Sistema excretor**  
excreción: eliminación de desechos celulares (sales, agua, compuestos nitrogenados).

## Los organismos pluricelulares

El funcionamiento y la supervivencia de los organismos grandes, animales y vegetales, es posible porque están formados por muchas células microscópicas organizadas de manera tal que hay una división de tareas entre ellas. Como vimos, en los vegetales, las raíces captan agua y sales; las hojas hacen la fotosíntesis; en el tallo, hay conductos que distribuyen agua y sales y otros que transportan los productos de la fotosíntesis. Más allá de la función específica que cumplan, todas las células de la planta respiran y aprovechan la energía que obtienen en la respiración celular. Esto mismo ocurre en los animales, que tienen sus células organizadas en tejidos, estos en órganos y los órganos en sistemas, cada uno de los cuales tiene una función específica. Los sistemas que participan en el proceso de la nutrición son el digestivo, el respiratorio, el circulatorio y el excretor. Estos sistemas actúan en forma coordinada e integrada para proveer a todas las células del organismo, cualquiera sea su función y ubicación, de la energía y los materiales que necesitan para funcionar.

Aquí analizaremos los sistemas que intervienen en la nutrición de algunos individuos representativos de la enorme diversidad de animales que existen.

## La alimentación de los animales

Los materiales que forman el cuerpo de los animales son del mismo tipo que los que forman el cuerpo de los vegetales y el resto de los seres vivos: proteínas, lípidos, hidratos de carbono, agua y minerales, principalmente.

Sin embargo, los animales y la mayoría de los microbios, a diferencia de los vegetales, no pueden aprovechar la energía que aporta la luz ni el dióxido de carbono del aire, para fabricar las sustancias orgánicas (proteínas, lípidos, hidratos de carbono). Tienen que obtenerlas ya preparadas. La forma de hacerlo es alimentarse a partir de vegetales, que son los únicos productores de materia orgánica. Los animales que se alimentan exclusivamente de vegetales son herbívoros. Los carnívoros obtienen sustancias orgánicas ingiriendo otros animales que, a su vez, se alimentaron de vegetales. Existen, además, animales omnívoros, entre ellos los seres humanos, que combinan en su dieta productos de origen animal y vegetal. Al ingerir comida y bebida, los animales obtienen también agua y sales minerales.

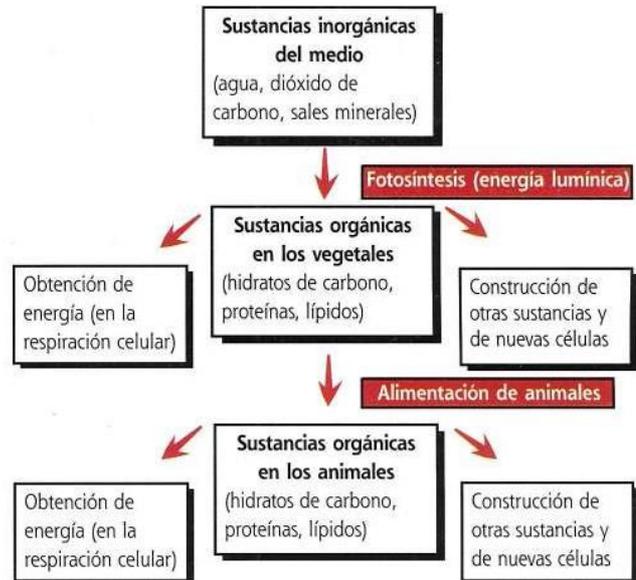
Sea cual sea el tipo de alimento que ingieren y la forma de conseguirlo, todos los animales dependen, directa o indirectamente, de los vegetales para obtener sustancias orgánicas. Además, en la mayoría de los seres vivos, la utilización de la energía contenida en esas sustancias orgánicas depende de la presencia del oxígeno producido por los vegetales en el proceso de la fotosíntesis. Incluso, los mismos vegetales utilizan para su respiración el oxígeno que ellos producen en la fotosíntesis y liberan al aire.

## La digestión

Para ser aprovechadas como material de construcción y como fuente de energía, las sustancias orgánicas contenidas en los alimentos deben ingresar en las células. Sin embargo, la mayoría de ellas no puede atravesar la membrana que rodea a las células debido a que tienen un tamaño relativamente grande.

Por eso, deben ser transformadas en unidades pequeñas, que llamamos *nutrientes*. El proceso de transformación de los alimentos en nutrientes se llama *digestión* y está a cargo del sistema digestivo.

## De los vegetales a los animales



Los vegetales (autótrofos) pueden construir sus propias sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas que captan del medio y con la energía que aporta la luz. De la glucosa que fabrican en la fotosíntesis, elaboran el resto de las sustancias orgánicas (otros hidratos de carbono, proteínas, lípidos y otras sustancias orgánicas). Los animales son heterótrofos; por lo tanto, obtienen sustancias orgánicas a partir de la ingesta de productos derivados de otros seres vivos, vegetales y animales. Dentro de las células, las sustancias orgánicas se transforman, se libera de ellas energía o se usan como material de construcción. La fotosíntesis es la fuente de sustancias orgánicas para todos los seres vivos. En la mayoría de los seres vivos, la liberación de la energía contenida en las sustancias orgánicas se realiza con participación del oxígeno obtenido mediante la respiración.

## Digestión mecánica y digestión química

El proceso de la digestión es la transformación de los alimentos en unidades más pequeñas. Un tipo de transformación, conocida como *digestión mecánica*, es la trituración de la comida en trozos. Se trata del trabajo que hacen los dientes y las muelas (en aquellos animales que los tienen), y los músculos que rodean el sistema digestivo, que agitan y mezclan el alimento a medida que avanza.

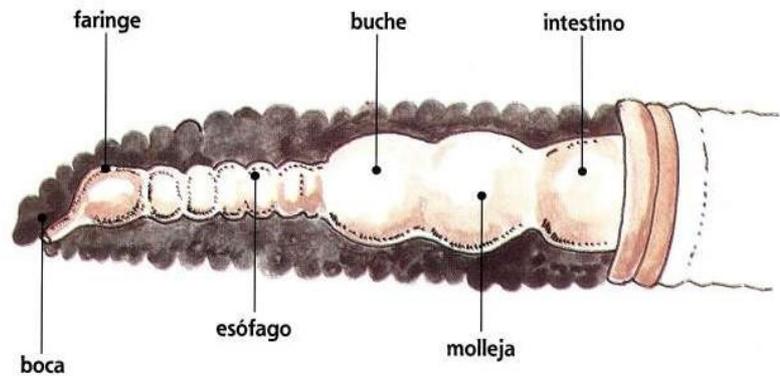
En el sistema digestivo se produce también un proceso de digestión química. Mediante la *digestión química* los componentes de los alimentos (sustancias orgánicas) son "cortados" y transformados en sustancias sencillas por la acción de las enzimas. Las enzimas son proteínas que tienen la función particular de acelerar reacciones. En este caso, aceleran la degradación ("corte") de las sustancias orgánicas en unidades pequeñas. Hay enzimas específicas para "cortar" cada una de las diferentes sustancias orgánicas de los alimentos. Las enzimas de la digestión se encuentran en los jugos digestivos que producen los diferentes órganos del sistema digestivo.

## El sistema digestivo

En la mayoría de los animales, el sistema digestivo es un largo conducto con dos aberturas, una para la entrada de alimentos y otra para la salida de desechos de la digestión. El alimento se va transformando a medida que atraviesa los diferentes órganos que forman el sistema digestivo. Las paredes de los órganos se mueven, empujan el alimento y lo mezclan con los jugos digestivos que ellos mismos producen (la digestión es extracelular: ocurre en la cavidad de los órganos digestivos, donde sus células vuelcan los jugos digestivos). Los componentes de los alimentos que llegan a tener un tamaño suficientemente pequeño, los nutrientes, abandonan el sistema digestivo en el proceso de absorción y son transportados a las células por el sistema circulatorio (sangre). Las sustancias que no llegan a ser nutrientes se eliminan del cuerpo como desechos de la digestión (materia fecal), a través de la abertura posterior (ano) del sistema digestivo. A pesar de haber similitud en la función y en la estructura general del sistema digestivo en todos los animales, existen diferencias que se relacionan con el tipo de alimento que consumen, con el medio en que viven y con los hábitos de los diferentes tipos de animales.

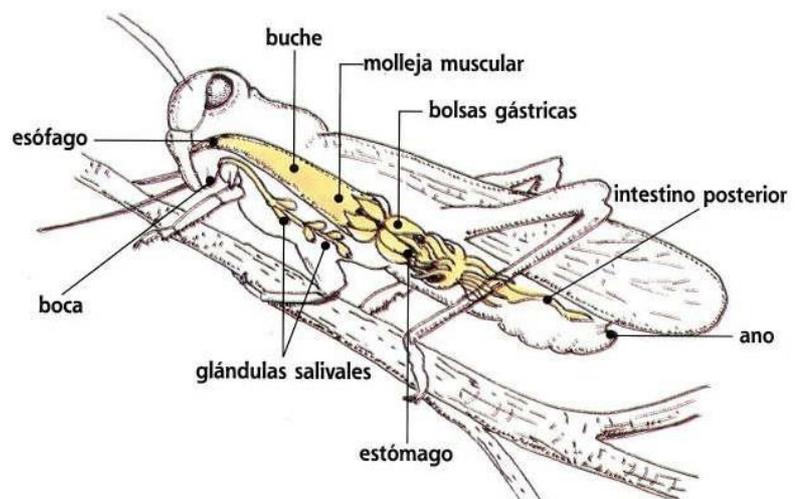
### ● Gusanos

La lombriz de tierra se alimenta de hojas y otros materiales en descomposición que entran a su sistema digestivo a medida que hace túneles en la tierra. Los materiales entran por la boca con ayuda de la faringe muscular que los succiona. El alimento pasa al esófago y de allí al buche, que es un órgano de almacenamiento. La molleja es un órgano revestido por paredes musculares que trituran el alimento con ayuda de las partículas del suelo que entraron (digestión mecánica). Desde la molleja, la masa de alimento pasa al intestino, un tubo largo donde se digiere por acción de enzimas digestivas. El intestino tiene una gran superficie por donde los materiales se absorben y pasan al sistema circulatorio. Los que no son digeridos suficientemente salen al exterior por el ano.



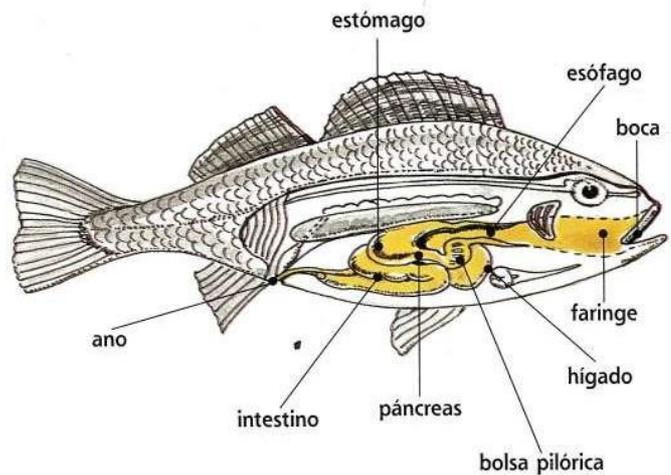
### ● Insectos

El saltamontes es un insecto que consume vegetales. Mediante las piezas bucales (labios y mandíbulas) que rodean la cavidad bucal, manipula y mastica el alimento. Las glándulas salivales liberan un fluido con enzimas que comienzan a degradar el alimento. Luego el alimento pasa por el esófago, se almacena transitoriamente en el buche y es triturado en la molleja muscular (estos órganos constituyen el intestino anterior). De allí pasa al estómago, donde se produce la degradación química mediante la acción de enzimas producidas por las bolsas gástricas. En el estómago se produce la absorción de los nutrientes que pasan al sistema circulatorio para ser transportados a las células. Los alimentos no digeridos pasan al intestino posterior, que termina en el recto y son eliminados como materia fecal por el ano.



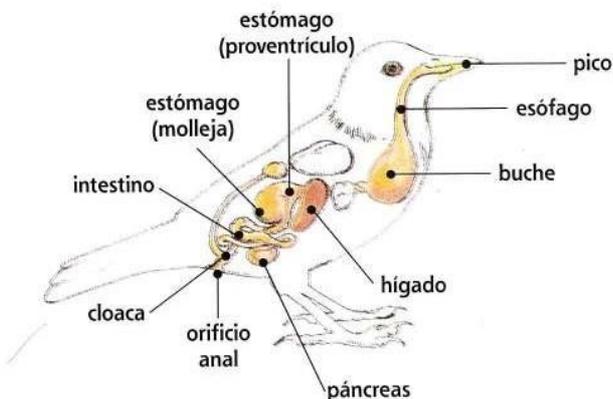
## ● Peces

Los peces se alimentan de plancton (pequeños invertebrados y algas unicelulares), de almejas, de camarones, de pequeños peces y de plantas acuáticas. Su boca presenta una hilera de finos dientes con los que atrapa a las presas. Aquellos que se alimentan de plancton tienen, en vez de dientes, una fila de espinas que actúan como un filtro de agua, que retiene pequeños organismos. La lengua está adherida al suelo de la boca. De la boca, los alimentos pasan por la faringe y, de allí, al estómago. La digestión química que ocurre en el estómago se continúa en el intestino a través del cual se produce el pasaje de los nutrientes a la sangre. Entre el estómago y el intestino hay tres cavidades tubulares, los ciegos pilóricos, que amplían la superficie a través de la cual se absorben los nutrientes. El hígado y el páncreas están comunicados con el intestino y le envían jugos digestivos para ayudar en la digestión química del alimento. Los desechos de la digestión se eliminan por el ano.



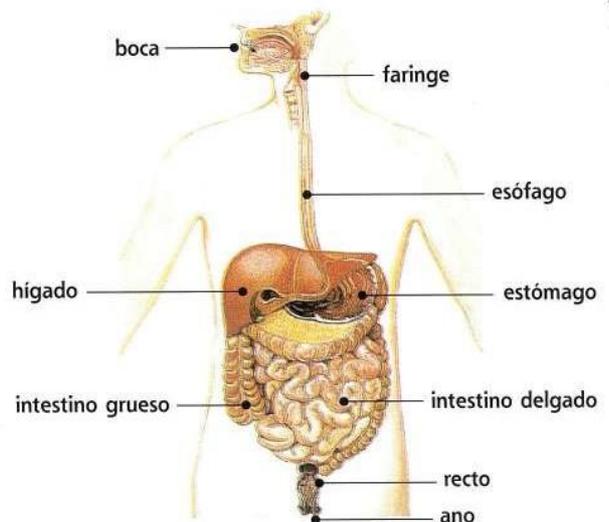
## ● Aves

La dieta de las aves puede estar integrada por semillas, frutos, peces, roedores, insectos y, en el caso de los buitres, que son carnívoros carroñeros, por animales muertos. La boca de las aves se prolonga en un pico córneo, formado por una sustancia dura que se origina en la piel y crece continuamente para compensar el desgaste. Los picos de las aves tienen formas variadas adaptadas para atrapar los diferentes tipos de alimentos. No tienen dientes pero sí una lengua corta y puntiaguda. El alimento pasa por la faringe y, de allí, al esófago que termina en un ancho buche. El buche es una bolsa de paredes blandas donde las aves pueden guardar alimento mientras vuelan. Este alimento puede estar destinado a alimentar a los pichones en los nidos o puede ser digerido posteriormente por el ave cuando encuentra un lugar seguro. El vuelo es una actividad que demanda mucha energía y, por eso, las aves necesitan almacenar gran cantidad de alimento. El estómago está formado por el proventrículo y la molleja. En el proventrículo, se realiza la digestión química del alimento mediante enzimas. En la molleja, se realiza la digestión mecánica por la agitación de sus paredes musculares y con ayuda de piedritas que ingiere el ave. De allí, el alimento pasa al intestino, donde termina de ser degradado y se absorbe. El hígado y el páncreas aportan jugos digestivos al intestino. Lo que no es absorbido sigue por la cloaca y sale por el orificio anal como materia fecal. En la cloaca desembocan también el sistema urinario y el reproductor.



## ● Mamíferos

El ser humano es un mamífero que se alimenta de productos vegetales y animales. La digestión comienza en la boca. Los dientes y las muelas comienzan a triturar el alimento (digestión mecánica) y las enzimas contenidas en la saliva (jugo digestivo) comienzan la degradación química de algunas sustancias (fundamentalmente almidón). La lengua mueve el alimento de un lado al otro para favorecer la masticación y la mezcla con la saliva. Luego, empuja el alimento hacia la faringe para tragar (deglución). La masa de alimento atraviesa la faringe, el esófago y llega al estómago. Allí se vierten jugos gástricos que continúan la degradación química del alimento. Al llegar al intestino delgado, los jugos intestinales, junto con la bilis (aportada por el hígado) y el jugo pancreático (que envía el páncreas), terminan la degradación. Mediante el proceso llamado absorción, los nutrientes atraviesan las paredes del intestino delgado y pasan a la sangre, que los llevará a todas las células. Las sustancias que no son suficientemente pequeñas no atraviesan las paredes del intestino delgado, siguen hacia el intestino grueso, de allí al recto y salen por el ano como materia fecal. El pasaje del alimento a lo largo del sistema digestivo es posible por la contracción y relajación coordinada de los músculos que tapizan las paredes de los órganos.



## La respiración

Generalmente, el término respiración se asocia con la entrada (inhalación) y salida (exhalación) de gases del cuerpo a través del sistema respiratorio. Sin embargo, este intercambio de gases con el entorno, llamado respiración exterior, es solo una parte del proceso respiratorio. La otra etapa es la respiración interna: el pasaje de gases hacia y desde las células. El oxígeno entra a las células, donde reacciona con los nutrientes. Este proceso, llamado *respiración celular*, permite la liberación y utilización de la energía que entró almacenada en los componentes orgánicos de los alimentos. Como resultado de la respiración celular, se produce dióxido de carbono, que será transportado al sistema respiratorio desde donde será liberado al exterior.

Por lo tanto, al igual que en los vegetales, la respiración provee a las células el oxígeno necesario para liberar la energía contenida en los nutrientes, de modo que quede disponible para su uso en todo momento.

### Respiración celular en las mitocondrias de las células

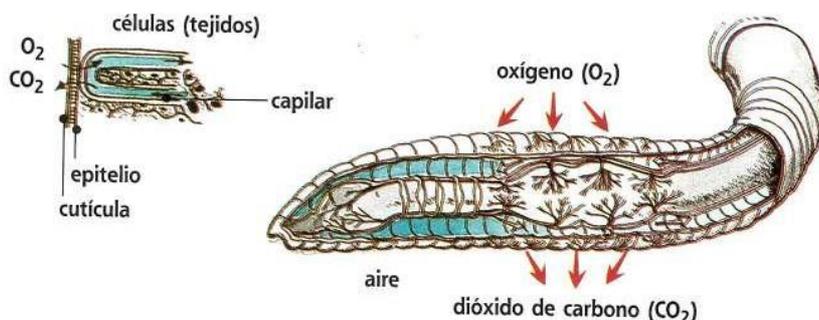


## El sistema respiratorio

Los animales acuáticos intercambian gases que se hallan disueltos en el agua, mientras que los animales terrestres los intercambian con el aire. Tanto en el agua como en el aire, hay diferentes gases, pero los implicados en el proceso respiratorio son el oxígeno y el dióxido de carbono. La función del sistema respiratorio en todos los seres vivos es hacer que el oxígeno del exterior llegue al interior del cuerpo y que el dióxido de carbono producido dentro del cuerpo salga al exterior. En general, la sangre se encarga de transportar esos gases, dentro del cuerpo, entre el sistema respiratorio y las células. La estructura del sistema respiratorio y el mecanismo de la respiración varían en diferentes tipos de animales: depende, fundamentalmente, del medio que habitan y del tamaño del cuerpo. Algunos animales pequeños, como los gusanos, pueden vivir en sitios húmedos y tomar el oxígeno directamente del aire a través de su piel. Sin embargo, en animales de mayor tamaño, en los cuales muchas de sus células se hallan lejos de la superficie de la piel, este mecanismo resultaría ineficiente. Estos animales tienen sistemas organizados, con órganos respiratorios que pueden ser tráqueas, branquias o pulmones.

### ● Gusanos

La lombriz de tierra no tiene un sistema respiratorio organizado. El intercambio de gases con el aire se realiza a través de la piel húmeda de la lombriz. El oxígeno del aire atraviesa la piel y entra, por el proceso de difusión, al interior de pequeños vasos sanguíneos (capilares) ubicados en la superficie de la piel. De allí, la sangre transporta el oxígeno a las células y recoge el dióxido de carbono. Cuando la sangre circula nuevamente por los capilares de la piel, el dióxido de carbono sale, por difusión, al exterior.

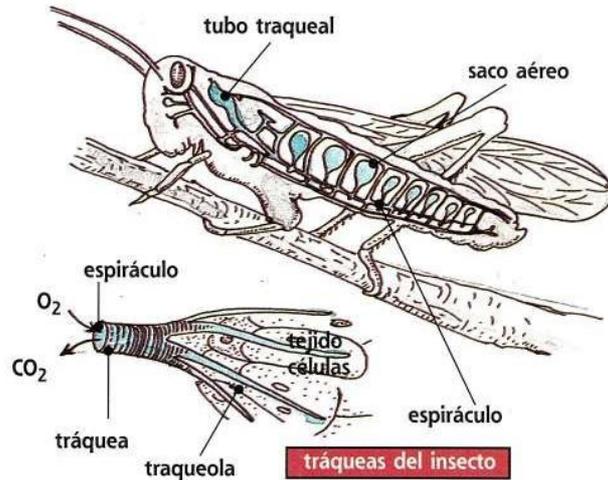


### ● La difusión y el tamaño de las células

El agua, el dióxido de carbono, el oxígeno y otras sustancias sencillas atraviesan libremente la superficie de las células. Cada una de esas sustancias se mueve desde el lugar donde está en mayor concentración hacia el lugar donde su concentración es menor. El oxígeno dentro de las células se consume permanentemente en la respiración celular. Por eso, su concentración dentro de las células es menor que en la sangre. Esto significa que el oxígeno pasará desde la sangre hacia las células. Por su parte, el dióxido de carbono se halla en mayor proporción dentro de las células, donde permanentemente se produce. Por lo tanto, se mueve desde las células hacia la sangre. El movimiento de cualquier sustancia desde un lugar donde está en mayor concentración a otro donde está en menor concentración se llama *difusión*. También dentro de las células las sustancias se mueven por difusión. Sin embargo, la difusión es eficiente solo para la distribución de sustancias en distancias cortas, ya que es un movimiento lento. Si las sustancias tuvieran que atravesar distancias muy grandes dentro de las células, el abastecimiento resultaría insuficiente y la célula no podría sobrevivir. Por eso, la difusión es un factor que limita el tamaño que pueden alcanzar las células.

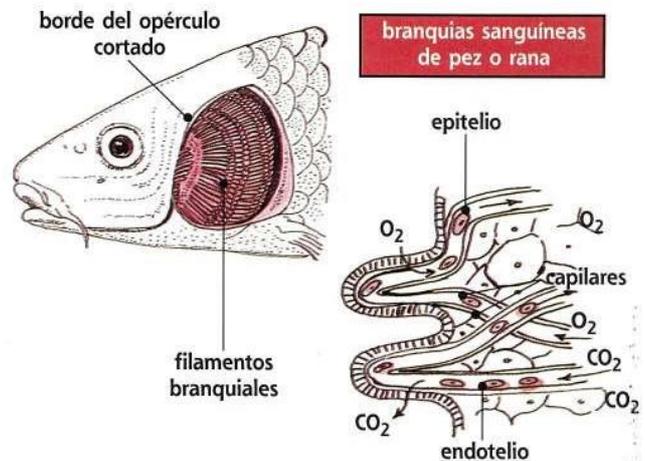
## ● Insectos

El saltamontes, como otros insectos, respira por medio de tráqueas. Este es un sistema formado por conductos de aire que llegan a todas las células del cuerpo y que se comunican con el exterior mediante aberturas llamadas espiráculos. A través de estas aberturas, se realiza el intercambio gaseoso con el exterior. Las tráqueas se ramifican y llegan a todas las células donde dejan el oxígeno y recogen el dióxido de carbono. En este caso, no hay participación del sistema circulatorio en la distribución de estos gases. El saltamontes tiene sacos aéreos, que son bolsas que se contraen y se relajan por la acción de la pared del cuerpo, y permiten la inhalación y la exhalación.

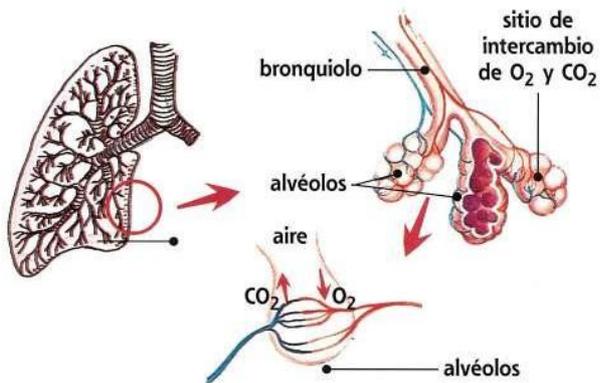


## ● Peces

El intercambio de gases entre el agua y el cuerpo del pez se hace a través de branquias, que son láminas formadas por muchos filamentos entre los que hay vasos sanguíneos finos (capilares). Las branquias se encuentran a ambos lados de la cabeza del pez, cubiertas por dos "tapas" que se abren y se cierran, llamadas opérculos. El agua entra por la boca mientras los opérculos están cerrados; luego, el agua es empujada por músculos de los costados de la boca y pasa sobre las branquias; finalmente, los opérculos se abren y el agua sale. Cuando el agua pasa por las branquias, se realiza el intercambio gaseoso: el oxígeno disuelto en el agua atraviesa las branquias y entra en los capilares (a la sangre). A la vez, el dióxido de carbono abandona los capilares, atraviesa las branquias y, de allí, pasa al agua que sale por los opérculos. La gran cantidad de filamentos y de capilares que los rodean proporcionan una superficie muy amplia a través de la cual se realiza el intercambio gaseoso entre el agua y la sangre.



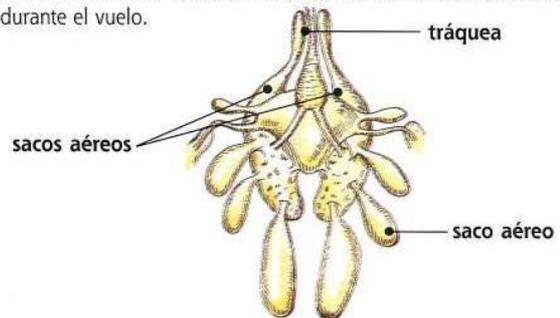
## ● Mamíferos



El aire entra a través de las fosas nasales, que lo conducen a la tráquea, pasando por la faringe y la laringe. La tráquea se ramifica en dos bronquios y estos en bronquiolos, que se siguen ramificando en conductos más finos. Cada uno de esos conductos termina en una pequeña bolsa, llamada saco alveolar o alvéolo. Cada alvéolo está rodeado de capilares sanguíneos con los que intercambia oxígeno y dióxido de carbono. Tenemos millones de alvéolos por pulmón, lo que suministra una amplia superficie para el intercambio gaseoso.

## ● Aves

Para obtener toda la energía que demanda el vuelo, las aves necesitan gran cantidad de oxígeno. El sistema respiratorio de las aves es similar al de los mamíferos, pero presenta una particularidad: tiene sacos aéreos o neumáticos. Los sacos aéreos son bolsas conectadas con los bronquios, que salen de los pulmones y se ubican entre los órganos del cuerpo, incluso dentro de los huesos. Los sacos aéreos se llenan de aire cuando el ave inspira y pueden servir como sitio de reserva de oxígeno durante el vuelo. Además, al estar llenos de aire, reducen el peso del ave, un hecho importante a la hora de volar. También ayudan a regular la temperatura corporal ya que, a través de ellos, se elimina el calor producido por la intensa actividad muscular durante el vuelo.



## La circulación

En los organismos formados por una sola célula, e incluso en aquellos pluricelulares simples, las sustancias del exterior entran directamente a cada célula, circulan, se utilizan y, luego, salen los desechos por difusión sin "intermediarios". Este mecanismo de transporte de sustancias puede resultar suficiente para responder a las necesidades de estos organismos.

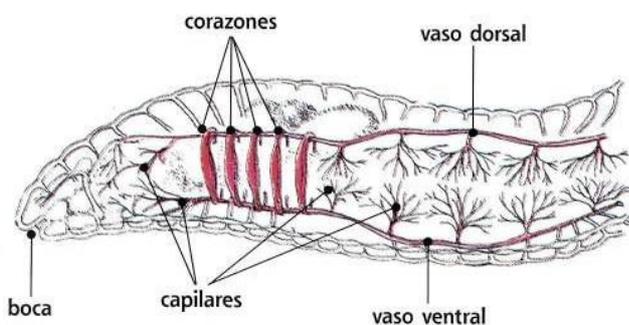
Sin embargo, el movimiento de sustancias por difusión no sería suficiente en organismos grandes. Supongamos que aumentamos el tamaño de un organismo unicelular hasta que tenga la altura de un humano (170 centímetros). Si colocáramos oxígeno en un extremo de esa célula gigante hasta que llegara al otro lado simplemente por difusión, deberíamos esperar meses. Por supuesto, ningún organismo podría sobrevivir en esas condiciones. La organización del cuerpo en millones de células (en lugar de una gran célula) y la división de tareas entre ellas hizo posible el desarrollo de grandes organismos a lo largo de la evolución.

En los animales, donde gran parte de las células no se hallan en contacto directo con el exterior, se necesita un medio eficiente para el transporte y el suministro constante de sustancias a los millones de células que forman el cuerpo. Esa tarea la cumple el sistema circulatorio.

## El sistema circulatorio

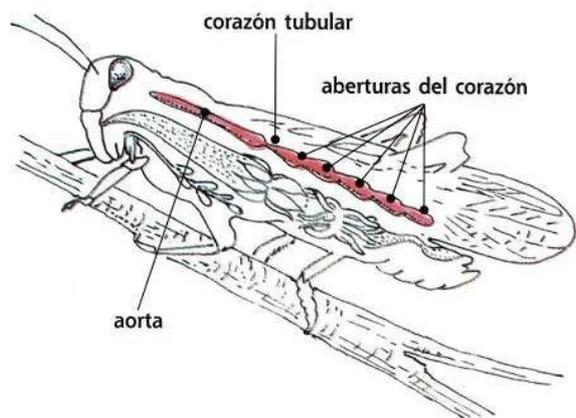
De manera general, este sistema consta de un fluido, la sangre, que recorre el cuerpo dentro de conductos ramificados o vasos sanguíneos (arterias, venas y capilares), impulsada por un órgano, el corazón, cuyas paredes musculares se contraen y relajan impulsando con fuerza la sangre. La frecuencia cardíaca está dada por la cantidad de veces que el corazón bombea sangre por minuto (se puede medir contando los latidos del corazón). A medida que la sangre recorre el circuito, intercambia sustancias con las células. La sangre deja en las células los nutrientes que absorbió al pasar por el sistema digestivo y el oxígeno que recibió al pasar por el sistema respiratorio. A su vez, recoge los desechos que las células produjeron y los lleva a los órganos encargados de eliminarlos.

### ● Gusanos



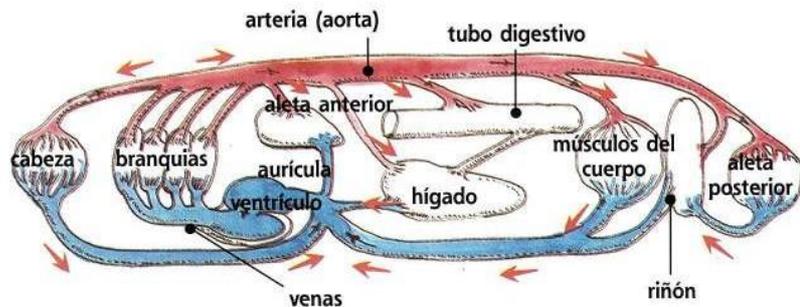
El sistema circulatorio de la lombriz de tierra es cerrado; esto significa que la sangre circula siempre dentro de vasos sanguíneos. Hay un vaso dorsal y varios vasos ventrales que recorren el cuerpo a lo largo. El vaso dorsal y los ventrales se conectan en la parte delantera mediante cinco pares de corazones que son ramificaciones gruesas de los vasos sanguíneos. Estos corazones se contraen y se relajan, y bombean la sangre hacia el vaso ventral que la lleva a la parte posterior del cuerpo. De allí, la sangre retorna a los corazones por el vaso dorsal, que también puede contraerse y relajarse y empujar la sangre. Los vasos ventrales y el dorsal tienen pequeñas ramificaciones, los capilares, que llegan a la piel, con la que intercambian gases, al intestino, donde recogen nutrientes, y a los demás tejidos del cuerpo, donde dejan esas sustancias y recogen los desechos.

### ● Insectos



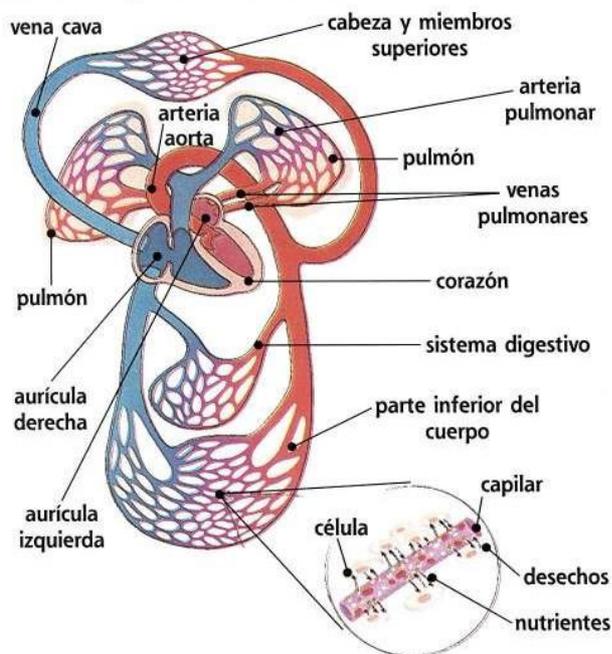
El sistema circulatorio de los insectos transporta solo nutrientes y sustancias de desecho, ya que las tráqueas se encargan directamente del intercambio de gases con las células. El corazón del saltamontes es un tubo largo ubicado en el dorso del cuerpo, que bombea la sangre y la envía hacia la cabeza por un vaso sanguíneo (aorta). El extremo de la aorta está abierto y la sangre sale de ella. La sangre baña los órganos, con los que intercambia nutrientes y desechos, y regresa lentamente hacia atrás, al corazón. El corazón tiene aberturas por donde la sangre entra. Este es un sistema abierto, ya que la sangre sale de los vasos sanguíneos y se vierte entre los órganos.

## ● Peces



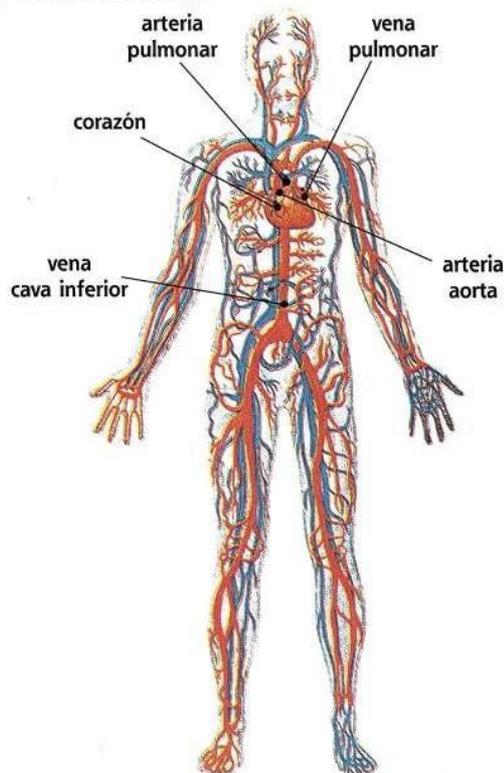
El sistema circulatorio de los peces es cerrado (la sangre circula sin salir de los vasos sanguíneos) y es simple porque la sangre pasa solo una vez por el corazón en cada vuelta. El corazón de los peces está formado por dos cavidades, una aurícula y un ventrículo. El ventrículo bombea la sangre, que sale por vasos sanguíneos gruesos (arterias) que se ramifican en capilares. En las branquias, la sangre de los capilares toma oxígeno del agua y entrega el dióxido de carbono que traía. Desde allí, directamente, la sangre oxigenada sigue su recorrido por todo el cuerpo, donde deja el oxígeno que recogió en las branquias y los nutrientes que absorbió del tubo digestivo. Al mismo tiempo, recoge los desechos de las células. Ahora, la sangre con menos oxígeno y menos nutrientes, y con más desechos, vuelve al corazón a través de venas. Desde allí, comienza de nuevo su recorrido hacia las branquias. El tramo del circuito que va entre las branquias y el resto de los tejidos es lento ya que la sangre fue perdiendo la velocidad que le dio el bombeo del corazón. La sangre debe dar toda una vuelta al circuito para pasar nuevamente por el corazón y recibir otro "empujón".

## ● Aves y mamíferos



En las aves y en los mamíferos, la estructura del sistema circulatorio es similar. En ambos es cerrado y doble, ya que la sangre recorre dos circuitos (el pulmonar y el general o sistémico) pasando dos veces por el corazón en cada vuelta. El corazón está dividido en dos partes, una izquierda y otra derecha, que no se comunican entre sí: funcionan como dos corazones separados. Cada mitad está formada por una aurícula y un ventrículo, que se comunican entre sí. El lado derecho recibe sangre que recorrió todo el cuerpo (trae poco oxígeno y muchos desechos) y la envía a los pulmones donde se oxigena y deja el dióxido de carbono. El lado izquierdo recibe la sangre oxigenada de los pulmones y la envía a todo el cuerpo. La sangre sale del corazón por arterias que se ramifican en arteriolas y, luego, en capilares. El intercambio de sustancias con las células se realiza siempre a través de los capilares que tienen paredes muy finitas. Los capilares luego se reúnen en vénulas y estas en venas, que traen la sangre de vuelta al corazón.

## ● Mamíferos



El sistema circulatorio del ser humano está formado por una extensa red de vasos sanguíneos que llegan a cada una de las células. A medida que la sangre recorre el cuerpo, recoge nutrientes en el sistema digestivo y oxígeno de los alvéolos pulmonares. A su vez, deja los desechos de las células en los órganos encargados de eliminarlos. La sangre está formada por un líquido llamado plasma y por células: los glóbulos rojos, que unen y transportan el oxígeno y el dióxido de carbono; los glóbulos blancos, que eliminan agentes extraños que entran al cuerpo; y las plaquetas, que permiten la coagulación de la sangre (cierra las heridas para evitar la pérdida de sangre). La sangre transporta otras sustancias reguladoras, como hormonas, y ayuda a regular la temperatura del cuerpo distribuyendo calor entre los órganos.

## Excreción y homeostasis

Para poder funcionar, cada célula y el cuerpo en su totalidad necesitan controlar y mantener estables determinadas condiciones internas. Por ejemplo, el contenido de agua, de sales, de nutrientes, de gases, así como la temperatura interior, deben conservarse dentro de ciertos límites adecuados para cada organismo. El mantenimiento de un medio interno estable, que permita el funcionamiento del organismo, más allá de los cambios que ocurren en el medio exterior, se llama *homeostasis*.

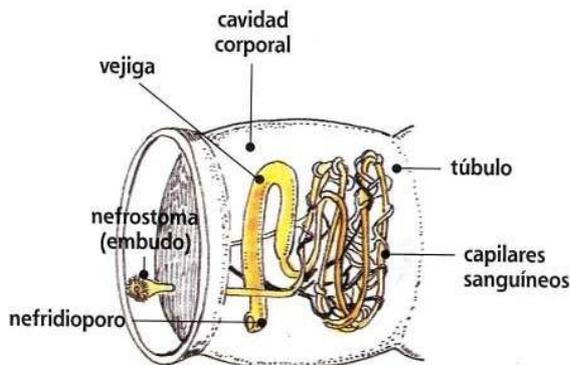
En esta permanente tarea de regulación de las condiciones internas, la incorporación de sustancias del entorno es una condición fundamental. Sin embargo, no menos importante para el proceso de homeostasis es la eliminación de sustancias, ya sea agua, sales, dióxido de carbono u otros desechos producidos por las células. Esta función de eliminación de *desechos celulares* (o *metabólicos*) se llama *excreción*. Los desechos celulares son transportados por la sangre desde las células que los producen hasta los órganos que los eliminan al exterior.

La excreción es una función muy diferente de la expulsión de desechos de la digestión. Los desechos que se eliminan por el sistema digestivo (materia fecal) son sustancias que, por no alcanzar un tamaño suficientemente pequeño, no pasan a la sangre ni llegan a las células. Sin embargo, los desechos celulares son consecuencia de la actividad de las células.

## Sistema excretor

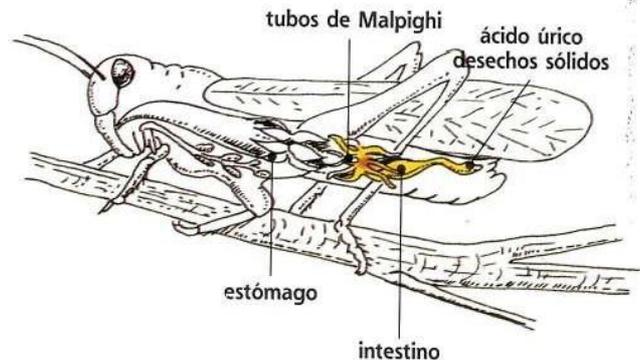
Los principales desechos que las células animales vierten en la sangre son dióxido de carbono, como resultado de la respiración celular, y amoníaco, una sustancia que se produce como resultado de la transformación de las proteínas. El dióxido de carbono es eliminado al exterior a través de los órganos respiratorios (según el tipo de organismo, puede ser a través de la piel, de las branquias, de las tráqueas o de los pulmones). El amoníaco, que es tóxico para el organismo, es transformado en otra sustancia menos perjudicial (en general, urea), que es transportada por la sangre hasta el sistema excretor, encargado de eliminarla. En los animales vertebrados, los riñones desempeñan un papel importante en la eliminación de desechos celulares a través de la orina que fabrican. Estos órganos tienen una función importante en el control del contenido de agua del cuerpo (balance hídrico) ya que regulan la cantidad de agua que eliminan en la orina, de acuerdo con su contenido en el cuerpo.

### ● Gusanos



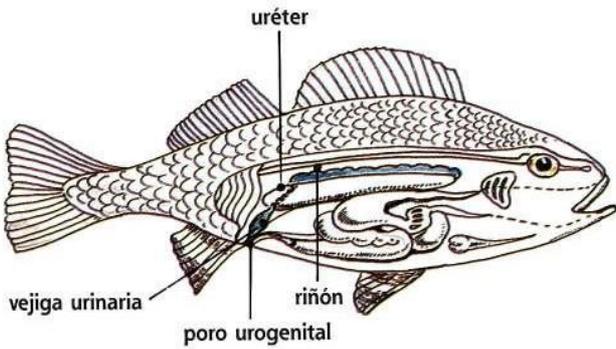
La lombriz de tierra elimina el dióxido de carbono a través de la piel. Otros desechos metabólicos son eliminados por el sistema excretor, que está formado por estructuras llamadas nefridios. Cada nefridio empieza en una especie de embudo (nefrostoma) que se continúa con un largo túbulo y desemboca en un poro abierto al exterior, llamado nefridioporo. El líquido que baña el interior del cuerpo y las sustancias que se filtran de los vasos sanguíneos entran en el nefridio (por el embudo de entrada). A medida que pasan por el nefridio, los desechos (urea, sales y agua) son eliminados al exterior por el poro, mientras que las sustancias que pueden serle útiles a la lombriz retornan al líquido interior.

### ● Insectos



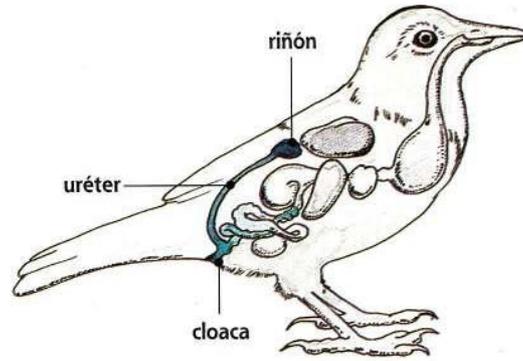
En los insectos, como el saltamontes, los órganos excretores son unos finos tubos llamados túbulos de Malpighi. Estos conductos colectan agua, sales y otros desechos de la sangre que baña el cuerpo y los vierten en el intestino, con el cual están conectados. Desde el intestino, la mayor parte del agua retorna al interior del cuerpo, mientras que los otros desechos salen a través del ano con la materia fecal. El dióxido de carbono se elimina a través de las tráqueas. La cantidad de agua que excretan con la materia fecal es muy poca.

## ● Peces



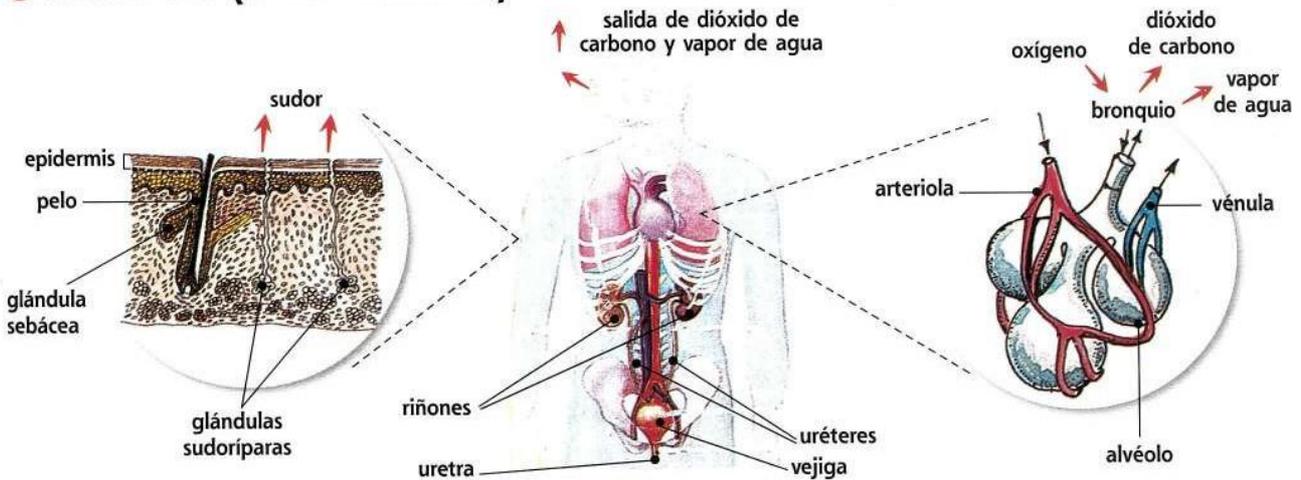
Los principales órganos excretores de los peces, como los del resto de los vertebrados, son los dos riñones. En los peces, los riñones se extienden a lo largo de casi todo el cuerpo. Estos órganos filtran desechos, exceso de sales y de agua de la sangre y forman la orina. La orina es transportada por dos conductos, llamados uréteres, hacia la vejiga urinaria. Desde allí, sale al exterior a través del poro urogenital. En el poro urogenital, desembocan el sistema urinario y también el reproductor. Las branquias, órganos respiratorios que eliminan el dióxido de carbono en el agua, tienen también una función importante en la regulación del contenido de sal del organismo.

## ● Aves



El sistema excretor de las aves está formado por dos riñones que filtran desechos metabólicos, exceso de sal y agua de la sangre. La orina fabricada es conducida a través de dos conductos, los uréteres, hacia la cloaca, desde donde se elimina al exterior. Como vimos anteriormente, en la cloaca también desembocan el sistema digestivo y el sistema reproductor. Por lo tanto, en la cloaca, la orina se mezcla con la materia fecal y resulta en la eliminación de una pasta blanca, de consistencia semisólida. Las aves no tienen vejiga para almacenar orina. Posiblemente, esta es una adaptación al vuelo, ya que la acumulación de orina aumentaría el peso del ave y dificultaría su desplazamiento.

## ● Mamífero (el ser humano)

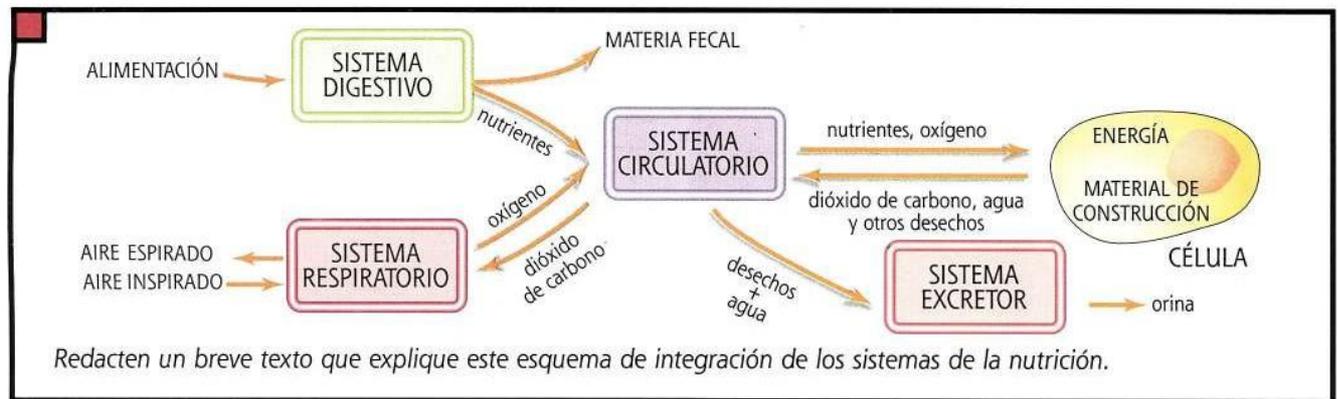


En el ser humano, los órganos que eliminan desechos celulares son, fundamentalmente, la piel, los pulmones y los riñones. En la piel, hay glándulas sudoríparas que eliminan agua con sales (el sudor). Además, la piel cubre la superficie del cuerpo y actúa como mecanismo de defensa impidiendo la entrada de agentes extraños. El balance hídrico (o equilibrio hídrico) se consigue cuando la cantidad de agua que incorpora el cuerpo (en alimentos y bebidas) es igual a la cantidad de agua que elimina. La pérdida de agua del cuerpo se realiza fundamentalmente a través de la orina y también en forma de vapor de agua en la respiración (al exhalar) y por evaporación a través de la piel (sudor). Los pulmones, al exhalar, excretan agua en forma de vapor y dióxido de carbono que se produce como resultado de la respiración celular. La urea, que se obtiene por transformación del amoníaco en el hígado, se excreta a través de los riñones. El sistema excretor urinario está formado por dos riñones que filtran agua, sales y urea de la sangre y producen orina. La orina es transportada por los uréteres hacia la vejiga donde se almacena. Cuando la vejiga se llena, la orina sale al exterior a través de la uretra.

*A diferencia de los animales, los vegetales no tienen órganos específicos para la excreción. ¿Qué estructuras hay en las hojas de las plantas a través de las cuales se eliminan sustancias de desecho? ¿Cuáles son las sustancias que se eliminan en las plantas? ¿En qué procesos se obtienen los desechos que se eliminan al exterior?*

## Integración de los sistemas en la nutrición

Sobre la base de lo explicado acerca de la función y la estructura de cada sistema por separado, es posible interpretar cómo se integran y coordinan sus funciones para cumplir con el proceso de la nutrición.



## La nutrición en el ser humano

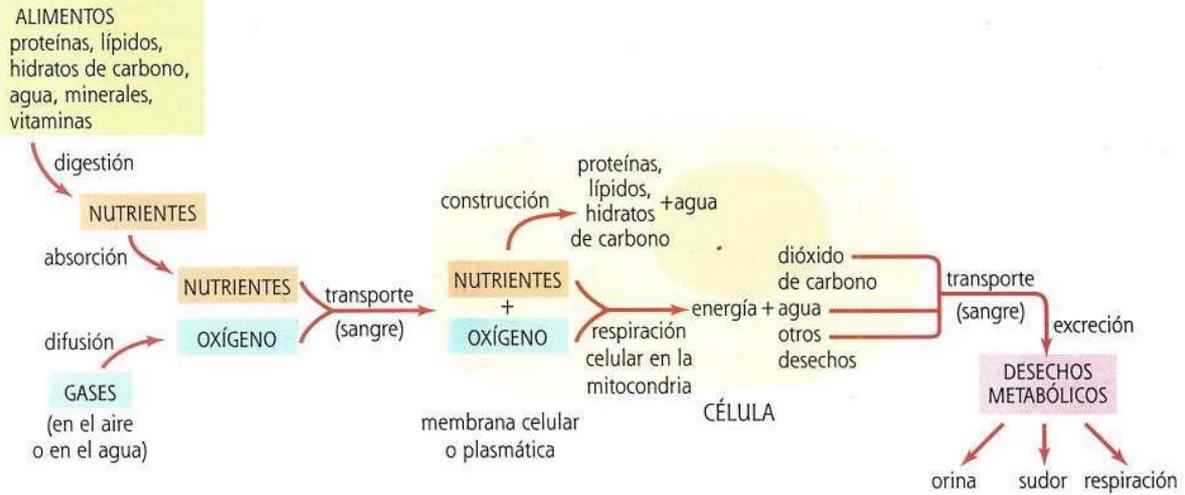
Les proponemos que analicen cómo se lleva a cabo el proceso de nutrición en nuestro cuerpo. A medida que lean el texto, vayan siguiendo el recorrido de las sustancias en el dibujo del cuerpo humano que figura en la próxima página.

Los seres humanos somos heterótrofos y omnívoros, nos alimentamos a partir de productos vegetales y animales. La mayoría de las sustancias orgánicas (proteínas, hidratos de carbono y lípidos, fundamentalmente) que obtenemos en los alimentos no nos sirven tal como son. En primer lugar, porque son demasiado grandes como para entrar a las células. Además, porque, en general, son diferentes de las que nuestras células usan. Por ejemplo, las proteínas que contienen la carne o la leche de vaca no son idénticas a las proteínas que forman nuestras células. Para poder utilizarlas, nuestro sistema digestivo las transforma en nutrientes con ayuda de enzimas. Los nutrientes abandonan el sistema digestivo por el proceso de absorción y pasan a la sangre. Los alimentos que no son digeridos suficientemente se eliminan como materia fecal por el sistema digestivo.

Además de alimentos (lo que incluye agua y sales), nuestro cuerpo incorpora aire. El aire pasa a lo largo del sistema respiratorio hasta los alveolos pulmonares. El oxígeno del aire inhalado pasa por difusión a los capilares sanguíneos que rodean a los alveolos. La sangre, impulsada por el bombeo del corazón, transporta el oxígeno y los nutrientes. El oxígeno viaja dentro de los glóbulos rojos, y los nutrientes en el plasma de la sangre. Cuando la sangre llega por capilares al lado de cada célula, se produce el intercambio de sustancias. El oxígeno y los nutrientes pasan desde la sangre —donde están en mayor concentración— hasta las células —donde su concentración es menor—. En la célula, parte de los nutrientes se utilizan para construir las sustancias que la célula necesita. Por ejemplo, a partir de los nutrientes que se obtuvieron por la degradación de las proteínas de los alimentos, la célula fabricará sus propias proteínas. Otra parte de los nutrientes reacciona con el oxígeno dentro de las mitocondrias en la respiración celular. La energía que se libera al “cortar” los nutrientes es aprovechada por la célula (para construcción, respiración, división celular, etcétera).

El dióxido de carbono, el exceso de agua, de sales y otros desechos celulares pasan a la sangre, que continúa su recorrido. Al llegar a los riñones, la sangre filtra la urea, el exceso de agua y de sales. Estos desechos se excretan en la orina que fabrican los riñones. Cuando la sangre pasa nuevamente por los pulmones, además de captar oxígeno, descarga en los alveolos el dióxido de carbono que trajo de las células y también parte del agua que sale en forma de vapor, al exhalar. Parte del agua y de las sales se elimina también a través de la piel (sudor). Y la sangre sigue su recorrido...

## ● Intercambio de sustancias



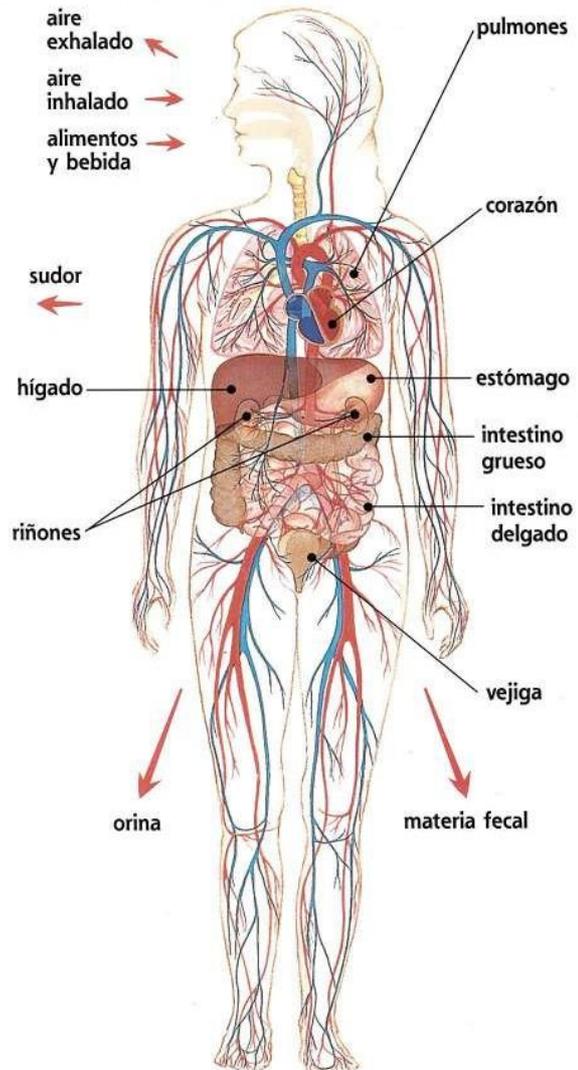
Cada célula tiene sectores con funciones específicas. Algunas partes de la célula se encargan de construir proteínas, hidratos de carbono y lípidos a partir de los nutrientes que se obtuvieron de la degradación de los alimentos. En las mitocondrias, se realiza la respiración celular que libera la energía contenida en los nutrientes. Todas estas funciones de la célula dependen unas de otras y actúan en forma coordinada de manera tal que la célula sigue viva. El intercambio de sustancias (nutrientes, oxígeno, desechos) entre la sangre y las células ocurre a través de la membrana plasmática que rodea a la célula.

## Especialización e integración

Más allá de la tarea específica que desempeñe, cualquier célula necesita la colaboración de otras células. Por ejemplo, una célula de un músculo o de un hueso de nuestro cuerpo obtienen su energía, como el resto de las células, a partir de la respiración celular. Además, se multiplican y reemplazan sus componentes, para lo cual necesitan materiales. El sistema digestivo que degrada los alimentos, el sistema respiratorio que capta el oxígeno, el sistema circulatorio que los transporta y el sistema excretor que elimina desechos, colaboran con cada una de esas células. Incluso las mismas células que forman el corazón o el estómago o cualquier otro órgano de la nutrición necesitan nutrirse.

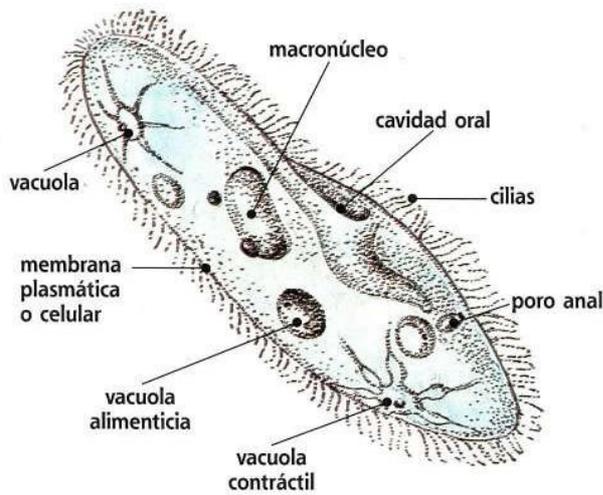
Pero, a su vez, las células que forman los sistemas de la nutrición, necesitan de los demás sistemas del organismo. Por ejemplo, las células que forman el intestino no podrían funcionar si no hubiera un sistema inmunológico que las defendiera de agentes extraños que causan enfermedades. Los pulmones y el corazón están protegidos en el cuerpo por huesos que forman parte del sistema de sostén, que además hace posible el movimiento de cada parte del cuerpo. Las células que forman el cerebro (sistema nervioso) tienen la función de controlar todas las funciones del organismo, inclusive regulan la misma función de la nutrición que hace posible su funcionamiento.

## ● El cuerpo humano



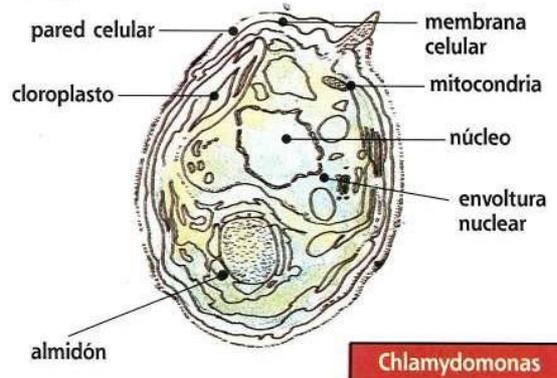
# Nutrición en organismos unicelulares

## ● Paramecio



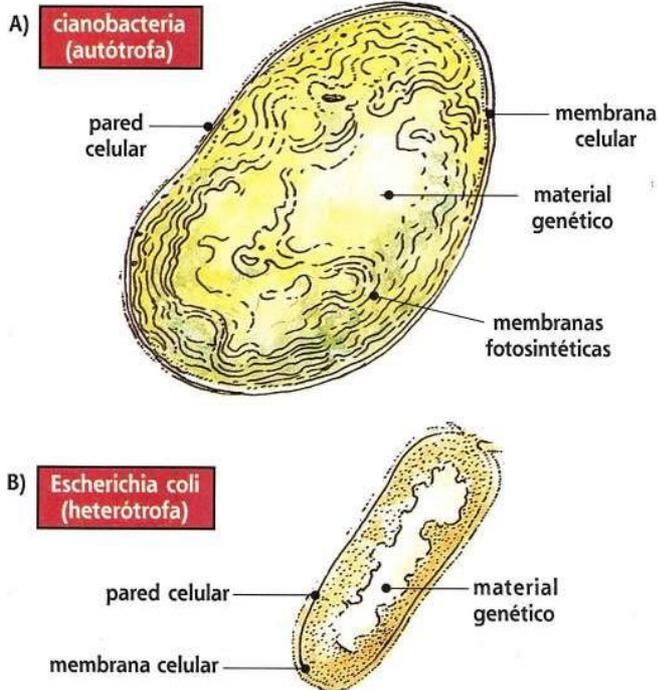
El paramecio es un organismo formado por una única célula eucariota (reino protista) que tiene una organización interna compleja. La dieta del paramecio consta de microbios y partículas de materiales que se encuentran en el agua donde habitan. Con la ayuda de finos "pelitos" llamados cilias, capturan el alimento y lo dirigen hacia la cavidad oral desde donde se forman vacuolas alimenticias. Las vacuolas son como burbujas donde los alimentos se digieren y son transportados hacia toda la célula. El alimento no digerido se elimina de las vacuolas alimenticias por el poro anal. El paramecio incorpora el oxígeno disuelto en el agua y elimina el dióxido de carbono directamente a través de la membrana celular. Las vacuolas contráctiles, como su nombre lo indica, se contraen y así expulsan a través de la membrana celular el exceso de agua de la célula.

## ● Alga



Las algas unicelulares están formadas por una célula de tipo eucariota (el material genético está dentro del núcleo). Esta alga, *Chlamydomonas*, habita en estanques y acuarios de agua dulce. Es de color verde debido a la presencia de clorofila que está dentro de un único cloroplasto que ocupa gran parte de la célula. Las algas unicelulares se alimentan mediante el proceso de fotosíntesis, aprovechando la energía solar. Al estar formadas por una única célula, el intercambio de sustancias con el medio exterior se realiza directamente a través de la membrana que las rodea. Las reservas de alimento de la célula se encuentran dentro de gránulos que almacenan almidón. En la célula hay mitocondrias dentro de las cuales se realiza la respiración celular y se obtiene energía de las sustancias nutritivas que aportan los alimentos. El oxígeno necesario para la respiración celular entra por difusión a través de la membrana celular y, a través de ella, sale también el dióxido de carbono y el agua que se producen como resultado de la actividad celular.

## ● Bacterias



La célula que forma a las bacterias es de tipo procariota (no tiene un sector definido o núcleo donde se aloja el material genético). Las bacterias pueden ser autótrofas o heterótrofas. En ambos casos, el intercambio de sustancias con el exterior se realiza directamente a través de la membrana que las rodea. La imagen A) muestra a una bacteria autótrofa que se alimenta mediante el proceso de la fotosíntesis. Como se ve, la célula procariota no tiene una estructura cerrada como los cloroplastos donde está la clorofila, sino que hay filamentos o membranas fotosintéticas que se distribuyen a lo largo de toda la célula. La imagen B) muestra una bacteria llamada *Escherichia coli*, que habita comúnmente en el intestino del cuerpo humano. Estas bacterias se alimentan de sustancias orgánicas que hay en el sistema digestivo.

Otras bacterias heterótrofas cumplen una función fundamental en el ecosistema al convertir las sustancias orgánicas de restos o desechos de seres vivos en inorgánicas. De esta forma, las sustancias sencillas pueden ser reutilizadas por los organismos autótrofos.

En las bacterias la obtención de energía a partir de las sustancias nutritivas se realiza en estructuras situadas en la membrana que rodea a la célula, ya que no hay mitocondrias como en las células eucariotas. Algunas bacterias autótrofas obtienen energía de los nutrientes sin la participación del oxígeno.

# ACTIVIDADES FINALES

**1 a.** Traten de responder nuevamente las preguntas que se plantearon al comenzar el capítulo, acerca de la muda de la serpiente y el crecimiento del cabello.

**b.** Hagan una comparación entre el proceso de nutrición vegetal y el animal. Tomen en cuenta cuáles son las sustancias que incorporan del exterior, cuáles son los desechos que eliminan, cómo se alimentan, cómo se realiza la respiración y cómo es la circulación en cada caso.

**2 a.** Las células vegetales tienen una pared celular formada por una sustancia llamada celulosa. Los seres humanos no tenemos en nuestro cuerpo una enzima capaz de degradar celulosa. ¿Qué pasará con la celulosa dentro de nuestro cuerpo? Describan el camino que seguirá la celulosa dentro del cuerpo humano.

**b.** Las vacas tampoco tienen la enzima para la celulosa; sin embargo, dentro de su sistema digestivo viven bacterias que degradan la celulosa por ella. ¿Por qué es fundamental que las vacas puedan aprovechar la celulosa? ¿De qué se alimentan las vacas? ¿En qué se diferencia de la alimentación del ser humano?

**3** Uno de los componentes del aire es el dióxido de carbono. Supongan que hay una planta de lechuga creciendo en el campo. Después de un tiempo, esa planta pasa a formar parte de la ensalada que come una persona.

**a.** Describan la ruta que seguiría el dióxido de carbono del aire hasta que pasa a formar parte del cuerpo de la planta.

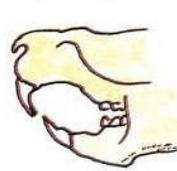
**b.** Expliquen cuáles son los procesos que ocurren en el ser humano desde que incorpora la ensalada hasta que el dióxido de carbono vuelve al aire.

**4** Completen el siguiente cuadro indicando a través de qué estructuras de los seres vivos se realiza el intercambio gaseoso (oxígeno y dióxido de carbono) con el medio exterior.

Organismo	Superficie respiratoria
Paramecio	
Bacteria fotosintética	
Bacteria heterótrofa	
Gusano	
Insecto	
Pez	
Ave	pulmones
Mamífero	

**5** La ballena es un mamífero, por lo tanto: respira por medio de pulmones. Sin embargo, sabemos que la ballena vive en el agua. Entonces, ¿cómo hace para incorporar oxígeno del aire? ¿Cómo libera el dióxido de carbono al aire?

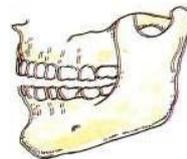
**6** Al igual que los dientes en otros animales, la forma del pico de las aves está relacionada con sus costumbres alimenticias. Averigüen de qué se alimenta cada uno de los seres vivos cuyos picos o dientes aparecen en el dibujo, y analicen cómo están adaptados para el tipo de alimento que ingieren.



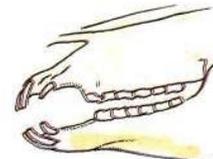
roedor



león



humano



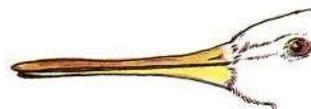
caballo



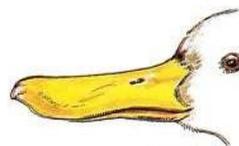
pinzón



halcón



agachadiza



pato

**7** A partir de lo que aprendieron sobre la nutrición expliquen por qué la fotosíntesis es fundamental para la existencia de los animales sobre la Tierra y en qué nos perjudica la tala excesiva de árboles.

## SOMOS LO QUE COMEMOS...

Por medio de los **alimentos** incorporamos los **nutrientes** necesarios para proveer la **energía** que requieren todos nuestros procesos vitales, pero también los **materiales** para el mantenimiento y el crecimiento del organismo.

### 1. ¿Qué y para qué comemos?

Todos nosotros, los seres humanos, como el resto de los seres vivos, necesitamos un aporte externo de materia y energía. Pero comer también es un placer para los sentidos, es un acto social importante y marca señas interesantes de identidad.

La **nutrición** consiste en adquirir un aporte externo de materia y energía para poder mantener la vida, crecer y recuperar lo que vamos perdiendo al realizar nuestra actividad continua. Comprende *tres funciones básicas*: obtención de energía para realizar actividades diversas, aportar materiales para construcción y recuperación de tejidos y aportar sustancias reguladoras, que permiten que las reacciones sucedan con éxito.

En el proceso de nutrición tomamos alimentos complejos ricos en materia orgánica e inorgánica y lo digerimos hasta liberar sus moléculas básicas llegando a la célula. Allí sirven como elementos básicos para construir nuestra propia materia, nuestro propio cuerpo.

#### Alimentos y Nutrientes:

La **alimentación** es un conjunto de actividades mediante las cuales tomamos los alimentos y éstos se introducen en el cuerpo. Es un acto consciente y voluntario. La nutrición es el conjunto de transformaciones que experimentan los alimentos dentro del cuerpo y cómo éste los utiliza.

Los **alimentos** son compuestos que están formados por sustancias básicas que dan a los seres vivos materia y energía imprescindibles para el buen funcionamiento del cuerpo. Se pueden clasificar atendiendo a distintos criterios según su origen, duración, etc.



Los **nutrientes** son sustancias básicas que realizan funciones específicas en nuestro cuerpo. Un alimento está formado por uno o varios nutrientes. Por ejemplo un alimento es la leche y sus nutrientes fundamentalmente: son vitaminas A y D, proteínas, azúcares, sales minerales y grasas.

**Tipos de Nutrientes:**

Proteínas. Lípidos (grasas). Glúcidos (hidratos de carbono. Vitaminas. Sales minerales y agua. ). Fibras.



**La función de los nutrientes:** características y funciones específicas.



Los **Glúcidos** proporcionan energía. La oxidación de 1 gramo de azúcar proporciona 4 kcalorías. Los más simples son los **monosacáridos** como la Glucosa, la fructosa y la galactosa. Estos se unen de dos en dos y forman los **disacáridos** como la maltosa (glucosa-glucosa), la sacarosa (glucosa-fructosa) y la lactosa (glucosa-galactosa). Cuando muchas (más de diez) moléculas de glucosa se unen forman un **polisacárido** como la celulosa, el almidón y el glucógeno. Por ejemplo la batata tiene como sustancias de reserva el almidón; La pared vegetal tiene como componente fundamental la celulosa y la reserva energética de los músculos animales es el glucógeno.

La celulosa no puede ser atacada por nuestro aparato digestivo, ese polisacárido recorre nuestro aparato digestivo y conforma lo que llamamos fibra que regula nuestro tránsito intestinal y la absorción de nutrientes. El almidón es sustancia de reserva en vegetales y el glucógeno en animales

Los **lípidos** producen energía. La oxidación de un gramo de grasa proporciona 9 Kilocalorías. Está en alimentos de origen animal y vegetal. También tiene una importante función plástica, formando estructuras. Aunque un gramo de grasa dobla en Kilocalorías a un gramo de azúcar, para las células el combustible exclusivo es la glucosa. Así las grasas pasan por procesos de transformación hasta convertirse en ese monosacárido.

Los lípidos pueden contener ácidos grasos saturados e insaturados en su composición. Los saturados están presentes en alimentos de origen animal y vegetal (palma y coco) y son, tomados en exceso, nocivos para la salud. Los insaturados están presentes en los animales marinos y en los vegetales, son mejores y convenientes para la vida.

Las **proteínas** están formadas por estructuras básicas llamadas aminoácidos. Estos se unen formando largas cadenas mediante enlaces peptídicos. En los alimentos existen veinte aminoácidos diferentes. Intervienen en funciones que son imprescindibles para la vida de la célula como: asegurar el crecimiento, reponer los tejidos dañados o desgastados, protegernos frente a enfermedades y regular la velocidad de las reacciones químicas de nuestro cuerpo. Pueden ser de origen vegetal o animal.

Las **vitaminas** son sustancias de origen orgánico necesarias, en pequeñas cantidades, para la digestión y utilización de los otros nutrientes. No aportan nada de energía y se dividen en: Liposolubles: A, D, E y K (solubles en grasas), no se eliminan por la orina y su exceso produce hipervitaminosis acumulándose en el hígado Hidrosolubles: C y grupo B (B9 ácido fólico, B2 riboflavina, B3 Niacina, B5 ácido pantoténico, B6, B12, B1 Tiamina) son solubles en agua y se eliminan por la orina.

Los **Minerales** son iones inorgánicos indispensables para la realización de actividades vitales en el organismo. Su acción es muy específica. Su carencia provoca enfermedades graves.

La **fibra alimentaria** es el residuo de alimentos que no han sido digeridos por el aparato digestivo humano: celulosa, pectinas, lignina, ceras, etc. Ayudan a la absorción de agua, aumenta el volumen de las heces y ablanda su consistencia. Ayuda al movimiento del intestino.

El **agua** es la sustancia más abundante en el cuerpo humano. El 65% en adultos y el 75% en bebés. No da energía, pero forma los tejidos y transporta todas las sustancias estudiadas anteriormente por el organismo. Es el medio biológico en el que se realizan todas las reacciones metabólicas de la célula.

# 2

## La digestión y la respiración en el ser humano

*No se necesitan jarabes para una digestión normal si el órgano no está enfermo: en este caso basta con dormir, descansar, recibir masajes, bañarse, beber y comer de forma moderada.*

*Miguel de Servet*



Los conocimientos del cuerpo humano de los científicos de los siglos XVI y XVII se basaban en disecciones. Así lo demuestra este cuadro de Rembrandt llamado *La lección de anatomía del doctor Tulp*.



**MIGUEL DE SERVET (1511-1553)** VIVIÓ EN LA ACTUAL ESPAÑA EN EL SIGLO XVI. SER UN HOMBRE DE CIENCIAS EN ESA ÉPOCA SIGNIFICABA POSEER UN CONOCIMIENTO MUY ABARCADOR Y AMPLIO. SOBRE ESTA BASE, LOS CIENTÍFICOS SE CUESTIONABAN ACERCA DE LA NATURALEZA Y DEL HOMBRE. EN ESE CONTEXTO, SERVET SE DEDICÓ AL ESTUDIO DE VARIAS DISCIPLINAS, COMO LA TEOLOGÍA, LA FILOSOFÍA, LA MATEMÁTICA Y LA MEDICINA. ESTE INCANSABLE INVESTIGADOR SE HIZO PREGUNTAS CIENTÍFICAS ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO DEL CUERPO HUMANO. INVESTIGÓ LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LOS PULMONES Y LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA Y DESCUBRIÓ LA CIRCULACIÓN MENOR; ES DECIR, EL RECORRIDO QUE HACE LA SANGRE DESDE EL CORAZÓN HACIA LOS PULMONES Y SU RETORNO DESDE ESTOS ÓRGANOS HACIA EL CORAZÓN.

A PESAR DE QUE BASABA SUS HALLAZGOS CIENTÍFICOS EN DISECCIONES, NUNCA PERDÍA DE VISTA QUE EL ORGANISMO FUNCIONABA COMO UNA TOTALIDAD, COMO LO EVIDENCIAN SUS PALABRAS EN LA FRASE.

EN SU ÉPOCA FUE CUESTIONADO POR SU GRAN ESPÍRITU CRÍTICO: DEFENDIÓ SUS OBSERVACIONES Y SU CONOCIMIENTO CON GRAN TOZUDEZ, LO QUE LE VALIÓ UNOS CUANTOS ENEMIGOS. FUE PERSEGUIDO, ENCARCELADO Y CONDENADO A LA PENA CAPITAL.

### ACTIVIDADES

1. En el siglo XVI se consideraba el cuerpo humano como una máquina. Si funcionaba mal, debía buscarse la pieza que fallaba para cambiarla o repararla y "volver a echar la maquinaria humana a andar". ¿Te parece que Miguel de Servet habrá estado de acuerdo con esta idea?
2. ¿A qué creés que se refiere este científico con el término "jarabes" en la frase que inicia este capítulo?
3. Teniendo en cuenta lo que estudiaste en el capítulo 1, ¿podés considerar el cuerpo humano como un sistema abierto? ¿Y un órgano? Justificá tu respuesta.
4. Citá todos los sistemas de órganos que componen el organismo humano que te parece que están vinculados con la nutrición.
5. ¿Creés que Servet estaría de acuerdo con la siguiente afirmación: "Un individuo sano es aquel que no padece ninguna enfermedad de origen biológico"?

## Sistemas involucrados en la nutrición

Cada uno de los trillones de células vivas que componen el organismo humano necesita las materias primas o nutrientes que serán utilizados en su crecimiento y en su funcionamiento. Como viste en el capítulo 1, la posibilidad de obtener estas materias primas del ambiente que nos rodea define nuestro organismo como un sistema abierto.

Los nutrientes ingresan en el cuerpo con los alimentos que consumimos y, luego de atravesar distintas etapas, llegan a las células, donde son procesados para obtener la energía y los productos de dicho procesamiento necesarios para el funcionamiento celular. En ese proceso suceden reacciones químicas que requieren oxígeno y, además, se producen sustancias de desecho que deben ser eliminadas para que no resulten tóxicas. Por lo tanto, además de los alimentos, es necesario que nuestro organismo incorpore el oxígeno necesario para la degradación y la respiración intracelular y el aprovechamiento de lo que ingerimos. Los sistemas que garantizan la incorporación de alimentos y de oxígeno y su posterior aprovechamiento son el digestivo y el respiratorio.

► El **sistema digestivo** asegura que los alimentos sean degradados hasta la obtención de nutrientes pequeños que puedan ser transportados hacia todas las células del cuerpo. También garantiza la eliminación de los restos de alimentos no digeridos.

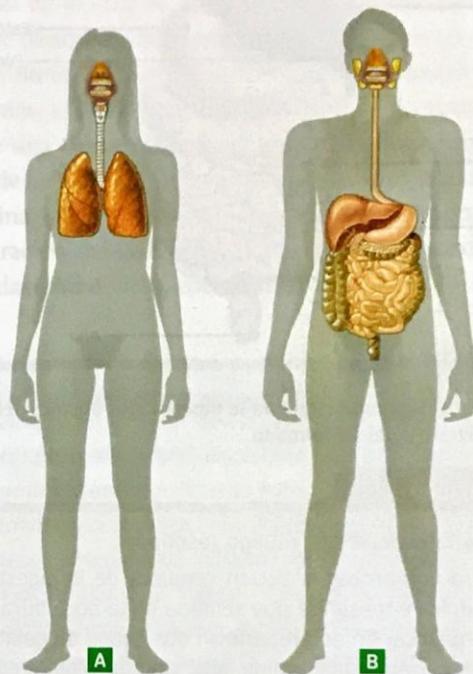
► El **sistema respiratorio** permite que el oxígeno requerido ingrese en el organismo, se obtenga la energía presente en los alimentos y, además, se elimine el dióxido de carbono.

Ahora bien, estos sistemas, aunque no lo parezca, actúan de manera coordinada y no independientemente uno de otro. Por este motivo, cabe preguntarse: ¿qué relación existe entre el oxígeno y las materias primas que se digieren? ¿Qué sucedería si no se pudieran eliminar los desechos producto de la digestión intracelular? Es aquí donde cobra importancia la función del sistema circulatorio: los nutrientes y los desechos, sin una adecuada red de distribución, no llegarían a destino.

Como viste en el capítulo 1, todos los organismos, incluso el ser humano, tienen mecanismos que garantizan el abastecimiento de nutrientes y oxígeno a todas y cada una de las células que lo componen.

La coordinación de estas funciones está concentrada en el sistema nervioso y en el sistema endocrino, que se encargan de una tarea muy importante: registrar los cambios que se producen en el organismo y elaborar las respuestas más apropiadas, para mantener en equilibrio el conjunto de sistemas que componen al ser humano.

En este capítulo nos ocuparemos de comprender cómo funcionan el sistema digestivo y el sistema respiratorio (figura 2-1), para profundizar en el capítulo 3 sobre el sistema circulatorio y el excretor.

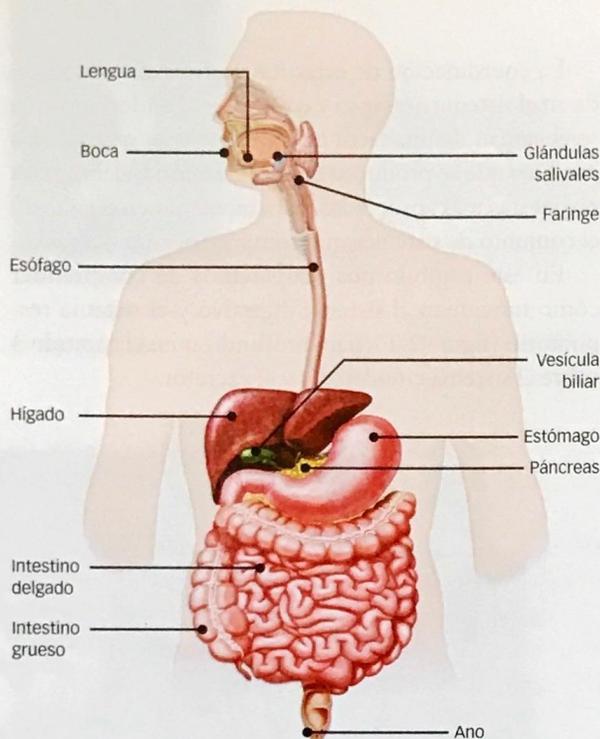


**Fig 2-1.** Nuestro organismo, un sistema abierto, intercambia sustancias con el medio exterior a través de la función coordinada de cuatro sistemas de órganos. El sistema respiratorio (A) y el sistema digestivo (B) trabajan en conjunto para cumplir con la función de nutrición del organismo, junto con el sistema circulatorio y el excretor.

### ACTIVIDADES

6. Observá la figura 2-1 y respondé.

- ¿Qué órganos reconocés en cada uno de los sistemas que están representados en las siluetas?
- Averiguá cuál es la estructura que delimita las cavidades corporales en donde se encuentran ambos sistemas de órganos y cómo se llama cada una de ellas.
- Teniendo en cuenta lo que aprendiste en el capítulo 1, ¿por qué se puede denominar "sistema" a ambos conjuntos de órganos?



**Fig. 2-2.** En el siguiente esquema se observan los órganos del sistema digestivo del ser humano.

### ACTIVIDADES

7. Lee la experiencia y luego respondé.

Para comprobar la acción conjunta de la digestión química y mecánica que se inicia en la boca durante la masticación se prepararon dos cubos de gelatina transparente de 2 cm de lado. Uno de ellos se cortó en ocho cubos iguales; finalmente se sumergieron en tinta china roja durante tres horas. Luego del tiempo establecido, se observó que los cubos pequeños estaban más coloreados que el cubo entero.

- ¿Qué representan los dos cubos, el entero y el cortado?
- Calculá el volumen del cubo entero y su superficie de contacto con la tinta china.
- Calculá el volumen total de los ocho cubos y la superficie total de ellos en contacto con la tinta china.
- Si el cubo está entero o partido, ¿cambia la superficie total expuesta al medio? ¿Cuánto se modificó la superficie en relación con el volumen? ¿En qué caso es mayor?
- ¿Qué relación podés establecer entre esta experiencia y la digestión mecánica que llevan a cabo los dientes?

## El sistema digestivo

Como estudiaste previamente, los sistemas están formados por subsistemas. En este caso, el sistema digestivo está compuesto por dos grupos de órganos: los que forman parte del **tubo digestivo** y los **órganos accesorios** o **anexos**.

El tubo digestivo (figura 2-2) comprende la boca, una porción de la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso y el ano. Mientras que los órganos accesorios son los dientes, la lengua, las glándulas salivales, el hígado, la vesícula biliar y el páncreas. Al ingresar en el tubo digestivo, los alimentos sufren una serie de transformaciones (digestión extracelular). El proceso digestivo puede dividirse en las siguientes etapas:

- ▶ **Ingestión:** ingreso de los alimentos en la boca.
- ▶ **Digestión mecánica y química:** trituración del alimento y transformación de moléculas o nutrientes complejos en otros más sencillos.
- ▶ **Absorción:** pasaje de estos nutrientes hacia la sangre.
- ▶ **Transporte:** los nutrientes que se obtuvieron como producto de la digestión circulan por la sangre hacia las células, donde se emplean como materia prima en la síntesis de nuevas sustancias o como fuente de energía.
- ▶ **Egestión:** eliminación por el ano de los desechos de la digestión.

En la **digestión mecánica** participan tanto los dientes como la musculatura del estómago y del intestino, en tanto que en la **digestión química** intervienen las secreciones (fluidos que contienen enzimas digestivas) de las glándulas salivales, el estómago, el páncreas y el intestino delgado. La disgregación mecánica que ocasionan los dientes dentro de la boca aumenta la superficie de contacto entre las secreciones y las partículas de alimento, lo que favorece la digestión química. Además, los músculos de las paredes del tubo digestivo se contraen y se relajan rítmicamente (**movimientos peristálticos**), lo que permite la mezcla del alimento con las secreciones.

Solo los iones, las vitaminas, el colesterol y el agua se absorben sin sufrir digestión química. Los lípidos y las macromoléculas (hidratos de carbono, proteínas y ácidos nucleicos) se degradan en pequeñas moléculas (nutrientes sencillos) que se absorben en el intestino delgado.

Finalmente, estas sustancias atraviesan las paredes de los capilares y se distribuyen por todo el organismo hasta llegar a cada una de las células.

## Los nutrientes y su función

¿Qué ingerimos cuando comemos? ¿Por qué es importante la alimentación?

Nuestro organismo requiere energía y materia en forma permanente para cumplir sus procesos básicos de funcionamiento. Para sostener este desgaste energético, debemos ingerir alimentos a diario. Sin embargo, no son los alimentos en forma directa los que proveen de la materia y la energía, sino los nutrientes que estos contienen (vas a ver este tema con mayor profundidad en el capítulo 4). Los nutrientes incluyen las biomoléculas, los minerales, las vitaminas y el agua. De acuerdo con la composición química, las biomoléculas se clasifican en:

- ▶ **Hidratos de carbono:** también llamados glúcidos, azúcares, sacáridos o carbohidratos, constituyen la mayor fuente de energía. Los órganos de reserva de carbohidratos más importantes son los músculos y el hígado. Además de brindar energía, poseen función estructural, es decir, forman parte de la estructura de la célula. Algunos hidratos de carbono, como la celulosa, forman parte de la pared celular de las células vegetales y en los alimentos constituye la **fibra** (► **EL DETALLE**).
- ▶ **Proteínas:** las dos funciones más importantes de estos compuestos son participar de las estructuras celulares e intervenir, en el caso de las enzimas (un tipo de proteínas), en regular la velocidad de las reacciones químicas. Aunque este tema lo verás con mayor profundidad en la sección II, podemos decir que las enzimas cumplen un papel fundamental en la digestión y en las reacciones químicas que se llevan a cabo dentro de las células para obtener energía de los nutrientes. Sin la presencia de enzimas, estas reacciones químicas se producirían a tan baja velocidad que no serían compatibles con la vida. Algunas proteínas también cumplen una función de transporte, como la hemoglobina presente en los glóbulos rojos de la sangre que lleva el oxígeno a todas las células.
- ▶ **Lípidos:** además de tener una función estructural, ya que forman parte de la membrana celular, constituyen una reserva de energía. Cuando el aporte de hidratos de carbono es insuficiente para cubrir las necesidades energéticas, la célula acude a los lípidos como fuente de energía.

Las **vitaminas** son compuestos orgánicos que facilitan la transformación y el aprovechamiento de otras

moléculas, como las proteínas, los hidratos de carbono y los lípidos.

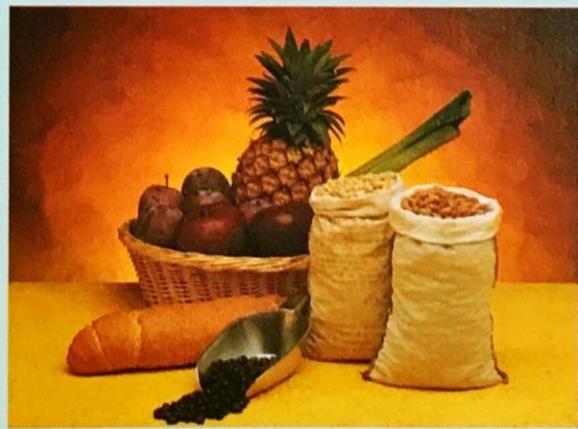
Los **minerales** son nutrientes que cumplen funciones muy importantes en la fisiología celular. El calcio, por ejemplo, es indispensable en la contracción muscular y favorece la coagulación de la sangre. El sodio y el potasio permiten la conducción de señales nerviosas y el hierro interviene en el transporte del oxígeno.

No podemos dejar de mencionar el **agua** como nutriente, ya que tiene varias funciones. Por empezar, es el medio en el cual se disuelven muchas sustancias (por eso se denomina solvente universal). Todas las reacciones químicas del organismo ocurren en medio acuoso. Además, el agua permite el transporte de sustancias y tiene una función estructural y reguladora (por ejemplo, de la temperatura corporal). Su pérdida a través de la orina, el sudor, las heces y en forma de vapor con la respiración debe ser equilibrada con la ingesta diaria de bebidas y alimentos, como las frutas.

EL DETALLE

### ¿Para qué debemos comer fibras?

Las fibras son hidratos de carbono de origen vegetal (principalmente celulosa) que los seres humanos no podemos digerir. Existen dos tipos de fibras, y las dos tienen su importancia. Hay fibras insolubles en agua, presentes en frutas, verduras, hortalizas y el salvado de los cereales, que contribuyen a facilitar el tránsito intestinal. En cambio, la fibra soluble en agua, presente en los cereales y cítricos, ayuda a regular los niveles de colesterol y glucosa en la sangre. Está demostrado que el consumo de fibras disminuye el riesgo de padecer cáncer de colon, diabetes, obesidad, aterosclerosis y apendicitis. Entonces, ¿qué estás esperando para incluir frutas y verduras en tu dieta?



## La digestión comienza en la boca

Cada vez que te llevás un bocado a la **boca** se inicia un proceso de digestión. La boca constituye el lugar del tubo digestivo donde se introducen los alimentos. Allí, los dientes (figura 2-3) cortan y trituran los alimentos en fragmentos cada vez menores. ¿Qué se logra con esto? Aumentar la superficie de contacto del alimento con la **saliva**, y que puedan actuar las enzimas que contiene este fluido. A su vez, la lengua, acompañada por los músculos faciales, permite la insalivación, es decir, la mezcla de los trozos de alimentos con la saliva.

Estos dos procesos, la masticación junto a la insalivación, dan comienzo a la digestión.

Ahora bien, queda claro que los dientes son fundamentales para que todos los días podamos alimentarnos, y ahí radica la importancia de su cuidado. Los seres humanos poseemos solo dos denticiones a lo largo de la vida. La **dentición de leche** o primaria comienza a hacer erupción en la boca de los bebés de alrededor de seis meses de edad y, paulatinamente, surgen aproximadamente dos dientes por mes hasta sumar las veinte piezas dentales.

Entre los seis y los doce años estos dientes se pierden y son reemplazados por los dientes secundarios o **dentición definitiva**, que cuenta con 32 piezas. Los únicos dientes que aparecen a partir de los seis años y permanecen hasta la vida adulta son los molares. Las muelas del juicio son parte de estos, y suelen eclosionar en la boca luego de los diecisiete años.

La saliva es liberada en la cavidad bucal por las **glán-**

**dulas salivales** (figura 2-4) (► **El DETALLE**). Está compuesta por agua en un 95%, y además contiene iones y enzimas como la **amilasa salival** y la **lisozima**. La amilasa salival interviene en la digestión química (degradación) del almidón y la lisozima tiene acción bactericida, lo que constituye una barrera de defensa contra el ingreso de microorganismos en nuestro cuerpo. El agua de la saliva facilita la disolución de los alimentos en la boca, para que puedan ser detectados por los receptores del gusto que se encuentran en los **corpúsculos o botones gustativos** presentes en la lengua (figura 2-4). Los iones fosfato y bicarbonato neutralizan la acidez de algunos alimentos, como la de los cítricos.

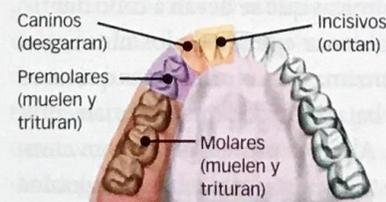
El volumen de saliva que se produce en un día –en promedio– es de un litro y su secreción está controlada por el sistema nervioso. Se promueve en respuesta a los estímulos recibidos por los órganos de nuestros sentidos, como un aroma delicioso, la visión de una manzana roja o el roce de nuestros labios con un helado tentador. De solo pensarlo se nos hace agua la boca, ¿no?

La acción conjunta de los dientes, la lengua y la saliva forma con los alimentos un **bolo** que es movilizado desde la cavidad bucal hacia el estómago en la **deglución**. La etapa de la masticación y formación del bolo es voluntaria; luego, la lengua ejerce presión hacia arriba contra el paladar, lo que activa impulsos nerviosos que desencadenan el reflejo de deglución. Esta segunda etapa permite el paso involuntario del bolo a través de la faringe en dirección al esófago. La última etapa (también involuntaria) está constituida por el paso del bolo alimenticio del esófago hacia el estómago.

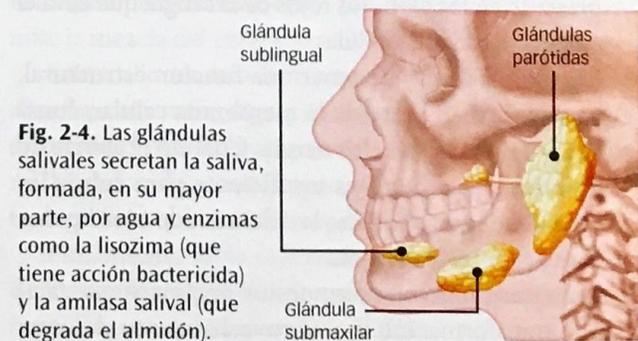
### EL DETALLE

#### ¿Qué se inflama cuando tenemos paperas?

Las **parótidas** son un grupo de glándulas salivales que suelen sufrir una inflamación y agrandamiento, que se presenta vinculado a un malestar general, dolor intenso de garganta y fiebre moderada, enfermedad que recibe el nombre de **paperas** o **parotiditis**. Esta inflamación se debe a un agente viral, el virus de las paperas o paramixovirus. En el 30% de los varones adultos, también pueden verse afectados los testículos, lo que puede tener consecuencias sobre la fertilidad. En 1967 se desarrolló una vacuna específica, la vacuna antiparotiditis, y a partir de su inoculación general como parte del plan de vacunación obligatorio y gratuito en la población, la incidencia de la enfermedad se redujo notablemente.



**Fig. 2-3.** La dentición definitiva consta de 32 piezas, contando las muelas del juicio.



**Fig. 2-4.** Las glándulas salivales secretan la saliva, formada, en su mayor parte, por agua y enzimas como la lisozima (que tiene acción bactericida) y la amilasa salival (que degrada el almidón).

## El estómago y su función

Como ya te contamos, otra estructura que forma parte del tubo digestivo es el **estómago** (figura 2-5). Este órgano hueco almacena transitoriamente el alimento, el cual se mezcla con secreciones que permiten la digestión. En un día, nuestro estómago fabrica y utiliza en la degradación química del alimento entre dos y tres litros de secreciones. En este órgano, el bolo alimenticio adquiere una consistencia pastosa, se convierte en **quimo**, y se inicia la degradación química de las proteínas y los lípidos.

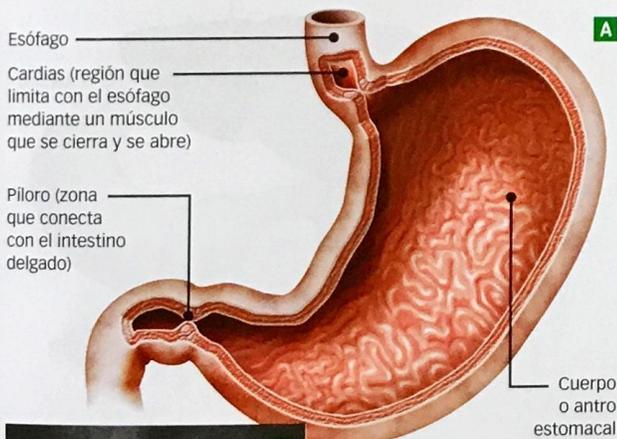
El estómago presenta hundimientos de la superficie interna, llamados **criptas gástricas**, en el fondo de los cuales se encuentran las **glándulas gástricas** que secretan mucus, ácido clorhídrico y enzimas. Estas secreciones gástricas degradan el bolo hasta obtener moléculas más sencillas (► **EL DETALLE**). Por ejemplo, entre las enzimas podemos mencionar las proteasas que degradan las proteínas y funcionan en un medio ácido. Además, el ácido clorhídrico proporciona un medio ácido que es nocivo para los microorganismos, de modo que si ingerimos un alimento contaminado, la mayoría de ellos morirán en el estómago.

A su vez, las contracciones rítmicas del estómago (se calcula que se producen cada veinte segundos) facilitan el contacto de las enzimas con el quimo, lo que colabora con la digestión química. Estos movimientos peristálticos también sirven para trasladar el alimento parcialmente degradado hasta la primera porción del intestino delgado, donde continuará su degradación.

El estómago tiene una mínima capacidad para absorber sustancias. Sin embargo, atraviesan la pared estomacal el agua, los iones y algunos lípidos de pequeño tamaño. También se absorben en esta porción del tubo digestivo el alcohol y algunos medicamentos, como la aspirina.

Transcurridas unas dos horas de haber comido, el estómago se vacía completamente. El bolo alimenticio transformado en un fluido (**quilo**) pasa a la primera parte del intestino delgado, donde continúa la digestión química.

Los alimentos que abandonan el estómago más rápidamente son aquellos ricos en hidratos de carbono; los que están formados por proteínas permanecen un tiempo mayor y los más rezagados en dejar este órgano son los que contienen lípidos. Por eso sucede que cuando comemos muchos lípidos, la digestión se nos hace “lenta y pesada”.



Esófago

Cardias (región que limita con el esófago mediante un músculo que se cierra y se abre)

Píloro (zona que conecta con el intestino delgado)

A

Cuerpo o antro estomacal



**Fig. 2-5.** Esquema de la estructura del estómago (A) y su radiografía (B). Este órgano tiene forma de J y cuando está vacío es tan pequeño como una salchicha, aunque al distenderse puede contener una enorme cantidad de alimentos.

### EL DETALLE

#### ¿Quién regula la secreción gástrica?

Una de las grandes incógnitas que los fisiólogos tuvieron durante mucho tiempo fue la de saber cuál es el mecanismo que desencadena la secreción gástrica. Al principio se pensaba que el sistema nervioso era el encargado de regular la secreción; luego se comprobó que, si se inhibían experimentalmente los nervios que inervan el estómago, la secreción frente a la presencia de comida se producía igual, pero en menor cantidad. Se postuló, entonces, que la secreción podría estar también bajo control hormonal. La presencia del quimo en el estómago causaría la liberación de una hormona en el torrente circulatorio, que estimularía la secreción de ácido clorhídrico y pepsina. Para verificar esta hipótesis se realizó la siguiente experiencia: se anestesiaron dos perros y se unió la circulación de ambos; uno de ellos había ingerido alimentos y el otro no. Luego de unos minutos se observó la secreción de jugo gástrico tanto en el perro que había comido como en el perro que no lo había hecho. De esta manera se descubrió la hormona en cuestión, a la que los científicos llamaron **gastrina**.

## Las glándulas accesorias: páncreas, hígado y vesícula biliar

Además de las secreciones gástricas, el alimento se digiere gracias a las secreciones que vuelcan las glándulas accesorias (figura 2-6) en el intestino delgado. Pero ¿qué es una glándula? Se trata de un órgano que produce y vierte sustancias hacia el interior o exterior del organismo.

Uno de estos órganos, el **páncreas**, está ubicado por debajo del estómago y cumple una doble función: elabora y secreta sustancias que contribuyen con la digestión (enzimas), y produce **insulina** y **glucagón**, dos hormonas que intervienen en la regulación de la concentración de azúcar en la sangre.

En su función digestiva, el páncreas produce el **jugo pancreático**, que contiene enzimas que continúan con la degradación química del quilo proveniente del estómago. Además, debido a su composición química, contiene agua, sales y bicarbonato de sodio, que contrarrestan la acidez de las secreciones gástricas.

El **hígado** es un órgano muy grande, bilobulado, que pesa aproximadamente un kilo y medio, y por debajo de este se ubica la **vesícula biliar**, un órgano pequeño con forma de pera. Las células del hígado elaboran la **bilis**, un líquido amarillento o verde, necesario para la digestión y absorción de los alimentos grasos, compuesto principalmente por agua, iones, colesterol, pigmentos y sales biliares.

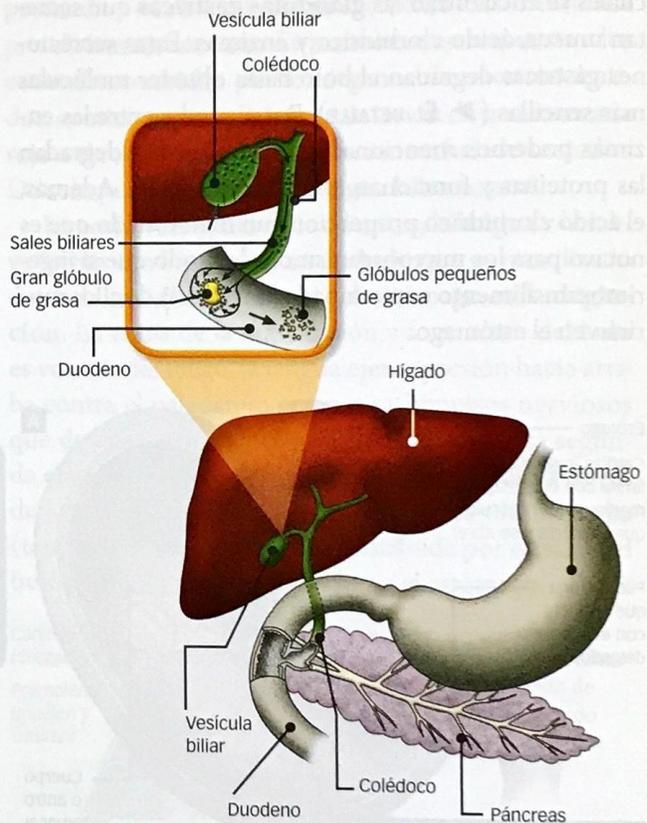
Las sales biliares tienen la función de emulsionar las grasas de los alimentos, para facilitar su degradación. Con la emulsión se fragmenta un gran glóbulo de grasa en muchos glóbulos pequeños, lo que aumenta su superficie de contacto con las enzimas y, de esta manera, se facilita su digestión química. La bilis se produce en el hígado de manera continua. Entre las comidas, cuando no es utilizada, se almacena en la vesícula biliar. Desde ambas glándulas, es volcada en el intestino delgado por medio de un conducto llamado **colédoco**.

El hígado, además, es el lugar donde ocurre el procesamiento de muchas sustancias, algunas de ellas tóxicas, que se transportan por la sangre: cuando la circulación sanguínea pasa por este órgano, las sustancias sufren distintos tipos de reacciones químicas que las hacen más o menos aprovechables por las células. Entre estas sustancias se encuentran una gran cantidad de fármacos y el alcohol. Otra función hepática es la

de reciclar el hierro que contienen los glóbulos rojos cuando las células sanguíneas envejecen y mueren. Como consecuencia de la destrucción de estas células se produce un pigmento, la **bilirrubina**.

Otra función clave del hígado es la reserva de algunos nutrientes: cuando los niveles de glucosa en sangre son altos, y esta molécula no es utilizada en forma inmediata, se incorpora a las células del hígado, donde se almacena en forma de **glucógeno** (un carbohidrato compuesto por muchas glucosas), hasta el momento en que deba ser nuevamente liberada y transportada por la circulación hacia el resto del organismo para su consumo.

Por todos estos motivos se conoce al hígado como “el laboratorio del organismo”.



**Fig. 2-6.** Las glándulas digestivas accesorias, el hígado, el páncreas y la vesícula biliar, vuelcan sus secreciones en el duodeno (primera porción del intestino delgado). En la imagen ampliada podés observar cómo, a través del colédoco, se liberan en el duodeno las secreciones producidas en la vesícula biliar que intervienen en la digestión química de los alimentos.

### ACTIVIDADES

8. ¿Qué relación funcional vinculada a la glucosa encontrás entre el páncreas y el hígado?

## El intestino y la absorción de nutrientes

En el **intestino delgado** se producen los procesos digestivos y de absorción más importantes de todo el tubo digestivo (figura 2-7). Su longitud, de más de seis metros, es una adaptación muy importante para las funciones que cumple. La superficie interna está aumentada por muchos pliegues y vellosidades, proyecciones en forma de dedos, de 0,5 a 1 mm de largo, que le dan a su interior un aspecto aterciopelado. Estas características lo hacen especialmente eficiente en la absorción de los nutrientes (figura 2-8).

El intestino delgado se divide en tres regiones, el **duodeno**, el **yeyuno** y el **íleon**, y presenta movimiento, lo que facilita la digestión mecánica. Uno de los dos tipos de movimiento del intestino delgado es la **segmentación**, que se asemeja a la compresión alternativa en dos puntos de un tubo de pasta dental tapada. El otro es el **peristaltismo**, que permite que el quilo avance a través del tubo; se calcula que este recorrido puede tardar entre tres y cinco horas. En este órgano también se lleva a cabo la digestión química por medio de sus propias secreciones y las que recibe de la vesícula biliar, del hígado y del páncreas.

La digestión química y mecánica que sufren los alimentos a lo largo de todo el tubo digestivo tiene por objetivo convertir las sustancias alimenticias en moléculas más pequeñas, que puedan atravesar la pared del

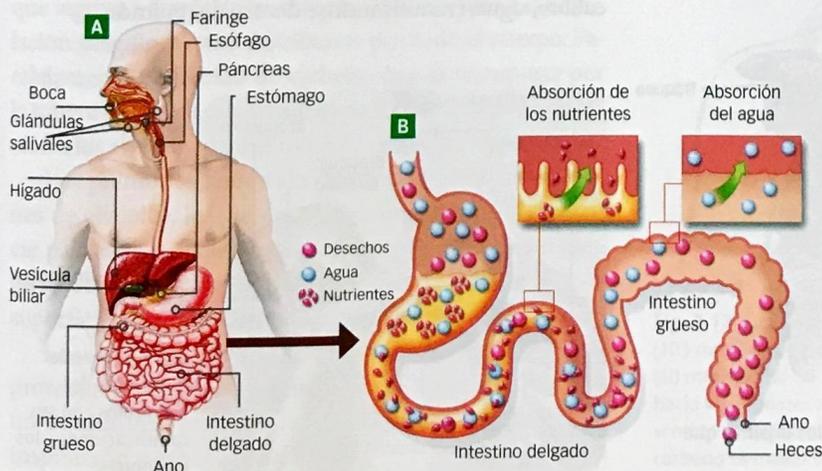
intestino para dirigirse a los vasos sanguíneos y linfáticos que lo rodean, utilizando el sistema circulatorio y el sistema linfático como transporte hacia todas las células del cuerpo. El paso de los nutrientes desde el intestino hacia la sangre o la linfa se denomina **absorción**. El 90% de los nutrientes de menor complejidad, obtenidos luego de la digestión, se absorben en el intestino delgado, el 10% restante tiene lugar en el estómago y en el intestino grueso.

En cambio, los lípidos, después de emulsionarse y digerirse, forman pequeñas esferas, denominadas **micelas**, junto con las sales biliares, y en esta forma atraviesan la pared de las células del intestino delgado. En su interior se asocian a proteínas y forman esferas mayores, que reciben el nombre de **quilomicrones**. Por su tamaño, los quilomicrones no pueden pasar a través de las células que forman la pared de los vasos sanguíneos cercanos al intestino, por lo que pasan a través de los vasos del sistema linfático para volcarse luego en vasos de mayor diámetro de circulación general.

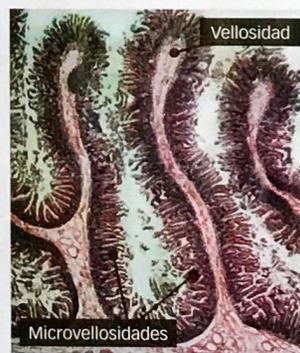
Las sustancias no digeridas o que no se absorben en el intestino delgado pasan al **intestino grueso**. Entre el intestino delgado y el grueso hay una pequeña estructura, el apéndice.

En el intestino grueso culmina la absorción de los nutrientes, como el agua, y se forman las heces para su expulsión al exterior a través del **ano**.

**Fig. 2-7.** En el esquema se representan los órganos del sistema digestivo en el ser humano (A), la degradación del alimento a lo largo del tubo digestivo y la absorción de nutrientes en el intestino delgado y en el intestino grueso (B).



**Fig. 2-8.** Microfotografía de la vellosidad intestinal y de las microvellosidades.



### ACTIVIDADES

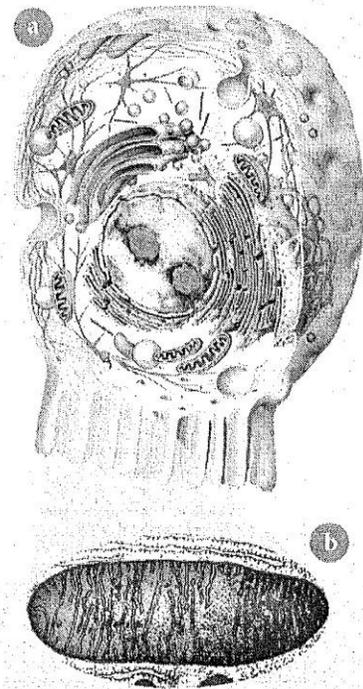
9. ¿Qué inconvenientes traería a una persona presentar una insuficiente digestión de proteínas?
10. ¿Y si fuera insuficiente la digestión de hidratos de carbono?

## Importancia de la respiración

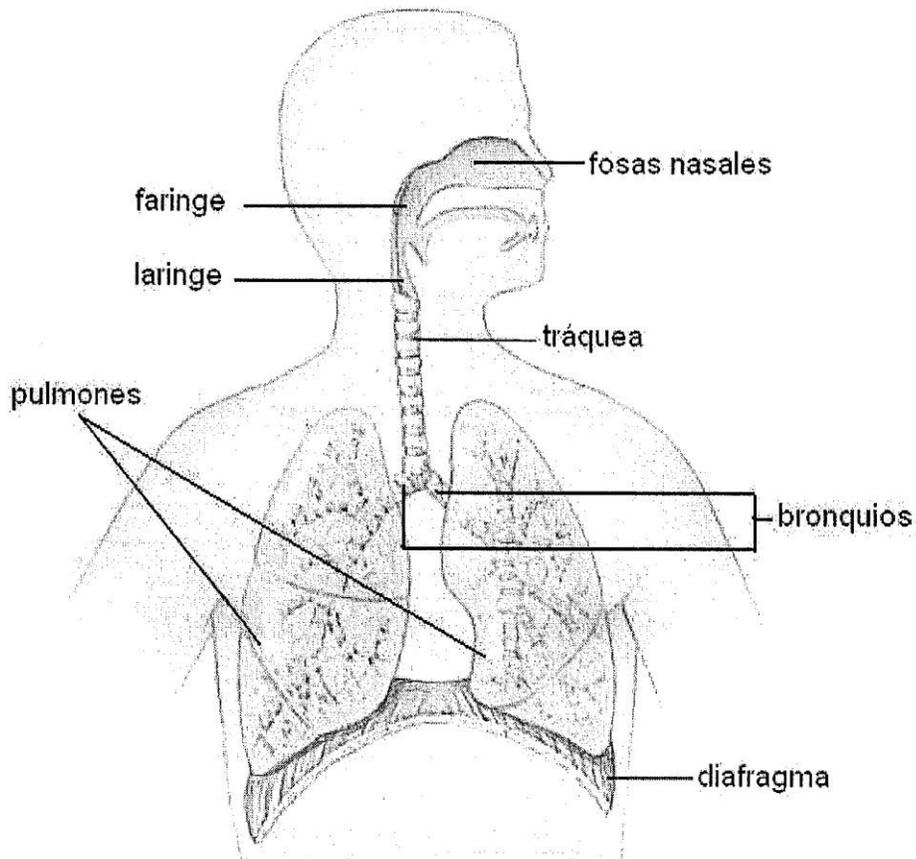
Es frecuente que la respuesta a la pregunta «¿para qué respiramos?» sea «para vivir». Todas las funciones vitales tienen ese objetivo, pero ¿cómo la respiración interviene en el mantenimiento de la vida?

Cada célula de nuestro cuerpo es una pequeña fábrica que necesita un aporte permanente de energía para su normal funcionamiento. **La respiración es el principal mecanismo utilizado por los seres vivos para la obtención de energía**, ya que en ella se transfiere la energía de los nutrientes orgánicos al ATP con intervención de oxígeno en su etapa final.

El ATP es un compuesto energético que está permanentemente formándose, reservando y cediendo energía para distintos procesos. La respiración es, en suma, el proceso de transferencia de energía desde los nutrientes orgánicos (principalmente glucosa) al ATP, con intervención de oxígeno en el paso final. **Ocurre en el citoplasma de la célula, en las mitocondrias**, y tiene como producto de desecho el dióxido de carbono.



## EL SISTEMA RESPIRATORIO



La respiración es el proceso por el cual ingresamos aire (que contiene oxígeno) a nuestro organismo y sacamos de él aire rico en dióxido de carbono. Un ser vivo puede estar varias horas sin comer, dormir o tomar agua, pero no puede dejar de respirar más de tres minutos. Esto grafica la importancia de la respiración para nuestra vida.

El sistema respiratorio de los seres humanos está formado por:

**Las vías respiratorias:** son las fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los bronquiólos. La boca también es, un órgano por donde entra y sale el aire durante la respiración.

Las **fosas nasales** son dos cavidades situadas encima de la boca. Se abren al exterior por los orificios de la nariz (donde reside el sentido del olfato) y se comunican con la faringe por la parte posterior. En el interior de las fosas nasales se encuentra la **membrana pituitaria**, que calienta y humedece el aire que inspiramos. De este modo, se evita que el aire reseque la garganta, o que llegue muy frío hasta los pulmones, lo que podría producir enfermedades. No confundir esta **membrana pituitaria** con la **glándula pituitaria o hipófisis**.

La **faringe** se encuentra a continuación de las fosas nasales y de la boca. Forma parte también del sistema digestivo. A través de ella pasan el alimento que ingerimos y el aire que respiramos.

La **laringe** está situada en el comienzo de la tráquea. Es una cavidad formada por cartílagos que presenta una saliente llamada comúnmente **nuez**. En la laringe se encuentran las cuerdas vocales que, al vibrar, producen la voz.

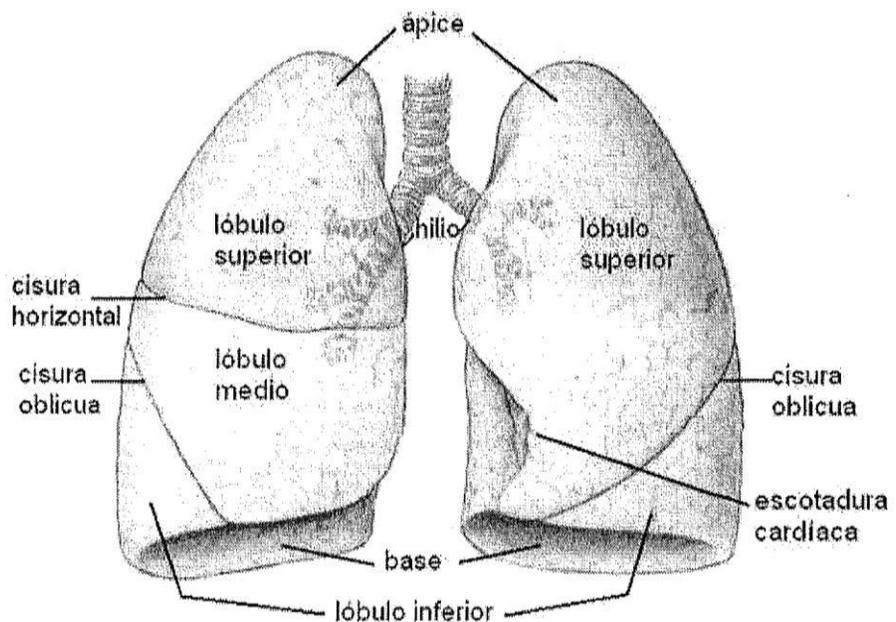
La **tráquea** es un conducto de unos doce centímetros de longitud. Está situada delante del esófago.

Los **bronquios** son los dos tubos en que se divide la tráquea. Penetran en los pulmones, donde se ramifican una multitud de veces, hasta llegar a formar los **bronquiólos**.

### Los pulmones

Son dos órganos esponjosos de color rosado que están protegidos por las costillas.

Mientras que el pulmón derecho tiene tres lóbulos, el pulmón izquierdo sólo tiene dos, con un hueco para acomodar el corazón. Los bronquios se subdividen dentro de los lóbulos en otros más pequeños y éstos a su vez en conductos aún más pequeños. Terminan en minúsculos saquitos de aire, o alvéolos, rodeados de capilares.



Morfología externa de los pulmones: Vista anterior

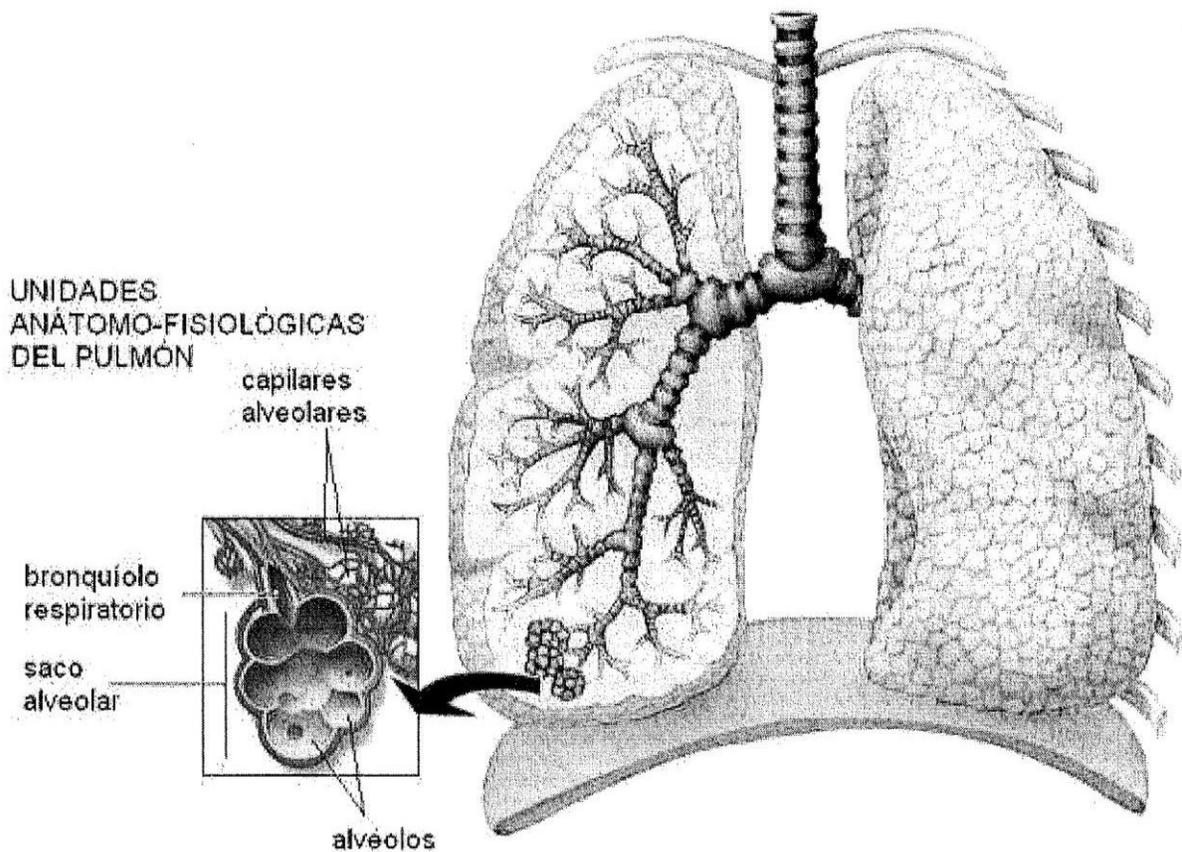
Una membrana llamada **pleura** rodea los pulmones y los protege del roce con las costillas.

## Alvéolos

En los alvéolos se realiza el intercambio gaseoso: cuando los alvéolos se llenan con el aire inhalado, **el oxígeno se difunde hacia la sangre** de los capilares, que es bombeada por el corazón hasta los tejidos del cuerpo. El dióxido de carbono se difunde desde la sangre a los pulmones, desde donde es exhalado.

El transporte de oxígeno en la sangre es realizado por los glóbulos rojos, quienes son los encargados de llevarlo a cada célula, de nuestro organismo, que lo requiera.

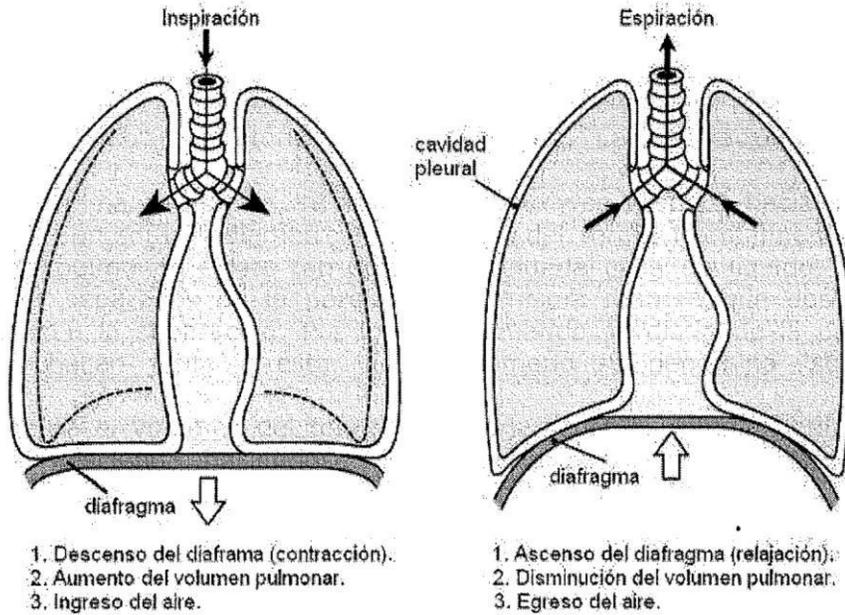
Al no respirar no llegaría oxígeno a nuestras células y por lo tanto no podrían realizarse todos los procesos metabólicos que nuestro organismo requiere para subsistir, esto traería como consecuencia una muerte súbita por asfixia (si no llega oxígeno a los pulmones) o una muerte cerebral (si no llega oxígeno al cerebro).



Una serie de procesos se relacionan con la función respiratoria; en ellos no sólo interviene el sistema respiratorio, sino que también participan el sistema circulatorio y todos los tejidos, donde se efectúa la respiración celular. Dichos procesos son:

- **Ventilación:** flujo de aire entre el exterior y los pulmones.
- **Hematosis o respiración externa:** difusión de oxígeno y dióxido de carbono entre los alvéolos pulmonares y la sangre.
- **Transporte de gases en sangre:** traslado de oxígeno desde los pulmones hasta las células y de dióxido de carbono desde las células hasta los pulmones.
- **Respiración interna o tisular:** difusión de oxígeno y de dióxido de carbono entre la sangre y los tejidos.

### Ventilación Pulmonar



La ventilación es la **renovación del aire pulmonar**. La ventilación se logra por medio de una **mecánica respiratoria**, un conjunto de movimientos que producen la entrada del aire a los pulmones – la **inspiración**– y la salida del aire de los mismos – la **espiración**– a través de la vía respiratoria. El principal músculo respiratorio es el **diafragma**. La inspiración es causada por la contracción del diafragma. Cuando el diafragma se contrae, se hace más plano y se desplaza hacia abajo. El descenso del diafragma aumenta el diámetro longitudinal del tórax. Normalmente, entre la pared torácica y los pulmones existe tan solo una delgada capa de líquido. Los pulmones se resisten a ser separados de la pared, de la misma manera que dos piezas de vidrio mojadas resisten la separación. Por lo tanto, cuando se distiende la pared torácica, los pulmones lo hacen junto a ésta. Este fenómeno se denomina “**solidaridad tóraco-pulmonar**”.

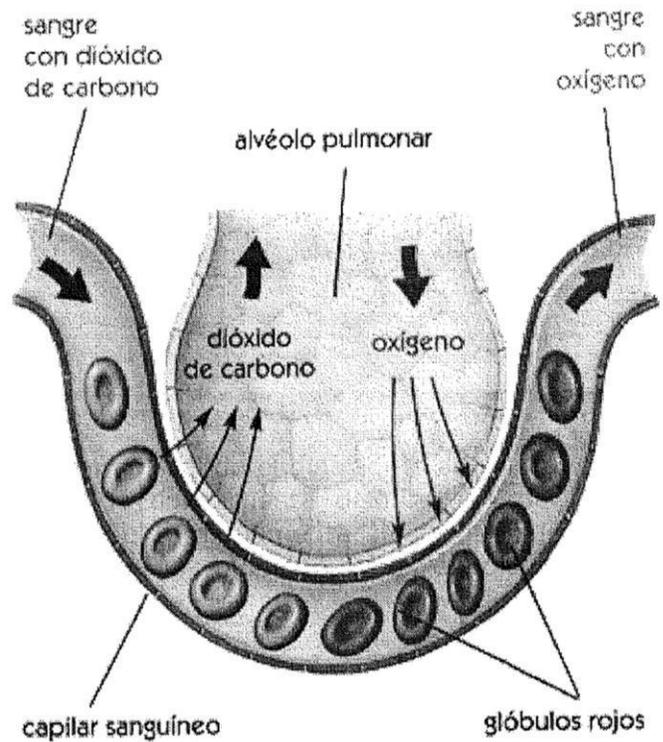
Cuando aumenta el volumen del tórax y solidariamente el volumen pulmonar, la presión intrapulmonar desciende, haciéndose menor que la presión atmosférica. Ya que el aire se mueve desde la zona de mayor a la de menor presión, esta diferencia de presión hace que el aire ingrese a la vía respiratoria, causando el movimiento de inspiración.

La espiración normal es un fenómeno pasivo, que ocurre cuando el diafragma se relaja. La relajación del diafragma provoca su ascenso, con la consecuente disminución de los volúmenes torácico y pulmonar. Así, la presión dentro del tórax aumenta, hasta que supera a la presión exterior. Como resultado, el aire abandona los pulmones y es expulsado al exterior.

### Hematosis (respiración externa)

La hematosis es el **intercambio** de oxígeno y de dióxido de carbono que se realiza entre el aire que llega a los **alvéolos** y la **sangre** que circula por los capilares alveolares. Este intercambio se produce a través de la **membrana respiratoria**, formada por las delgadas paredes de los alvéolos (un epitelio plano simple), el endotelio capilar y sus respectivas membranas basales, que pueden estar fusionadas.

La hematosis consiste en un movimiento neto de oxígeno desde el aire alveolar hacia la sangre, y de dióxido de carbono desde la sangre hacia el aire alveolar. Dichos movimientos corresponden a un fenómeno de difusión. Una vez que el oxígeno ha difundido desde los alvéolos a la sangre, es transportado a los capilares tisulares, donde se libera para ser utilizado por las células.

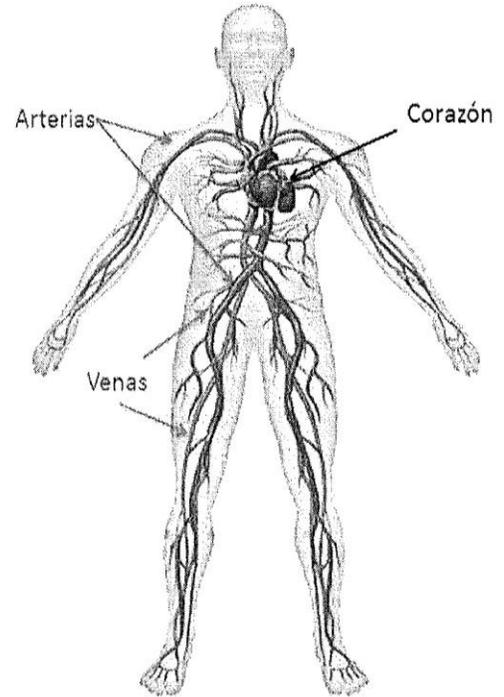


La **respiración tisular o interna** es el intercambio de gases entre la sangre y las células. Cuando la sangre arterial pasa a través de los tejidos por los capilares, el oxígeno difunde hacia las células. Al salir la sangre por el sistema venoso, la presión de oxígeno en la misma es de 40 mm Hg. El **dióxido de carbono** es un producto de la respiración celular. Las células generan dióxido de carbono continuamente y por eso su presión parcial es más alta en los tejidos que en la sangre. Entonces **el dióxido de carbono difunde desde los tejidos hacia los capilares sistémicos**, siguiendo su gradiente de presión.

## El sistema circulatorio humano.

El sistema circulatorio es el encargado de distribuir el **oxígeno y los alimentos** por todo el cuerpo, y de **recoger el dióxido de carbono y los productos de excreción** procedentes de las células. Está formado por:

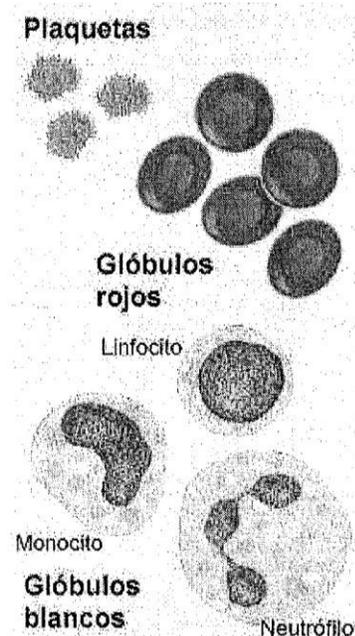
- Un líquido circulatorio denominado **sangre**,
- Una bomba que impulsa la sangre denominada **corazón**, y
- Unos conductos denominados **vasos sanguíneos** (arterias, venas y capilares sanguíneos).



### La sangre.

La sangre es el fluido que circula a través del cuerpo transportando gases, nutrientes y desechos. Está formada por un líquido denominado **plasma sanguíneo** y por varios tipos de elementos celulares: los **glóbulos rojos o eritrocitos**, los **glóbulos blancos o leucocitos** y las **plaquetas**.

- **Plasma.** El **plasma** está formado básicamente por agua y por determinadas sustancias disueltas (sales minerales, glucosa, lípidos y proteínas ). El plasma sin proteínas se denomina **suero sanguíneo**.
- **Glóbulos rojos.** Los **glóbulos rojos** o **eritrocitos** son células sin núcleo y llenas de hemoglobina, que es una proteína capaz de captar y liberar oxígeno. Se especializan en el transporte de oxígeno.
- **Glóbulos blancos.** La función principal de los leucocitos es la defensa del organismo contra invasores como **virus**, bacterias y partículas extrañas. Los glóbulos blancos pueden migrar al espacio intersticial y muchos realizan fagocitosis.
- **Plaquetas.** Las **plaquetas** son fragmentos de citoplasma que contienen una sustancia que inicia la coagulación **de la sangre** y obturación de roturas de los vasos sanguíneos.



## Los vasos sanguíneos.

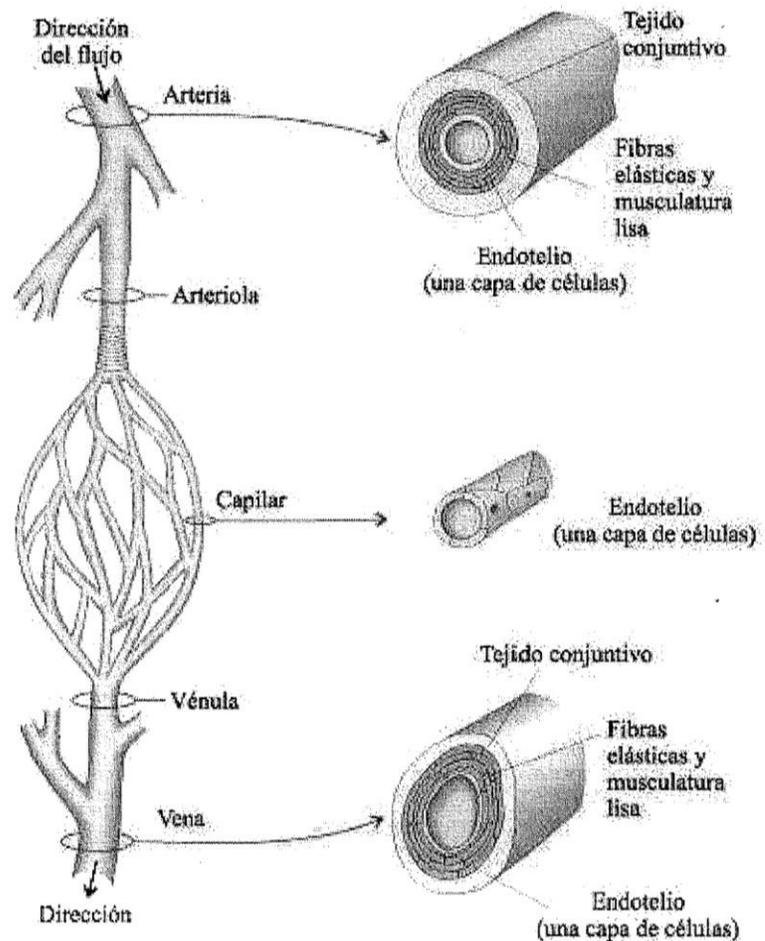
La sangre es vertida desde el corazón en las **arterias** grandes, por las que viaja hasta llegar a arterias ramificadas más pequeñas; luego pasa a arterias aún más pequeñas -las arteriolas- y, finalmente, a redes de vasos mucho más pequeños, los **capilares**. Desde los capilares, la sangre pasa nuevamente a **venas** pequeñas de mayor diámetro -las vénulas-, luego a venas más grandes y, a través de ellas, retorna al corazón.

Se diferencian tres tipos denominados **arterias, venas y capilares sanguíneos**.

- **Arterias. Son los vasos que llevan sangre desde el corazón a otras partes del cuerpo.** Son elásticas gracias a tener una gruesa **capa muscular intermedia**. Tienen paredes gruesas, duras y elásticas, que pueden soportar la alta presión de la sangre cuando ésta abandona el corazón. Todas ellas, menos la arteria pulmonar, llevan sangre rica en oxígeno.

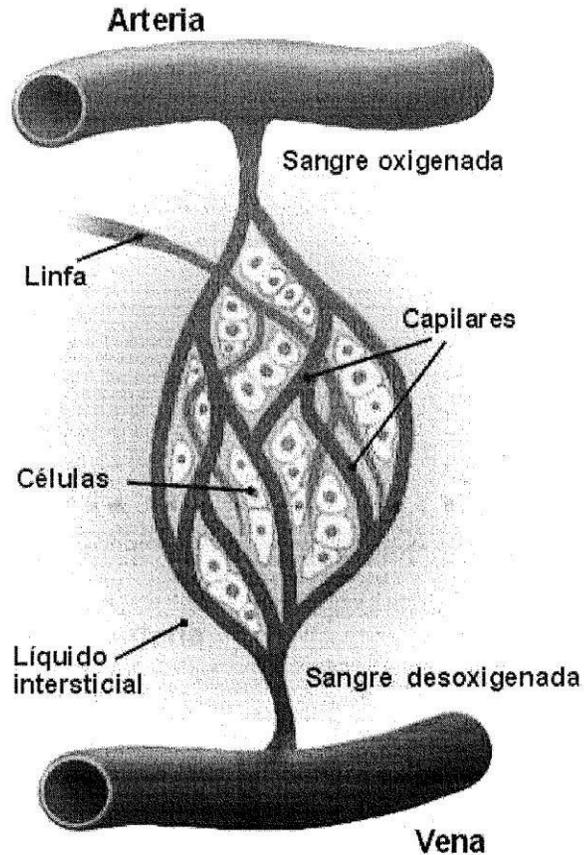
- **Venas. Son los vasos que llevan sangre hacia el corazón.** Son muy poco elásticas. Por ello precisan tener unas **válvulas internas** para evitar el regreso de la sangre. siempre tienen las paredes más delgadas que las arterias. Todas ellas, menos la vena pulmonar, conducen sangre pobre en oxígeno.

- **Capilares sanguíneos.** Son unos vasos extremadamente delgados, originados por las sucesivas ramificaciones de arterias y venas, que **unen el final de las arterias con el principio de las venas**. Sus paredes son tan delgadas que **permiten el intercambio de gases en los pulmones, la entrada de nutrientes en el intestino y la salida de los productos de excreción en los riñones**.



## El sistema circulatorio.

El conjunto de todos los vasos sanguíneos constituyen un **sistema circulatorio doble** y completo. Se llama **doble** porque cumplen dos circuitos, que son **el pulmonar (o menor)** y **el sistémico (o mayor)**. Se llama **completo** porque en el corazón no hay mezcla de sangre oxigenada y no oxigenada, concretamente la sangre oxigenada pasa por la parte izquierda del corazón y la no oxigenada pasa por la parte derecha.



## CORAZÓN

El **corazón** pesa entre 200 y 425 gramos, y es un poco más grande que una mano cerrada. Al final de una vida larga, el corazón de una persona puede haber latido (es decir, haberse dilatado y contraído) más de 3.500 millones de veces. Cada día, el corazón medio late 100.000 veces, bombeando aproximadamente 7.571 litros de sangre.

El corazón se encuentra entre los pulmones en el centro del pecho, detrás y levemente a la izquierda del esternón. Una membrana de dos capas, denominada «pericardio» envuelve el corazón como una bolsa. La capa externa del pericardio rodea el nacimiento de los principales vasos sanguíneos del corazón y está unida a la espina dorsal, al diafragma y a otras partes del cuerpo por medio de ligamentos. La capa interna del pericardio está unida al músculo cardíaco. Una capa de líquido separa las dos capas de la membrana, permitiendo que el corazón se mueva al latir a la vez que permanece unido al cuerpo.

El corazón tiene **cuatro cavidades**. Las cavidades superiores se denominan «**aurícula izquierda**» y «**aurícula derecha**» y las cavidades inferiores se denominan «**ventrículo izquierdo**» y «**ventrículo derecho**». Una pared muscular denominada «**tabique**» separa las aurículas izquierda y derecha y los ventrículos izquierdo y derecho. El ventrículo izquierdo es la cavidad más grande y fuerte del corazón. Las paredes del ventrículo izquierdo tienen un grosor de sólo media pulgada (poco más de un centímetro), pero tienen la fuerza suficiente para impeler la sangre a través de la válvula aórtica hacia el resto del cuerpo.

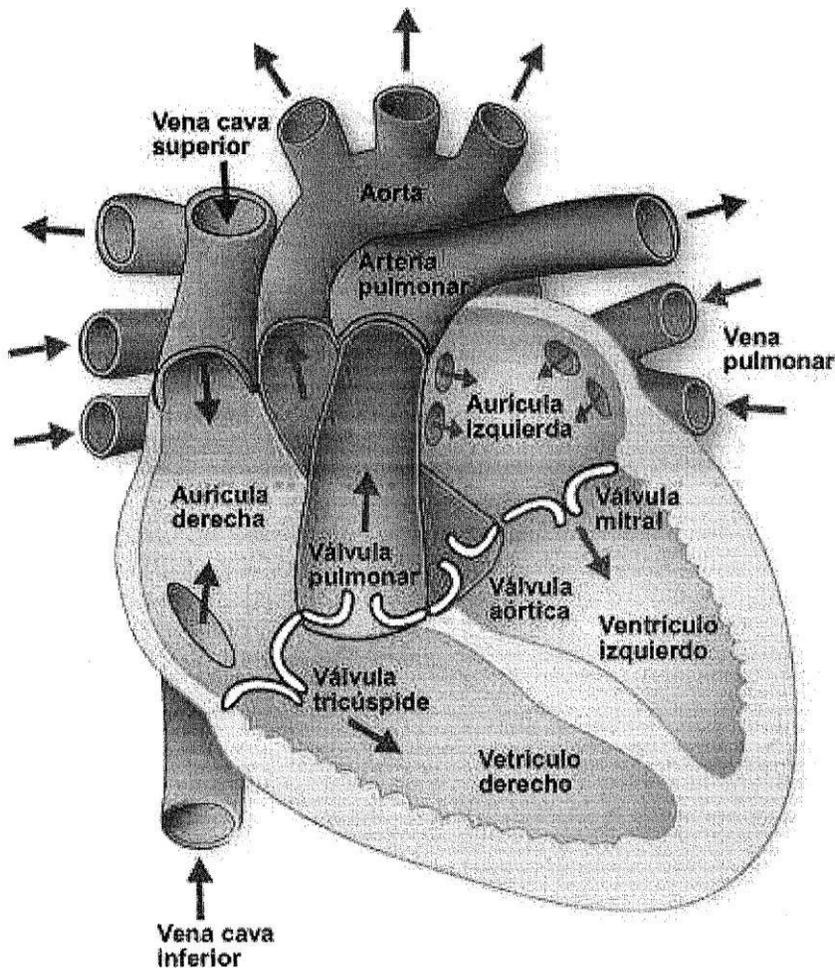
### Las válvulas cardíacas

Las válvulas que controlan el flujo de la sangre por el corazón son cuatro:

- La válvula tricúspide controla el flujo sanguíneo entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho.
- La válvula pulmonar controla el flujo sanguíneo del ventrículo derecho a las arterias pulmonares, las cuales transportan la sangre a los pulmones para oxigenarla.
- La válvula mitral permite que la sangre rica en oxígeno proveniente de los pulmones pase de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo.
- La válvula aórtica permite que la sangre rica en oxígeno pase del ventrículo izquierdo a la aorta, la arteria más grande del cuerpo, la cual transporta la sangre al resto del organismo.

El corazón funciona como una bomba aspirante e impelente. Para lo cual realiza movimientos de relajación (**diástoles**) seguidos de movimientos de contracción (**sístoles**). El **ciclo cardíaco** (latido) dura 0,8 segundos y presenta 3 etapas:

- **Diástole.** Las paredes de las aurículas y de los ventrículos se relajan y aspiran la sangre, la cual llega por las venas. La sangre que llena las arterias no retrocede gracias a que las **válvulas semilunares** (también denominadas **sigmoideas**) que hay en su inicio están cerradas. Esta fase dura 0,35 segundos.
- **Sístole auricular.** Las paredes de las aurículas se contraen, se abren las **válvulas auriculo-ventriculares** (mitral y tricúspide) y la sangre pasa a los ventrículos. Esta fase dura 0,15 segundos.
- **Sístole ventricular.** Las paredes de los ventrículos se contraen y la sangre del ventrículo izquierdo pasa a la arteria aorta, hacia el resto del cuerpo, y la del ventrículo derecho pasa a la arteria pulmonar hacia los pulmones. Esta fase dura 0,3 segundos.



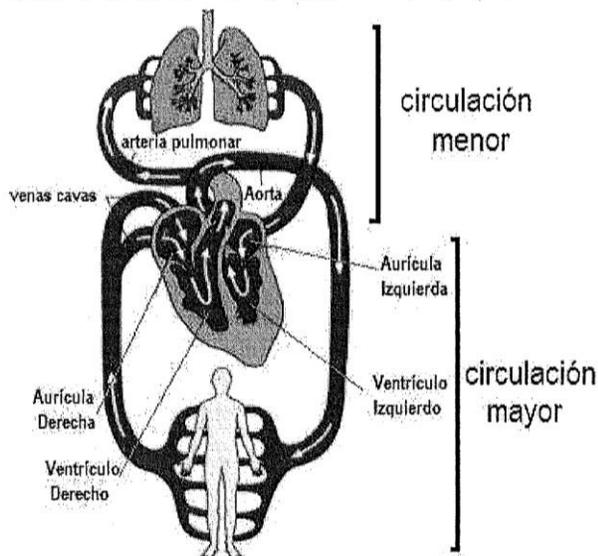
## CIRUCITOS MAYOR Y MENOR DE LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA

**LA CIRCULACIÓN MAYOR**, conocida también como circulación sistémica, recibe su nombre porque es el que mayor distancia recorre dentro del cuerpo. **Su función es alimentar a todos los tejidos del cuerpo**, llevándoles sangre rica en oxígeno y nutrientes indispensables para el metabolismo celular. Este circuito **se inicia en el ventrículo izquierdo del corazón**, de donde sale la sangre directo por la aorta (atravesando la válvula aórtica que le impide devolverse), **y se esparce por las arterias** del cuerpo, que luego pasan a las arteriolas, haciéndose más delgadas, y culminan en la finísima red de capilares que envuelven todos los tejidos. Allí, las células captan el oxígeno y los nutrientes. A cambio, liberan el dióxido de carbono que queda de la respiración celular, así como otros materiales de desecho.

**Entonces la sangre pasa a las vénulas**, también pequeñas, para iniciar su recorrido de vuelta, juntando toda la sangre desoxigenada y contaminada en las venas cada vez más grandes del cuerpo, hasta alcanzar las venas cavas, superior e inferior. **Culmina su recorrido en la aurícula derecha del corazón.**

Por su parte, **LA CIRCULACIÓN MENOR**, también llamada pulmonar, **se encarga de transportar la sangre desoxigenada y repleta de dióxido de carbono hacia los pulmones**, donde se produce un intercambio de gases que expulsa el CO<sub>2</sub> del organismo y lo reemplazará con oxígeno del aire. Entonces puede volver oxigenada para incorporarse al ciclo mayor. Este circuito **inicia en el ventrículo derecho del corazón**, con la sangre que la aurícula derecha drena del cuerpo entero, y tras atravesar la válvula pulmonar, alcanza la arteria pulmonar, que luego se ramifica para conducir la sangre hacia los dos pulmones, uno a cada lado del corazón. Una vez en los pulmones, la sangre alcanza las arteriolas y luego los capilares, **donde la hematosis puede producirse**: el intercambio de dióxido de carbono por oxígeno. La sangre, ahora rica en oxígeno y libre de CO<sub>2</sub>, inicia entonces un camino breve de retroceso hacia el corazón, a través de las venas pulmonares (dos por cada pulmón), que conectan con la aurícula izquierda, completando el ciclo y pasando el testigo a la circulación mayor.

### Circulación Mayor y Menor



#### BIBLIOGRAFÍA:

<https://concepto.de/circulacion-mayor-y-menor/#ixzz6bjB2cZk4>

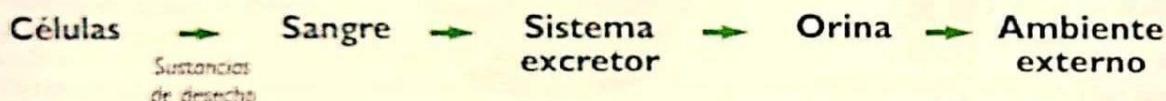
<https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/anatomia-del-corazon/>

[file:///J:/BIOLOGIA%20\(E\)/curtis/libro/index.htm](file:///J:/BIOLOGIA%20(E)/curtis/libro/index.htm)

<http://www.aula2005.com/html/cn3eso/09circulatorio/09circulatories.htm>

## La excreción de sustancias provenientes de las células

Las sustancias de desecho de las células que se encuentran en la sangre son eliminadas al exterior del cuerpo a través de la orina. La función principal del aparato urinario es regular el grado de acidez y el volumen de los líquidos corporales (si sobra líquido, se producirá más orina y si falta, ocurrirá lo contrario) y eliminar las sustancias de desecho que provienen del funcionamiento celular. Al excretar ciertas sustancias y conservar otras, el sistema urinario colabora en las funciones que mantienen constantes las características internas del organismo (como, por ejemplo, el volumen de sangre o grado de acidez). Esta función de regulación del equilibrio de las condiciones internas se denomina *homeostasis*.



### Los órganos excretores

La *excreción* es la eliminación de sustancias que provienen del metabolismo celular y que ya no serán utilizadas por el organismo. Si bien el urinario es el sistema especializado en la excreción, hay otros órganos excretores:

Órganos	Excreción
Pulmones	Dióxido de carbono Vapor de agua
Hígado	Pigmentos biliares que proceden de la desintegración de la hemoglobina
Colon	Iones de hierro y calcio
Glándulas sudoríparas	Sudor, que posee las mismas sustancias que la orina pero en distinta proporción (menos sólidos)

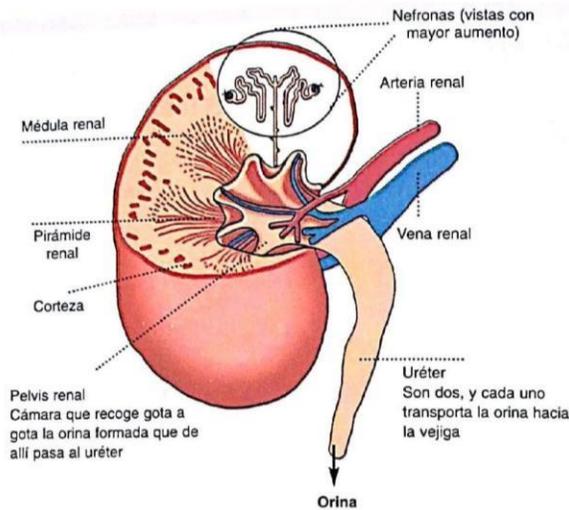
#### Importancia del sudor

Si bien la excreción de sudor puede parecernos escasa al lado de la de orina, una persona puede producir de 3 a 4 litros de sudor en una hora de un día caluroso (compárenlo con la cantidad de orina que produce un ser humano por día).

# El sistema excretor

## La producción de hormonas

El riñón también secreta una hormona, es decir, produce y libera una sustancia que se utiliza en algún órgano. Dicha hormona es la *eritropoyetina*, que estimula la producción de glóbulos rojos.



Los riñones tienen unos 10 cm de longitud y pasa por ellos un poco más de un litro de sangre por minuto.

## La vejiga urinaria

Es un órgano formado por un tejido epitelial recubierto de células musculares lisas, ubicado dentro de la cintura pélvica, que se dilata a medida que recibe la orina procedente de los uréteres. La distensión de las paredes de la vejiga produce un estímulo nervioso que llega al cerebro e informa sobre la sensación de llenado. El cerebro, entonces, envía una orden que provoca la contracción de la vejiga y la dilatación involuntaria del esfínter, una válvula que se encuentra entre la vejiga y la uretra. A la salida de la uretra existe otro esfínter, que se controla voluntariamente para provocar la micción (expulsión de la orina).

En las mujeres, la uretra termina en un orificio que se encuentra protegido por los labios vaginales, mientras que en el varón, la uretra atraviesa el pene y es, además, el conducto de salida del semen.

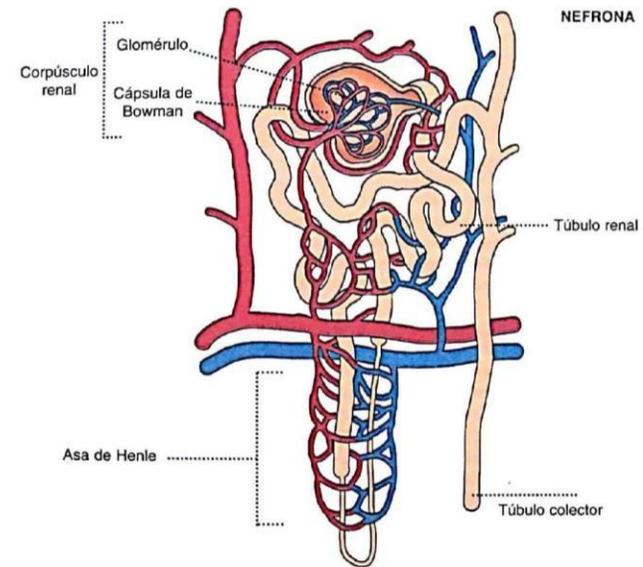
## Control de esfínteres

Alrededor de los dos años de edad, se produce el control del esfínter de la uretra, debido a la progresiva maduración del sistema nervioso. Hasta ese momento, a los niños pequeños se les escapa la orina. La *enuresis* o micción involuntaria puede producirse también en la edad adulta debido a estados de angustia o de desequilibrio emocional. En los ancianos, la incontinencia puede deberse a una degeneración del sistema nervioso.

Son dos órganos con forma de poroto, del tamaño de un puño cerrado, con un borde interno cóncavo y uno externo convexo. En el borde interno se encuentra el *ileo*, lugar de entrada y salida de los vasos sanguíneos. Dentro del riñón hay cerca de un millón de *nefronas*...

## La nefrona y la formación de la orina

Cada nefrona o nefrón es una unidad independiente de filtración del riñón. Estas estructuras regulan la concentración de sustancias dentro del cuerpo, como potasio, calcio y nitrógeno y eliminan otras sustancias que pueden ser tóxicas, incluyendo algunas que no se forman en el organismo, como drogas y aditivos de los alimentos. Por medio de hormonas (señales químicas), el organismo informa al riñón sobre las necesidades de agua y sales, modificando la permeabilidad a estas sustancias, de manera que son eliminadas o reabsorbidas de acuerdo con las señales que recibe el sistema urinario.



UNA NEFRONA  
Cada riñón posee cerca de un millón de estas estructuras.

Cada nefrona posee un *corpúsculo renal*, formado por dos estructuras: el glomérulo y la cápsula de Bowman. El *glomérulo* es un conjunto de capilares sanguíneos provenientes de la arteria renal; está contenido dentro de la *cápsula de Bowman*, formada por una delgada capa de tejido epitelial que permite el pasaje de sustancias.

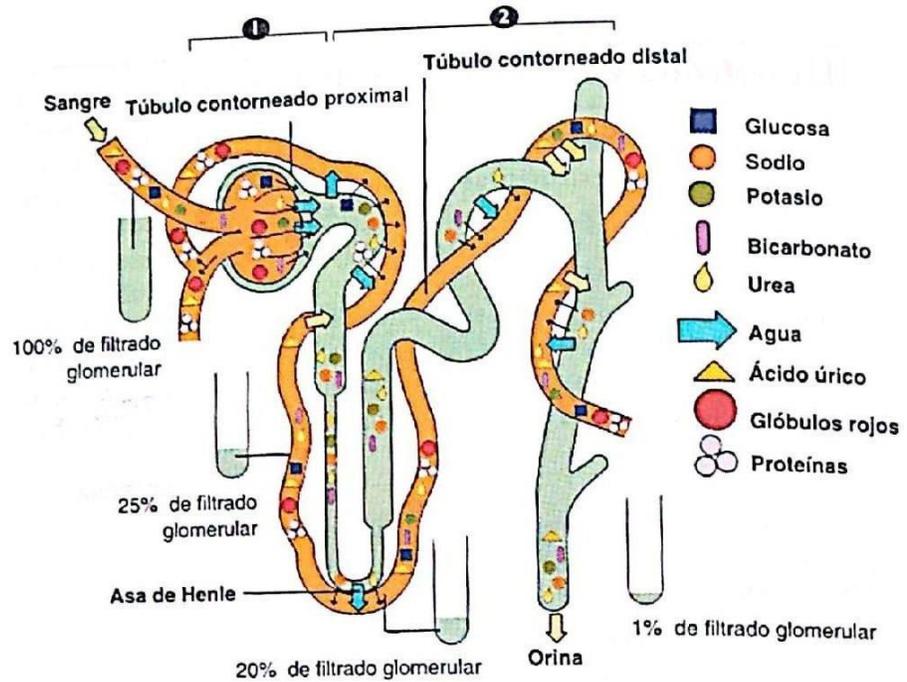
La sangre que llega al corpúsculo renal por medio de la arteriola aferente es filtrada a través de la cápsula de Bowman y de allí pasa a los *túbulos renales*. La mayor parte del agua y las sales que pasaron a estos túbulos vuelven a la sangre, es decir, es reabsorbida por la sangre que los baña, y el resto se excreta en la orina. La formación de la orina implica tres procesos: filtración, reabsorción y secreción.

## Regulación del pH

El pH (potencial hidrogenión) es una medida de la concentración de iones H (o protones = H<sup>+</sup>) presentes en una solución. La escala de valores de pH se define entre 0 y 14. Si el pH es menor que 7, entonces la concentración de protones es alta y la solución es *ácida*. En cambio, si el pH es mayor que 7, la concentración de protones es baja y la solución es *básica*. Cuando el pH es igual a 7, la solución es *neutra* (ni ácida ni básica).

Muchas de las proteínas presentes en la sangre participan en la regulación de su acidez, lo que puede medirse en términos del pH. Esta función de regulación también es llevada a cabo por los pulmones, al eliminar el dióxido de carbono proveniente de la respiración celular. El CO<sub>2</sub> se combina fácilmente con el agua, formando ácido carbónico, lo que aumenta la acidez del medio en el que se encuentra.

Los riñones también cumplen un papel muy importante en la regulación del pH de los líquidos corporales, al eliminar componentes ácidos o básicos de la sangre, según lo que se halle en exceso en el organismo.



### PROCESO DE FORMACIÓN DE LA ORINA

1. La filtración se lleva a cabo en el corpúsculo renal, entre la sangre de los capilares y la cápsula de Bowman. El agua, las sales, los azúcares de pequeño tamaño (como la glucosa), la urea y otras moléculas pequeñas pasan desde la sangre a la cápsula. Las células sanguíneas y las proteínas plasmáticas no pueden pasar, por su gran tamaño, y quedan en la sangre que sale del corpúsculo a través de una arteriola denominada eferente. La filtración glomerular es de unos 125 ml por minuto, es decir, unos 180 litros por día.

2. En la reabsorción, desde la cápsula de Bowman, el filtrado pasa a los túbulos de la nefrona y se dirige al tubo colector. En este recorrido, los túbulos se hallan en íntimo contacto con capilares sanguíneos, de manera que, al ser reabsorbidas algunas de las sustancias que se filtraron, vuelven a la sangre de los capilares. Por cada litro de orina que se elimina, se filtraron 125 litros y se reabsorbieron unos 124 litros.

Otra función de la nefrona es la secreción: algunas moléculas que permanecieron en el líquido sanguíneo, porque no pudieron ser filtradas, pasan a través de las paredes de los túbulos de la nefrona y son secretadas al líquido filtrado. La penicilina, por ejemplo, es secretada de la sangre y eliminada por el organismo, de esta forma.

Al salir de la nefrona, pasa a la pelvis renal y, de allí, a los uréteres, que la conducen a la vejiga.

El tipo de filtración que se lleva a cabo en la nefrona se denomina *diálisis*, porque en ella se filtran sustancias sólidas que atraviesan una membrana permeable.

La sustancia recuperada en mayor proporción, por la reabsorción de los túbulos, es el cloruro de sodio; cada día, nuestros riñones reabsorben cerca de un kilogramo de esta sal. También se reabsorben la glucosa y los aminoácidos, y el agua según la necesidad del organismo. Si se toma gran cantidad de agua o de otra bebida, por ejemplo cerveza, se elimina mayor cantidad de orina y más diluida.

Si bien la glucosa está presente en la sangre, muy poca cantidad suele aparecer en la orina. Esto se debe a que la glucosa se filtra en el glomérulo, pero luego es reabsorbida por los túbulos de la nefrona.

Sin embargo, cuando el nivel de glucosa en la sangre es muy elevado, una parte no se reabsorbe y comienza a aparecer en la orina. La cantidad de una sustancia en la sangre, por ejemplo, de glucosa, en el momento en que comienza a aparecer en la orina, se denomina *umbral renal*. Para el caso de la glucosa este valor es de 150 mg por 100 ml de sangre.

La producción normal de orina en una persona adulta es de 1,5 litros por día, aproximadamente, de los cuales, el 96% es agua y el 4% restante es un conjunto de sólidos. La mitad de estos sólidos están representados por la urea (un compuesto rico en nitrógeno), que se produce en el hígado y es el principal producto de la degradación de las proteínas.

## Actividad

### La función renal

- 1) Elaboren una explicación sobre la función del sistema urinario que incluya las siguientes palabras: sangre, homeostasis y orina.
- 2) ¿Qué característica tienen las moléculas que se retienen en la sangre al pasar por la cápsula de Bowman?
- 3) Si la filtración glomerular es de 180 litros diarios, ¿por qué sólo se elimina aproximadamente 1,5 litros de orina por día?

## Enfermedades renales

### Cálculos

La acumulación de cristales, sobre todo de calcio, en el riñón o en la pelvis renal, puede llevar a la formación de *cálculos* o "piedras". Esto se debe, muchas veces, a un aumento de la cantidad de calcio en la sangre, por mal funcionamiento de las glándulas paratiroides o a una elevación del nivel de ácido úrico en la sangre.

Algunas veces los cálculos pueden descender por los uréteres y la vejiga y producir un gran dolor.

Los cálculos pueden ser tratados con cirugía y, en algunos casos, con litotricia, una técnica que produce la ruptura de los cálculos con ondas de choque.

### Infección bacteriana de las vías urinarias

*Escherichia coli* es una bacteria muy común en las vías digestivas; convive normalmente con nosotros, alojándose en los intestinos. Pero, cuando esta bacteria pasa a las vías urinarias, puede ocasionar

infecciones. El contagio de las vías urinarias es muy común en las mujeres, debido a ciertas prácticas de higiene, en las cuales el lavado de la zona de los labios vaginales, de atrás hacia adelante, hace que la bacteria pase del ano a la uretra. Un cultivo de una muestra de orina (urocultivo) sirve para diagnosticar la presencia de la bacteria, la cual se combate fácilmente con un antibiótico específico.

Por otro lado, esta infección mal tratada (o la producida por otras bacterias) puede ser la causante de un proceso infeccioso denominado *pielonefritis*. La invasión de los riñones por bacterias puede causar una destrucción progresiva de los túbulos renales y de los glomérulos.

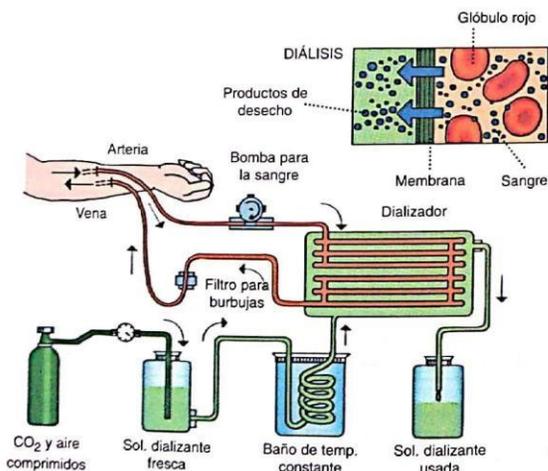
### Nefritis glomerular

Después de una infección causada por bacterias del tipo *Streptococos*, como una faringitis o una amigdalitis, puede aparecer una inflamación del glomérulo de la nefrona denominada *nefritis glomerular*. El organismo reacciona frente a las bacterias produciendo anticuerpos, que forman un complejo con ellas. Estos complejos quedan aprisionados en la membrana del glomérulo, que puede inflamarse. En los casos más graves de esta enfermedad, se puede producir un bloqueo de la función de la nefrona. Al cabo de unos días, la inflamación suele desaparecer, pero muchos glomérulos pueden haber sido destruidos.

## Tecnología y salud

### Diálisis con riñón artificial

Desde hace unos 40 años, se emplean riñones artificiales para tratar pacientes que sufren de insuficiencia renal. Mediante estos equipos, se hace circular la sangre por unos conductos muy delgados provistos de membranas especiales que poseen un líquido dializante, hacia el cual pasan las sustancias que hay que desechar de la sangre.



La sangre del paciente es bombeada hacia membranas que dejan pasar los constituyentes de la sangre, excepto las proteínas. Los componentes sanguíneos pasan hacia el líquido que baña las membranas y, de éste, nuevamente hacia el plasma.

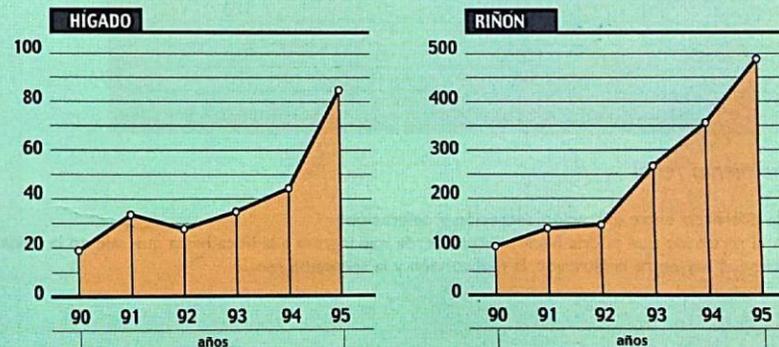
## Situación actual de los trasplantes de riñón

Desde el año 1995, las personas que van a tramitar su registro de conductor, pasaporte o documento de identidad son consultadas sobre la donación de sus órganos en caso de muerte accidental. Cerca de la mitad de las personas han respondido afirmativamente y lo más interesante es que el mayor porcentaje de donantes se dio entre los jóvenes de 18 a 25 años.

Respecto de los trasplantes de riñón, el número de órganos donados entre los años 1990 y 1995 fue mayor que el de otros órganos. Como contracara, el número de personas que aguardan para un trasplante renal es también el mayor.

Riñón	5.433	
Córneas	679	
Hígado	176	
Corazón	71	Total actual
Pulmón	26	6.416
Corazón y pulmón	31	

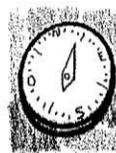
El tiempo promedio de espera es de 5 años



El trasplante de riñón es una alternativa para las personas que sufren una disfunción renal.  
Fuente: INCUCAI.

# Reproducción en el ser humano:

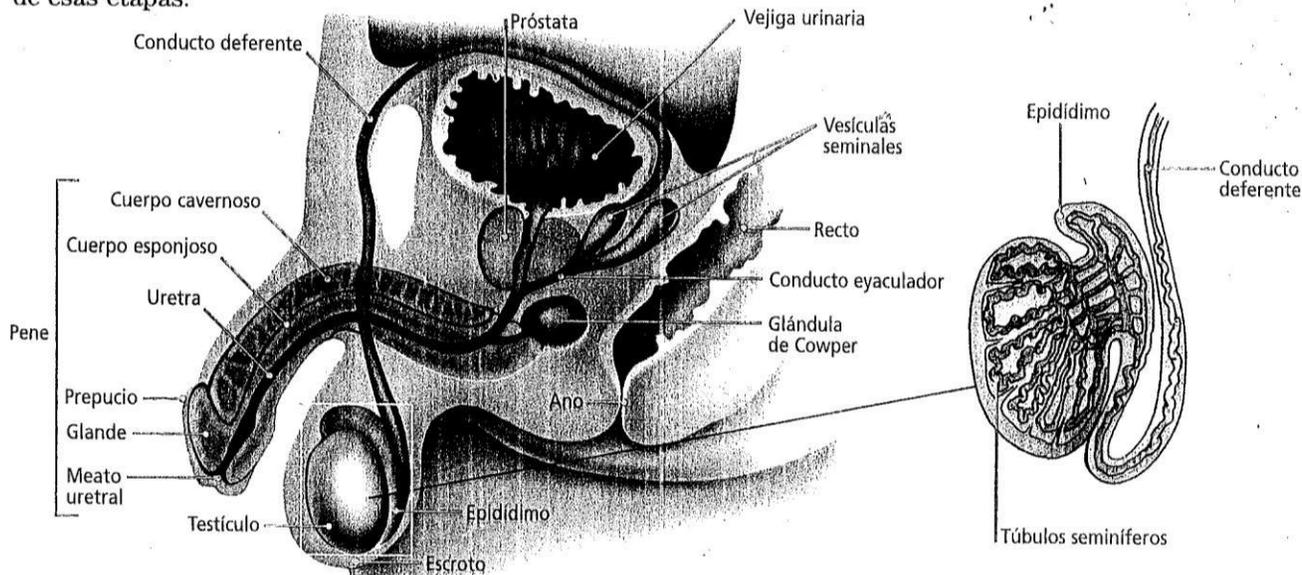
## a) el sistema reproductor masculino



Los seres humanos no escapamos a los mandatos de la Naturaleza. Y los varones, desde el punto de vista reproductivo, tienen la función principal de formar gametos masculinos, o espermatozoides. La **formación**, la **maduración** y la **eliminación** de estos recorren diferentes zonas y órganos.

El siguiente esquema muestra los órganos en los que se llevan a cabo cada una de esas etapas.

En el capítulo 11 se analizan las funciones de las gónadas como glándulas de secreción interna, o endocrinas.



### Órganos genitales externos

**Testículos.** Actúan como glándulas de secreción mixta: *segregan esperma* (conjunto de espermatozoides), que es vertido en los conductos que se comunican con el exterior, y *la hormona testosterona*, que pasa a la sangre, responsable de los caracteres sexuales secundarios.

**Túbulos seminíferos.** Estructuras especializadas en la *producción de espermatozoides*. Se hallan en el interior de cada uno de los 250 lóbulos del testículo. Los túbulos confluyen en el epidídimo.

**Escroto.** Bolsa en la que se alojan los testículos, a los que protege y mantiene a una temperatura de unos 2 °C menos que la temperatura corporal.

**Pene u órgano copulador.** Estructura compuesta por tejido muscular y esponjoso, que se llena de sangre en el momento de la excitación sexual, lo que provoca su erección. Está constituido por tres masas cilíndricas de tejido esponjoso contráctil: dos superiores, o cuerpos cavernosos, y uno inferior, o cuerpo esponjoso, recorrido internamente por la uretra.

**Uretra.** Conducto por el cual son transportados la orina y el semen hacia el exterior.

**Glándula.** Dilatación del pene.

**Meato uretral.** Orificio por el cual se eliminan la orina y el semen.

**Prepucio.** Pliegue de la piel que recubre y protege el glande.

### Órganos genitales internos

#### a) Conductos

**Conductos eferentes.** Por aquí, los espermatozoides abandonan los túbulos seminíferos.

**Epidídimo.** Conducto enrollado de unos 7 m de longitud en el que los espermatozoides se almacenan y maduran hasta cuatro semanas, tiempo después del cual se reabsorben.

**Conductos deferentes.** Conductos por los que los espermatozoides llegan hasta la uretra. Cada uno de ellos se hunde por detrás de la vejiga urinaria, penetra en la próstata y se une a un conducto de la vesícula seminal, para dar origen al conducto eyaculador. Este es corto, pasa a través de la próstata y se vacía en la uretra.

#### b) Glándulas accesorias

**Vesículas seminales.** Glándulas que producen un 60% de semen (secreción alcalina, de color blanco, compuesta por fructosa y otros nutrientes), y que lo almacenan antes de ser eliminado al exterior por el conducto deferente.

**Próstata.** Glándula que segrega una sustancia lechosa y alcalina que facilita la movilidad espermática.

**Glándulas bulbouretrales o de Cowper.** Glándulas accesorias que segregan un fluido que contribuye a lubricar el pene durante la excitación sexual.

## FUE NOTICIA

### Espermatozoides en baja

Sucedió en España, en 2008...

Las últimas investigaciones sobre infertilidad masculina señalan a la contaminación ambiental como una de las principales causas. Aunque los especialistas no descartan la nefasta influencia del tabaco, el estrés y el alcohol, estos parecen no influir tanto en la fertilidad de los varones, como sí lo hacen los contaminantes ambientales durante el período de gestación y desarrollo del embrión masculino.

Un estudio realizado en España muestra que la fertilidad es reducida en los varones cuyas madres estuvieron expuestas a la contaminación ambiental durante la gestación. Estos varones "subfértiles", que poseen espermatozoides de baja calidad, por falta de movilidad o que se encuentran en menor cantidad de lo normal, tienen dificultades para concebir.

En este estudio, que contó con las muestras de 1.239 varones de toda España, de entre 18 y

30 años, se observó que la mayor proporción de varones subfértiles pertenecía a regiones muy industrializadas como lo son Cataluña, la Comunidad Valenciana y el País Vasco. Los científicos no dudan que los contaminantes químicos industriales alteran los mecanismos de regulación hormonal que intervienen en la formación de los espermatozoides.

Fuente: ABC.es, 03.10.08 [Consultado en junio de 2009].

# Reproducción en el ser humano:

## b) el sistema reproductor femenino

Desde el punto de vista reproductor, el rol fundamental de la mujer es dar vida y ser la principal fuente de oxígeno y alimento del nuevo ser, además de producir los gametos femeninos, u óvulos.

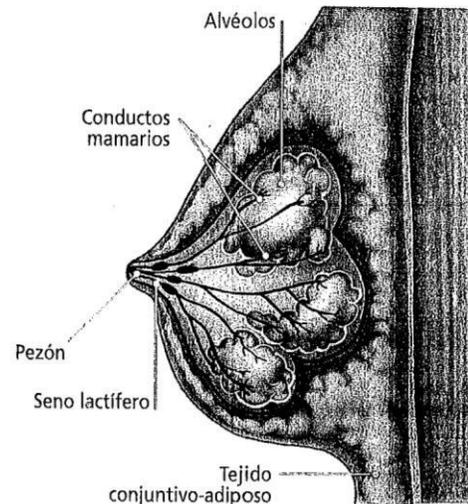
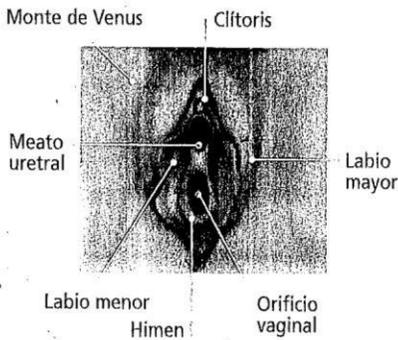
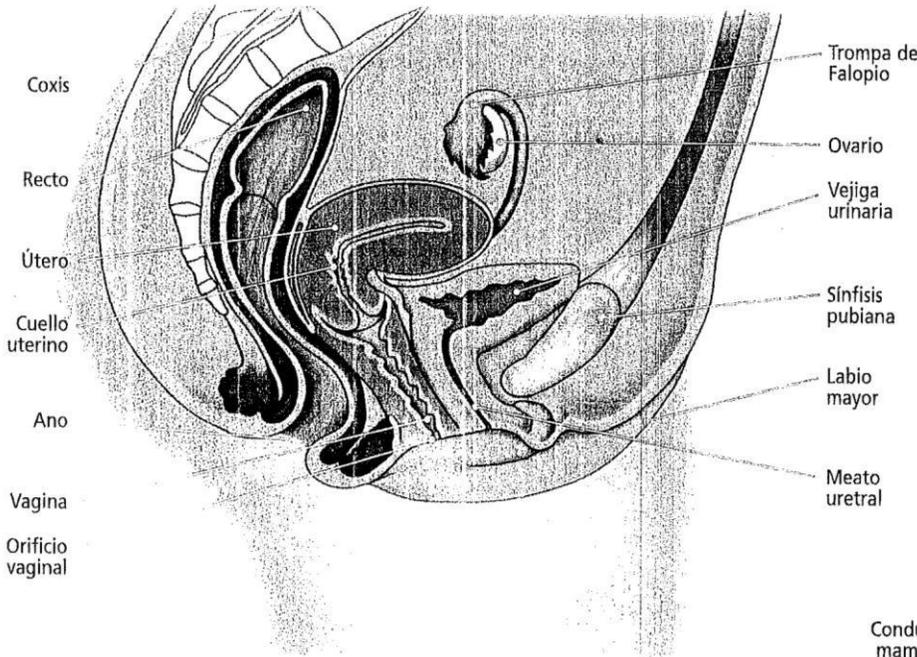
A continuación, se muestran las características de los órganos y los tejidos del sistema reproductor femenino.



**Coito** (del latín *coitus*, unión, contacto). Cópula o acto sexual.

**Estrógeno** (del griego *oistros*, tábano, aguijón). Hormona sexual femenina que segrega el folículo ovárico durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual; lo producen también el cuerpo lúteo y la placenta.

**Progesterona**. Hormona sexual femenina producida por el cuerpo lúteo, que prepara el útero para la anidación del embrión; también es producida por la placenta durante el embarazo.



### Órganos genitales internos

#### a) Órganos principales y conductos

**Ovarios.** Glándulas mixtas, del tamaño de una almendra, en las que se forman los óvulos. Segregan, además, las hormonas **progesterona** y **estrógeno**, que intervienen en la formación de los caracteres sexuales secundarios.

**Trompas de Falopio.** Conductos que se extienden entre los ovarios y el útero. En ellas tiene lugar el encuentro del espermatozoide y el óvulo. Cada trompa presenta un ensanchamiento que la conecta con el ovario, denominado **pabellón**, con una serie de prolongaciones, o **fimbrias**, de importante función en el momento de captación del óvulo.

**Útero.** Órgano muscular hueco recubierto por una doble capa mucosa (**endometrio**), donde se aloja y nutre el embrión durante la gestación.

**Vagina.** Órgano músculo-membranoso que conecta al útero con la vulva. Permite el paso del flujo menstrual y constituye el canal de parto. Recibe al pene durante el coito.

#### b) Glándulas accesorias

**Glándulas vestibulares o de Bartholin.** Se hallan a ambos lados del orificio vaginal y sus secreciones actúan como **lubricante** de los órganos genitales externos.

**Glándulas mamarias.** Su función es la **secreción de la leche para alimentar al recién nacido**. Están formadas por los tejidos conjuntivo-adiposo y glandular, este último organizado en muchísimas bolsitas o **alvéolos** donde se produce la leche. La secreción láctea es estimulada después del parto por la hormona hipofisaria **prolactina**, mientras que la eyección de leche es estimulada por otra hormona hipofisaria, la **ocitocina**.

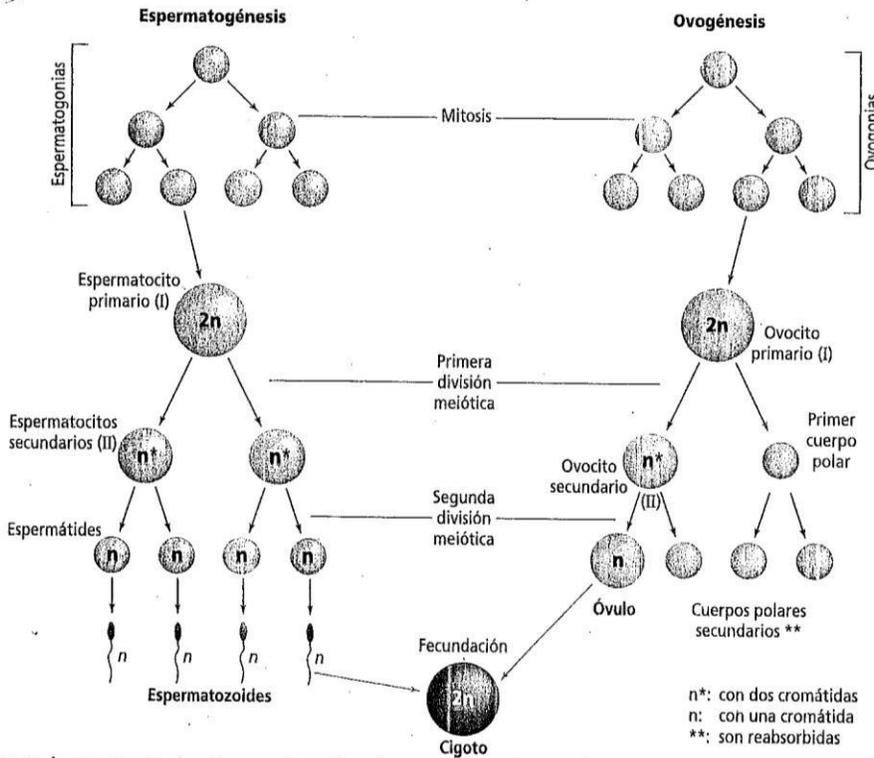
#### Órganos genitales externos

**Vulva.** Conjunto de órganos genitales externos, constituido por los **labios mayores** y los **labios menores**, pliegues cutáneos que **envuelven el meato urinario**, el **clítoris** (pequeño órgano eréctil homólogo del pene) y **la vagina** propiamente dicha.

# Gametogénesis y fecundación

El proceso clave de la reproducción es la meiosis, pues origina los gametos (**gametogénesis**). Cuando forma espermatozoides, se denomina **espermatogénesis**, y cuando da lugar a óvulos, **ovogénesis**. Cada uno de estos procesos tiene lugar en las gónadas masculinas y femeninas, pero existen diferencias interesantes entre ellos.

- Las células germinales de los testículos –las **espermatogonias**– inician el proceso de espermatogénesis en la pubertad, cuando el número de espermatozoides liberados en cada eyaculación ronda en los 150 millones.
- La ovogénesis comienza en la etapa embrionaria, alrededor del tercer mes de gestación. Aquí, la primera división meiótica de las **ovogonias** –células germinales– produce los **ovocitos**, que *permanecerán en reposo durante doce o trece años en el estadio de profase I, hasta que comience el ciclo ovulatorio.*



Durante la espermatogénesis, que dura de ocho a nueve semanas, cada espermatogonia origina cuatro espermatozoides.

Durante la ovogénesis, que comienza antes del nacimiento y concluye poco antes de la fecundación, cada ovogonia origina un óvulo.

El destino de los gametos formados por meiosis es la **fecundación**. En el ser humano, esta consta de cuatro etapas principales:

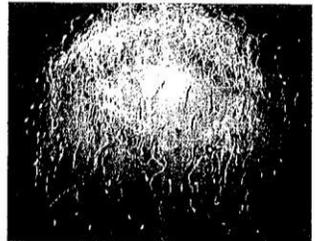
- 1. Contacto y reconocimiento de los gametos.** Un espermatozoide se pone en contacto con la zona pelúcida del óvulo, que solo reconoce a los gametos masculinos de su especie.
- 2. Ingreso del espermatozoide en el ovocito II.** Se rompe la cabeza del espermatozoide y se fusionan las membranas de ambos gametos.
- 3. Fusión del material genético de los gametos.** Cuando el espermatozoide ingresa en el ovocito, se produce la fecundación propiamente dicha, o **fertilización**. En esta fase, *el ovocito II completa la segunda división meiótica*. Se funden los pronúcleos femenino y masculino, y la célula huevo o cigoto resultante comienza a multiplicarse por mitosis, mientras va descendiendo por la trompa para implantarse en el útero.
- 4. Activación del metabolismo para iniciar el desarrollo.** Una vez completada la fecundación, en el citoplasma del cigoto se suceden cambios metabólicos que resultan decisivos para el desarrollo embrionario.



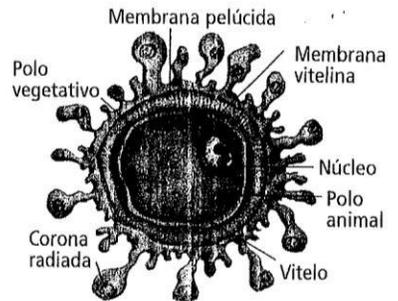
Espermatozoides vistos con el microscopio óptico.



El espermatozoide posee tres zonas bien diferenciadas: la **cabeza** –en la que se encuentra el núcleo con el ADN y el acrosoma, vesícula con enzimas que le permitirá ingresar en el óvulo–; la **zona intermedia** –cargada de mitocondrias, orgánulos que le aportarán la energía necesaria para su intenso movimiento– y la **cola**, formada por un filamento responsable de su movilidad.



En esta imagen –obtenida con el microscopio óptico– se observa la diferencia de tamaño entre el óvulo y los espermatozoides.



El óvulo, a diferencia del espermatozoide, carece de movilidad propia. Su núcleo es bastante pequeño y generalmente se ubica en un extremo, lo cual da lugar a la diferenciación en dos zonas: el **polo animal**, que es el que contiene el núcleo, y el **polo vegetativo**. El citoplasma contiene sustancias nutritivas (**vitelo**). La membrana celular, o **vitelina**, se halla rodeada por otras dos envolturas: la **membrana pelúcida** y la **corona radiada**.

# Ovulación y ciclo menstrual

En todas las mujeres, por lo general entre los doce y trece años, aparece la primera menstruación o **menarca**. A partir de ese momento, aproximadamente, cada veintiocho días se repite el **ciclo menstrual**, que se prolongará, más o menos, hasta los cincuenta años.

Este ciclo se lleva a cabo gracias a la interacción del útero, el ovario y la glándula hipófisis, que segrega las hormonas **foliculoestimulante (FSH)** y **luteinizante (LH)**.

Se calcula que, en el momento de nacer, cada mujer trae consigo unos 400.000 **foliculos (ovocitos) primarios**, de los cuales solo unos 450 se convertirán en óvulos.

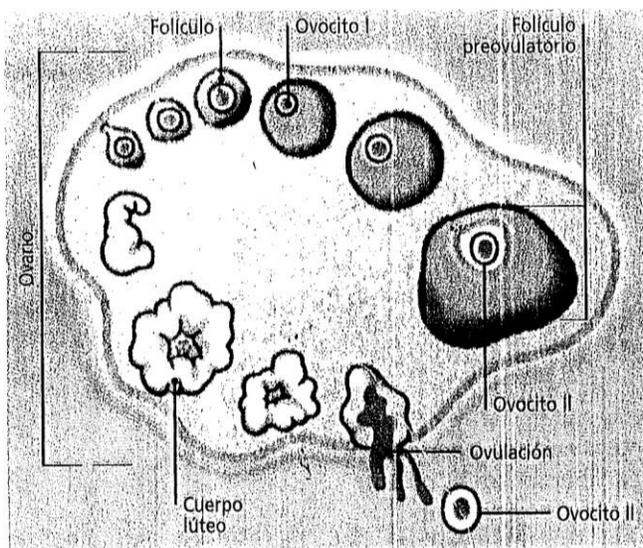
Por la acción de la FSH, comienzan a desarrollarse entre cinco y doce de esos foliculos, de los cuales, alrededor del sexto día, *solo uno completa su maduración* mientras que los demás degeneran. Al mismo tiempo, los foliculos empiezan a segregar **estrógenos**, los cuales *estimulan el aumento de espesor del endometrio*.

El foliculo en maduración adquiere mayor tamaño y se transforma en un **foliculo secundario**, conocido también como **foliculo de De Graaf**. Hacia el día 14, este alcanza su máximo desarrollo (15 mm), momento en el cual se encuentra en condiciones de liberar el ovocito II. Este crecimiento diferencial de uno de los foliculos está precedido por una secreción súbita y abundante de FSH y, sobre todo, de LH. El foliculo de De Graaf se hincha y, alrededor del día 14, libera el óvulo (**ovulación**).

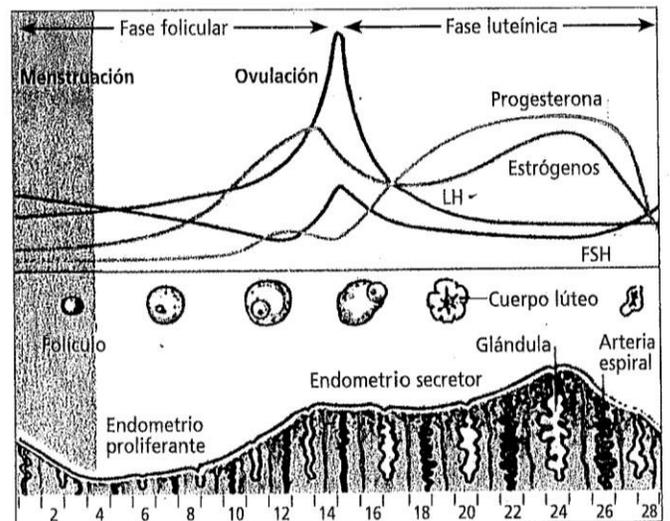
Cuando esto sucede, las envolturas del foliculo roto se transforman en el **cuerpo lúteo o amarillo** por acción de la LH, y comienzan a secretar gran cantidad de **progesterona**, hormona ovárica que *prepara al útero para la implantación del óvulo fertilizado y a las glándulas mamarias para la lactancia*. Como la progesterona estimula el depósito de grasas y glucógeno en las células endometriales y el incremento de su irrigación sanguínea, *el endometrio aumenta su espesor al doble*.

La secreción de progesterona se extiende entre los días 15 y 27. Si el óvulo no fue fecundado, *el cuerpo lúteo degenera y disminuye el nivel de progesterona*: los vasos sanguíneos endometriales interrumpen el flujo sanguíneo y *gran parte del tejido muere*. Este tejido, junto con pequeñas cantidades de sangre y exudados serosos, se desprende por la cavidad uterina y constituye el **menstruo**, que entre los días 1 y 5 del ciclo se expulsa en forma gradual y mediante contracciones uterinas a través del canal vaginal (**menstruación**).

Algunos investigadores aseguran que la menstruación protege al útero y a las trompas de ciertas infecciones que puede transmitir el semen. El hecho de que la sangre menstrual carezca de coagulantes y posea una alta proporción de macrófagos avalaría esta teoría.



Representación general del proceso de foliculogénesis.



Versión integrada del ciclo menstrual. El **período fértil** (días 11 a 17) se calcula sobre la base de tres hechos: 1) los espermatozoides pueden vivir en la trompa hasta tres días, 2) la ovulación puede ocurrir entre los días 13 y 15, y 3) el óvulo sobrevive cerca de treinta y seis horas después de la ovulación.

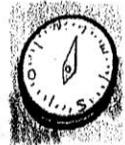
## Química



Hormonas.



**Foliculo.** Saco, depresión o cavidad en forma de bolsa. En el caso específico del foliculo ovárico, este está constituido por el óvulo y las células que lo rodean, en cualquiera de las etapas de su desarrollo.



En el capítulo 11 se describe la naturaleza y la función de las hormonas.