

Prohibida su venta.  
Propiedad del Ministerio  
de Educación



Ministerio de Educación  
REPÚBLICA DOMINICANA



EDUCACIÓN MEDIA

# Biología 2

2

2do. Grado/Primer Ciclo  
NIVEL MEDIO



Santillana

*El Libro Biología 2 del segundo curso del Primer Ciclo de Educación Media, es una obra colectiva creada, concebida y diseñada por el equipo de investigaciones pedagógicas de Editorial Santillana, S. A., en República Dominicana, bajo la dirección editorial de OBDULIA GARCÍA DE ESCOBAR (dominicano).*

*Su creación y desarrollo ha estado a cargo del siguiente equipo:*

*Texto: Dr. Luis Rafael Rojas Lora (dominicano)*

*Ilustración: Edward Reyes Colón y José Amado Polanco*

*Fotografía: Miguel Landestoy, Eric Castro Ricart y Archivo Santillana*

*Equipo Técnico:*

- *Corrección de estilo: Andrés Blanco Díaz*
- *Diseño gráfico: Josie Antigua y Alexis López*
- *Separación de color: José Morales Peralta*

*• Dirección de Arte: Moisés Kelly Santana*

*• Ayudante de la Dirección de Arte: Lilian Salcedo Fernández*

*Editora: Claudia Libre*

*Las actividades de este libro han sido planteadas como modelos de ejercicios para hacer en el cuaderno. Se recomienda, por tanto, no realizarlas en el libro.*

Reimpresión 2014

Primera edición 2005

©2005 by Santillana, S. A.

Editado por Santillana, S. A.

Calle Juan Sánchez Ramírez No. 9, Gascue.

Apartado Postal: 11-253 • Santo Domingo, República Dominicana.

Tels. (809) 682-1382 / 689-7749. Fax: (809) 689-1022

web site: [www.santillana.com.do](http://www.santillana.com.do)

Registro Industrial: 58-347

ISBN: 9945-11-034-9

Impreso por QuadGraphics

Impreso en Perú

Printed in Perú

*Depositado de conformidad con la ley.  
Quedan rigurosamente prohibidas, sin autorización escrita de los titulares del "Copyright",  
bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra  
por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático,  
y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.*



## Autoridades

**Danilo Medina**

Presidente de la República Dominicana

**Margarita Cedeño de Fernández**

Vicepresidenta de la República Dominicana

**Carlos Amarante Baret**

Ministro de Educación

# Índice

## UNIDAD

## CONTENIDO

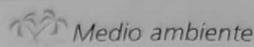
## EJE TRANSVERSAL

### 1. Funciones vitales: la nutrición

Página 6

1. La función de nutrición.
2. Herramientas del metabolismo.
3. La respiración.
4. La respiración anaeróbica.
5. La nutrición autótrofa.
6. La fotosíntesis.
7. Nutrición heterótrofa: alimentación.
8. La respiración en los animales.
9. La circulación en los animales.
10. La circulación en las plantas.
11. La excreción en los animales.
12. La respiración y la excreción en las plantas.

Taller: *Etapas de la fotosíntesis.*



Medio ambiente



### 2. Relación y reproducción de las plantas

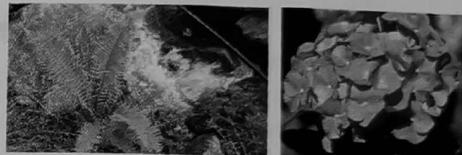
Página 36

1. La función de relación en las plantas.
2. Formas de reproducción de las plantas.
3. La reproducción de los briófitos y de los helechos.
4. Las plantas con semillas.

Taller: *¿Se puede clonar una planta?*



Ciencia y tecnología



### 3. Relación y reproducción en animales

Página 60

1. Funciones del sistema nervioso.
2. Las neuronas y el impulso nervioso.
3. El sistema nervioso de los animales.
4. El sistema nervioso periférico.
5. El sistema nervioso autónomo y el sistema endocrino.
6. La reproducción de los animales.
7. La reproducción sexual.

Taller: *Los efectos de las drogas*



Convivencia



### 4. La alimentación en los seres humanos

Página 84

1. Los nutrientes más importantes.
2. Los alimentos.
3. Enfermedades por una dieta indebida.
4. El sistema digestivo.
5. El proceso de digestión en el ser humano.
6. La contaminación alimentaria y sus efectos.

Taller: *Imágenes del tubo digestivo*



Salud



**UNIDAD****CONTENIDO****EJE TRANSVERSAL****5. La circulación**

Página 110

1. La sangre y sus componentes.
2. El sistema cardiovascular.
3. El corazón: una bomba que no descansa.
4. La circulación.
5. El sistema linfático.
6. El sistema inmune.
7. Enfermedades del sistema circulatorio.

**Taller:** *La anemia*

Talento

**6. La respiración**

Página 130

1. El sistema respiratorio.
2. Los movimientos respiratorios.
3. Intercambio y utilización de los gases de la respiración.
4. Enfermedades del sistema respiratorio.

**Taller:** *La capacidad pulmonar*

Salud

**7. La excreción**

Página 144

1. El sistema excretor.
2. El riñón: el filtro de la sangre.
3. Enfermedades del sistema renal.

**Taller:** *La presión sanguínea y la filtración glomerular*

Medio ambiente

**8. La reproducción humana**

Página 156

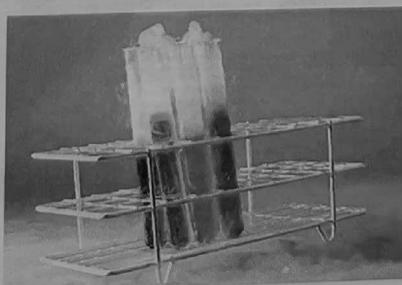
1. Hombres y mujeres somos diferentes.
2. Sistema reproductor humano.
3. Formación de células sexuales: gametogénesis.
4. Formación de un nuevo ser.
5. Etapas del desarrollo embrionario.
6. El parto.
7. Las enfermedades de transmisión sexual (ETS).
8. Métodos anticonceptivos.

**Taller:** *¿Cómo hacer un bebé?*

Convivencia

**PROYECTO: TALLER DE CIENCIAS**

Página 182



ILUSTRACIÓN

Imagen que ilustra de manera general el tema de la unidad y a la vez sirve de motivación y conexión con experiencias previas.

## COMPETENCIAS

Donde se identifican las destrezas que adquirirá el alumno o la alumna durante y después del estudio de la unidad.

## MAPA DEL TEMA

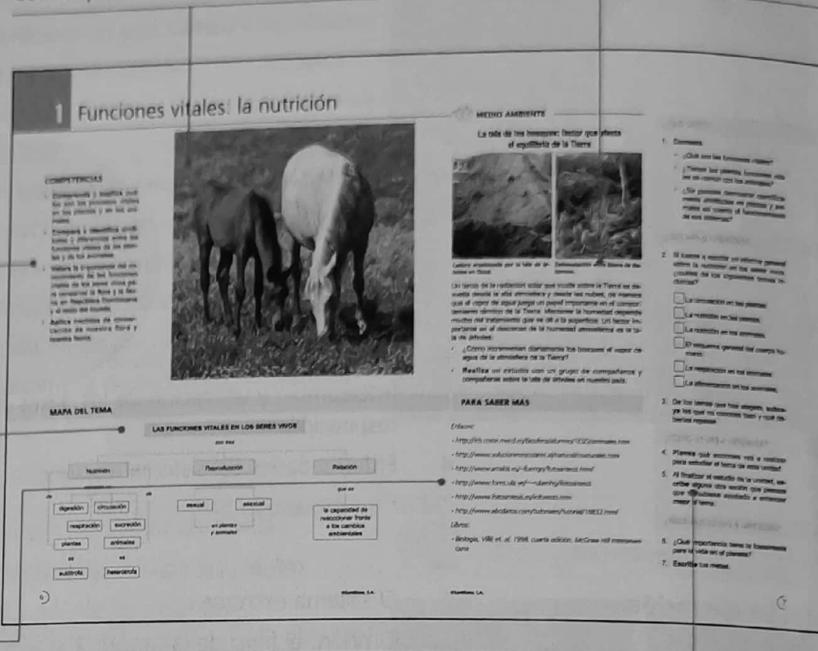
En esta sección se destacan los conceptos principales que se tratarán en la unidad sintetizados en un esquema conceptual que va de lo general a lo particular.

- ### Recursos para ampliar y/o profundizar

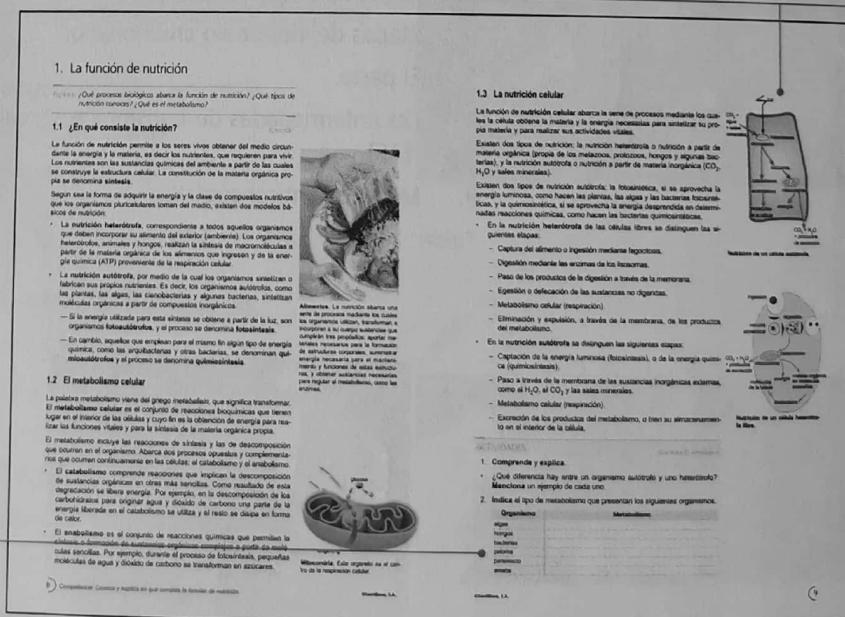
## DESARROLLO DE CONTENIDOS

Los contenidos de cada tema dentro de la unidad se desarrollan en forma concisa en cada doble página.

Actividades para aplicar los conocimientos adquiridos a través del estudio de la doble página



**Rubricas** dirigidas hacia la recuperación de experiencias previas; la planificación del trabajo con los contenidos; la reflexión sobre las estrategias de aprendizaje y el reconocimiento de la utilidad de lo aprendido.



**Diseño de la actividad**

1. Escribir la palabra que completa la lista.

- El centro del cerebro con el encargado de las emociones.
- La actividad física que se hace en la noche.
- La actividad que se hace en la noche.
- El humor que lleva una persona de mal humor.
- El humor que lleva una persona de buen humor.
- El humor que lleva una persona de triste humor.

2. Analizar los experimentos gráficos que muestran las diferencias entre las personas que tienen más niños y las que no tienen hijos.

- ¿Cuál es el primer criterio que separa a las personas que tienen más hijos de las que no tienen hijos?
- ¿Cuáles son los cambios que experimentan las personas que tienen más hijos?

3. Observar el ciclo vital.

4. Completar el cuadro.

Fase	Lugar de producción	Acción
Infancia		
Adolescencia		
Juventud		
Adultez		

**ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD**

1. Esbozar en el cuaderno una ilustración que represente cada una de las etapas del desarrollo infantil.

2. Investigar sobre la infancia humana y escribir un informe de una página.

**Resuelve el siguiente esquema del encéfalo.**

Completa los siguientes cuadros, e indica de qué tipo de dato (relato o voluntario) se trata en cada caso.

Al despegue que representa la coordinación:

- Responde en tu cuaderno los siguientes procesos. Indicando la secuencia y la función que tienen en la reproducción animal y la sexual:
  - La fecundación interna y la extracción.
  - La recombinación de los cromosomas.

**ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD**

1. Haz un resumen de los datos sobre las personas que tienen más hijos y sus relaciones con la función de:

- Le sueño.
- El sueño voluntario.
- El sueño involuntario.
- El control voluntario de los movimientos.
- El control del sistema cardíaco.
- La transmisión del impulso nervioso.

2. Explicar en qué se diferencian:

- Un receptor y un efector.
- Una neurona sensitiva y una motora.
- Un efecto reflejo y un efecto voluntario.
- La condensación nerviosa y la homenología.

**Evaluación de aprendizaje y reflexión**

**1. Análisis**

- Averigua los pulmones, ¿qué otras estructuras para recoger el oxígeno del aire presentan en los animales?
- ¿Cómo realizan la respiración en el agua los animales con sistema respiratorio adaptado al agua?

**2. Establece la diferencia entre los siguientes conceptos.**

- Aeróbico y anaeróbico
- Fisiología y química
- Respiración sencilla y fermentación
- Catabolismo y anabolismo

**3. Completa el siguiente cuadro comparativo.**

Característica	Proceso	
	Fisiológico	Respiración aeróbica
Oxigeno	en la que sucede	
Desprendimiento		
Absorción		
Producción		
Alimento		
Entorno		

**4. Indica el tipo de respiración para cada uno de los siguientes.**

**5. Completa el ciclo de Krebs.**

**6. Completa el siguiente cuadro comparativo.**

R. aeróbica	R. anaeróbica
Sin oxígeno	
Produce 38 ATP	
	degradación en glucosa
	se oxidan los ingeridos carbohidratos y los óxidos musculares
	Sut producidos son
	$CO_2 + H_2O$

**7. Completa el siguiente cuadro.**

Organismo	Tipo de respiración	Lugar	Producción de la respiración
Síntesis		Células	Ácidos grasos o alcohol etílico + $O_2$ → $Acetato etílico + CO_2 + E$
Líquido	Aneróbica	Mitochondrio	
Procesos	Aeróbica	Mitochondrio	
Hongo			Energía, $CO_2$ y agua

**8. ¿Cuáles estapas comprende la respiración aeróbica?**

**9. Reflexiona y responde**

- ¿Por qué es importante evitar la tala de los bosques?
- ¿Difícil es la respiración si dormir con plantas en nuestra habitación? ¿Por qué?
- ¿Qué valor tienen los organismos tolerantes para la vida en nuestro planeta?

**10. Consideraciones sobre respiración.**

- Reflexiona sobre tu aprendizaje y responde
  - ¿Imagina y cuenta los accesorios que proporciona para el estudio de este tema? ¿Por qué?
  - ¿Te sientes satisfecho con los resultados? ¿Por qué?
- Describe tres acciones que te llevaron realizar para comprender mejor los temas de esta unidad. Justifica por qué piensas que te ayudó en cada acción.

TALLER

En esta página, concebida como un taller de pensamiento, se proponen actividades que trabajan distintas operaciones mentales (analogías, interpretación de gráficos, resolución de problemas, análisis y representación de datos, etc.) desarrollando así las destrezas del pensamiento necesarias para afrontar problemas que se presentan en la vida diaria.

## ACTIVIDADES

En esta página se proponen actividades categorizadas (Recuerda, Aplica, Comprende...), que sirven de repaso y refuerzo de los contenidos de la unidad. En dicha página, la rúbrica "Atención a la diversidad" propone una actividad de refuerzo para aclarar dudas en temas dificultosos y una actividad de ampliación para aquellos que les interese ir más allá del tema.

## EVALUACIÓN

Cada unidad culmina con una evaluación de las competencias, como instrumento de medición de los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En esta doble página se evalúan las competencias conceptuales, procedimentales, actitudinales y metacognitivas, a través de actividades diversas.

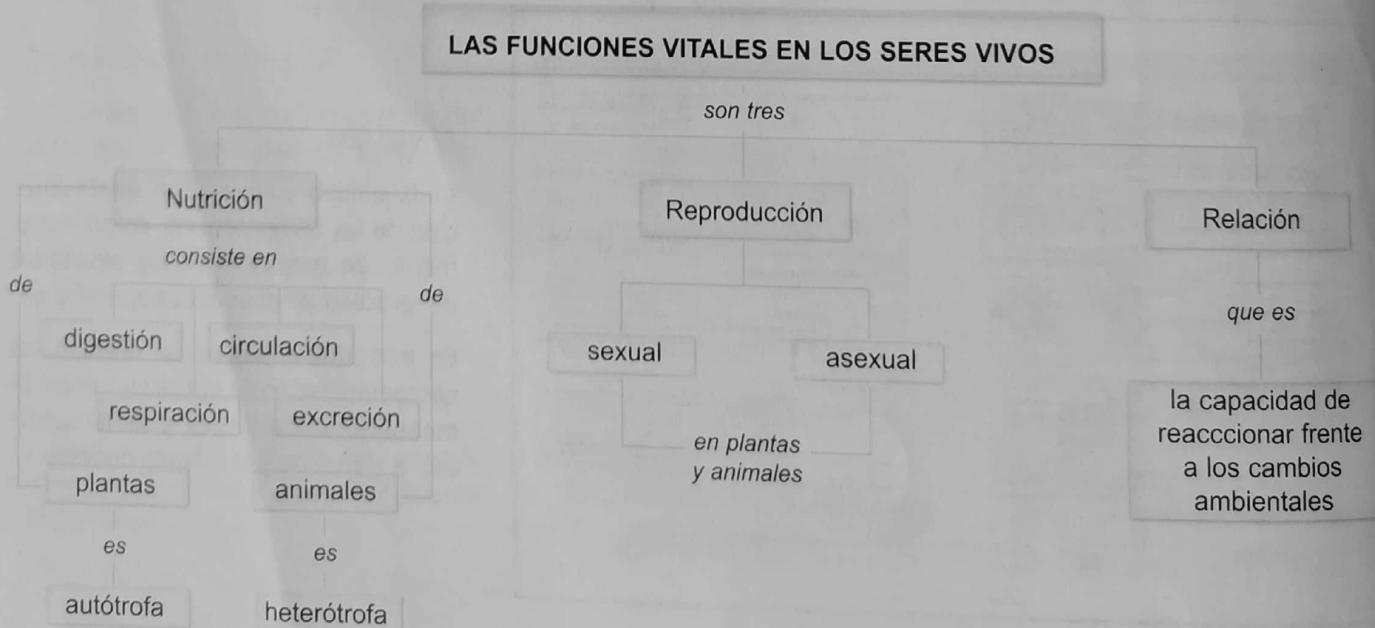
# 1 Funciones vitales: la nutrición

## **COMPETENCIAS**

- **Comprende y explica** cuáles son los procesos vitales en las plantas y en los animales.
  - **Compara e identifica** similitudes y diferencias entre las funciones vitales de las plantas y de los animales.
  - **Valora** la importancia del conocimiento de las funciones vitales de los seres vivos para conservar la flora y la fauna en República Dominicana y el resto del mundo.
  - **Aplica** medidas de conservación de nuestra flora y nuestra fauna.



## MAPA DEL TEMA





## MEDIO AMBIENTE

### La tala de los bosques: factor que afecta el equilibrio de la Tierra



Ladera erosionada por la tala de árboles en Ocoa.



Deforestación en la Sierra de Baoruco.

Un tercio de la radiación solar que incide sobre la Tierra es devuelta desde la alta atmósfera y desde las nubes, de manera que el vapor de agua juega un papel importante en el comportamiento térmico de la Tierra. Mantener la humedad depende mucho del tratamiento que se dé a la superficie. Un factor importante en el descenso de la humedad atmosférica es la tala de árboles.

- ¿Cómo incrementan diariamente los bosques el vapor de agua de la atmósfera de la Tierra?
- **Realiza** un estudio con un grupo de compañeros y compañeras sobre la tala de árboles en nuestro país.

### PARA SABER MÁS

#### Enlaces:

- <http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/1ESO/animales.htm>
- <http://www.solucionesescolares.al/natural/cnaturales.htm>
- <http://www.arrakis.es/~lluengo/fotosintesis.html>
- <http://www.fores.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis>
- <http://www.fotosintesis.es/inforesto.htm>
- <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/18832.html>

#### ¿QUÉ SABES?

##### 1. Contesta.

- ¿Qué son las funciones vitales?
- ¿Tienen las plantas funciones vitales en común con los animales?
- ¿Se pueden demostrar científicamente similitudes en plantas y animales en cuanto al funcionamiento de sus sistemas?

#### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

2. Si fueras a escribir un informe general sobre la nutrición en los seres vivos, ¿cuáles de los siguientes temas incluirías?

- La circulación en las plantas.
- La nutrición en las plantas.
- La nutrición en los animales.
- El esquema general del cuerpo humano.
- La respiración en los animales.
- La alimentación en los animales.

3. De los temas que has elegido, **sabré** los que no conoces bien y qué deberías repasar.

#### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

4. **Piensa** qué acciones vas a realizar para estudiar el tema de esta unidad.
5. Al finalizar el estudio de la unidad, **escribe** alguna otra acción que piensas que te hubiese ayudado a entender mejor el tema.

#### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

6. ¿Qué importancia tiene la fotosíntesis para la vida en el planeta?
7. **Escribe** tus metas en el cuaderno.

# 1. La función de nutrición

Explora. ¿Qué procesos biológicos abarca la función de nutrición? ¿Qué tipos de nutrición conoces? ¿Qué es el metabolismo?

Aprende

## 1.1 ¿En qué consiste la nutrición?

La función de nutrición permite a los seres vivos obtener del medio circundante la energía y la materia, es decir los nutrientes, que requieren para vivir. Los nutrientes son las sustancias químicas del ambiente a partir de las cuales se construye la estructura celular. La constitución de la materia orgánica propia se denomina **síntesis**.

Según sea la forma de adquirir la energía y la clase de compuestos nutritivos que los organismos pluricelulares toman del medio, existen dos modelos básicos de nutrición:

- La **nutrición heterótrofa**, correspondiente a todos aquellos organismos que deben incorporar su alimento del exterior (ambiente). Los organismos heterótrofos, animales y hongos, realizan la síntesis de macromoléculas a partir de la materia orgánica de los alimentos que ingresen y de la energía química (ATP) proveniente de la respiración celular.
- La **nutrición autótrofa**, por medio de la cual los organismos sintetizan o fabrican sus propios nutrientes. Es decir, los organismos autótrofos, como las plantas, las algas, las cianobacterias y algunas bacterias, sintetizan moléculas orgánicas a partir de compuestos inorgánicos.
  - Si la energía utilizada para esta síntesis se obtiene a partir de la luz, son organismos **fotoautótrofos**, y el proceso se denomina **fotosíntesis**.
  - En cambio, aquellos que emplean para el mismo fin algún tipo de energía química, como las arquibacterias y otras bacterias, se denominan **quimioautótrofos** y el proceso se denomina **quimiosíntesis**.

## 1.2 El metabolismo celular

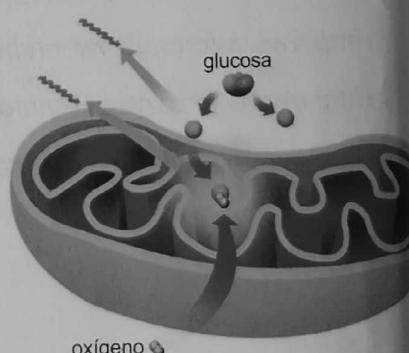
La palabra metabolismo viene del griego *metaballein*, que significa transformar. El **metabolismo celular** es el conjunto de reacciones bioquímicas que tienen lugar en el interior de las células y cuyo fin es la obtención de energía para realizar las funciones vitales y para la síntesis de la materia orgánica propia.

El metabolismo incluye las reacciones de síntesis y las de descomposición que ocurren en el organismo. Abarca dos procesos opuestos y complementarios que ocurren continuamente en las células: el catabolismo y el anabolismo.

- El **catabolismo** comprende reacciones que implican la descomposición de sustancias orgánicas en otras más sencillas. Como resultado de esta degradación se libera energía. Por ejemplo, en la descomposición de los carbohidratos para originar agua y dióxido de carbono una parte de la energía liberada en el catabolismo se utiliza y el resto se disipa en forma de calor.
- El **anabolismo** es el conjunto de reacciones químicas que permiten la síntesis o formación de sustancias orgánicas complejas a partir de moléculas sencillas. Por ejemplo, durante el proceso de fotosíntesis, pequeñas moléculas de agua y dióxido de carbono se transforman en azúcares.



**Alimentos.** La nutrición abarca una serie de procesos mediante los cuales los organismos utilizan, transforman e incorporan a su cuerpo sustancias que cumplirán tres propósitos: aportar materiales necesarios para la formación de estructuras corporales, suministrar energía necesaria para el mantenimiento y funciones de estas estructuras, y obtener sustancias necesarias para regular el metabolismo, como las enzimas.



**Mitochondria.** Este organelo es el centro de la respiración celular.

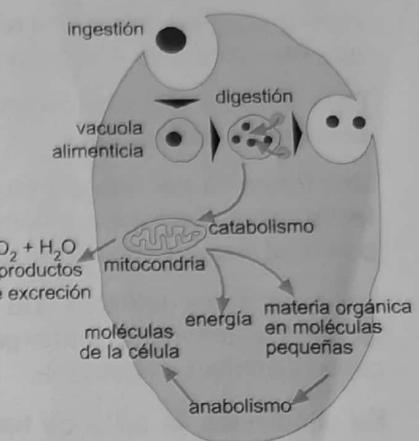
### 1.3 La nutrición celular

La función de **nutrición celular** abarca la serie de procesos mediante los cuales la célula obtiene la materia y la energía necesarias para sintetizar su propia materia y para realizar sus actividades vitales.

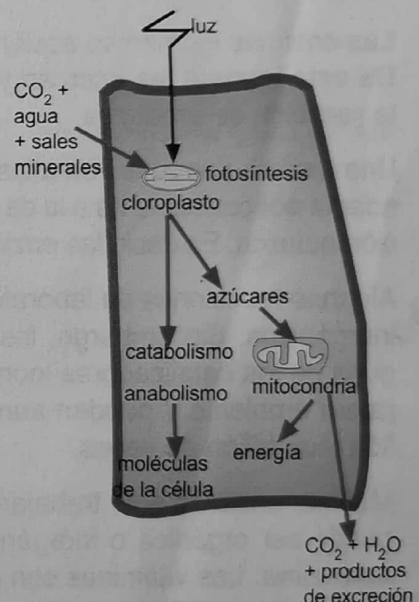
Existen dos tipos de nutrición: la nutrición heterótrofa o nutrición a partir de materia orgánica (propia de los metazoos, protozoos, hongos y algunas bacterias), y la nutrición autótrofa o nutrición a partir de materia inorgánica ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y sales minerales).

Existen dos tipos de nutrición autótrofa: la fotosintética, si se aprovecha la energía luminosa, como hacen las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas, y la quimiosintética, si se aprovecha la energía desprendida en determinadas reacciones químicas, como hacen las bacterias quimiosintéticas.

- En la **nutrición heterótrofa** de las células libres se distinguen las siguientes etapas:
  - Captura del alimento o ingestión mediante fagocitosis.
  - Digestión mediante las enzimas de los lisosomas.
  - Paso de los productos de la digestión a través de la membrana.
  - Egestión o defecación de las sustancias no digeridas.
  - Metabolismo celular (respiración).
  - Eliminación y expulsión, a través de la membrana, de los productos del metabolismo.
- En la **nutrición autótrofa** se distinguen las siguientes etapas:
  - Captación de la energía luminosa (fotosíntesis), o de la energía química (quimiosíntesis).
  - Paso a través de la membrana de las sustancias inorgánicas externas, como el  $\text{H}_2\text{O}$ , el  $\text{CO}_2$  y las sales minerales.
  - Metabolismo celular (respiración).
  - Excreción de los productos del metabolismo, o bien su almacenamiento en el interior de la célula.



Nutrición de una célula heterótrofa libre.



Nutrición de una célula autótrofa.

#### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Comprende y explica.

- ¿Qué diferencia hay entre un organismo autótrofo y uno heterótrofo? **Menciona** un ejemplo de cada uno.

##### 2. Indica el tipo de nutrición que presentan los siguientes organismos.

Organismo	Metabolismo
algas	
hongos	
bacterias	
paloma	
paramecio	
ameba	

## 2. Herramientas del metabolismo

Explora: ¿Qué son las enzimas? **Menciona** algún ejemplo. ¿Qué es el ATP?

### Aprende

#### 2.1 Las enzimas

Para que se produzca una reacción química, es necesario que las moléculas que reaccionan se acerquen y choquen entre ellas con suficiente fuerza.

Para esto se requiere de un aporte de energía. Esta energía se denomina **energía de activación**.

Una forma de dar energía de activación a las sustancias reaccionantes es calentándolas. De hecho, muchas reacciones químicas que se realizan en el laboratorio, serían imposibles sin calor.

Las reacciones químicas que ocurren en la célula también requieren de energía de activación. Sin embargo si esta energía fuera suministrada en forma de calor la célula se destruiría.

En las células, la tarea de hacer posible las reacciones químicas la realizan las **enzimas**, que son catalizadores biológicos. Un catalizador es cualquier sustancia que modifica la velocidad de la reacción.

#### ¿Cómo actúan las enzimas?

Las enzimas ejercen su acción uniendo a las moléculas que van a reaccionar. De esta manera las acercan y las ponen en una posición favorable para que la reacción se produzca.

Una enzima puede unirse a las moléculas del reactivo cuando su estructura se adapta adecuadamente a la de ellos. Por eso existe una enzima para cada reacción química. Es decir, las enzimas son **catalizadores biológicos específicos**.

Algunas reacciones de laboratorio también se realizan mediante catalizadores inorgánicos. Sin embargo, las enzimas tienen características que las distinguen de los catalizadores inorgánicos: son muy específicas, actúan a temperatura ambiente y pueden aumentar la velocidad de la reacción entre un millón y un trillón de veces.

Muchas enzimas sólo trabajan en presencia de una sustancia adicional, que puede ser orgánica o inorgánica. Si la sustancia es orgánica, se denomina **coenzima**. Las vitaminas son el mejor ejemplo. Si la sustancia es inorgánica, se denomina **cofactor**, como es el caso de algunos minerales como el zinc, el cobre, el hierro o el manganeso.

#### ¿Cómo se nombran las enzimas?

El **nombre de la enzima** generalmente consta de dos términos: uno hace referencia al sustrato sobre el que actúa y el otro es el sufijo *asa*. Así, por ejemplo, las enzimas que degradan proteínas se denominan **proteasas**; las que actúan sobre los lípidos, **lipasas**, y sobre los glucidos, **glucosidasas**.

Para nombrar las enzimas también se toma en cuenta el tipo de reacción que cataliza. Por ejemplo, hexoquinasa: *hexo* alude al sustrato, una hexosa –la glucosa– y *quinasa*, al tipo de reacción: transferencia de un grupo fosfato.

### TRABAJAMOS EN GRUPO

#### 1. Analicen.

El azul de bromotimol es un indicador que, en un medio muy ácido, cambia al color amarillo, al verde en un medio ligeramente ácido a neutro y que conserva el color azul en un medio alcalino. Cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua forma una sustancia que torna a la solución ligeramente ácida. Con estos datos, **piensen** en cuál de los siguientes dispositivos experimentales, situados los tres en un lugar iluminado, la solución se tornará verde; y **expliquen** por qué.



#### 2. Construye.

- ¿Qué sucedería en el frasco que contiene la planta acuática sola, si se le privara de luz? ¿Habrá algún cambio de color? ¿Por qué?

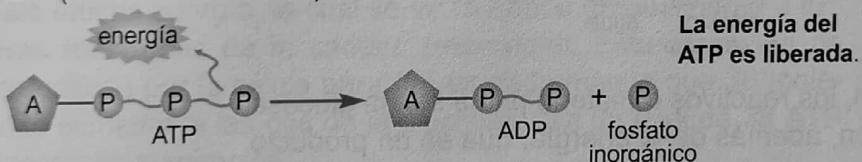
## 2.2 Las moléculas de ATP

Las necesidades energéticas momentáneas de una célula no pueden ser cubiertas por las grandes reservas de energía que contienen las moléculas de grasa, glucógeno o almidón. Las pequeñas entradas de energía provenientes de la degradación gradual del alimento tampoco pueden incorporarse directamente a dichas reservas. Esto equivaldría a ir al banco cada vez que queremos comprar un caramelo o ahorrar unas monedas. Para esos movimientos cotidianos, contamos con una pequeña cantidad de *bolsillo* o *alcancía*. Ésta es exactamente la función que cumplen algunos nucleótidos, que además de formar parte de los ácidos nucleicos desempeñan el papel de intermediarios en los intercambios celulares de energía. Uno de los más conocidos, si bien no es el único que existe, es el **ATP**.

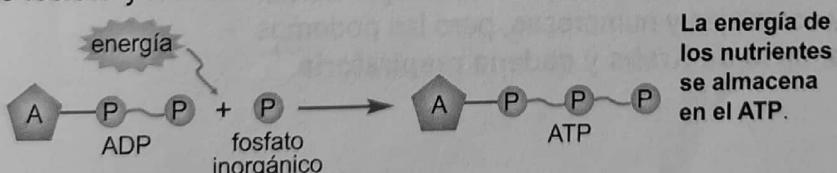
El **adenosín trifosfato** o ATP es una molécula de importancia crucial en el metabolismo. Es la encargada de almacenar energía de manera que las células puedan usarla rápidamente.

El ATP es un nucleótido (similar a los que conforman los ácidos nucleicos), compuesto por tres grupos fosfato, una molécula de adenina (base nitrogenada) y el azúcar ribosa. Los enlaces entre los grupos fosfato (líneas ondulantes) son muy fuertes y, por lo tanto, contienen mucha energía.

En el siguiente esquema se representa la manera como el ATP proporciona energía y cómo la almacena. El tercer grupo fosfato puede separarse de la molécula de ATP y unirse a otra molécula. Junto con el grupo fosfato se transfiere parte de la energía que estaba contenida en su enlace. Así, cualquier molécula es activada y puede reaccionar con otra. Al mismo tiempo, el ATP se convierte en ADP (adenosín difosfato).



Para almacenar energía se utiliza la energía de los alimentos, generalmente la glucosa. Cuando las sustancias nutritivas se rompen, la energía de sus enlaces se transfiere a las moléculas de ADP, que utilizan esta energía para incorporar un grupo fosfato y formar ATP.

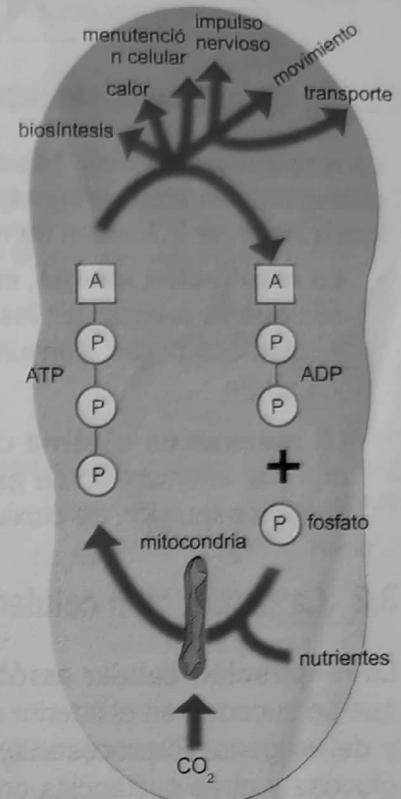


### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Contesta.

- ¿Qué son las enzimas? \_\_\_\_\_
- ¿Qué es el ATP? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo actúan las enzimas? \_\_\_\_\_



Almacenamiento y uso del ATP en la célula.

### 3. La respiración

*Explora: ¿Se expulsa el mismo gas en la respiración de las plantas y la de los animales? ¿Cuál es la diferencia? ¿Qué quiere decir aeróbico? ¿Qué diferencia hay entre la respiración externa y la interna?*

### 3.1 ¿En qué consiste la respiración?

La **respiración** consiste básicamente en el intercambio gaseoso entre los organismos y su ambiente y es un proceso vital para todos los seres vivos que forma parte de la función de nutrición. Existen dos tipos de respiración:

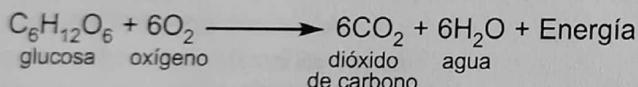
- La **respiración interna**, en ella tienen lugar numerosas reacciones químicas que se realizan en las mitocondrias de las células, que degradan moléculas complejas, consumiendo oxígeno y liberando dióxido de carbono y energía.
  - La **respiración externa** consiste en la entrada de oxígeno a los pulmones y el intercambio de gases, con la transferencia del oxígeno a la sangre y la expulsión de dióxido de carbono.



**Nadador.** Las personas estamos adaptadas para tomar el oxígeno del aire por medio de nuestros pulmones. En el agua, los nadadores deben salir a la superficie para poder respirar.

### 3.2 La respiración celular aeróbica

**La respiración celular aeróbica** es un conjunto de reacciones metabólicas que se suceden en el interior de las células, con la participación de la glucosa y del oxígeno. El proceso tiene por objeto liberar la energía contenida en la glucosa y otras sustancias orgánicas para producir ATP. La reacción se puede resumir en la siguiente ecuación.



Como se aprecia en la ecuación, los reactivos o materia prima son la glucosa y el oxígeno, y los productos son, además de la energía, que es un producto útil, el dióxido de carbono y el agua, que son productos de desecho.

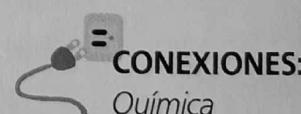
Las reacciones químicas de la respiración son activadas y controladas por enzimas que se encuentran tanto en el citoplasma como en las mitocondrias de todas las células eucariotas. Las reacciones químicas que tienen lugar durante la respiración aeróbica son muy complejas y numerosas, pero las podemos resumir en tres etapas: **glucólisis, ciclo de Krebs y cadena respiratoria**

### 3.3 Glucólisis

Esta primera etapa se lleva a cabo en el citoplasma de las células. Consiste en una serie de reacciones llamadas **glucólisis** (rotura de la glucosa) en las que la glucosa se va degradando gradual y secuencialmente hasta llegar a la formación de un compuesto de tres carbonos: el **ácido pirúvico**.

La energía que se libera al romperse los enlaces se transfiere al ATP. Durante esta etapa se obtienen dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa que se rompe. Durante el rompimiento de la glucosa se liberan iones hidrógeno  $H^+$  y electrones, que son recibidos por el  $NAD^+$  para formar NADH.

El ácido pirúvico formado continúa en la etapa siguiente, que ocurre en la mitocondria.



- **Consulta** la siguiente dirección de Internet y **escribe** las reacciones que ocurren en el ciclo de krebs.

<http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez10403/krebs.html>

### 3.4 El ciclo de Krebs

La segunda etapa de la respiración consiste en descarboxilar los compuestos de carbono; es decir, sacar los carbonos de estas moléculas en forma de  $\text{CO}_2$  y transferir los hidrógenos a otras moléculas en una serie de reacciones que se conocen como el **ciclo de Krebs**. Para ello, el ácido pirúvico es transportado hacia el interior de la mitocondria y, allí, cada molécula de ácido pirúvico libera una molécula de  $\text{CO}_2$ , transformándose en una molécula de 2C llamada **acetil coenzima A**. Esta nueva molécula participa en una serie de reacciones cíclicas. Primero se une con una molécula de 4C, dando 6C. Ésta pierde un carbono en forma de  $\text{CO}_2$ , que nuevamente pierde  $\text{CO}_2$  y restituye 4C, que vuelve a reaccionar con otra 2C que ingresa al ciclo de Krebs.

Las dos moléculas de  $\text{CO}_2$  que se liberan en el ciclo pertenecen a la molécula 2C, que proviene de la glucosa. Por lo tanto podemos afirmar que la molécula de glucosa se ha degradado totalmente hasta  $\text{CO}_2$ .

Sin embargo, durante el proceso se han liberado  $\text{H}^+$  y electrones que han sido recogidos por el NAD y el FAD. Todos ellos son transportados hacia la membrana interna de la mitocondria, donde ocurre la siguiente etapa: la cadena respiratoria.

### 3.5 Cadena respiratoria de electrones

En la membrana interna de la mitocondria, los **átomos de hidrógeno** se combinan sucesivamente con diferentes sustancias denominadas **citocromos**, hasta que finalmente se unen con el oxígeno y forman una molécula de agua. Lo que ocurre es que, al separarse de las moléculas que formaba parte, el hidrógeno adquiere mucha energía, la cual se va liberando gradualmente a través de sucesivas reacciones de la cadena respiratoria. Esta liberación de energía es aprovechada por la célula para formar nada menos que 36 moléculas de ATP, que sumadas a las dos de la glucólisis dan un total de **38 ATP** para todo el proceso de respiración.

La importancia del oxígeno es enorme, pues si no hay oxígeno todo el proceso se detiene en la glucólisis, que, como hemos visto, aporta poca energía: sólo dos ATP.

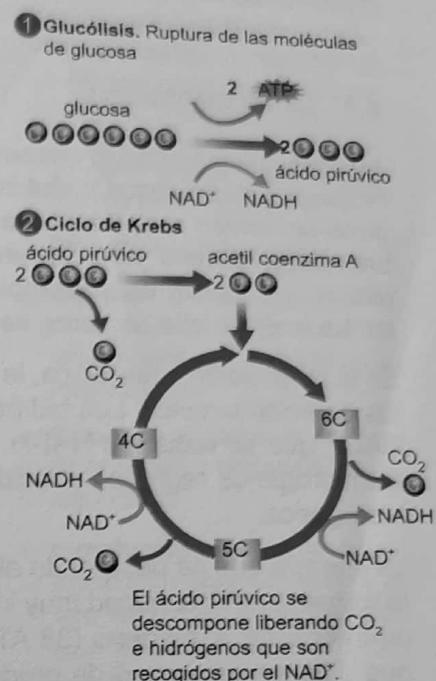
#### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

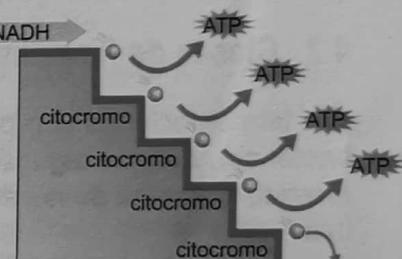
1. **Explica** en qué consiste el ciclo de Krebs.

2. **Copia y completa** el siguiente cuadro.

Etapa	Características
Glucólisis	
Cadena respiratoria	Se produce $\text{CO}_2$ en la mitocondria. Se liberan hidrógenos.



#### 3 Cadena respiratoria



Los electrones y los  $\text{H}^+$  liberan energía al pasar por los citocromos. Al final, el hidrógeno se une con el oxígeno para formar agua.

#### Respiración celular aeróbica.



#### APRENDER A APRENDER

- ¿Qué temas de estas páginas has comprendido mejor? ¿Por qué?
- ¿Qué crees que debes hacer para comprender mejor el resto de los temas?

## 4. La respiración anaeróbica

Explora: ¿Qué quiere decir anaeróbica? ¿Qué es la fermentación? ¿Dónde ocurre la respiración anaeróbica? ¿Qué es la glucólisis?

Aprende

### 4.1 La fermentación

Algunas células pueden extraer la energía de la glucosa sin que intervenga el oxígeno. Los procesos metabólicos que se llevan a cabo en ausencia de oxígeno se llaman **respiración anaeróbica**, aunque también reciben los nombres de **glucólisis** y de **fermentación**. La fermentación se realiza en el citoplasma y consiste en un rompimiento incompleto de las moléculas de glucosa. La energía que se libera es poca y sólo sirve para formar dos ATP.

En la respiración anaeróbica, la molécula de glucosa se rompe en dos moléculas de ácido pirúvico. Los hidrógenos que se desprenden son recogidos por el NAD<sup>+</sup>, que se reduce a NADH. Pero luego, la degradación no continúa, pues los hidrógenos regresan al ácido pirúvico, que actúa como el acceptor final de hidrógenos.

La energía que se desprende al romperse la molécula de glucosa se utiliza para formar 2 ATP, cantidad muy inferior a la que se obtiene en la respiración donde interviene el oxígeno (38 ATP). Hay dos tipos principales de fermentación que difieren por el tipo de producto final que se forma: una convierte el ácido pirúvico en **ácido láctico** y otra lo convierte en **dióxido de carbono y etanol**, que es un alcohol de dos carbonos.

### 4.2 Clases de fermentación

Las fermentaciones son propias de los microorganismos (ciertas levaduras y bacterias), aunque alguna, como la fermentación láctica, puede realizarse en el tejido muscular de los animales cuando no llega suficiente oxígeno a las células.

Los principales tipos de fermentación son la **alcohólica**, la **láctica** y la **putrefacción**.

### 4.3 La fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica consiste en la transformación de la glucosa en dos moléculas de alcohol etílico y dos de CO<sub>2</sub>. La fermentación alcohólica es producto de enzimas especiales contenidas en levaduras del género *Saccharomyces*. Dependiendo de la especie, se puede llegar a obtener cerveza, whisky, ron (*Saccharomyces cerevisiae*), vino (*S. ellipsoideus*) o pan con una variedad de *S. cerevisiae*.

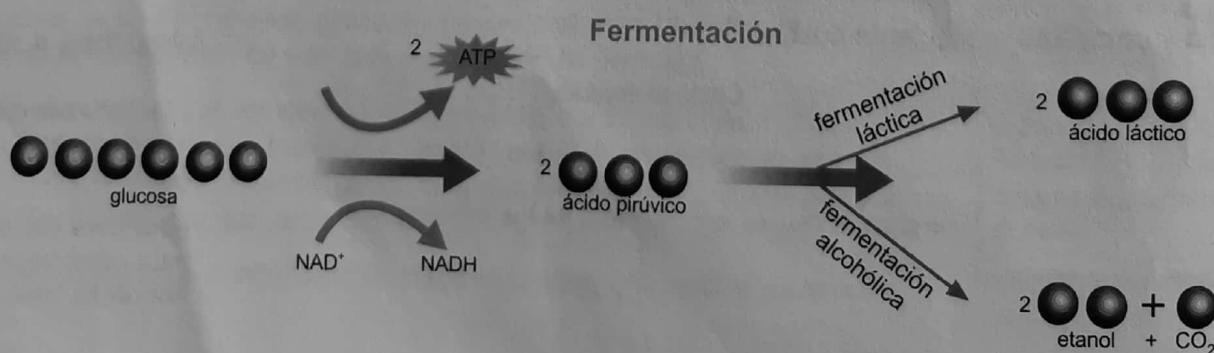


Industria quesera.



#### APLICACIÓN

Sin duda desde la Prehistoria los hombres utilizan con provecho las fermentaciones. El pan fermentado se conoce desde varios miles de años. Los jeroglíficos egipcios, así como representaciones gráficas en todo el Próximo Oriente atestiguan que el hombre recurrió a la fermentación para fabricar bebidas alcohólicas ya varios miles de años antes de Jesucristo. Al pensar el pan, vino, cerveza o sake, los egipcios, sumerios y todas las personas hasta mediados del siglo XIX, empleaban sin saberlo, y de una manera empírica, una familia de agentes biológicos muy originales: las levaduras. Son ellas las que realizan la fermentación alcohólica.



## 4.4 Fermentación láctica

En la fermentación láctica se forma ácido láctico a partir de la degradación de la glucosa. Generalmente esta fermentación se da cuando algunos microorganismos inician la fermentación de la lactosa de la leche, lo que produce su agriamiento y la coagulación de la proteína caseína. La fermentación láctica es utilizada para producir queso y yogur.

También se produce fermentación láctica en las células musculares de los animales cuando no hay suficiente oxígeno. Por ejemplo, cuando las células musculares de nuestro cuerpo son sometidas a una gran actividad, pueden llegar a agotar el oxígeno disponible. En este caso, recurren a la fermentación láctica. El resultado es la formación de ácido láctico, cuya acumulación provoca dolor y calambre.

Cuando masajeamos una zona acalambrada, favorecemos la llegada de oxígeno, cuya presencia desencadena la conversión de ácido láctico en pirúvico. Se continúa de esta manera con el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria.

## 4.5 Fermentación pútrida

La fermentación pútrida también se llama **putrefacción** y se diferencia de las demás fermentaciones en que las sustancias que se degradan son de naturaleza proteica. Los productos que se obtienen en esa fermentación son malolientes, como el indol, la cadaverina y el escatol, a los que deben el olor los cadáveres animales y restos vegetales. No obstante, algunas putrefacciones dan productos poco desagradables, por lo que son utilizadas para producir los sabores típicos de algunos quesos y vinos.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Responde.

- ¿En qué casos las células musculares hacen respiración anaeróbica?

- 
- ¿Qué etapas de la respiración no se realizan en la fermentación? ¿En qué consisten estas etapas?

- 
- ¿Por qué se dice que la fermentación es un proceso incompleto?

- 
- ¿Cuál es el papel del oxígeno en la respiración?

- 
- ¿Qué tipo de fermentación se produce cuando...

a. se fermenta la leche? \_\_\_\_\_

b. se pudre el pescado? \_\_\_\_\_

c. se fermenta la uva? \_\_\_\_\_

### TRABAJAMOS EN GRUPO

1. **Consigan** los siguientes materiales para realizar un estudio de la fermentación: Una botella de dos litros, agua azucarada, una cucharadita de levadura fresca, un globo grande, agua de cal, tubo de ensayo y calímete.

2. **Realicen** los siguientes pasos:

a. **Coloquen** el agua azucarada tibia (50 a 60 °C) dentro de la botella, **agreguen** la levadura y **mezclen** bien.

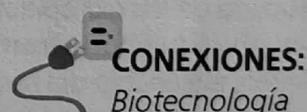
b. **Coloquen** el globo en la boca de la botella y **pónganla** en un lugar cálido.

c. **Introduzcan** un extremo del calímetro en la boca del globo y el otro en el tubo de ensayo con agua de cal. El gas debe burbujear en la solución.

3. **Analicen** lo observado durante el experimento y **construyan** su conclusión.

- ¿Pueden afirmar que el gas que hay en el globo es dióxido de carbono? ¿Por qué?

- **Observen** las levaduras al microscopio y **expliquen** su acción sobre el agua azucarada.



### CONEXIONES:

Biotecnología

Uno de los objetivos fundamentales de la **biotecnología de alimentos** es la investigación acerca de los procesos de elaboración de productos alimenticios mediante la utilización de organismos vivos o procesos biológicos o enzimáticos.

Los aportes de la biotecnología en esta área incluyen el extenso campo de las **fermentaciones** en procesamiento de alimentos tan variados como: productos cárnicos, lácteos, bebidas, etc.

# 5. La nutrición autótrofa

**Explora:** ¿De qué se alimentan las plantas? ¿Necesitamos las plantas para la obtención de alimentos? ¿Qué son los cloroplastos y dónde se encuentran?

Aprende

## 5.1 La fotosíntesis

Con el nombre de fotosíntesis (del griego *photos*: luz y *síntesis*: unión) designamos el proceso en el cual las plantas toman agua ( $H_2O$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y los transforman en azúcar glucosa ( $COH_2O_6$ ). Esta transformación ocurre sólo en presencia de luz.

¿Qué particularidad presentan las plantas que les permite ser los únicos organismos vivos capaces de utilizar directamente la energía del Sol?

Los investigadores han demostrado que, en ausencia de **clorofila**, la fotosíntesis no ocurre. La clorofila es un pigmento verde, presente en la mayoría de los vegetales, que se encarga de capturar la energía solar al mismo tiempo que les da su color característico.

También existen otros **pigmentos fotosintetizadores**, como los **carotenos**, de coloración rojiza, y las **xantófilas**, de color amarillo, que están presentes en los tallos y en las hojas. Estos pigmentos cumplen una función semejante a la de la clorofila, pero con menor eficiencia.

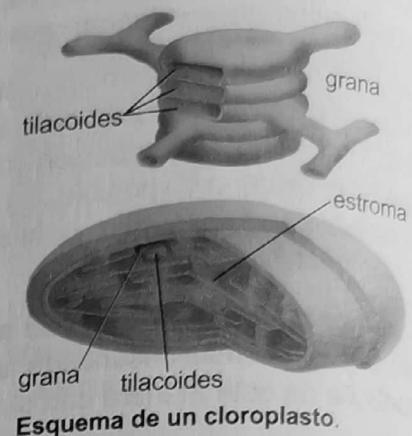
El proceso de fotosíntesis ocurre en las células de organismos autótrofos (plantas y algas), en organelos especializados llamados cloroplastos. También se realiza en la membrana celular de algunas bacterias.

## 5.2 Los cloroplastos

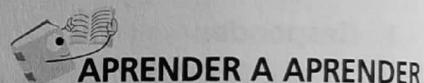
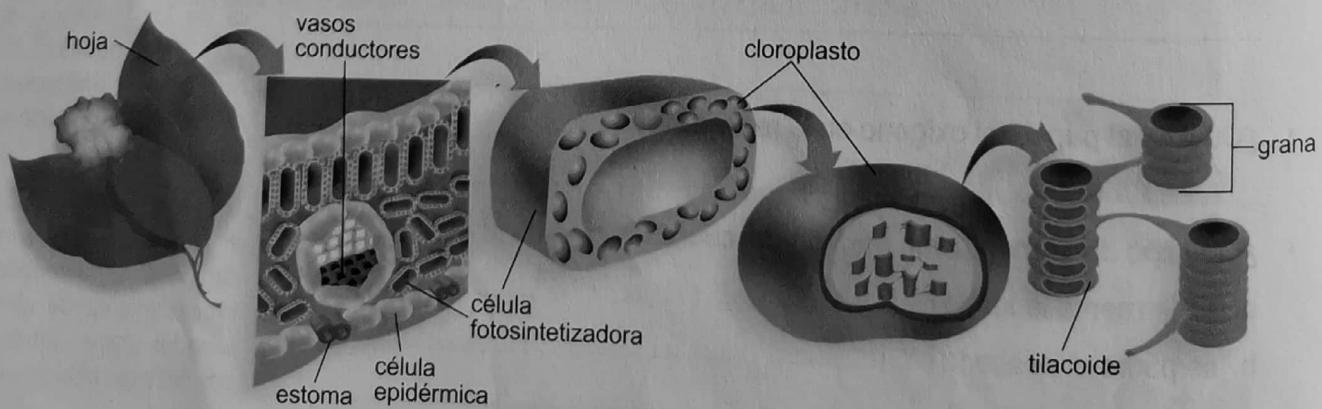
Los cloroplastos tienen forma de disco, pueden existir hasta cincuenta por célula. Así, en un milímetro cuadrado de hoja puede haber hasta unos 500,000 de estos organelos celulares.

En algunas algas existe un solo cloroplasto en forma de copa, de cinta o de estrella.

La estructura de los cloroplastos consta de dos membranas que rodean un espacio interno llamado **estroma**. La membrana externa rodea completamente al organelo, aislando del resto del citoplasma. En cambio la membrana interna se pliega varias veces hacia el espacio interior, generando un elaborado sistema de membranas en forma de sacos aplanados, circulares, semejantes a monedas, llamados **tilacoides**. Cada conjunto de tilacoides apilados se le conoce como **grana**.



Esquema de un cloroplasto.



### APRENDER A APRENDER

- ¿Qué acciones has realizado hasta ahora para estudiar los temas de esta unidad?
- ¿Te han resultado efectivas?
- ¿Cuáles otras acciones piensas que te ayudarían en tu estudio?

### 5.3 Factores externos o ambientales

En el proceso fotosintético hay factores que tienen una influencia decisiva, como la temperatura, la calidad, intensidad y duración de la luz y la cantidad de  $O_2$ ,  $CO_2$  y agua.

- Efecto de la **temperatura**. Aunque existen plantas en todo tipo de ambientes, desde las de regiones frías hasta las tropicales, la mayoría de ellas desarrolla un proceso fotosintético eficiente entre los 10 °C y los 35 °C.
- Efecto de la **luz**. La influencia de la luz depende de su calidad, cantidad y duración. Las investigaciones demuestran que plantas iluminadas con luz azul tienen una mayor tasa fotosintética que las iluminadas con luz roja, y éstas tienen más que las iluminadas con luz verde. *¿Por qué?* La explicación tiene que ver con que la luz azul tiene más energía que la roja, y ésta más que la verde. De hecho, las plantas no utilizan la luz verde: por el contrario, la reflejan. A esta reflexión se debe que veamos las hojas de color verde.
- Efecto de la **cantidad de dióxido de carbono, agua y oxígeno**. Éstos son factores muy importantes. Tanto el  $CO_2$  y el  $H_2O$  son la materia prima para sintetizar los carbohidratos.
- Efecto de la **cantidad de luz**. Se ha observado que las plantas que reciben menos luz hacen menos fotosíntesis que aquellas que reciben más. Sin embargo, la relación no es directamente proporcional, ya que si la planta se encuentra a pleno sol, el proceso de fotosíntesis decrece muchísimo, porque la alta cantidad de energía solar y la elevada temperatura la perjudican.

Otro factor es la duración de las horas de luz en el día. Por ejemplo, hay más horas de luz en verano que en invierno, por lo que la planta puede hacer más fotosíntesis en los meses veraniegos.

### 5.4 Otra forma de elaborar alimentos: La quimiosíntesis

Los organismos **quimiosintetizadores**, llamados **quimioautótrofos**, son bacterias que, como las plantas, pueden elaborar carbohidratos a partir de compuestos inorgánicos, pero sin requerir para ello de luz. Forman ATP durante la oxidación de sustancias inorgánicas del medio y lo utilizan para elaborar carbohidratos. Las bacterias del azufre oxidan el  $H_2S$  del agua de los manantiales sulfurosos para producir ATP. Esta energía se utiliza para reducir el  $CO_2$  a carbohidratos. Las bacterias del hierro, responsables de las manchas amarillentas en los tanques de hierro, completan la oxidación de compuestos ferrosos parcialmente oxidados y utilizan la energía producida por esta oxidación en la síntesis de carbohidratos.

Otras bacterias quimioautótrofas son las nitrificantes, que oxidan el  $NH_3$  formado a partir de los cuerpos putrefactos y lo convierten en nitratos. La oxidación proporciona a las bacterias la energía necesaria para elaborar alimentos. Los nitratos resultantes cubren, además, las necesidades de nitrógeno de estas plantas, que, a partir de éstos, fabrican aminoácidos y proteínas.



Bosque en Valle Nuevo.



Árbol en la nieve.

#### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Explica** la diferencia entre fotosíntesis y quimiosíntesis.

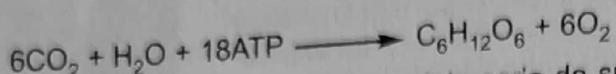
# 6. La fotosíntesis

Explora: ¿Qué es la fotosíntesis? ¿Por qué las plantas requieren de luz para realizar la fotosíntesis?

Aprende

## 6.1 ¿Cómo ocurre la fotosíntesis?

En un sentido químico, la fotosíntesis es la conversión de la energía lumínosa en energía química. La primera molécula en la que queda atrapada la energía es el ATP. Posteriormente el ATP se utiliza para sintetizar otras moléculas orgánicas. La ecuación general que describe el proceso de fotosíntesis es la siguiente:



Cada paso de esta ecuación implica una compleja serie de sucesos que se realizan en dos etapas:

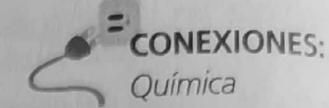
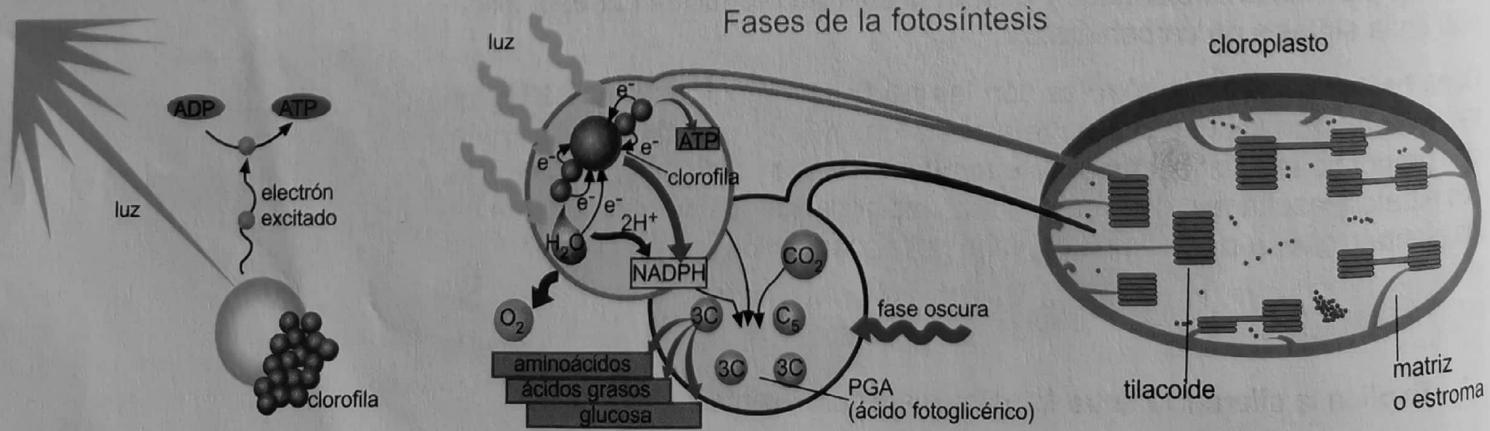
- **La fase luminosa:** requiere de la presencia de luz. En esta parte intervienen la clorofila y como resultado se obtiene ATP. Tiene lugar en los tilacoides de los cloroplastos.
- **La fase oscura:** se produce en ausencia de luz, y en ella es donde se utiliza el ATP formado en la primera etapa para sintetizar azúcares (glucosa). Se produce en el estroma del cloroplasito.

## 6.2 La fase luminosa

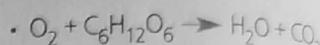
La energía lumínosa que proviene del Sol provoca dos efectos importantes: la **excitación** de las moléculas de clorofila y la **ruptura** de la molécula de agua. Veamos cómo se producen.

Cuando la luz incide sobre las moléculas de clorofila, éstas ganan energía y la excitan, lo que en términos químicos significa que uno de sus electrones externos salta a un nivel mayor de energía. Estos electrones que se desprenden de las moléculas de clorofila comienzan a saltar de unas enzimas a otras hasta llegar finalmente hasta el  $\text{NADP}^+$  que al adquirir dicho electrón se convierte en  $\text{NADPH}$ .

Este movimiento de electrones de unas moléculas a otras se denomina **cadena de trasferencia de electrones**. El transporte de los electrones a través de la cadena libera energía, que se emplea para formar ATP a partir de ADP. Finalmente, el electrón que perdió la clorofila es proporcionado por el hidrógeno que proviene del rompimiento de la molécula de agua. El oxígeno no se utiliza y se expulsa al ambiente.



1. **Balancea** las siguientes ecuaciones y **di** qué proceso representan:



### 6.3 La fase oscura

Como ya se ha mencionado, las reacciones que se producen en la **fase oscura** son independientes de la presencia de luz. Consisten en la construcción de moléculas orgánicas (glucosa) y pueden realizarse indistintamente durante el día o en la noche. Esta fase se conoce también como **ciclo de Calvin**.

En la fase oscura se utilizan el ATP y el NADPH formados durante la fase lumínosa, y el CO<sub>2</sub>, que ingresa a la planta por los estomas. Con estos *ingredientes* se forma una molécula de azúcar sencillo integrada por tres átomos de carbono.

Este azúcar sencillo es la unidad a partir de la cual se construyen todas las otras moléculas orgánicas de la célula vegetal. Por ejemplo, dos moléculas de tres carbonos pueden unirse para dar lugar a azúcares de seis átomos de carbono, como la glucosa. Las moléculas de glucosa posteriormente serán almacenadas como almidón o empleadas por las mitocondrias.

Como vemos, aunque la etapa oscura puede ocurrir en ausencia de luz, depende de los productos obtenidos gracias a la energía solar.

### 6.4 Síntesis de proteínas y lípidos

Para nutrirse, las plantas no sólo fabrican carbohidratos sino también otras sustancias, como proteínas y lípidos.

- **Las proteínas.** Para fabricar proteínas, la planta debe formar primero aminoácidos, que, como sabemos, contienen nitrógeno. El nitrógeno que necesitan lo absorben por sus raíces en forma de sales inorgánicas.

Para que el nitrógeno pueda aprovecharse, tiene que ser fijado en forma de diferentes compuestos inorgánicos u orgánicos. Esta función tan importante es desempeñada por cierto tipo de bacterias llamadas fijadoras de nitrógeno. Con el nitrógeno fijado y el azúcar de tres carbonos obtenido en la fotosíntesis, las plantas pueden fabricar aminoácidos.

- **Los lípidos.** Como sabemos, las grasas o lípidos están formadas por la unión de ácidos grasos con glicerina. Para sintetizar lípidos, la planta obtiene ácidos grasos y glicerina, transformando la glucosa y los polisacáridos en diferentes reacciones de óxido-reducción, de desdoblamiento, etc.

## ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

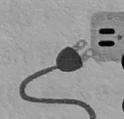
1. **Haz** un cuadro similar a éste para comparar la fotosíntesis con la respiración.

Fotosíntesis	Respiración celular
Dónde se produce	
Cuándo se produce	
Qué sustancias se consumen	
Qué sustancias se producen	



### APRENDER A APRENDER

- ¿De qué se trata el esquema que aparece en la página anterior?
- ¿Te ha ayudado a comprender mejor el tema? ¿Por qué?



### CONEXIONES:

Química

1. **Analiza** la ecuación general de la fotosíntesis, luego **responde** en tu cuaderno.

- ¿De dónde proviene el carbono de la molécula de glucosa? ¿En qué etapa de la fotosíntesis se forma esta?
- ¿De dónde provienen las moléculas de oxígeno que se liberan a la atmósfera? ¿En qué etapa de la fotosíntesis se forman?

# 7. Nutrición heterótrofa: alimentación

Explora: ¿En qué consiste la nutrición heterótrofa? ¿Qué seres vivos tienen nutrición heterótrofa? ¿Qué etapas del proceso digestivo conoces?

## TRABAJAMOS EN GRUPO

Los esquemas que aparecen en la parte inferior de esta página muestran dos animales de distinto grupo de organización, que se alimentan de manera diferente. Interpretén y comparen las estructuras encargadas de la digestión. Luego, indiquen en sus cuadernos qué animal no responde a cada uno de los siguientes enunciados.

- Cuenta con un sistema digestivo.
- El alimento ingresa por un orificio, atraviesa un tubo y luego los desechos salen por otro especializado.
- La degradación del alimento se produce en órganos.
- La degradación del alimento se produce en unas células especializadas.
- El alimento es degradado por la acción de enzimas.

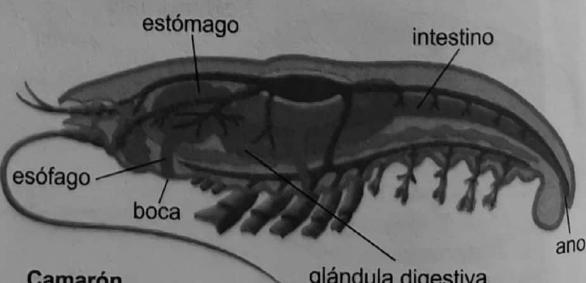
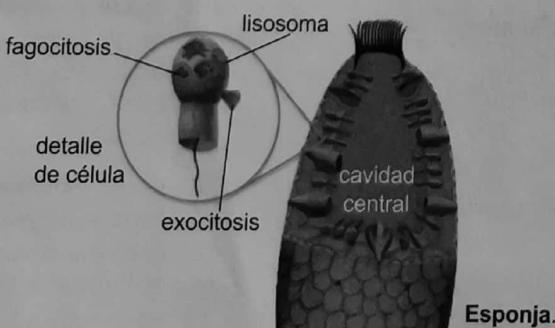
## 7.1 El proceso digestivo

Aprende

Los organismos heterótrofos –los animales, los protozoos, los hongos y muchas bacterias– no fabrican sus propios nutrientes, sino que necesitan incorporarlos a través de la degradación de los alimentos o de la materia orgánica.

A pesar de la diversidad observada en las estructuras digestivas, básicamente se distinguen tres procesos fundamentales:

- La **ingestión**, es decir la incorporación activa del alimento mediante la boca o una estructura celular (como es el caso de los protozoos).
  - La **digestión**, que consiste en la degradación del alimento en nutrientes básicos en presencia de las enzimas digestivas (**digestión química**) y por los movimientos musculares que facilitan la mezcla (**digestión mecánica**).
  - La **egestión**, es decir la eliminación de los restos de alimentos no digeridos.
- Por otro lado, según donde se lleve a cabo el proceso digestivo, podemos distinguir entre la digestión intracelular, la extracelular y la mixta.
- La **digestión intracelular** se da en los protozoos de vida libre y en las esponjas. Las partículas alimenticias que ingresan a cada célula quedan englobadas en **vacuolas alimenticias** (este proceso se llama endocitosis); luego, esas vacuolas se fusionan con **lisosomas**, los cuales contienen las enzimas que se encargan de la digestión. Finalmente, los desechos salen de las células por **exocitosis**.
  - La **digestión extracelular** se da en la mayoría de los invertebrados, como las lombrices o los insectos, y en todos los vertebrados. En estos animales el alimento ingresa por la **boca**, atraviesa el **tubo digestivo** (donde se produce la digestión) y un segundo orificio, el **ano**, permite la salida de los desechos.
  - La **digestión mixta** se observa en los cnidarios (anémonas, medusas) y en los platelmintos (planarias y tenias). Estos organismos cuentan con una **cavidad digestiva** que tiene un **orificio único** (de entrada y salida). En esta cavidad comienza a digerirse el alimento (digestión extracelular) gracias a las enzinas producidas por células especializadas. Las partículas parcialmente digeridas pasan luego a otras células de esa cavidad, en las que se completa el proceso (digestión intracelular).



## 7.2 Tipos de nutrición heterótrofa

Según el origen de la materia orgánica que ingieren, se pueden distinguir cuatro tipos de nutrición heterótrofa: la holozoica, la saprofítica, la parasítica y la simbiótica.

- **La nutrición holozoica:** Es la forma de nutrición más común entre los animales que se alimentan de materia orgánica sólida, que, por lo general, deben capturar, ingerir, digerir y, finalmente, absorber. La materia orgánica puede ser de origen vegetal (animales herbívoros), de origen animal (animales carnívoros) o proceder indistintamente de animales y vegetales (animales omnívoros). Algunas plantas, las llamadas plantas carnívoras, aunque son autógrafas, completan su alimentación con la nutrición holozoica.
- **La nutrición parasítica:** Este tipo de nutrición es la realizada por los animales **parásitos**. Éstos se alimentan de la materia de un determinado organismo, denominado **huésped**. El animal parásito puede vivir sobre el huésped (ectoparásito) o en su interior (endoparásito). El parásito puede ingerir alimento sólido, por ejemplo, los piojos masticadores, que se alimentan de escamas dérmicas, pelos y plumas; o alimento líquido, como, por ejemplo, los piojos verdaderos y las pulgas, que son hematófagos; los pulgones de las plantas, que se alimentan de la savia elaborada, o las tenias, que se alimentan del contenido intestinal. Cuando los parásitos ocasionan graves trastornos al huésped, se denominan **parásitos patógenos**.
- **La nutrición simbiótica:** Es la realizada por los animales que se alimentan de la materia de otro ser vivo, el cual sale también beneficiado. Para que esta relación de beneficio mutuo pueda ser considerada una simbiosis y no un simple mutualismo, es necesario que las dos especies difícilmente puedan sobrevivir por separado.

Un ejemplo de alimentación simbiótica con intervención de un animal son los corales. El animal (cnidario) presenta en sus pólipos algas unicelulares microscópicas (zooxantelas) que al hacer la fotosíntesis le aportan materia orgánica. Por su parte, el alga obtiene del cnidario protección frente a sus consumidores. Un ejemplo de mutualismo lo constituyen las garcillas bueyeras, que se alimentan de los parásitos de los búfalos.

- **La nutrición saprofítica:** Es la realizada por los animales que se alimentan de materia orgánica en descomposición, procedente de tejidos muertos. Es poco frecuente en el mundo animal. Un ejemplo de este tipo de nutrición son los ácaros que viven sobre los quesos, jamones, harinas y frutos secos. Estos ácaros presentan digestión externa; es decir, vierten las enzimas digestivas sobre el alimento sólido y cuando ya está medio disuelto lo absorben y acaban de digerirlo.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Explica.

- ¿Cuál es la diferencia entre alimento y nutriente, entre nutrición y alimentación, y entre alimentación y digestión?
- ¿Cuál es la diferencia entre materia orgánica y materia inorgánica, entre autótrofo y heterótrofo?



Vaca. La vaca es un animal herbívoro, los animales herbívoros tienen nutrición holozoica.



Cabeza de tenia. Estos animales se alojan en el intestino humano y absorben productos de la digestión del huésped, a través de la pared de sus proglótides. En la cabeza disponen de dos tipos de estructuras de fijación: ganchos y ventosas.



#### APRENDER A APRENDER

- ¿Tienes interés en los temas de esta unidad?
- ¿Qué puedes hacer para que los temas resulten más interesantes?
- ¿Qué te distrae?
- ¿Cómo puedes evitar aquello que te distrae?

## 8. La respiración en los animales

Explora: ¿Qué estructuras están involucradas en la respiración de los animales? ¿Qué gas toman del medio los animales durante la respiración? ¿Qué gas expulsan?

Aprende

### 8.1 Proceso respiratorio en los animales

Los animales tienen **respiración aerobia**, para la cual necesitan tomar oxígeno del medio ambiente. En los organismos más grandes, el intercambio de gases con el medio se realiza principalmente a través de órganos especializados, aunque, en algunos casos, este intercambio se lleva a cabo a través de la superficie corporal del organismo.

Los órganos respiratorios especializados que requieren los animales de mayor tamaño deben permitir:

- Tomar el oxígeno del medio y expulsar el dióxido de carbono. Este proceso se denomina **respiración externa**.
- Distribuir el oxígeno adquirido a todas las células del cuerpo y recoger de ellas el dióxido de carbono. Este proceso se denomina **respiración interna**.

Una vez captado el oxígeno del medio, ocurre el transporte de oxígeno en la sangre. Para realizar este transporte el organismo se vale de unas sustancias químicas llamadas **pigmentos**.

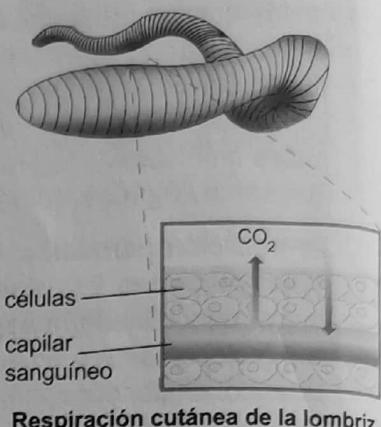
Muchos invertebrados presentan pigmentos en sus líquidos circulatorios: por ejemplo, los gusanos marinos poseen pigmentos de hierro (clorocruorina); los moluscos y los artrópodos presentan pigmentos de cobre (hemocianina). Estos pigmentos ayudan a transportar el oxígeno a las células.

En todos los vertebrados, incluido el ser humano, el oxígeno es transportado por una sustancia que contiene hierro, llamada **hemoglobina**. La hemoglobina no se encuentra libre en la sangre, sino que está encerrada en los glóbulos rojos. Cuando la hemoglobina se asocia con el oxígeno, forma un complejo denominado **oxihemoglobina**. La oxihemoglobina lleva el oxígeno hasta las células, y una vez que lo descarga se convierte nuevamente en hemoglobina, que puede volver a captar oxígeno en los pulmones. El dióxido de carbono, que es expulsado por las células, es captado principalmente por el plasma sanguíneo.

### 8.2 Respiración directa y respiración cutánea

- **Respiración directa:** En este sistema respiratorio, el intercambio gaseoso se realiza a través de las membranas de las células, que componen la superficie del cuerpo del organismo. Los gases como el oxígeno y el dióxido de carbono se transportan por difusión. Este tipo de respiración se presenta en los poríferos (esponjas) y en los celenterados (medusas).
- **Respiración cutánea:** En esta forma de respiración, el intercambio gaseoso se hace a través de la piel hasta alcanzar los vasos sanguíneos. Debajo de la superficie del organismo hay una fina capa de capilares, de modo que el oxígeno y el dióxido de carbono pasan por difusión hasta la sangre y de allí a las células.

Este tipo de respiración corresponde a animales invertebrados como la lombriz de tierra y la tenia y a vertebrados como los anfibios.

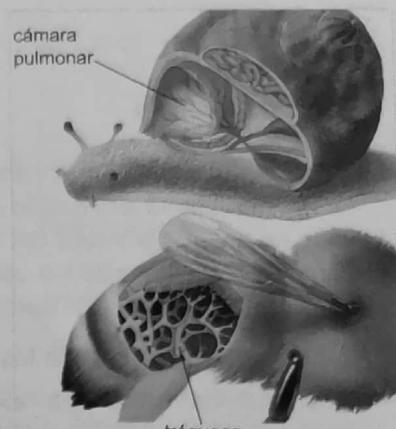


#### APLICACIÓN

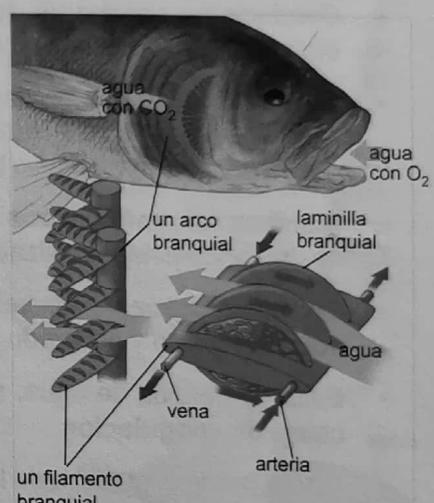
La respiración también ayuda a que el **habla** sea posible. Cuando una persona inhala aire, este es llevado hacia la laringe, creando una columna vibrante de aire, que junto con la lengua y los labios proporcionan cavidades resonantes de diferentes tamaños y formas. Muchos animales también utilizan el aire que se exhala para hacer vibrar sus cuerdas vocales y producir sonidos, como **ladridos**, **gruñidos** o **cantos**.

## 8.3 Respiración traqueal, branquial y pulmonar

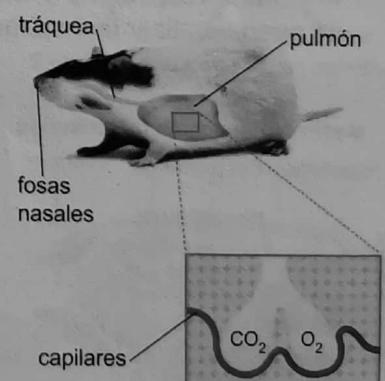
- Respiración traqueal:** En esta forma de respiración, el intercambio gaseoso se realiza por medio de tráqueas. Las tráqueas son sistemas de tubos rígidos que llevan el aire directamente a las células y se comunican con el exterior del organismo por medio de los pequeños poros llamados espiráculos, localizados a cada lado del abdomen del organismo. Este tipo de respiración lo poseen los artrópodos de vida terrestre como las arañas, los ciempiés y los insectos.
- Respiración branquial:** En esta forma de respiración, propia de los animales acuáticos, el intercambio gaseoso se realiza en las branquias o agallas. Las branquias son sistemas de repliegues delgados de la piel, atravesados por gran cantidad de vasos sanguíneos. El intercambio gaseoso se realiza por difusión entre los gases disueltos en el agua y la sangre.
- Respiración pulmonar:** En esta forma de respiración, el intercambio gaseoso se realiza en los pulmones. La estructura de los pulmones es variable en los animales vertebrados terrestres.
  - En los **anfibios** y los **reptiles**, los pulmones están constituidos por sacos huecos. En el caso de los anfibios, estos sacos se llenan cuando el animal "traga" aire. En el caso de los reptiles, los sacos se llenan y vacían por cambios de volumen en la cavidad del cuerpo.
  - En las **aves**, los pulmones son pequeños y compactos, pero tienen una estructura muy compleja, pues se comunican con sacos aéreos que ocupan grandes regiones del cuerpo, e incluso pueden penetrar en los huesos.
  - En los **mamíferos**, los pulmones consisten en un árbol respiratorio ramificado; cada rama del árbol termina en un racimo de pequeños sacos llamados alvéolos pulmonares. En los alvéolos pulmonares se lleva a cabo el intercambio gaseoso. Estos presentan, además, un músculo llamado diafragma, que es un músculo plano que se encuentra bajo los pulmones.



Respiración traqueal.



Respiración branquial.



Respiración pulmonar.



### SALUD

- ¿Cómo afecta la contaminación ambiental a nuestro sistema respiratorio?

# 9. La circulación en los animales

Explora: ¿Qué papel cumple la circulación en los seres vivos? ¿Qué es la sangre?

## 9.1 El transporte

Aprende

La función de transporte consiste en la distribución de sustancias de un lugar a otro por el interior del propio animal, para realizar las funciones vitales. Esta función se efectúa a través del medio interno, formado por el conjunto de líquidos que poseen fuera de las células (líquidos extracelulares). En los humanos, el medio interno está constituido por la sangre, la linfa y el plasma intersticial.

La función de transporte en los animales tiene como finalidad:

- Distribuir los **nutrientes** resultantes de la digestión de los alimentos y que ya han atravesado las paredes del aparato digestivo (glucosa, aminoácidos, etc.) a todas las células del organismo.
- Conducir los **productos de desecho** (urea, amoniaco, ácido úrico, CO<sub>2</sub>, etc.) hasta los órganos excretores y respiratorios.
- Distribuir las **hormonas** desde las glándulas donde se producen hasta los lugares en que van a actuar, y las **vitaminas** contenidas en los alimentos, desde el aparato digestivo hasta todas las células.
- Distribuir los **anticuerpos** los **linfocitos** y los **leucocitos fagocitarios** hasta donde están localizados los antígenos y los microbios patógenos.
- Colaborar, gracias a sus sales minerales y proteínas, al mantenimiento del equilibrio iónico y del grado de acidez (pH) del organismo (**homeostasis**).
- Evitar la pérdida de agua, sales minerales y proteínas, gracias a los procesos de **coagulación**.
- Colaborar en el proceso de la **regulación térmica** del organismo.
- En muchos tipos de organismos, distribuir el **oxígeno** (O<sub>2</sub>) del aire, desde el aparato respiratorio y la piel hasta todas las células, para que en ellas se pueda realizar la respiración mitocondrial.

## SISTEMAS DE TRANSPORTE

Los organismos **unicelulares** no necesitan un sistema de transporte, pues la incorporación de nutrientes se realiza directamente desde el medio externo al medio intracelular. En cambio, los organismos **pluricelulares** sí necesitan un sistema de transporte para hacer llegar los nutrientes absorbidos por las paredes del aparato digestivo y el oxígeno a cada una de las células.

Los sistemas de transporte en los organismos pluricelulares pueden ser:

- Sistemas de transporte **no especializados**, en los que no interviene un aparato circulatorio. Las sustancias se dispersan en los líquidos intercelulares y por simple difusión.
- Sistemas de transporte **especializados**, en los que interviene un aparato circulatorio.

Medio	Medios internos circulantes		
	Pigmentos respiratorios	Animales en los que se encuentra	Células que contiene
Hidrolinfa	Sin pigmento	Equinodermos.	Amebocitos
	Sin pigmento	Artrópodos y otros invertebrados de respiración traqueal.	
	Hemoglobina	Plasmática: anélidos oligoquetos y poliquetos. Intracelular: en unos pocos anélidos poliquetos.	
	Clorocruorina	Siempre plasmática: exclusiva de unas pocas familias de anélidos poliquetos (como los serpúlidos y los sabélidos).	
	Hemeritrina	Siempre intracelular: exclusiva de una familia de anélidos poliquetos y de los sipuncúlidos, los priápulidos y los braquiópodos.	
	Hemocianina	Siempre plasmática: aparece en moluscos, crustáceos, escorpiones.	
Sangre	Hemoglobina	Siempre intracelular: en los vertebrados.	Eritrocitos, leucocitos y plaquetas
Linfa	Sin pigmento	En los vertebrados.	Leucocitos, principalmente linfocitos

24) Competencia: Explica en qué consiste la circulación en los animales e identifica las estructuras involucradas en dicho proceso

©Santillana, S.A.

## 9.2 Órganos especializados en la circulación de los animales

Los animales complejos, a diferencia de las plantas, sí tienen órganos especializados para la circulación, y estos tienen relación con los órganos de los sistemas digestivo, respiratorio y excretor. Un sistema circulatorio típico está formado por una serie de tubos, los **vasos sanguíneos**, constituidos por arterias, capilares y venas; un órgano impulsor, el **corazón**; un sistema de válvulas y un medio líquido, que cambia según el organismo y puede ser: **hidrolinfá, hemolinfá o linfa, y sangre**.

El corazón es un órgano de bombeo, constituido principalmente por tejido muscular, cuyas contracciones provocan la circulación de la sangre, que en los vertebrados cambia, según el tipo de corazón. La estructura y número de cámaras del corazón determina el tipo de circulación, simple o doble, según la sangre pase una o dos veces, al completar una vuelta en su recorrido por el cuerpo. Cuando hay mezcla de sangre arterial y venosa en el corazón, la circulación es incompleta; si no se mezclan es completa.

- El corazón de **dos cámaras** consta de una aurícula y un ventrículo, y se presenta en los peces. La sangre solo pasa una vez y sin mezclarse, por ello la circulación en los peces es simple y completa.
- El corazón de **tres cámaras** está constituido por dos aurículas y un ventrículo, propio de anfibios y reptiles. La sangre se mezcla en el único ventrículo y en su recorrido pasa dos veces por el corazón; por tanto, la circulación es incompleta y doble.
- El corazón de **cuatro cámaras** tiene dos aurículas y dos ventrículos, se presenta en las aves y los mamíferos. La sangre pasa dos veces y sin mezclarse, su circulación es doble y completa.

Los vasos sanguíneos son de tres tipos:

- **Arterias.** Vasos gruesos que llevan la sangre (sangre oxigenada) desde el corazón a todos los órganos del cuerpo y se ramifican en arteriolas.
- **Capilares.** Pequeñas ramificaciones de las arteriolas, con paredes muy delgadas que permiten el intercambio rápido de los nutrientes y de los productos de desecho por difusión. Las redes de capilares se unen en vénulas.
- **Venas.** Vasos delgados que llevan la sangre desde todos los tejidos del organismo hasta el corazón.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

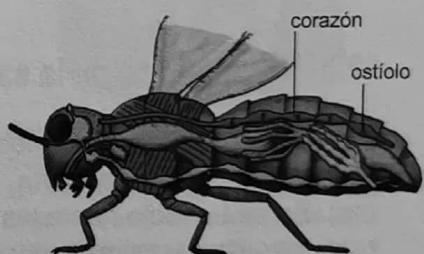
#### 1. Contesta.

- ¿Qué relaciones existen entre el aparato circulatorio y los aparatos digestivo, respiratorio y excretor?
- ¿Cómo se llama el mantenimiento del equilibrio iónico y del grado de acidez en un organismo?
- ¿Qué organismos no necesitan un sistema de transporte? ¿Por qué?
- ¿Qué diferente procedencia presentan las hormonas y las vitaminas?

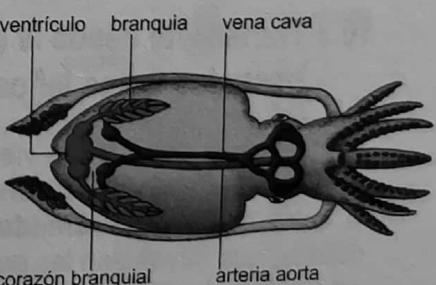
### TIPOS DE SISTEMAS CIRCULATORIOS

Según cómo circulen los fluidos, podemos distinguir entonces dos tipos de sistemas circulatorios: abiertos y cerrados

- En los **sistemas circulatorios abiertos**, el fluido impulsado por el corazón viaja por vasos, pero finalmente se vierte en espacios llamados **lagunas** en donde se produce el intercambio de sustancias entre el líquido circulatorio y los tejidos corporales. Los moluscos (excepto pulpos y calamares) y la mayor parte de los artrópodos poseen este tipo de sistema.
- En los **sistemas circulatorios cerrados**, el fluido impulsado por el corazón circula siempre por vasos. Los anélidos, los equinodermos y los vertebrados tienen este tipo de sistema.



Sistema circulatorio en un insecto.



Aparato circulatorio cerrado de los anélidos.



#### APRENDER A APRENDER

- **Elabora** un resumen del tema de estas páginas.

# 10. La circulación en las plantas

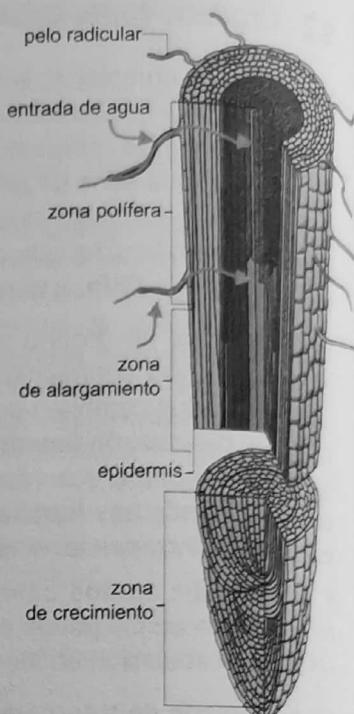
Explora: ¿Qué sustancias absorben las plantas por la raíz y de dónde las obtienen? ¿Tienen las plantas un sistema de transporte? **Explica** tu respuesta.

## 10.1 La absorción de agua y sales minerales

Aprende

El agua y las sales minerales que se encuentran en el suelo pasan al interior del vegetal atravesando la membrana de las células epidérmicas de la **zona absorbente** de la raíz. Algunas de estas células forman pelos absorbentes para incrementar la superficie de absorción y entonces se habla de **zona pilífera**.

- La entrada de **agua** se produce gracias a la diferencia de concentración que existe entre el suelo (más diluido) y el medio interno celular (más concentrado en sales y compuestos orgánicos). Este proceso se denomina **ósmosis**.
- Las **sales minerales** (nitratos, sulfatos, fosfatos, etc.) se disuelven en el agua dando lugar a iones minerales, unos con carga negativa (aniones) y los otros con carga positiva (cationes). Los iones, debido a su carga eléctrica, no pueden atravesar la doble capa lipídica de la membrana celular. Su tránsito lo realizan las proteínas de la membrana. Si el tránsito precisa gasto de energía (consumo de ATP) se denomina **transporte activo**, y si no lo precisa, se llama **transporte pasivo o difusión**. El transporte activo permite introducir iones incluso contra gradiente, es decir, desde donde están más diluidos hacia donde están más concentrados. El transporte pasivo sólo permite el paso a favor del gradiente, esto es desde donde están más concentrados hacia donde están más diluidos.



Corte longitudinal de una raíz.

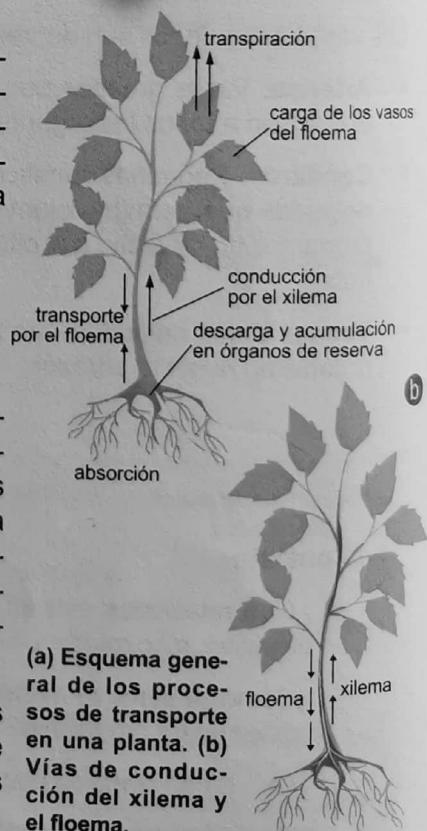
## 10.2 El transporte de la savia bruta

El agua y los iones minerales que han atravesado la epidermis de la raíz forman la llamada **savia bruta**, que es transportada por los vasos leñosos (xilema). En su trayecto hasta las hojas, donde se realiza la fotosíntesis, se distinguen tres procesos que son: el **transporte en la raíz** desde la epidermis hasta los tubos leñosos, el **transporte por el interior** de los tubos leñosos y la **evapotranspiración** en las hojas.

## 10.3 Transporte desde la epidermis de la raíz hasta los tubos leñosos

Teóricamente existen tres vías posibles, pero en la práctica sólo se ha confirmado una, la que consiste en el paso del agua y de los iones de célula a célula, a través de los **plasmodesmos**, que son puentes de citoplasma entre las células, que atraviesan las paredes celulósicas que las separan. Es la llamada vía del **simplosto**, que es el conjunto de todos los citoplasmas celulares, incluidas las células vivas del floema, conectados entre sí. En oposición a él, se denomina **apoplasto** a todas las estructuras extracelulares, incluidos los tubos leñosos, formados por paredes de células muertas, y el agua que contienen.

Según la vía del simplasto, el agua y los iones que han entrado en las células epidérmicas pasan sucesivamente por las células del parénquima cortical, de la endodermis del periciclo del parénquima central y finalmente entran en los tubos leñosos a través de sus punteaduras laterales.



## 10.4 El transporte por el interior de los tubos leñosos

El ascenso de la savia bruta desde la raíz hasta las hojas se realiza sin que la planta invierta energía en ello. Esto es sorprendente si se considera que algunos árboles, como, por ejemplo, las sequoias de California y algunos eucaliptos de Australia, superan los 100 metros de altura y cada día mueven miles de litros de agua desde el suelo hasta su copa.

- **Teoría de la cohesión-tensión.** Esta es la teoría más admitida para explicar el ascenso de la savia bruta. Ésta se basa en la elevada fuerza de cohesión que hay entre las moléculas del agua y en la tracción o «tirón» hacia arriba (tensión) que se origina en las hojas, como consecuencia de la evaporación del agua.
- **Teoría de la presión radical.** Antes de aceptarse la teoría de la cohesión-tensión, algunos autores propusieron que la fuerza que hacía ascender la savia bruta era la suma de las fuerzas de absorción de agua por ósmosis, de todas las células de la epidermis de la raíz. A esta fuerza se la denominó fuerza o **presión radical**. Este mecanismo implica gasto de energía para la planta, dado que se basa en el transporte activo en las células epidérmicas de la raíz.

Se ha propuesto que la presión radical podría ser la responsable de restablecer la continuidad de la columna de agua en el interior de las traqueídas y vasos del xilema, cuando ésta queda interrumpida por burbujas de aire originadas por una evapotranspiración excesivamente rápida o por la descongelación en primavera del hielo acumulado en el xilema.

## 10.5 La evapotranspiración en las hojas

Para mantener la circulación xilemática es imprescindible que al final el agua salga de las traqueídas y tubos leñosos al parénquima y luego al exterior. Esto sucede en las hojas a nivel de los estomas. El agua fluye a la cámara substomática y en ella se evapora saliendo por el ostíolo en forma de gas (vapor de agua). Este proceso se llama **evapotranspiración** o, simplemente, **transpiración**.

Las moléculas de agua son dipolares y, debido a ello, entre ellas se establecen enlaces intermoleculares. Estos enlaces se llaman **enlaces de hidrógeno o puentes de hidrógeno**, dado que en su formación interviene un átomo de hidrógeno de una molécula y el átomo de oxígeno de otra. Debido a ellos se forman grupos de hasta más de diez moléculas de agua juntas (polímeros de agua), cuyo elevado peso molecular hace que los polímeros se comporten como un líquido y no como un gas. Los enlaces de hidrógeno son enlaces débiles que se rompen con muy poca energía calorífica. Si debido al calor que reciben las hojas, estos enlaces se rompen, las moléculas de agua quedan solas y no formarán un líquido sino un gas, el vapor de agua. Este cambio de estado producido en las hojas de las plantas se denomina evapotranspiración.

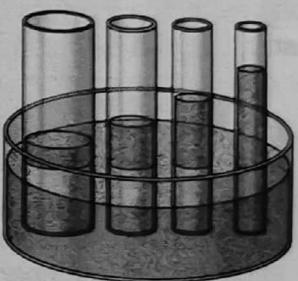
### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

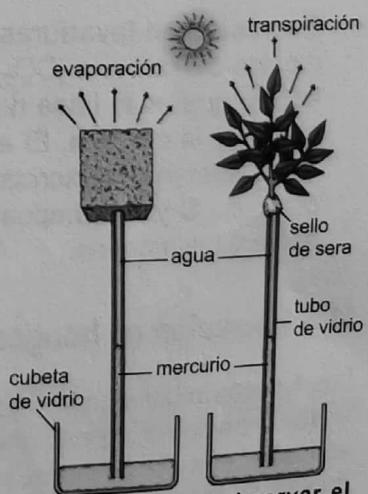
1. **Investiga** cómo ocurre el fenómeno de capilaridad. **Escribe** un informe y **realiza** un esquema que explique dicho fenómeno.

### CONTRADICIONES A LA TEORÍA DE LA PRESIÓN RADICAL

Se conocen tres aspectos que contradicen la teoría de la presión radical. Por un lado, los cálculos realizados indican que la **máxima altura** que podría alcanzar la savia, debido a la presión radical, es sólo de **10 metros**. Por otro lado, en verano, que es la época en que debido al calor las hojas de las plantas liberan **más vapor de agua** (evapotranspiración), es cuando la presión interna en los vasos del xilema es menor. Por último, si experimentalmente se cortan las raíces o químicamente se impide el transporte activo en sus células, la **transpiración continúa** o incluso aumenta durante un tiempo.



**Capilaridad.** El agua alcanza un nivel más alto en los tubos más finos. Tanto las traqueídas de las gimnospermas y angiospermas, como los vasos leñosos de las angiospermas, son tubos muy finos, de menos de un 1 mm de diámetro, por lo que en ellos ocurre el fenómeno de capilaridad.



Experimento para observar el efecto de la evapotranspiración en la ascención de la savia bruta.

# 11. La excreción en los animales

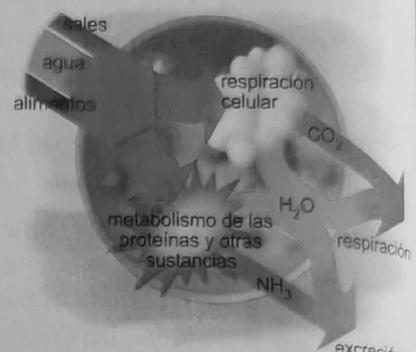
Explora. ¿Qué es la excreción? ¿Qué productos se eliminan a través del proceso de excreción? ¿Es la excreción parte de la función de nutrición?

## 11.1 La excreción

Aprende

Como ya sabes, los seres vivos obtienen la energía que necesitan de los alimentos que ingieren. Para ello se desarrolla una serie de reacciones químicas que en conjunto se conoce como **metabolismo**. Como resultado del metabolismo se forman muchas sustancias útiles para el organismo, y otras que no son utilizadas y que deben ser expulsadas, ya que pueden resultar tóxicas.

El proceso mediante el cual se eliminan las sustancias de desecho se denomina **excreción**. Los organismos usan diferentes mecanismos para realizar el proceso de excreción, ya sea a través de la membrana celular o por medio de órganos o sistemas especializados.



Esquema general de la excreción.

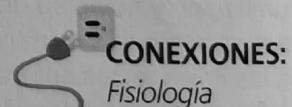
## 11.2 La excreción en los organismos sencillos

Los organismos sencillos, como las bacterias, los protozoos y los hongos, no tienen órganos especializados para realizar la excreción. Por tanto, la excreción se efectúa a través de la **membrana celular** por simple difusión. Algunas sustancias que estos organismos secretan son importantes para nuestra vida, por ello es conveniente analizarlas.

- **Excreción en bacterias:** Según el tipo de respiración que realicen, las bacterias excretan sustancias como dióxido de carbono y agua (bacterias aerobias) o ácido láctico (bacterias anaerobias). También excretan sustancias muy útiles para el ser humano; como antibióticos, enzimas e insecticidas. Sin embargo, en ocasiones liberan sustancias altamente peligrosas llamadas toxinas, que producen enfermedades como la disentería bacteriana, el botulismo, el tétano y la gangrena.
- **Excreción en protozoos:** Los protozoos usan organelos especializados llamados **vacuolas pulsátiles** que funcionan como bombas que eliminan agua y productos de desecho. A través de estas estructuras, los protozoos expulsan agua, dióxido de carbono y restos de alimento en forma de cristales.
- **Excreción en levaduras:** Las levaduras excretan alcohol etílico (etanol) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Este proceso es parte de la fermentación alcohólica, que es la base de la elaboración de las bebidas alcohólicas como el vino y la cerveza. El etanol, por su parte, se utiliza como combustible. Otras sustancias excretadas por estos organismos son las vitaminas del complejo B y un compuesto llamado efedrina, que se utiliza para tratar el asma y las alergias.

## 11.3 Excreción en hongos multicelulares

Los hongos multicelulares excretan agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); antibióticos como la penicilina y, en algunos casos, sustancias tóxicas para los animales y el ser humano, como en el caso de la **flavotoxina**, que produce cáncer en el hígado. Esta sustancia se encuentra en los productos alimenticios para animales (concentrados), cuando son mal procesados o han estado expuestos a condiciones de alta humedad.

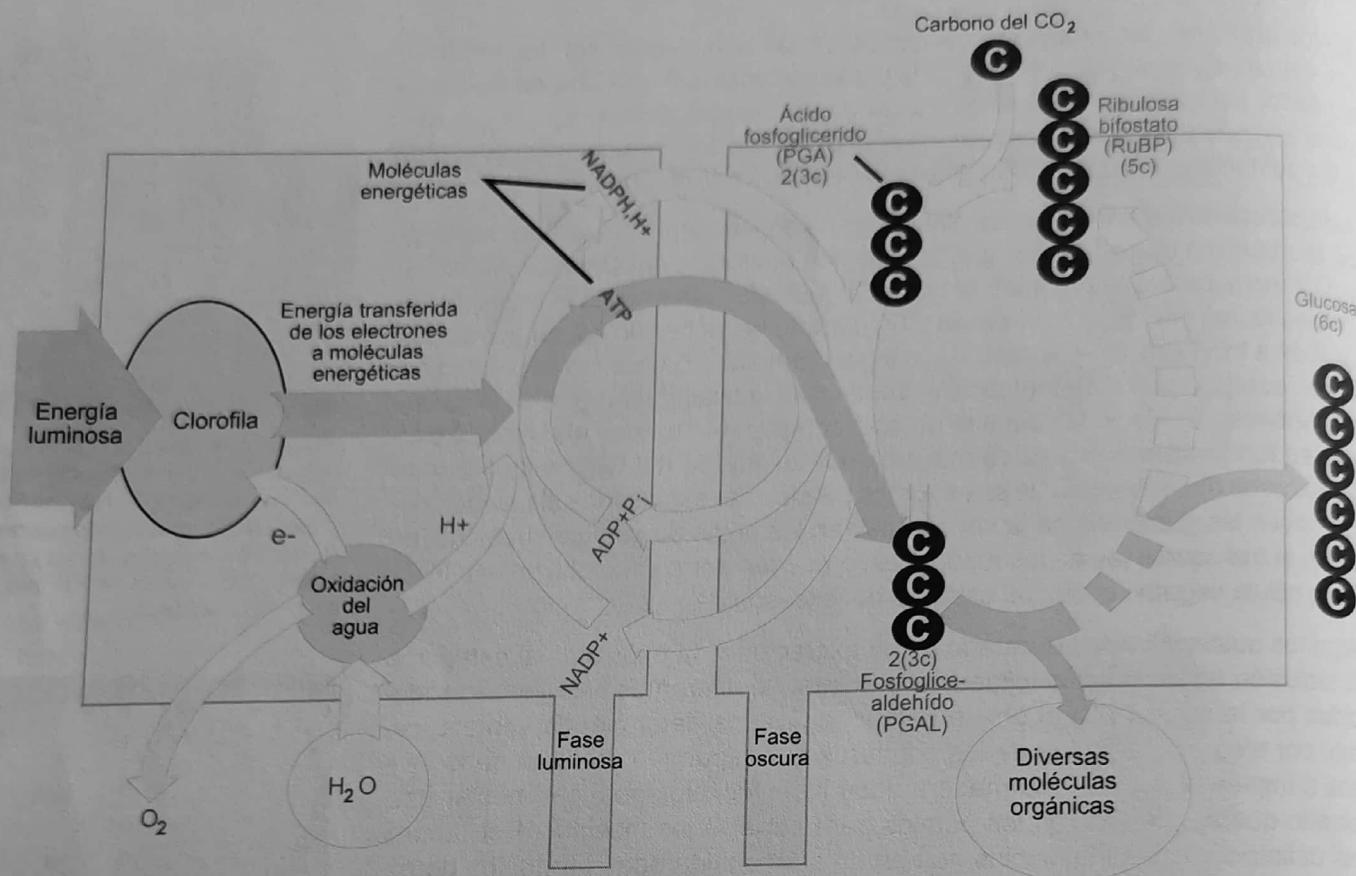


1. **Explica** en qué consisten los siguientes procesos y de qué forma están relacionados con la excreción.

- Homeostasis
- Osmorregulación

## Etapas de la fotosíntesis

1. **Explica** a los miembros de tu clase las etapas de la fotosíntesis a partir del siguiente esquema.



2. **Contesta.**

- ¿Qué función cumplen los carotenoides en la fotosíntesis?
- 
- 

- ¿Cómo se forma el oxígeno en las plantas?
- 
- 

- ¿Por qué es importante el proceso de la fotosíntesis?
- 
- 

3. ¿Se te ha dificultado entender el proceso de la fotosíntesis? ¿Por qué?
- 
- 

4. **Describe** el proceso mental que has llevado a cabo para realizar la actividad de esta página.
- 
- 

5. **Describe** tus aciertos y tus limitaciones.
- 
-

## APLICA

### 1. Describe.

- Nutrición autótrofa.
- 

- Nutrición heterótrofa.
- 

- Catabolismo.
- 

- Anabolismo.
- 

### 2. ¿Qué es el ATP y cuál es su importancia?

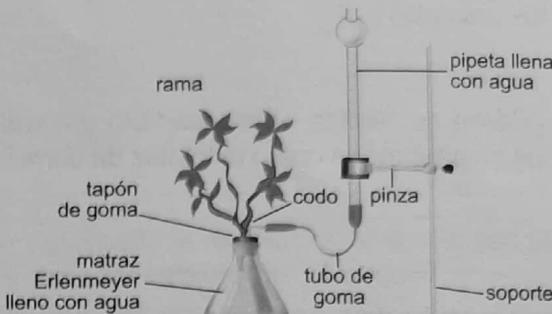
---



---

## EXPERIMENTA

- Monta el siguiente dispositivo experimental, un potómetro, para estudiar la relación que existe entre la transpiración y la absorción.



**Precauciones:** 1. Al unir la pipeta con el tubo de goma, evitar que queden burbujas de aire. 2. Antes de tomar las medidas, esperar unos minutos hasta que se equilibre la columna de agua. A partir de entonces, se cronometra el descenso del nivel entre determinadas marcas de la pipeta. 3. **Realiza** varias mediciones y **repón** agua cuando el nivel descienda demasiado.

a) ¿Por qué baja el nivel del agua en la pipeta?

---

b) ¿Cuánto desciende el agua? ¿Qué unidad de tiempo usaste? **Busca** una forma de tabular y graficar tus resultados. Si no sabes cómo, **consulta** a tu profesor o profesora.

---

c) Una vez comprobado el correcto funcionamiento del potómetro, se pueden variar las condiciones ambientales para observar la influencia de esas variaciones en la velocidad de transpiración. La idea es que trabajes en grupo, cada equipo simulará una condición ambiental diferente y se hará cargo de los respectivos diseños experimentales y del montaje. Aquí te damos algunas ideas:

- ambiente muy húmedo (pueden humedecer las hojas y cubrir la planta con una bolsita de plástico transparente, cerrando todo lo más herméticamente posible);
- ambiente seco y ventoso (se logra acomodando un ventilador más o menos cerca de la planta);
- ambiente muy caluroso (con una lámpara potente para dar calor a la planta).



## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

### 1. Completa las siguientes oraciones.

- Los organismos autótrofos utilizan como fuente de carbono el CO<sub>2</sub> del aire mientras que los heterótrofos utilizan \_\_\_\_\_
- La respiración es un proceso catabólico, en cambio la fotosíntesis es \_\_\_\_\_
- En la fermentación alcohólica se obtiene como residuo etanol y CO<sub>2</sub> y en la fermentación láctica se obtiene \_\_\_\_\_

### 2. Investiga las similitudes que existen en la estructura química de la clorofila y de la hemoglobina y conversa en clase sobre el tema. ¿Qué funciones cumplen la clorofila y la hemoglobina en los organismos vivos?

---



---

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

### 1. Analiza.

- Además de los pulmones, ¿qué otras estructuras para recoger el oxígeno del aire presentan los animales?
- 
- ¿Cómo se realiza el intercambio gaseoso en los invertebrados como la lombiz de tierra?
- 

### 2. Establece la diferencia entre los siguientes conceptos.

- Autótrofo y heterótrofo.
- 

- Fotosíntesis y quimiosíntesis.
- 

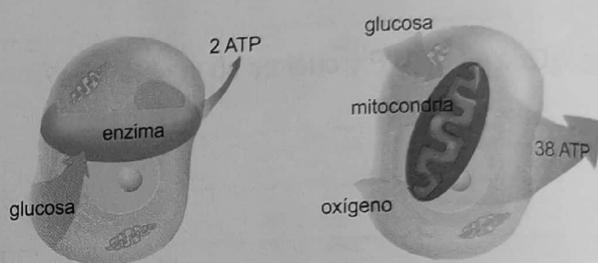
- Respiración aeróbica y fermentación.
- 

- Catabolismo y anabolismo.
- 

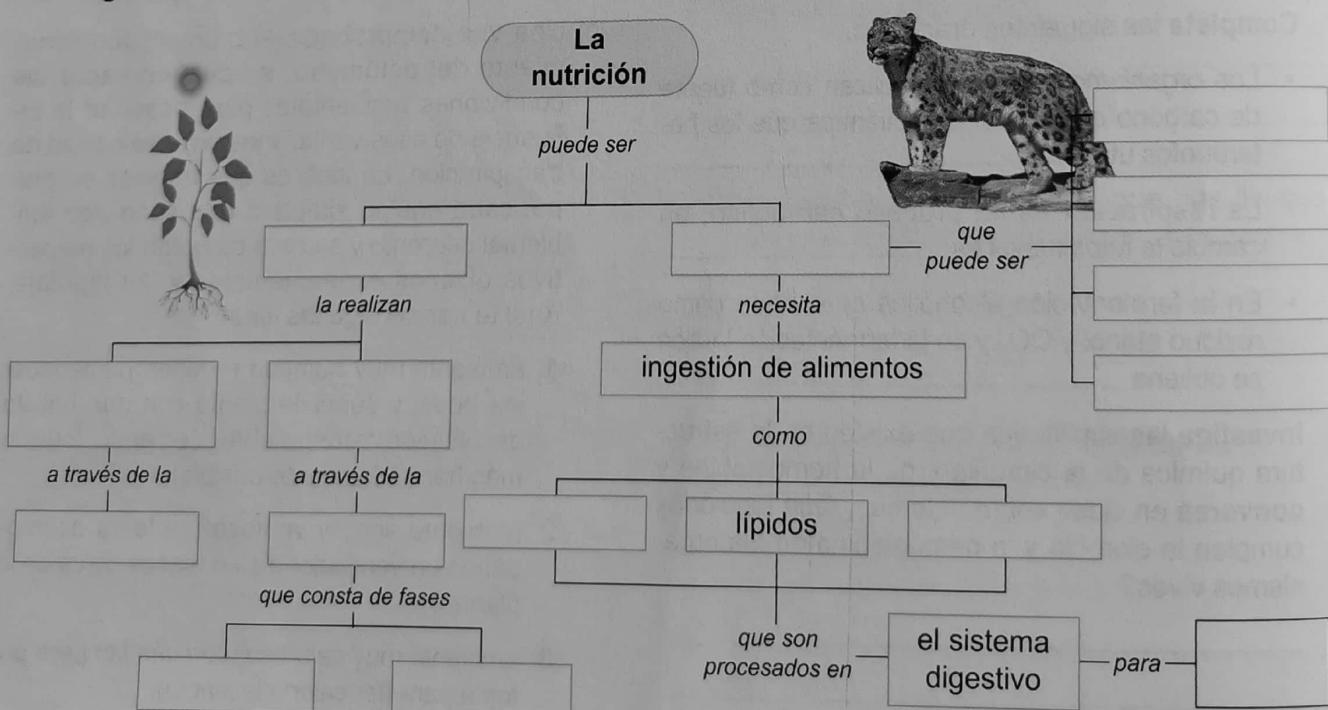
### 3. Completa el siguiente cuadro comparativo.

Características	Procesos	
	Fotosíntesis	Respiración aeróbica
Organelo en el que ocurre		
Reactivos		
Productos		
Balance energético		

### 4. Indica el tipo de respiración para cada uno de los esquemas.



### 5. Organiza los conceptos. Completa el siguiente mapa conceptual.



## COMPETENCIAS ACTITUDINALES

## 1. Reflexiona y responde.

- ¿Por qué es importante evitar la tala de los bosques?

---



---



---

- ¿Dificulta la respiración el dormir con plantas en nuestra habitación? ¿Por qué?

---



---

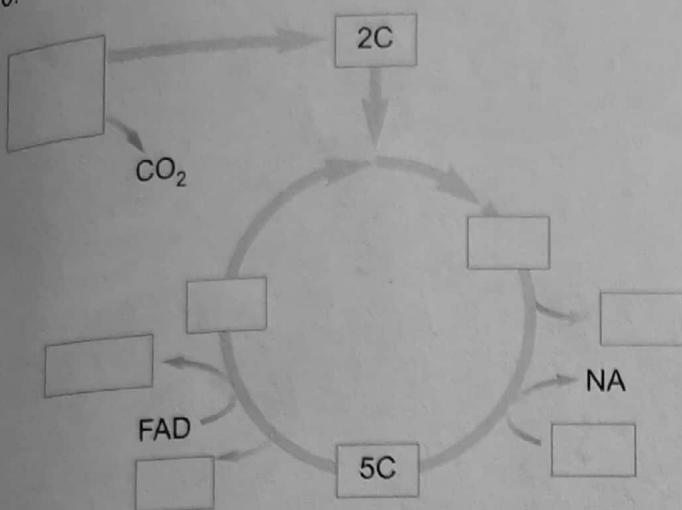
- ¿Qué valor tienen los organismos fotosintéticos para la vida en nuestro planeta?

---



---

## 6. Completa el ciclo de Krebs.



## 7. Completa el siguiente cuadro comparativo.

Respiración	
R. aeróbica	R. anaeróbica
Con oxígeno	
Produce 38 ATP	
	la realizan los organismos inferiores y las células musculares.
Sus productos son $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	

## 8. Completa el siguiente cuadro.

Organismo	Tipo de respiración	Lugar	Productos de la respiración
Bacteria		Citoplasma	Ácido acético o ácido láctico + E
Levadura	Anaerobia		Alcohol etílico y $\text{CO}_2 + \text{E}$
Protozoo	Aerobia	Mitochondria	
Hongos		Mitochondria	Energía, $\text{CO}_2$ y agua

## 9. ¿Qué etapas comprende la respiración aeróbica?

---



---

## COMPETENCIAS METACOGNITIVAS

## 1. Reflexiona sobre tu aprendizaje y responde.

- ¿Llevaste a cabo las acciones que programaste para el estudio de esta unidad? ¿Por qué?

---



---

- ¿Te sientes satisfecho con los resultados? ¿Por qué?

---



---

## 2. Escribe tres acciones que te faltaron realizar para estudiar y entender mejor los temas de esta unidad. Justifica por qué piensas que te ayudaría cada acción.

- 
- 
-

## 2 Relación y reproducción de las plantas

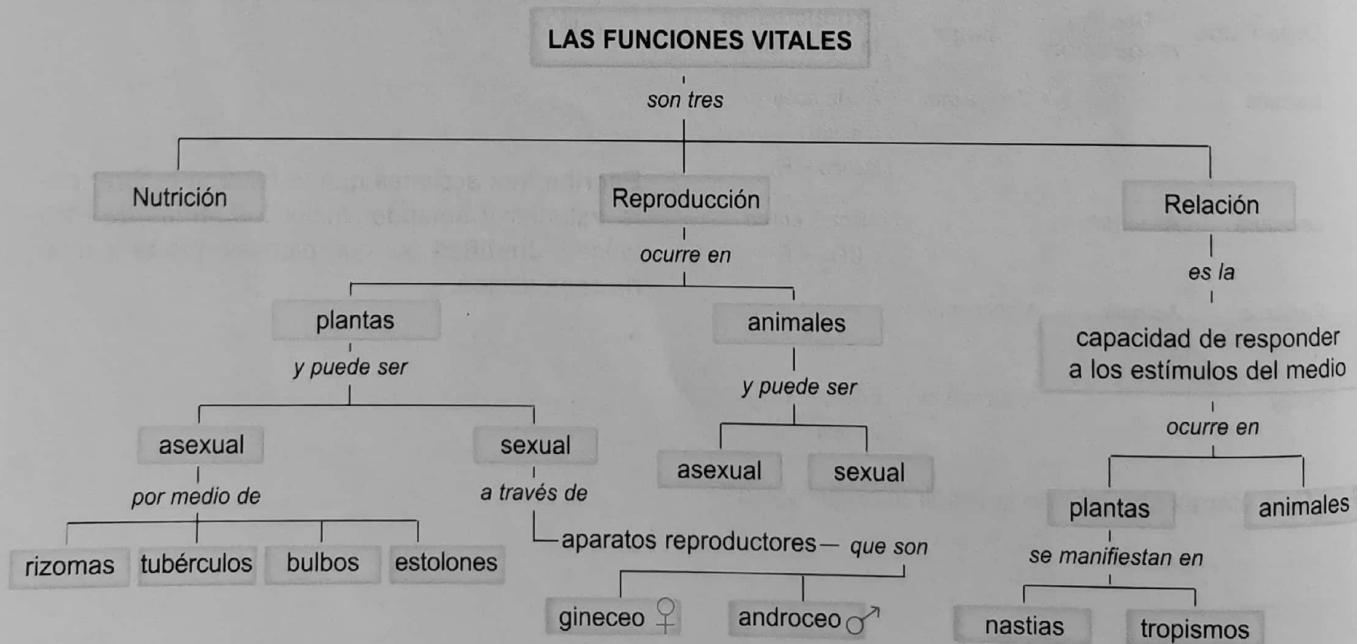
### COMPETENCIAS

- **Comprende y explica** los procesos involucrados en la función de reproducción de las plantas y de los animales.
- **Describe** los mecanismos involucrados en la función de relación de las plantas y de los animales.
- **Valora** la importancia del conocimiento de las funciones vitales de los seres vivos para conservar la flora y la fauna en República Dominicana y el resto del mundo.
- **Reflexiona** sobre su aprendizaje.



Planta de higüero con su fruto.

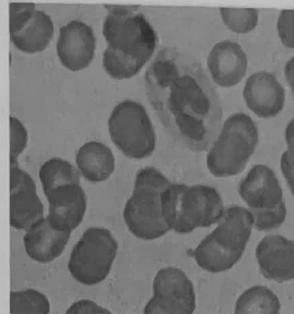
### MAPA DEL TEMA





## Células madre

Los científicos descubrieron hace más de 20 años el modo de obtener **células madre** de embriones de ratones. A finales del año 1998 y después de intensos trabajos de experimentación, un grupo de investigadores de la Universidad de Wisconsin (EEUU) consiguió el primer cultivo de células madre embrionarias humanas. A partir de este momento, las progenitoras celulares han sido presentadas como la gran **esperanza terapéutica** del nuevo siglo.



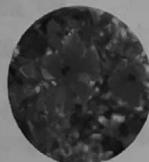
Cada mes se generan cientos de publicaciones sobre los resultados obtenidos con estos potenciales tratamientos. Se les presupone un destino lleno de aplicaciones que van desde patologías neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer o la de Parkinson, hasta la fabricación de tejidos y órganos destinados al trasplante, pasando por la diabetes y los trastornos cardíacos. La realidad es que ese brillante futuro tiene un presente plagado de obstáculos. El modo de obtenerlos con el debate ético que arrastra es quizás el más llamativo, aunque no es mucho menos el único.

- ¿Crees que este tipo de avance científico es beneficioso para la sociedad? ¿Por qué?
- ¿Estás de acuerdo con la aplicación de estos conocimientos científicos en la cura o prevención de enfermedades? ¿Por qué?

## PARA SABER MÁS

### Enlaces:

- <http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/1ESO/animales/funcion.htm>
- <http://www.solucionesescolares.al/natural/cnaturales/comparar2.htm>
- <http://www.arrakis.es/~lluengo/fotosintesis.html>
- <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/18832.html>



## ¿QUÉ SABES?

### 1. Responde.

- ¿De qué forma se reproducen las plantas?
- ¿Qué son los óvulos?
- ¿Qué función desempeñan las flores en las plantas?
- ¿Qué es un estímulo?

## ¿QUÉ VAS A APRENDER?

### 2. Escribe

el número de la página donde se exponen los siguientes temas.

- La reproducción de las plantas.
- La reproducción de los animales.
- Respuestas de las plantas a los estímulos del medio.
- Respuestas de los animales a los cambios ambientales.

## ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

### 3. Marca

cuáles de las siguientes acciones crees que te ayudarán a comprender mejor los temas de esta unidad y **explica** por qué.

- Leer los temas y elaborar resúmenes de los mismos.
- Consultar diferentes fuentes bibliográficas.
- Leer los temas y realizar todas las actividades.
- Observar e interpretar los esquemas que aparecen.

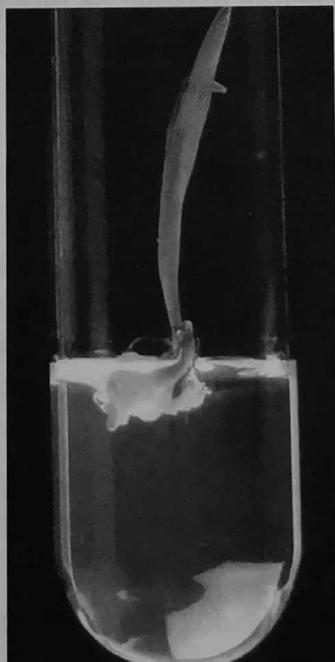
## ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

### 4. Reflexiona y responde.

- ¿Qué vegetales te gustan? ¿Cómo puedes reproducirlos en el patio de tu casa?

### 5. Escribe

tus metas en el cuaderno.



# 1. La función de relación en las plantas

Explora: ¿Cómo se relacionan las plantas con el medio en que viven?

La **función de relación** es la que está basada en la capacidad de percibir estímulos del exterior y del interior de la planta y emitir respuestas adecuadas. Las plantas, al igual que los animales, son capaces de relacionarse con su entorno, es decir, pueden detectar determinados estímulos y elaborar respuestas adecuadas. Pero, al carecer de sistema nervioso, sus mecanismos de percepción son toscos y sus respuestas están limitadas a cambios en la turgencia de las células, a crecimientos direccionales de la raíz y al tallo, a secreciones y a respuestas mecánicas simples.

A continuación se estudian los principales estímulos que pueden percibir las plantas, los tipos de respuestas que pueden producirse y la coordinación hormonal que rige dichas respuestas.

Aprende



Un ejemplo de planta carnívora: *Dionaea muscipula*. Sus hojas modificadas pueden capturar los insectos que se posan en ellas. La planta tiene un sistema de percepción del medio y responde de acuerdo a las informaciones que recibe.

## 1.1 Estímulos y respuestas

Los **estímulos** son aquellas variaciones del ambiente externo o interno capaces de desencadenar una **respuesta**.

Los estímulos pueden ser: **luminosos** (si el vegetal percibe radiaciones luminosas o variaciones de intensidad lumínica), **gravitatorios** (el estímulo es la acción de la gravedad), **mecánicos** (golpes, presión, roce, etc.), **químicos** (el estímulo procede de variaciones de la concentración de determinadas sustancias o de la aparición de éstas), **térmicos** (el vegetal percibe aumentos de la temperatura), **hídricos** (variación de la humedad atmosférica o la cantidad de agua en el suelo), etc.

Como las plantas no tienen sistema nervioso, carecen de los sofisticados órganos sensoriales que presentan casi todos los animales; sin embargo, poseen diversos tipos de **células receptoras epidérmicas**. Así, perciben cambios en la intensidad de la luz ciertos organelos celulares ricos en moléculas fotosensibles, como el fitocromo o las flavinas. Las plantas también captan cambios en la atracción de la gravedad mediante **células con almidón estatolítico** (estatocitos) que, al cambiar de posición, inducen una respuesta en el vegetal. Finalmente, las plantas también presentan **células epidérmicas sensibles al tacto**.



**Zarcillo.** El crecimiento tan particular de los zarcillos se debe a la acción de células sensibles al tacto y a la producción orientada de hormonas del crecimiento.

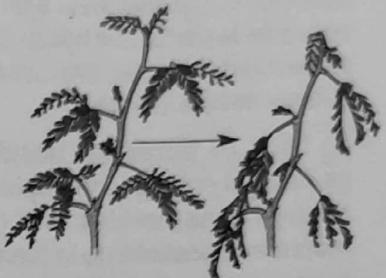
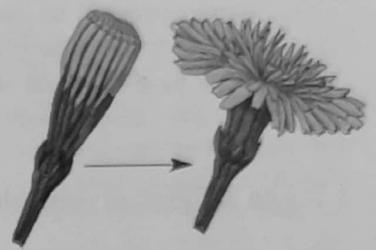
Las **respuestas** que dan los vegetales frente a los estímulos externos pueden ser de tres tipos: **nastias, tropismos y secreciones**.

## 1.2. Las nastias vegetales

Las **nastias** son movimientos de determinadas zonas del vegetal. Se basan en cambios de turgencia de grupos de células, que varían su volumen controlando la entrada y salida de agua.

Existen varios tipos de nastias, como las fotonastias, las sismonastias, las termonastias y las hidronastias.

- Las **fotonastias** son respuestas a la luz. Son ejemplos de fotonastias el movimiento del girasol que sigue la posición del sol en el cielo y los movimientos de las flores que se cierran cuando se pone el sol y se abren al amanecer.
- Las **sismonastias** son respuestas al contacto o a la sacudida del vegetal. Ejemplos de sismonastias son el pliegue de las hojas de la sensitiva (*Mimosa pudica*), que quedan dobladas cuando se tocan, así como el cierre de las hojas de algunas plantas carnívoras cuando en ellas se introduce un insecto.
- Las **termonastias** son respuestas a variaciones de temperatura. Un ejemplo es la apertura y el cierre de las flores de los tulipanes, ante determinados cambios de temperatura.
- Las **hidronastias** son respuestas cuyo estímulo es la humedad del ambiente. Un ejemplo es la apertura de los esporangios de los helechos al disminuir la humedad, con lo que se consigue la liberación de las esporas.



**Ejemplos de nastias.** Arriba, apertura y cierre de las flores del diente de león por efecto de la luz (fotonastia). Abajo, pliegue de las hojas de la sensitiva tras el contacto con un objeto (sismonastia).

Estímulos y respuestas en las plantas: tropismos y nastias		
Estímulos	Tropismos o crecimientos	Nastias o movimientos
Luminosos	Fototropismo	Fotonastia
Gravitatorios	Geotropismo	
Mecánicos	Tigmotropismo	Sismonastia
Químicos	Quimiotropismo	
Térmicos		Termonastia
Hídricos	Hidrotropismo	Hidronastia

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Escribe 5 tipos de estímulos y un ejemplo en cada caso.

Tipo de estímulo	Ejemplos
------------------	----------

2. Explica qué son las nastias.



- ¿Qué harías para saber qué tipo de nastia presenta una planta?

**Explora:** ¿Qué otros tipos de respuestas, además de las vistas en las páginas anteriores, presentan las plantas ante los estímulos de su medio? ¿Se mueven las plantas. **Explica** tu respuesta. ¿Se desplazan las plantas? ¿Por qué? ¿Cuál es la diferencia entre movimiento y desplazamiento? ¿Cómo afecta la luz al crecimiento de las plantas?

### 1.3. Los tropismos vegetales

Aprende

Un **tropismo** es el crecimiento de un órgano de la planta en una determinada dirección como respuesta a un estímulo concreto. Son respuestas que permanecen en la planta. Se basan en crecimientos diferenciados de los meristemas primarios del vegetal, provocados por un reparto desigual de las hormonas vegetales del crecimiento.

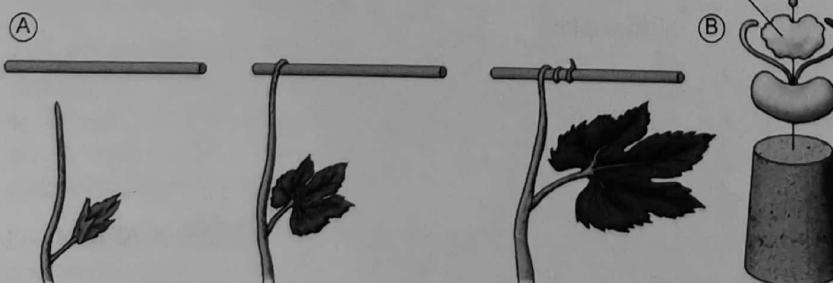
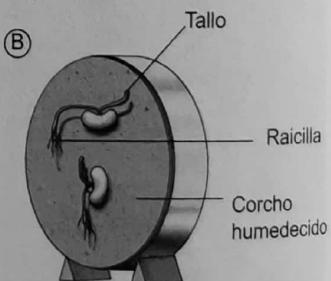
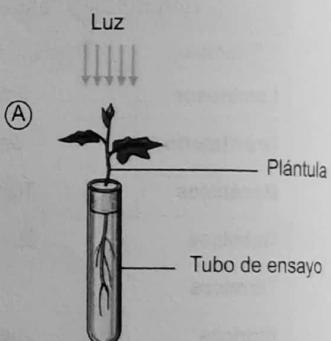
Se habla de **tropismos positivos** cuando el crecimiento de la planta se dirige hacia el estímulo; de **tropismos negativos**, cuando se aleja de él, y de **tropismos transversales**, si al crecer, el tallo y la raíz se sitúan perpendicularmente a la posición de la fuente del estímulo.

Según el estímulo, se distinguen diversos tipos de tropismos:

- **Fototropismos.** Son respuestas producidas cuando el estímulo es la luz. Los vegetales presentan fototropismo positivo en los tallos, fototropismo negativo en las raíces y fototropismo transversal en las hojas.
- **Geotropismos.** Son respuestas producidas cuando el estímulo es la fuerza de la gravedad. Los tallos presentan geotropismo negativo, y las raíces, geotropismo positivo.
- **Tigmotropismos.** Son respuestas producidas ante el contacto con cuerpos sólidos. Lo presentan los zarcillos y se debe a una inhibición en el crecimiento de las células de la zona de contacto. Por tanto, el crecimiento de las células de la zona opuesta provoca que el zarcillo se enrosque alrededor del cuerpo de contacto.
- **Quimiotropismos.** Son respuestas producidas ante la presencia de sustancias químicas. Las raíces presentan quimiotropismo positivo o negativo, dependiendo del tipo de sustancias o de la concentración a que éstas se encuentren.
- **Hidrotropismos.** Son respuestas producidas cuando el estímulo es el agua. Las raíces presentan hidrotropismo positivo.



**Bosque de pinos con oaxaca.** El fototropismo de los tallos y las hojas es visible en cualquier ambiente, pero en la espesura de las selvas, donde la luz del sol escasea, es una estrategia de supervivencia fundamental para las plantas.



**Tigmotropismo e hidrotropismo.** A) tigmotropismo en una planta trepadora: la parra. Los zarcillos de la parra se enroscan al entrar en contacto con un palo que le sirve de soporte. B) hidrotropismo: la raicilla y el tallo de la judía crecen hacia el agua contenida en el algodón húmedo.

**Fototropismo y geotropismo.** A) fototropismo positivo en el tallo de una plántula y negativo en la raíz. B) en la semilla dispuesta horizontalmente el tallo crece hacia arriba (geotropismo negativo) y la raicilla, hacia abajo (geotropismo positivo).

## 1.4 Las secreciones vegetales

La secreción vegetal es la producción de una sustancia útil para la propia planta. En ello se diferencia de la excreción, que es la expulsión de una sustancia perjudicial. Las sustancias secretadas pueden tener una composición química muy diferente, pueden encontrarse en lugares muy distintos de la planta y pueden desempeñar funciones muy diversas. A continuación se citan las sustancias de secreción más conocidas. Algunas de ellas, como las hormonas, aparecen como respuesta a un estímulo, pero otras, como las resinas de las coníferas, aparecen como una característica propia de algunas plantas adultas.

- **Hormonas.** Son mensajeros químicos intercelulares.
- **Alcaloides.** Son sustancias muy tóxicas que se acumulan en las vacuolas. Se supone que constituyen una defensa contra los herbívoros. Las más conocidas son la cafeína, la teína, la nicotina y la morfina.
- **Taninos.** Son sustancias tóxicas que se acumulan en las vacuolas de las células de la corteza de los árboles para evitar el ataque de los microorganismos
- **Esencias, bálsamos y resinas.** Las esencias son sustancias muy volátiles cuya función puede ser atraer a los animales para que colaboren en la dispersión del polen o de las semillas. Puede que formen gotas dentro de las células, que serán producidas y expulsadas por pelos glandulares o que se acumulen en cavidades lisígenas, como sucede en la piel de naranjas y limones. Los bálsamos son sustancias semilíquidas, como el bálsamo de Canadá, muy utilizado en microscopia. Las **resinas** son sustancias mucho más viscosas, como la resina de las coníferas, que se segregan y acumula en los conductos resiníferos. Algunas son sólidas, como el incienso y el ámbar (que es la resina fosilizada de antiguos pinos). La función de bálsamos y resinas es proteger a la planta frente a la acción fermentativa de los microorganismos.
- **Látex.** El látex es un líquido blancuzco que contiene azúcares, taninos, gomas, resinas, caucho y, a veces, sustancias venenosas como la morfina (en la planta del opio). Se encuentra en el interior de los llamados tubos laticíferos, de los que fluye cuando se corta la planta, coagulando luego con rapidez. Se piensa que puede tener una función defensiva contra los animales herbívoros.
- **Néctar.** Es un líquido azucarado que atrae a los insectos y a los colibríes. Se segregan en superficies y pelos glandulares generalmente situados en la base de los pétalos. Su función es atraer a los animales para que contacten con el polen y lo transporten a las otras flores.
- **Aceites.** Son grasas que se hallan emulsionadas en el citosol de las células de las semillas y que sirven de reserva estable de energía.

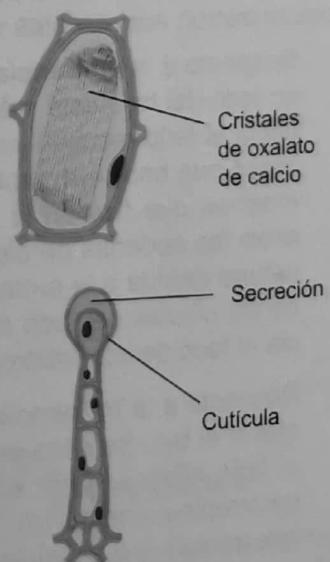
### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. ¿Qué tipo de respuesta tienen las plantas frente a la luz? ¿Qué ventajas les ofrecen a las plantas dichas respuestas?
2. ¿Qué es el néctar?

### OTRAS SECRECIONES VEGETALES

- Cristales de aleurona, cristales de oxalato cálcico y gránulos de almidón. Los tres son precipitados sólidos, delimitados por membranas. Los cristales de aleurona son precipitados proteicos, con función de reserva, que hay en las vacuolas de las semillas. Los cristales de oxalato cálcico también están en ciertas vacuolas y son una forma de retirar el exceso de calcio. Los gránulos de almidón son precipitados de almidón con función de reserva energética en el interior de plastidios.
- Depósitos de lignina, suberina y cutina. Sustancias que impregnan la pared celular, dándole ciertas propiedades. La lignina da rigidez a las células del xilema (leño), la suberina impermeabiliza las células de la corteza de los árboles (súber) y la cutina hace impermeable la superficie de hojas y frutos (cutícula).



**Secrecciones vegetales.** Arriba, cristales de oxalato cálcico en una célula. Abajo, un pelo glandular que acumula secreción en su extremo.

## 1.5 Hormonas vegetales

Aprende

Las **hormonas vegetales** o **fitohormonas** son sustancias químicas producidas por tejidos en división activa, como son los meristemos, que son distribuidas mediante la savia por toda la planta, y que inducen ciertas actividades metabólicas en aquellas células que presentan receptores específicos para las mismas. Existen varios tipos de hormonas que producen diferentes efectos. Los principales son: estimular el crecimiento en longitud del tallo y de la raíz, estimular el engrosamiento del tronco, inducir la aparición de raíces adventicias, favorecer la floración y la formación de los frutos e inducir la caída de hojas y frutos.

Las fitohormonas son, pues, mensajeros químicos intercelulares que permiten coordinar la respuesta de la planta frente a los diferentes estímulos. Un caso especial de hormonas es el etileno que, al ser un gas, se expande e influye no sólo en la propia planta sino también en las plantas próximas. La producción de hormonas es el primer paso en la respuesta (tropismo o secreción) de la planta frente a diversos estímulos.

Las principales hormonas vegetales son las **auxinas**, las **citocininas**, las **giberelinas**, el **ácido abcísico** y el **etileno**.

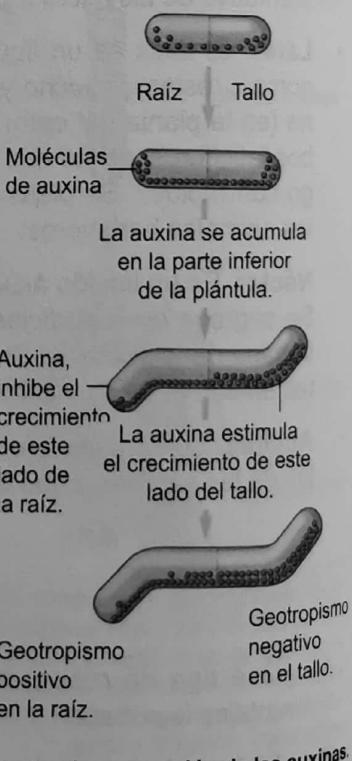
## 1.6 Las auxinas

Las **auxinas** son sustancias producidas por el ápice del tallo, que luego se distribuyen por toda la planta hasta llegar a la raíz, y cuyos principales efectos son estimular el crecimiento del vegetal y determinar el fototropismo (positivo en el tallo y negativo en la raíz) y el geotropismo (negativo en el tallo y positivo en la raíz). Se ha visto que, a medida que aumenta su concentración se acelera el crecimiento, hasta llegar a las llamadas concentraciones críticas que, si se superan, inducen una paralización del crecimiento. Como las auxinas siempre se distribuyen en la misma dirección, desde el ápice del tallo al ápice de la raíz, la concentración adecuada es mucho más alta en el tallo que en la raíz.

- Respecto a la **influencia de la luz** (fototropismo), se ha observado que si un lado del tallo está más iluminado que el otro, las auxinas se desplazan hacia el lado menos iluminado. Allí se unen a unas proteínas de la membrana que bombean protones ( $H^+$ ) hacia afuera, luego éstos activan unas enzimas que hay en la pared celulósica, las cuales rompen los enlaces entre las cadenas paralelas de celulosa. Debido a ello, la presión interna natural debida a la entrada de agua por ósmosis provoca el alargamiento de las células del lado oscuro, con la consiguiente curvatura del tallo hacia el foco de luz (fototropismo positivo).
- Respecto a la **influencia de la gravedad** (geotropismo) se ha observado que si el tallo se sitúa en posición horizontal, las auxinas se acumulan en el lado inferior y, por ello, posteriormente el tallo se curva hacia arriba (geotropismo negativo). Si la raíz se sitúa en posición horizontal, las auxinas también se acumulan en el lado inferior, y como pequeñas concentraciones ya son inhibitorias del crecimiento de la raíz, el lado superior crece más deprisa y la raíz se dobla hacia abajo. Se cree que son los estatocitos los que permiten a la planta distinguir la parte inferior de la superior.

### OTROS EFECTOS DE LAS AUXINAS

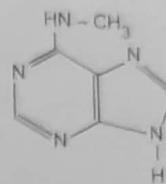
Además de los efectos expuestos en esta página, las auxinas **inhiben** el desarrollo de las yemas axilares (favoreciendo así el crecimiento en altura de la planta), la llamada dominancia apical, estimulan al **cambium** a producir más **floema** y **xilema**, favorecen la maduración del fruto y determinan la formación de nuevas raíces en los esquejes de los tallos. La auxina más importante y la primera que se conoció es el **ácido indolacético** (AIA).



Geotropismo y acción de las auxinas

## 1.7 Las citocininas

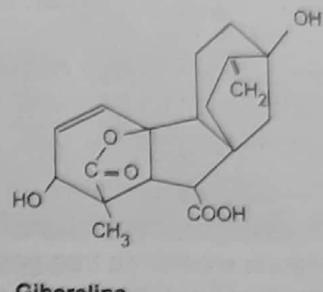
Las **citocininas** son hormonas sintetizadas principalmente en las raíces, que son distribuidas hacia arriba a través de la savia bruta y que actúan sobre las yemas axilares inferiores provocando su desarrollo, al anular el efecto repressor de las auxinas. Esto se ve ayudado por el hecho de que, a medida que el tallo crece, llegan menos auxinas a las yemas axilares inferiores. Actúan promoviendo la división celular (citocinesis), de ahí su nombre. Otro de sus efectos es evitar el envejecimiento de la planta, cuyo primer síntoma es la coloración amarillenta que toman sus hojas. Se ha comprobado que gracias a las citocininas se pueden mantener verdes durante mucho tiempo.



Citocinina.

## 1.8 Las giberelinas

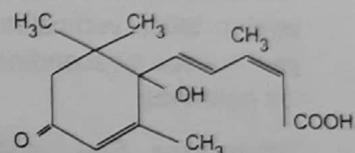
Las **giberelinas** son sustancias que inducen el alargamiento de los tallos. Se ha comprobado que en algunas plantas llegan a producir un crecimiento excesivo y descontrolado del tallo, acompañado de floración. Su mayor concentración se da en las semillas, en las que favorecen la germinación mediante la síntesis de enzimas hidrolíticas que transforman el almidón, los aceites y las proteínas de la semilla en glucosa, ácidos grasos y aminoácidos, que podrán ser utilizados por el embrión y la plántula en crecimiento.



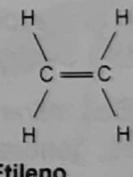
Giberelina.

## 1.9 El etileno y el ácido abcísico

- **Etileno.** Este hidrocarburo gaseoso, que se produce en la membrana de las células, es el responsable de la maduración de los frutos, al inducir en ellos los cambios de composición química, de textura y de color propios del fruto maduro. También es el responsable de que se marchiten (senescencia) las flores tras ser fecundadas. Otro de sus efectos es la caída de la hoja (abscisión) al inducir la síntesis de la enzima celulasa, que destruye la pared celulósica de las células de una pequeña zona del pecíolo. Para evitar daños a la planta, previamente la zona contigua se cicatriza (cicatriz foliar). El etileno también interviene en la dominancia apical ya que, aunque antes se ha indicado que esto era un efecto de las auxinas, el mecanismo consiste en que las auxinas estimulan la producción de etileno en las células próximas a las yemas axilares, y es el etileno el que inhibe su desarrollo. También las citocininas actúan a través del etileno mediante la represión de su producción.
- **Ácido abcísico.** Es una hormona que induce a la planta a detener su crecimiento y pasar al estado de vida latente. Esto le posibilita sobrevivir en situaciones de estrés como la falta de agua o las bajas temperaturas. Se ha comprobado que transforma las yemas primaverales en yemas invernales con escamas protectoras y que mantiene las semillas sin germinar.



Ácido abcísico.



Etileno.

## ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

### 1. Completa las expresiones.

- El \_\_\_\_\_ es una hormona en estado gaseoso.
- Los principales efectos de las \_\_\_\_\_ son estimular el crecimiento vegetal y determinar el fototropismo y el geotropismo.



## APLICACIÓN

- **Elabora** una tabla donde resumas las funciones de las diferentes hormonas vegetales descritas en estas páginas.

## 2. Formas de reproducción de las plantas

Explora. ¿Qué es la reproducción? ¿Cuáles son los órganos reproductores de las plantas? ¿Cuál es la diferencia entre reproducción asexual y reproducción sexual?

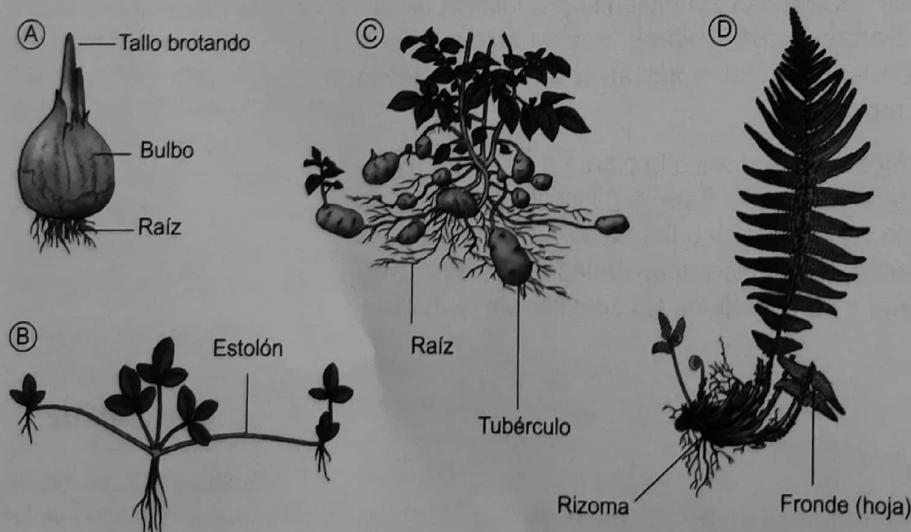
La reproducción es el proceso de generación de nuevos individuos. Aprende  
Las plantas presentan básicamente reproducción sexual, aunque  
hay numerosas especies que, además, tienen reproducción asexual.

### 2.1 Tipos de reproducción asexual en las plantas

En la reproducción asexual sólo intervienen procesos mitóticos. Los nuevos individuos son genéticamente idénticos al progenitor y surgen a partir de un fragmento de él.

Muchas plantas presentan una reproducción asexual o multiplicación vegetativa basada en la capacidad que tienen los vegetales de producir nuevos individuos a partir de fragmentos de un individuo inicial. Este tipo de reproducción se denomina **fragmentación**. Las formas principales de fragmentación son: por rizomas, por tubérculos, por bulbos y por estolones.

- **Rizomas.** Son tallos subterráneos horizontales que cada cierto tramo emiten tallos verticales, que si posteriormente quedan aislados constituyen nuevos descendientes. Esto sucede, por ejemplo, en las cañas y en los helechos.
- **Tubérculos.** Son tallos subterráneos que presentan zonas meristemáticas (vulgarmente llamados ojos) que emiten tallos y raíces, por lo que dan lugar a nuevos individuos. Esto sucede, por ejemplo, en la papa.
- **Bulbos.** Son tallos subterráneos formados por hojas carnosas concéntricas, que con el tiempo se dividen en varios bulbillos de los que saldrán nuevas plantas. Se reproducen así, por ejemplo, las cebollas.
- **Estolones.** Son tallos aéreos horizontales que cuando son muy largos y tocan el suelo, generan raíces y tallos verticales, que si quedan aislados constituyen nuevos individuos. Se da, por ejemplo, en las fresas.



Órganos para la reproducción vegetativa. A) bulbo de una cebolla. B) reproducción por estolones en la fresa. C) tubérculos caulinares (del tallo) de la papa. D) rizoma de un helecho.

44 Competencia: Explica la diferencia entre reproducción asexual y sexual. Describe las distintas formas de reproducción asexual de las plantas

### CONEXIONES: Agricultura

La reproducción asexual de las plantas es aprovechada en la agricultura y en la jardinería para multiplicar los individuos, sin necesidad de fecundación y posterior germinación de las semillas. Tres ejemplos de estas técnicas son las estacas y esquejes, el acodo y el injerto.

• **Estacas o esquejes.** Son trozos de tallo que si se entierran dan lugar a una nueva planta. Si son gruesos, se denominan estacas, y si son finos, se llaman esquejes. Se da, por ejemplo, en los rosales y en los geranios.

• **Acodo.** Consiste en enterrar una parte de una rama todavía unida al tallo y esperar a que eche raíces (arraigue). Entonces se corta y se separa la rama de la planta madura.

• **Injerto.** Consiste en introducir un fragmento de tallo (injerto) en una planta patrón, poniendo en contacto los meristemos y los vasos conductores de ambos vegetales. Así, se puede obtener un individuo que combine la resistencia de la raíz y el tallo de un vegetal, con el sabor de los frutos de otro vegetal. La especie que se reproduce es la que se injerta en otras.

## 2.2. La reproducción sexual en las plantas

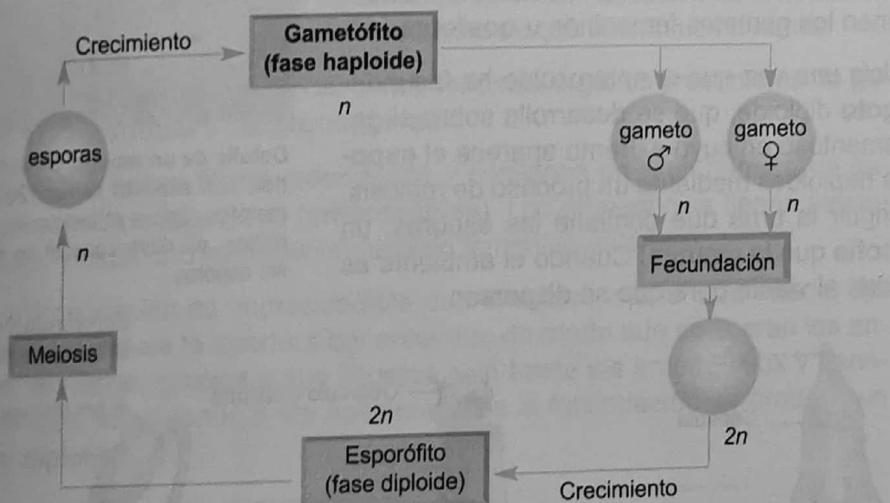
Generalmente las plantas presentan en un mismo individuo órganos reproductores masculinos y femeninos, es decir, son especies monoicas. Muy pocas especies son dioicas, con unos individuos provistos de órganos reproductores masculinos, y otros de órganos reproductores femeninos, como sucede en las palmeras.

Las plantas presentan un ciclo biológico **diplohaplonte** que se inicia con una espora haploide que germina, se multiplica y origina una estructura denominada **gametófito**, que es capaz de producir gametos masculinos, femeninos o ambos. La unión de los dos gametos genera un **cigoto diploide** que se multiplica y origina la estructura llamada **esporófito**. Ésta es capaz de producir, mediante meiosis, esporas haploides. En este ciclo se alterna, así, una generación haploide (la fase de gametófito) con una diploide (la fase de esporófito).

A medida que las plantas tienen una estructura más compleja, el gametófito presenta un tamaño relativo menor. Así, en los **briófitos** (musgos), el gametófito es la fase predominante; en los **pteridófitos** ( helechos), el gametófito se halla reducido a una pequeña agrupación laminar de células; y en los **espermatófitos**, el gametófito está formado por unas pocas células, con estructura de talo, que viven en el interior del esporófito.



Musgo.



### APLICACIÓN



Existe una modalidad de reproducción asexual de las orquídeas *Phalenopsis sp* asequible al aficionado: los **keikis**. Un keiki es un hijuelo que la planta madre emite en la vara floral, tras la floración. Por supuesto, no siempre ocurre. Pero se puede estimular su emisión. Para ello, tras la floración, se corta la vara por encima de un nudo sobre la mitad de su longitud. Luego se retira con cuidado la pielecilla que cubre las yemas de los entrenudos, con mucho cuidado para no dañar éstos. Con ello conseguiremos que les llegue más luz. Una vez el keiki ha emitido raíces de unos 4 cm, se puede separar de la planta madre.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Completa la tabla con la descripción de cada forma de fragmentación de las plantas.

#### Forma de fragmentación

#### ¿Qué es?

### 3. La reproducción de los briófitos y de los helechos

Explora ¿Qué son los briófitos? ¿Qué es un musgo? ¿Qué es un gametofito?

#### 3.1 ¿Cómo se reproducen los briófitos?

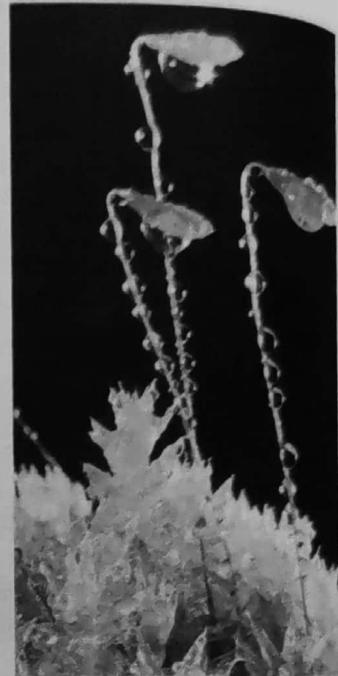
Aprende

Los **musgos**, como el resto de los briófitos, presentan alternancia de generaciones (ciclo diplohaplonte), alternándose una fase de gametófito **haploide** ( $n$ ) con una fase de esporófito **diploide** ( $2n$ ).

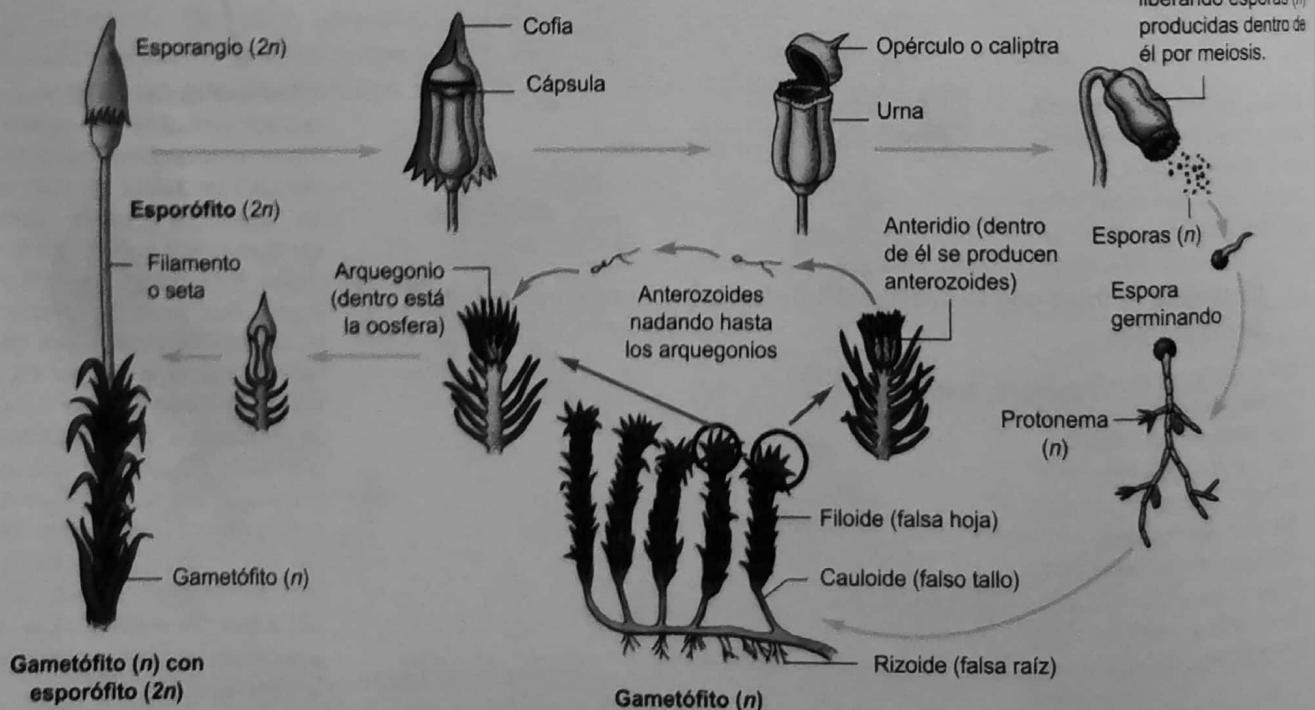
La **fase de gametófito** ( $n$ ) se inicia al germinar una espora haploide, que da lugar a un filamento horizontal de células o **protonema**, que al crecer va emitiendo **falsas raíces (rizoides)** y **falsos tallos (cauloides)**, que presentan **falsas hojas (filoides)**. Se les llama falsos porque carecen de tejido conductor. Esta estructura se denomina **gametófito**, ya que da lugar a los gametos. En la parte superior de los gametófitos masculinos se encuentran los anterídios, que producen los gametos masculinos o **anterozoides**, que son células provistas de dos flagelos que les permiten trasladarse nadando hasta los gametos femeninos cuando el agua de la lluvia los cubre. Esto explica por qué los briófitos, aunque pueden subsistir en lugares muy secos, como, por ejemplo, las rocas que soportan un alto grado de insolación, no han conseguido colonizar aquellos lugares en los que se pasan varios años sin llover.

En la parte superior de los gametófitos femeninos de los briófitos se encuentran los **arquegonios**, que contienen los gametos femeninos u **oosferas**.

La **fase de esporófito** ( $2n$ ) se inicia una vez que el anterozoide ha fecundado a la oosfera originando un **cigoto** diploide, que se desarrolla sobre el gametófito y origina el esporófito filamentoso en cuyo extremo aparece el **esporangio**, que producirá las esporas haploides mediante un proceso de meiosis. En el esporangio se puede distinguir la urna que contiene las esporas, un opérculo que tapa la urna y una **coifa** que la recubre. Cuando el ambiente es muy seco, las esporas son liberadas al viento para que se dispersen.



**Detalle de un musgo.** La parte inferior, con aspecto folioso, es el gametófito. Sobre él crecen los esporófitos, en cuya cápsula se forman las esporas.



### 3.2 ¿Cómo se reproducen los helechos?

Los helechos o pteridófitos viven en lugares húmedos y sombríos y requieren agua para poder realizar la fecundación, ya que el anterozoide o gameto masculino precisa este medio para poder nadar hasta el arqueionario, en cuyo interior se encuentra la oosfera o gameto femenino.

El ciclo biológico de los helechos es diplohaplonte, con alternancia de generaciones, pues presenta una fase de gametófito y otra de esporófito.

El **gametófito** está muy poco desarrollado, tiene una organización talofítica y contiene los órganos productores de gametos. El **esporófito** es la fase predominante, tiene una organización cormofítica y presenta órganos productores de esporas o esporangios.

### 3.3 Reproducción de los helechos: fase de gametófito

Esta fase se inicia al caer al suelo una espora haploide que, posteriormente, cuando el ambiente se vuelva húmedo, germinará, es decir, empezará a dividirse por mitosis. Así, la espora da lugar a un conjunto de células haploides, que constituyen el **gametófito** del helecho, llamado **protalo**. El protalo tiene organización talofítica, presenta un aspecto laminar de forma acorazonada y un tamaño de pocos centímetros. En su cara inferior aparecen los **rizoides**, constituidos por células que dan lugar a estructuras tubulares que actúan como raíces.

El protalo también presenta en su cara inferior los órganos productores de gametos: los **anteridios** y los **arqueonios**.

Los anteridios tienen forma redondeada y contienen un gran número de gametos masculinos flagelados (**anterozoides**). Los arqueonios tienen aspecto tubular, y cada uno contiene un gameto femenino (oosfera).

Para la fecundación es imprescindible que el agua moje la cara inferior del protalo. Esto induce la apertura del anteridio, de modo que se liberan los anterozoides. Éstos, gracias a sus flagelos, van hasta los arqueonios y penetran en ellos, fecundando a las oosferas. Tras la fecundación se produce un **cigoto diploide**.

#### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Describe** el gametófito de los musgos y el de los helechos. **Explica** las principales diferencias entre ellos y su importancia en el ciclo vital de estas plantas.

---

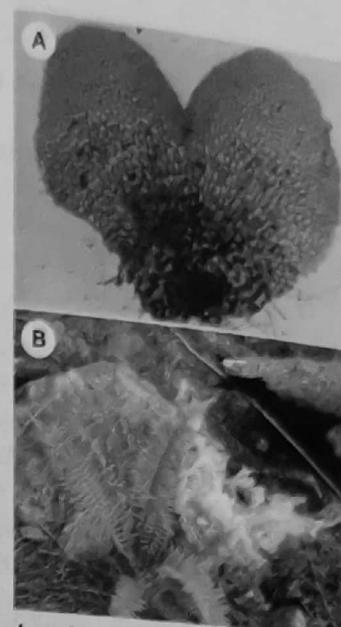
---

---

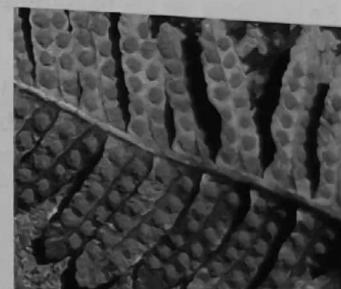
---

---

---



Las dos fases del ciclo vital de un helecho. Sobre estas líneas, el gametófito o prolato (A), que tiene forma acorazonada y es mucho más pequeño que el esporófito (B).



Soros de un helecho. En el envés de los frondes de los helechos se encuentran los soros que contienen los esporangios.



#### APRENDER A APRENDER

- ¿Qué elementos de estas páginas te han ayudado a comprender mejor el ciclo vital de los musgos?
- ¿Te ha ayudado el esquema de la página anterior? ¿Por qué?
- ¿Qué otros elementos o acciones te serían útiles para manejar el tema?

**Explora** ¿Cuáles son los órganos productores de gametos de los helechos?  
¿Dónde se encuentran estos órganos? ¿Qué es el prótalo?

Aprende

### 3.4 Reproducción de los helechos: fase de esporófito

La fase de esporófito se inicia al formarse el cigoto, que queda apresado en el interior del arqueionario. Esta célula diploide comienza a dividirse por mitosis y da lugar al **embrión**, constituido por células diploides y que presenta primordios de raíz, de tallo y de hojas.

El desarrollo del embrión se realiza inicialmente a costa del prótalo, el cual degenera y desaparece. El embrión, al crecer, da lugar al **esporófito**, formado por un tallo subterráneo de crecimiento horizontal que recibe el nombre de **rizoma**. A partir del rizoma surgen hacia abajo auténticas raíces, ya que tienen tejido conductor, y hacia arriba las hojas o frondes, que inicialmente se encuentran enrolladas sobre sí mismas en forma de báculo y que al crecer se van desenrollando. Los frondes de los helechos presentan un eje o **raquis**, a partir del cual crecen los **foliolos** o **pínnulas**.

Cuando el esporófito madura, aparecen en el envés del fronde unas protuberancias generalmente de color marrón o naranja. Son los **soros**, en cuyo interior se encuentra un número variable de **esporangios** pedunculados y protegidos por una membrana denominada **indusio**.

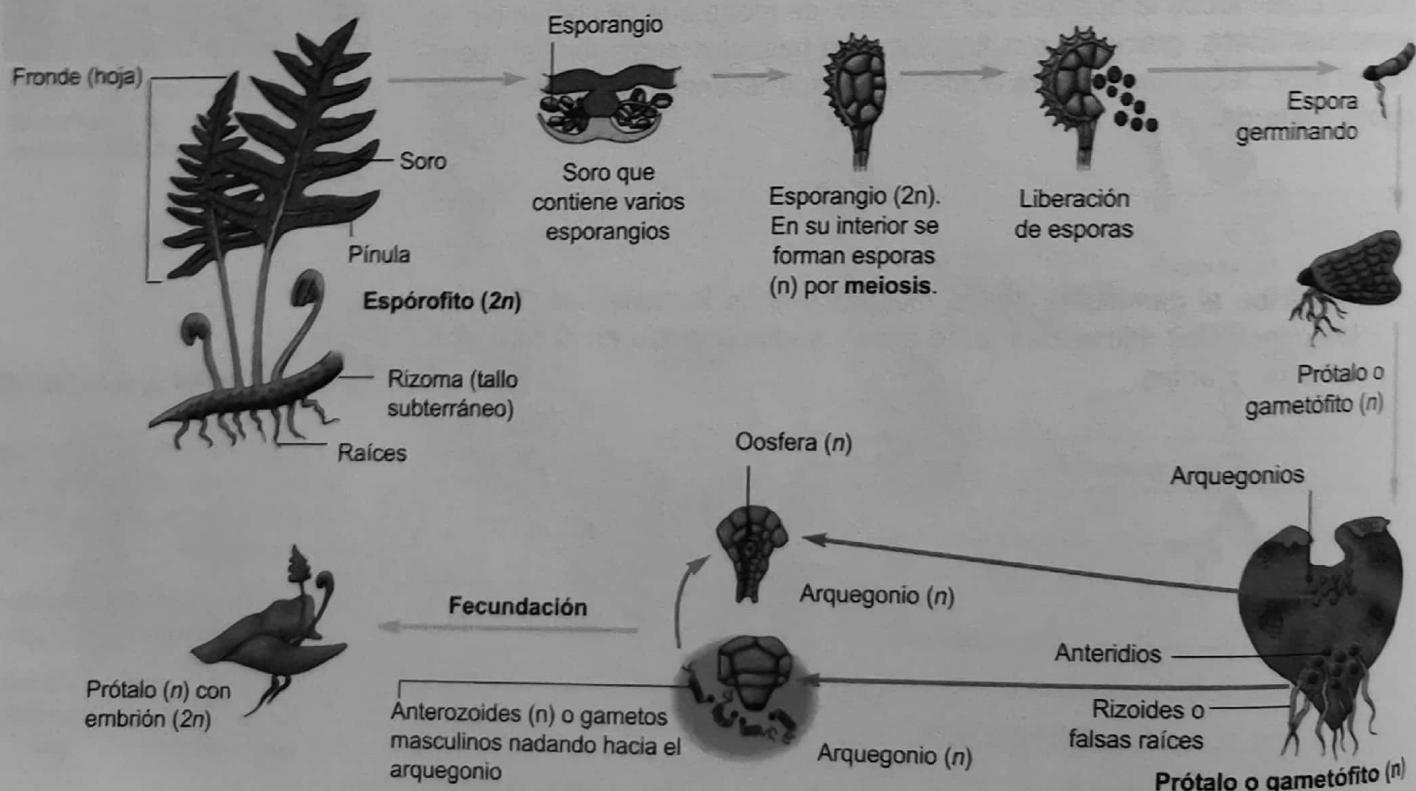
En el interior de los esporangios, unas células madre diploides dan lugar por meiosis a un gran número de esporas haploides.

Al completarse la maduración de los esporangios, el indusio de los soros se rompe y los esporangios se abren, liberando las esporas al aire. Si, al caer, las esporas encuentran unas condiciones ambientales favorables, germinan y dan inicio a un nuevo ciclo.

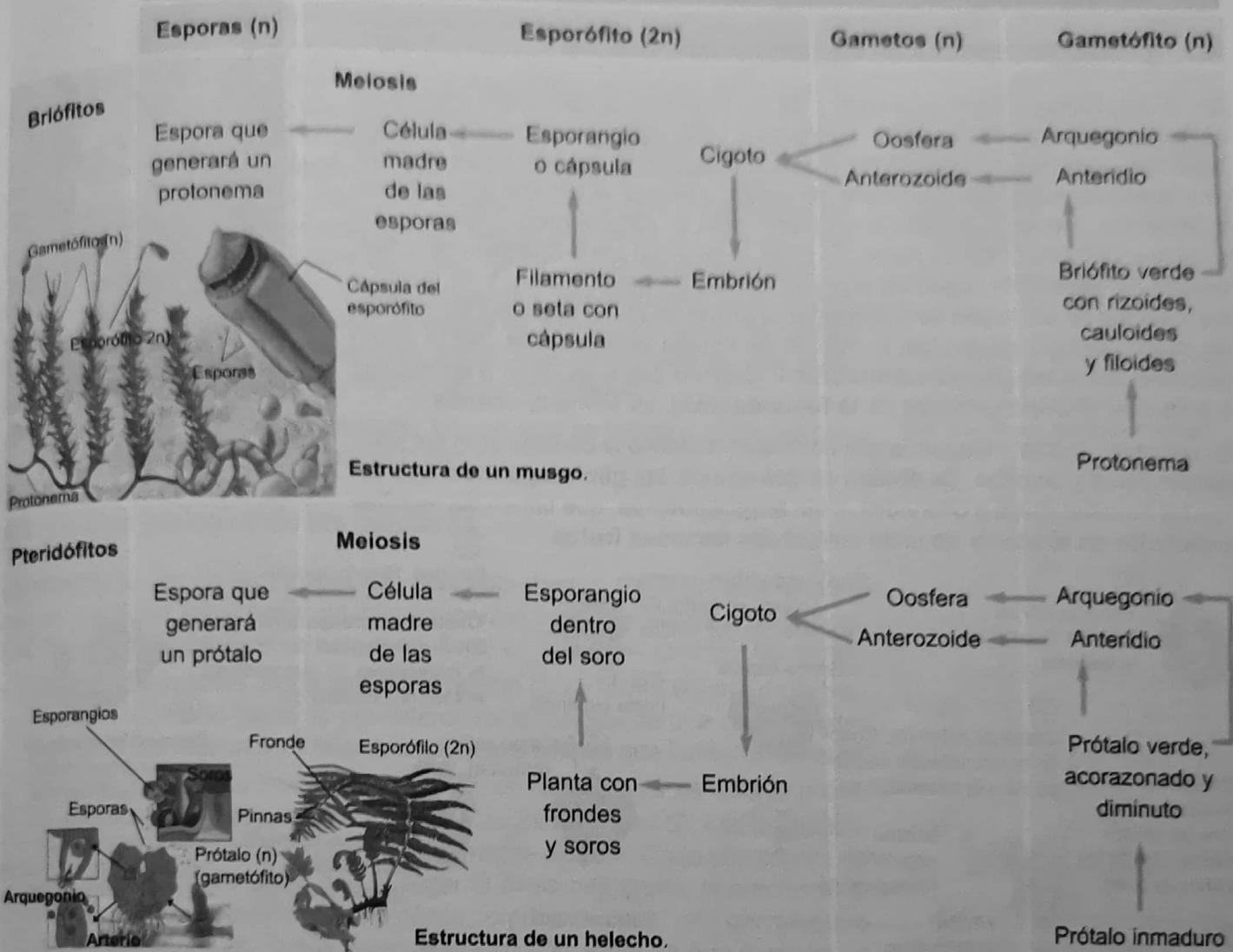


Grupo de helechos comunes (*Pteridium aquilinum*). El helecho común es frecuente en los bosques abiertos, formando el sotobosque.

#### Ciclo vital de los pteridófitos



## Ciclos biológicos de los briófitos y pteridófitos



## ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

- 1. Define los siguientes términos:**

- Rizoma \_\_\_\_\_
  - Rizoide \_\_\_\_\_
  - Fronde \_\_\_\_\_
  - Raquis \_\_\_\_\_
  - Pínula \_\_\_\_\_
  - Soro \_\_\_\_\_
  - Indusio \_\_\_\_\_



## MEDIO AMBIENTE

En la actualidad, con los cambios climáticos extremos, se está divulgando gran cantidad de información que procura que la gente cuide los bosques, no contamine el ambiente, etc. ¿Crees que estas campañas son suficientes para evitar en parte el deterioro de nuestros bosques? ¿De qué manera reforzarías estas campañas?

## 4. Las plantas con semillas

Explora: ¿Qué ejemplos de plantas con semillas conoces? ¿Qué es el polen?

### 4.1 ¿Cómo se reproducen las plantas con semillas?

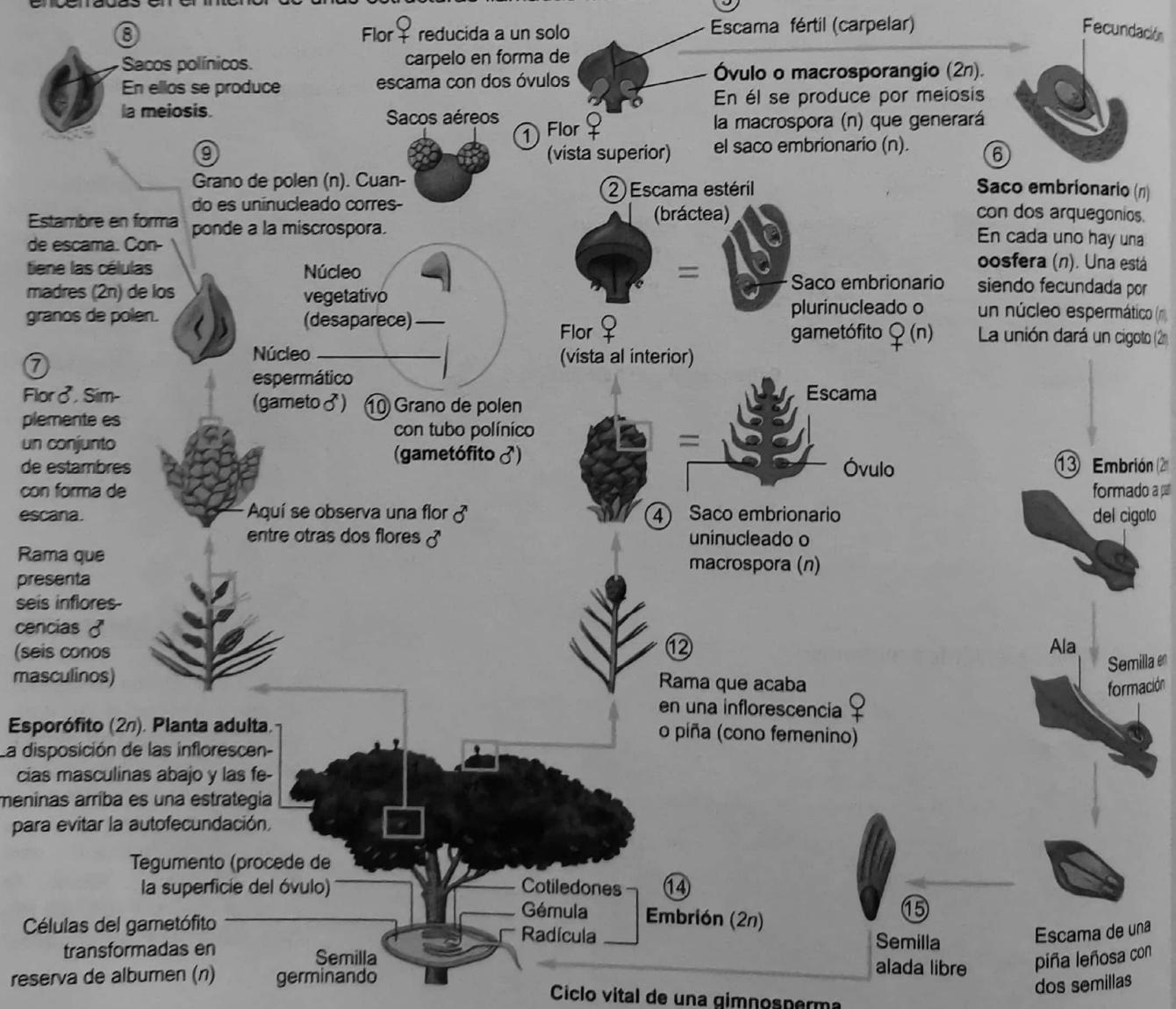
Aprende

En el ciclo biológico de los musgos y de los helechos, el gametófito precisa del agua para dar lugar al esporófito. La solución para superar esta dependencia del agua fue «introducir» el gametófito masculino dentro de una estructura resistente a la sequedad del aire, el **grano de polen**, y reducir el tamaño del gametófito femenino, mantenerlo unido al esporófito para su alimentación. Esto es lo que sucede en los óvulos de las flores. Es decir, la solución fue la aparición de la **flor**, órgano del esporófito capaz de producir granos de polen y óvulos. El viento o los insectos se encargan de transportar el grano de polen hasta las flores donde se encuentran los óvulos, lo que se denomina **polinización**. Allí el grano de polen libera los gametos masculinos. Cuando éstos se unen a las células que hay en el óvulo (proceso de la **fecundación**), se forma la **semilla**.

En resumen, la total independencia del medio acuático la consiguieron las plantas con flores y semillas. Se dividen en dos grupos: las **gimnospermas**, que tienen las semillas libres o desnudas, y las **angiospermas**, que tienen las semillas encerradas en el interior de unas estructuras llamadas **frutos**.



**Polinización.** La polinización de las angiospermas es anemófila (realizada por el viento).



## 4.2 La reproducción de las gimnospermas

Las **gimnospermas** tienen flores **unisexuales sin perianto** (cáliz y corola). Las flores femeninas ① están formadas por una bráctea ② que sostiene una **escama carpelar** ③, en cuya cara superior hay dos óvulos desnudos. En el interior de cada óvulo hay una célula madre diploide que, por meiosis, origina cuatro células haploides: tres de ellas degeneran y la cuarta o **macrospora** ④ da lugar al **saco embrionario** o gametófito femenino ⑤ donde se formará el gameto femenino u **oosfera** ⑥. La flor masculina presenta numerosas **escamas estaminales** ⑦ cuya cara inferior sostiene dos **sacos polínicos** ⑧, en cuyo interior hay cientos de células madre diploides. Cada una de estas células sufre una meiosis originando cuatro células haploides o **microsporas**, que reciben el nombre de **granos de polen uninucleados** ⑨. Al madurar éstos, se forman los **granos de polen plurinucleados** o gametófitos masculinos ⑩, que al llegar a las flores femeninas darán lugar a los tubos pollinos.

Las **gimnospermas carecen de fruto**, ya que éste se forma a partir del ovario, y los vegetales de este grupo no lo tienen.



**Cono (piña) y semillas (piñones) de *Pinus*.** Las semillas de las coníferas están alojadas en los conos o piñas, que no son auténticos frutos.

## 4.3 El ciclo biológico de las coníferas

Las **coníferas** son las gimnospermas más abundantes. Reciben este nombre porque sus flores se agrupan en inflorescencias llamadas conos o estróbilos. Los conos están constituidos por un eje floral en el que se insertan las flores.

- **Fase de gametófito.** El gametófito femenino ⑤ se forma a partir de la macrospora ④, célula haploide procedente de la meiosis de una célula madre diploide. Esta macrospora origina unas pocas células que formarán en el interior del óvulo dos o tres arqueonios ⑥, en cuyo interior se halla la oosfera. El gametófito masculino ⑩ deriva de las microsporas ⑨, células haploides formadas por meiosis de una célula madre diploide. Cada microspora da lugar a un grano de polen que al llegar al óvulo germinará, apareciendo el tubo polínico, constituido por una célula con dos núcleos, uno **germinativo** y otro **vegetativo** ⑪. Puede pasar hasta un año antes de que el grano de polen germe y emita el tubo polínico que, penetrando por el micrópilo, llegue al arqueonio. Durante el avance del tubo polínico, el núcleo germinativo se divide, dando lugar a dos núcleos. Sólo uno de estos núcleos sobrevivirá y, actuando como un gameto masculino, fecundará a la oosfera, originando el cigoto ⑫. Éste quedará rodeado por el **endospermo**, tejido nutritivo de células haploides derivadas del arqueonio.
- **Fase de esporófito.** El cigoto (2n) en un proceso que puede durar dos años, da lugar al embrión ⑬ del esporófito. Este embrión tiene cuatro o cinco **cotiledones** u hojitas ⑭, una **gémula** o yema terminal, un **tallito** y una **radical**. Una vez formado, el embrión está rodeado por un tegumento leñoso derivado del tegumento del óvulo. El conjunto de embrión y tegumento es el **piñón** o semilla ⑮. Al madurar el cono femenino se forma la **piña**, que en su fase terminal se abre y libera los piñones; éstos, al germinar, originarán un nuevo esporófito que crecerá hasta convertirse en el árbol.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Describe las flores de las gimnospermas. Explica por qué este grupo de plantas no producen frutos.**



#### APLICACIÓN

Crea tu propio banco de semillas. Para ello, **haz** lo siguiente:

- De la zona donde vives, **selecciona** varias especies vegetales que te interesen.
- **Determina** el nombre de cada especie y **reúne** toda la información posible, como período de floración, fructificación, germinación, reproducción, ... etc.
- **Recoge** los frutos y **extrae** las semillas agrupándolas por especies.
- **Introduce** las semillas en frascos y **colócalas** en un lugar frío.
- Cuando quieras puedes sacar semillas y sembrarlas en macetas o reforestar algún parque o zona deforestada.

Explora: ¿Qué son las angiospermas? ¿Qué función tiene la flor en las plantas angiospermas? ¿Cómo es el aparato reproductor masculino de las plantas con flores? ¿Dónde se encuentran?

Aprende

#### 4.4 La reproducción de las angiospermas

Los órganos reproductores de las angiospermas son las **flores**. Las flores pueden ser **unisexuales**, si sólo contienen órganos reproductores de un solo sexo, y **bisexuales o hermafroditas**, si contienen órganos de los dos性os.

La polinización puede ser **anemófaga** o **entomófaga**. Tras la fecundación se forma la **semilla**, en donde se halla el **embrión** rodeado por el **albumen** (tejido nutritivo). Las semillas están rodeadas por un pericarpo originado al madurar las paredes del ovario. El conjunto de semillas y pericarpo se denomina **fruto**. La presencia de frutos es la característica propia de las angiospermas.

#### 4.5 La flor

La **flor** está constituida por un tallo modificado cuyas hojas, agrupadas en cuatro verticilos, también se han transformado. Se distinguen dos verticilos florales estériles, que son el **cáliz** y la **corola**, y dos verticilos florales fértiles, que son el **androceo** y el **gineceo**. El conjunto de cáliz y corola se denomina **perianto**.

Una flor está formada por dos grupos de elementos: las partes vegetativas o protectoras y las partes reproductoras.

Las partes vegetativas o protectoras de la flor:

- El **pedúnculo floral**, que une la flor al tallo. Si falta el pedúnculo, la flor se llama **sentada**.
- El **receptáculo floral**, que es la zona ensanchada del final del pedúnculo, en donde se insertan los verticilos florales.
- El **cáliz**, o primer verticilo floral, formado por los sépalos, generalmente de color verde y de función protectora. Si la flor presenta los sépalos soldados, se denomina **gamosépala**; si aparecen libres, se llama **dialisépala**; y si carece de ellos, **asépala**.
- La **corola**, o segundo verticilo floral, está formada por los **pétalos**, generalmente de vivas coloraciones. En su base pueden presentar **nectarios**, que son órganos productores de sustancias azucaradas y de olor penetrante. La función de los pétalos es atraer a los insectos o bien a pequeños pájaros (como los colibríes) para que éstos dispersen el polen. Si la flor presenta los pétalos soldados, se denomina **gemopétala**; si aparecen libres, **dialipétala**, y si carece de ellos, **apétala**.



Flor  
gamosépala



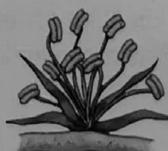
Flor  
dialisépala



Flor gamopétala



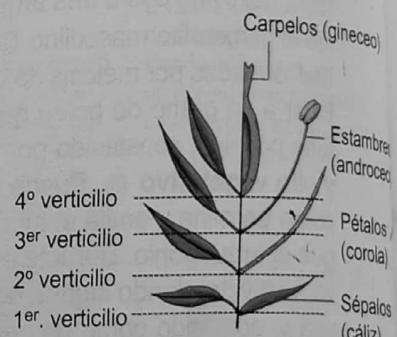
Flor  
dialipétala



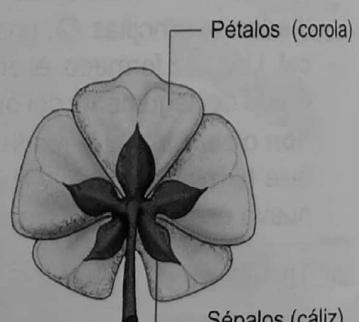
Flor apétala



Gladiolos en Macutico. La flor es el órgano reproductor de las angiospermas.



Estructura de una flor: los cuatro verticilos florales.

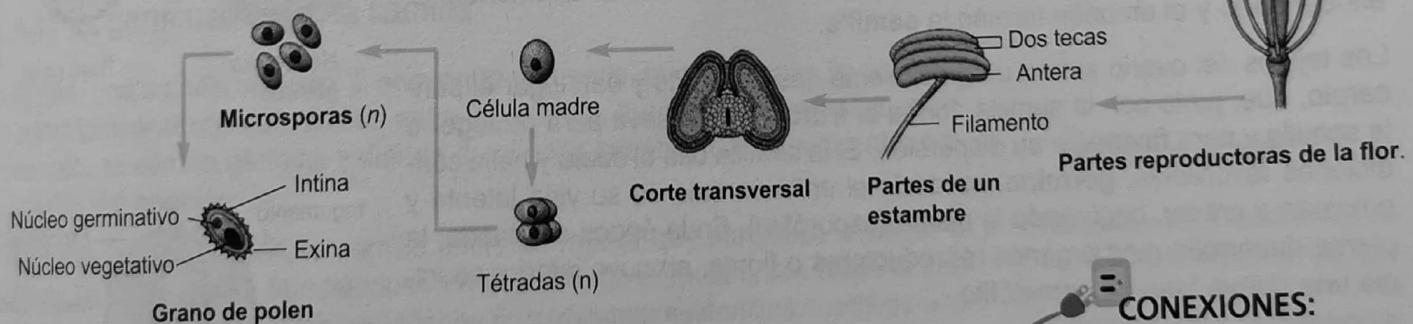


Estructura de una flor: el perianto

## 4.6 Las partes reproductoras de la flor

El **androceo** o aparato reproductor masculino es el tercer verticilo floral. Está formado por los **estambres**, que presentan un largo filamento, en cuyo extremo se encuentra una **antera** dividida longitudinalmente en dos cámaras o **tecas**. Su función es producir los granos de polen. En el interior de cada teca hay dos sacos polínicos o microsporangios, que contienen cientos de células madre. Cada una de estas células madre sufrirá una meiosis en la que se producirán cuatro células haploides, las cuales, al madurar, originarán los **granos de polen** o **microsporas**. El grano de polen presenta dos cubiertas, la exina, capa externa rugosa y dura, constituida por cutina, y la intina, capa interna de celulosa. Ambas protegen a una célula que, al germinar, dará lugar al **gametófito masculino (tubo polínico)**.

El **gineceo** o aparato reproductor **femenino** es el cuarto verticilo floral. Está formado por uno o varios **carpelos**. Si éstos se fusionan, al menos en su base, se forma un **pistilo**. Un carpelo presenta tres regiones: el **estigma** o zona superior, que posee rugosidades donde se fijan los granos de polen; el **estilo** o columna, y el **ovario** o zona inferior, dilatada y en cuyo interior se encuentran los óvulos. Su función es producir y contener el gameto femenino u **oosfera**. Los óvulos poseen dos tegumentos protectores: la **primina** y la **secundina**, que presentan un orificio o **micrópilo**, por el que se accede a la zona interior, llamada **nucela**, en donde se encuentra la célula madre que por meiosis originará cuatro células haploides o **macrosporas**. Tres de éstas desaparecerán y la cuarta presenta un núcleo que se duplica tres veces seguidas, originando ocho núcleos. El conjunto es el gametófito femenino. En él, seis núcleos se rodean de citoplasma y membrana, dando lugar a seis células, una de las cuales es el **gameto femenino u oosfera**, que se sitúa en la parte próxima al micrópilo, acompañada de dos células que reciben el nombre de **sinérgidas**. Las otras tres células, denominadas **antípodas**, se sitúan en el polo opuesto del saco embrionario. Los dos núcleos restantes se unen y originan un núcleo diploide, que recibe el nombre de **núcleo secundario**. Si la flor presenta un pistilo formado por carpelos soldados, será **gemocarpelar**; si aparecen libres, será **dialicarpelar**.



### ACTIVIDADES

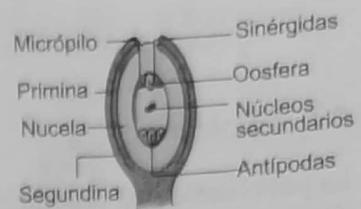
### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Relaciona las estructuras con el aparato reproductor correspondiente.

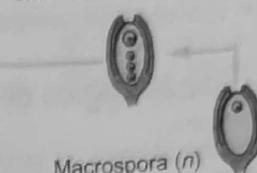
- a. antera      b. estigma      c. estambres      d. oosfera

androceo

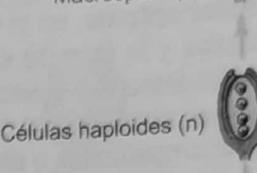
gineceo



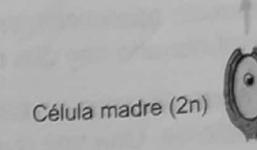
Óvulo con un saco embrionario pluricelular



Macrospora (n)



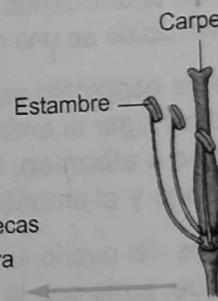
Células haploides (n)



Célula madre (2n)



Partes de un carpelo



Partes reproductoras de la flor.

### CONEXIONES:

Biotecnología

La técnica de fecundación *in vitro*, ha permitido remediar, en parte, la amenaza de extinción a la que están sometidas ciertas especies.

## 4.7 La polinización

Aprende

La polinización es el desplazamiento del grano de polen desde la antera, en donde se ha formado, hasta el estigma del carpelo. Los granos de polen son transportados básicamente por el viento (polinización anemófaga) y por insectos (polinización entomófaga).

## 4.8 Ciclo biológico de las angiospermas

Las angiospermas, al igual que el resto de las cormófitas, presentan un ciclo vital **diplohaplonte**, en el que la fase de gametófito apenas contiene unas pocas células y la fase de esporófito está extraordinariamente desarrollada. El gametófito femenino o saco embrionario se forma a partir de una macrospora haploide en el interior del óvulo. Presenta un gameto femenino u oosfera, y dos células acompañantes o sinérgidas situadas cerca del micrópilo del óvulo. En el polo opuesto aparecen tres células, denominadas **antípodas**, y en el centro del saco embrionario hay dos núcleos llamados **núcleos secundarios**.

Los granos de polen se forman en los **sacos polínicos** a partir de una microspora haploide. Una vez que se ha producido la polinización, el grano de polen germina gracias a los líquidos azucarados producidos por el estigma, dando lugar al gametófito masculino o tubo polínico. El núcleo se divide originando una célula con dos núcleos: uno vegetativo, que se degradará, y otro germinativo. Este último se divide y da lugar a dos núcleos espermáticos que actuarán como **anterozoides o gametos masculinos**.

El tubo polínico avanza por el estilo y llega hasta el óvulo, penetrando en su interior por el micrópilo. Entonces se produce una doble fecundación, en la que uno de los anterozoides se une a la oosfera, originando un cigoto diploide, y el otro anterozoide se une al núcleo secundario, dando lugar a una célula triploide.

La fase de esporófito se inicia después de la doble fecundación. El cigoto diploide dará lugar al embrión del esporófito y la célula triploide originará el **endospermo o albumen**, tejido nutritivo que sirve para alimentar al embrión. El endospermo y el embrión forman la **semilla**.

Los tejidos del ovario sufren un crecimiento desmesurado y dan lugar al pericarpio, que, junto con la semilla, forma el **fruto**. El fruto sirve para proteger a la semilla y para favorecer su dispersión. Si la semilla cae al suelo y halla condiciones favorables, **germina**, es decir, el embrión sale de su vida latente y empieza a crecer, originando la planta (esporófito). En la época adecuada, la planta desarrolla más órganos reproductores o flores, en cuyo interior se inicia una nueva fase de gametófito.

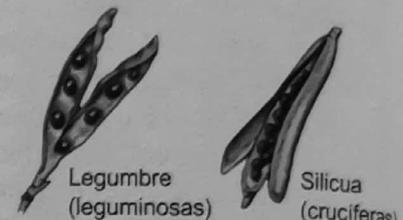
## 4.9 El fruto

El **fruto** se origina por desarrollo del ovario, una vez que se ha producido la doble fecundación. Consta de las semillas y de una envoltura denominada **pericarpio**, que presenta tres capas: el **exocarpio** o capa externa, conocida como piel del fruto; el **mesocarpio** o capa media, que suele ser la parte carnosa del fruto, y el **endocarpio** o capa interna, leñosa y que rodea a la semilla.

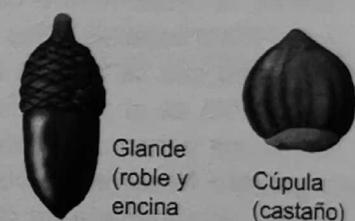
## TIPOS DE POLINIZACIÓN

La polinización es **directa** o **autopolinización** cuando el grano de polen es transportado desde un estambre a un pistilo de la misma flor. Si el grano de polen es transportado hasta el pistilo de otra flor, hablamos de **polinización indirecta o cruzada**.

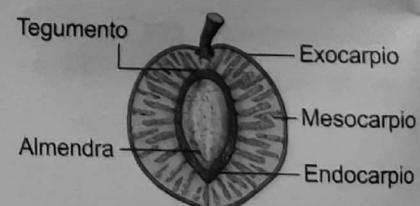
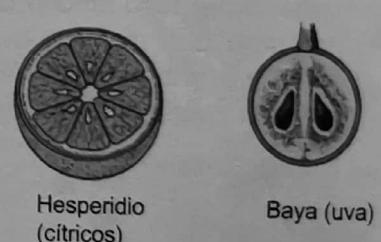
### Frutos secos dehiscentes



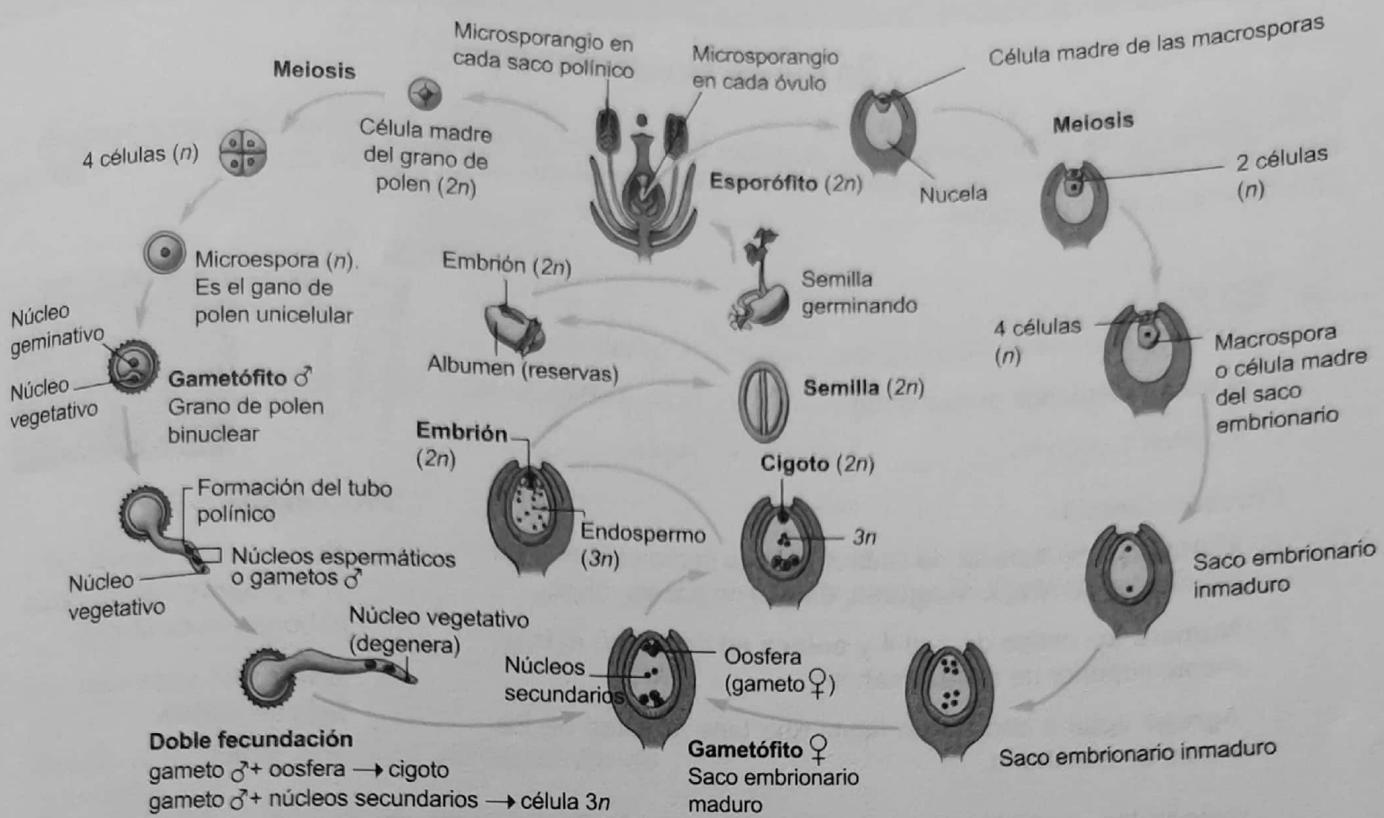
### Frutos secos indehiscentes



### Frutos secos carnosos



**Frutos.** Según el tipo de pericarpio, los frutos pueden ser secos o carnosos. Si los frutos, al madurar, se abren y dejan en libertad a las semillas, se denominan dehiscentes; si, por el contrario, retienen a las semillas en su interior, son indehiscentes.



## 4.10 La diseminación de los frutos

Los vegetales tienden a producir frutos que faciliten la dispersión de las semillas. Si éstas no se separaran unas de otras, se daría una gran densidad de individuos que competirían entre sí por el agua, las sales minerales y la luz.

La diseminación puede ser anemócora, si se debe al viento; zoócora, si la realizan los animales, e hidrócora, si se produce gracias al agua. En algunos casos, los frutos, al abrirse, arrojan lejos las semillas, como sucede, por ejemplo, con el pepinillo del diablo.

## 4.11 La germinación de la semilla

Al caer una semilla al suelo, si encuentra una serie de condiciones favorables, como temperaturas que oscilen entre 20 y 30 °C, humedad elevada, luz escasa, etc., la semilla germina saliendo de su vida latente y dando lugar al crecimiento del embrión.

Durante la germinación, la semilla emite un radical que comienza a crecer a favor de la gravedad, hundiéndose en el suelo. La gémula crece hacia la luz, produciendo un tallito, y los cotiledones proporcionan sustancias nutritivas a la nueva planta hasta que ésta tenga hojas y pueda alimentarse por sí misma.

### ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Indica** el origen de dos estructuras que aparecen durante la formación del fruto: el endospermo y el pericarpio.
2. **Describe** las capas que forman la envoltura de un fruto.



### APLICACIÓN

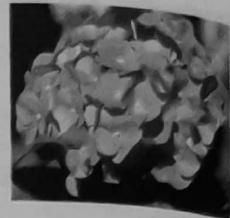
Hasta hace poco había frutos como el aguacate y el mango, que sólo podíamos comer en una época del año. Actualmente, gracias a los avances de la biotecnología, disponemos de muchos de estos frutos todo el año. ¿Qué ventajas y desventajas tiene este avance de la ciencia y de la tecnología? **Discute** con tu grupo.

## ¿Se puede clonar una planta?

Como ya sabes, las plantas pueden reproducirse tanto sexual como asexualmente. Gracias al siguiente experimento lograrás reproducir asexualmente una planta, produciendo un **clon** de ella, es decir, un organismo genéticamente igual al original.

### Materiales:

- 4 platos pequeños desechables.
- 4 vasos medianos desechables.
- 1 bisturí o cuchilla.
- 4 zanahorias.
- 4 hojas de violeta.
- Agua.



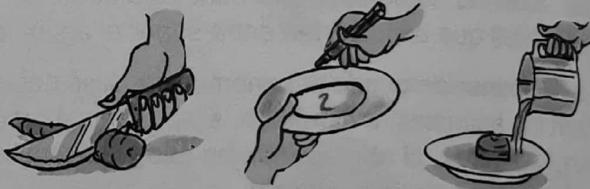
### Procedimiento 1:

1. **Corta** la parte superior de cada zanahoria como se indica en los dibujos de abajo. **Asegúrate** de que no posean hojas.
2. **Numera** los platos de 1 al 4 y **coloca** en cada uno el fragmento superior de cada zanahoria.
3. **Agrega** agua a cada plato hasta que tape la mitad de los trozos de zanahoria.

**Coloca** los montajes cerca de una ventana y **observa** durante una semana o más los cambios que se presenten. Es importante que mantengas constante el nivel de agua en ambos montajes.

### OBSERVA Y DESCRIBE

1. **Determinar criterios de observación.** El primer paso consiste en definir los criterios que orientarán nuestra observación, es decir aquellos aspectos y características sobre los que recaerá nuestra atención. Algunos criterios podrían ser el color, el olor, la forma, el nivel del agua en los montajes, las estructuras que se observan, etc. ¿Qué criterios propondrías para realizar una observación detallada de los resultados de los anteriores montajes? **Haz** una lista para ambos.
2. **Observar la situación inicial.** En el caso de este taller observaremos los cambios graduales que experimentan dos montajes. Es muy importante que consignes la situación original de los criterios que orientarán tu observación. Así podrás determinar qué variaciones se han ido dando. Con ayuda de dos tablas, **consigna** los datos correspondientes a la situación inicial de los montajes; **utiliza** los criterios que elegiste en el primer paso.
3. **Observar la situación final.** A medida que transcurre el tiempo es importante observar cualquier tipo de cambio en los montajes. **Consigna** los datos que se refieren a la situación final, en las casillas correspondientes de las tablas que usaste en el paso anterior.
4. **Formular conclusiones.** ¿Qué sucedió con los trozos de zanahoria y con las hojas de violeta? ¿Por qué podemos hablar de reproducción asexual de estas plantas? **Reflexiona:** ¿Qué piensas de la forma como se desarrollaron las observaciones anteriores? ¿Por qué es importante que una observación se haga de forma metódica y ordenada? ¿Crees que esto afecta la certeza de las conclusiones?



# Actividades

Controla tu aprendizaje

## RECUERDA

1. ¿Qué es meiosis? ¿Qué son los tigmotropismos? ¿Qué tipos de platas los presentan?

---

---

---

2. ¿Qué diferencias hay en gametófito y esporófito?

---

---

---

---

---

3. Rotula el siguiente esquema del esporófito de un helecho.



## COMPRENDE

4. ¿Qué es un ciclo diplohaplonte? ¿Por qué se denomina alternancia de generaciones?

---

---

---

---

---

## APLICA

5. ¿Por qué no es visible el protalo de un helecho una vez que se ha formado el esporófito?

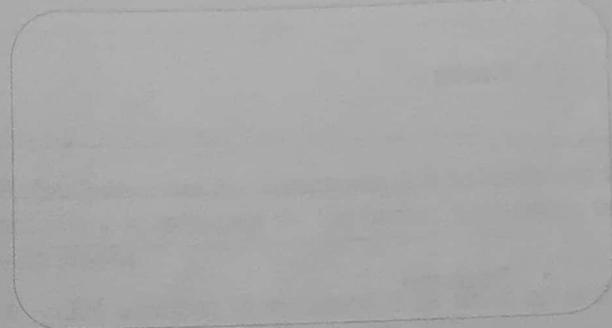
---

---

6. Indica a qué tipos de fruto corresponden los siguientes ejemplos:

- naranja \_\_\_\_\_
- maní \_\_\_\_\_
- melón \_\_\_\_\_

7. Dibuja un fruto dehiscente y uno indehiscente y explica cuál es la diferencia entre ellos.



## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

1. ¿Qué se entiende por reproducción? ¿Qué diferencias existen entre la reproducción sexual y la asexual?

---

---

---

---

---

2. Investiga cuál es el ciclo biológico de los hongos. Elabora un esquema que lo ilustre y compáralo con el de los diferentes tipos de plantas.

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

1. **Indica** cuál es la diferencia entre un tropismo y una nastia, explicando el mecanismo por el que se producen ambos tipos de respuesta.

---



---



---



---

2. **Define.**

- Fitohormonas.

---



---



---

- Nastia

---



---

- Tropismo

---



---

- Fecundación doble

---



---



---

- Célula madre

---



---

3. **Explica** la diferencia entre secreción y excreción.

---



---



---

4. **Completa** la tabla con la función de las hormonas vegetales que se indica.

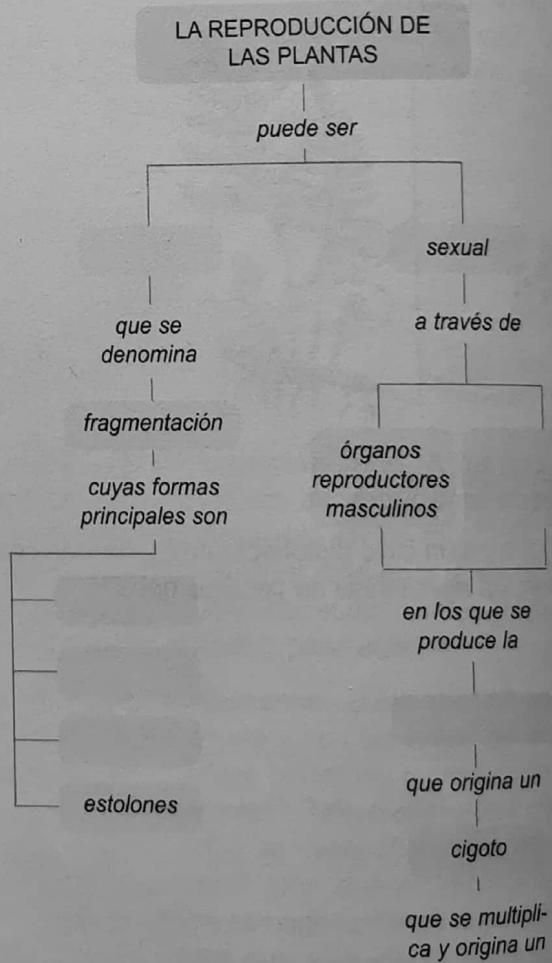
Hormonas vegetales	Función
--------------------	---------

Auxinas

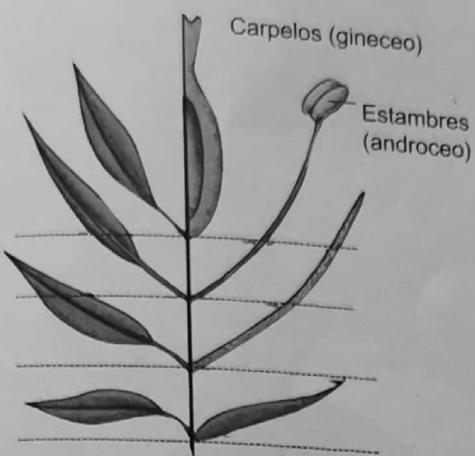
Citocininas

Giberelina

5. **Completa** el esquema.



6. Rotula las partes de la flor.



7. Haz un esquema del óvulo de una angiosperma. Rotula todas sus partes y descríbelas.

#### COMPETENCIAS ACTITUDINALES

##### 1. Reflexiona y responde.

- ¿Qué importancia crees que tienen las células madre en el desarrollo de técnicas de reproducción de especies de manera controlada?

---

---

---

- ¿Piensas que la ciencia y la tecnología han ayudado a remediar el problema de las extinciones de especies? Justifica tu respuesta.

---

---

---

8. Compara los ciclos biológicos de las gimnospermas y las angiospermas. Encuentra las principales diferencias y explica en qué estructuras se realizan los procesos comunes.

#### Diferencias

#### Estructuras

---

---

---

---

---

---

---

---

- ¿Crees que tu método de estudio es eficiente? ¿Por qué?

---

---

---

- ¿Qué cosas crees que deberías mejorar? ¿Por qué?

---

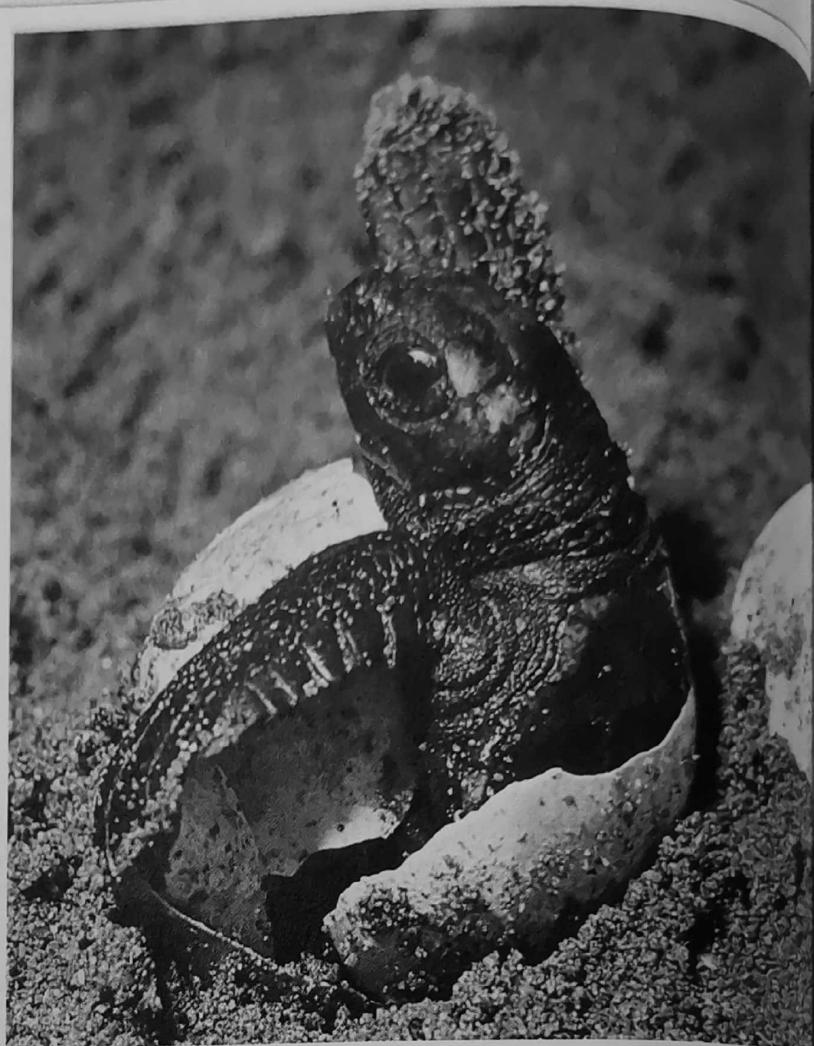
---

---

# **3 Relación y reproducción en animales**

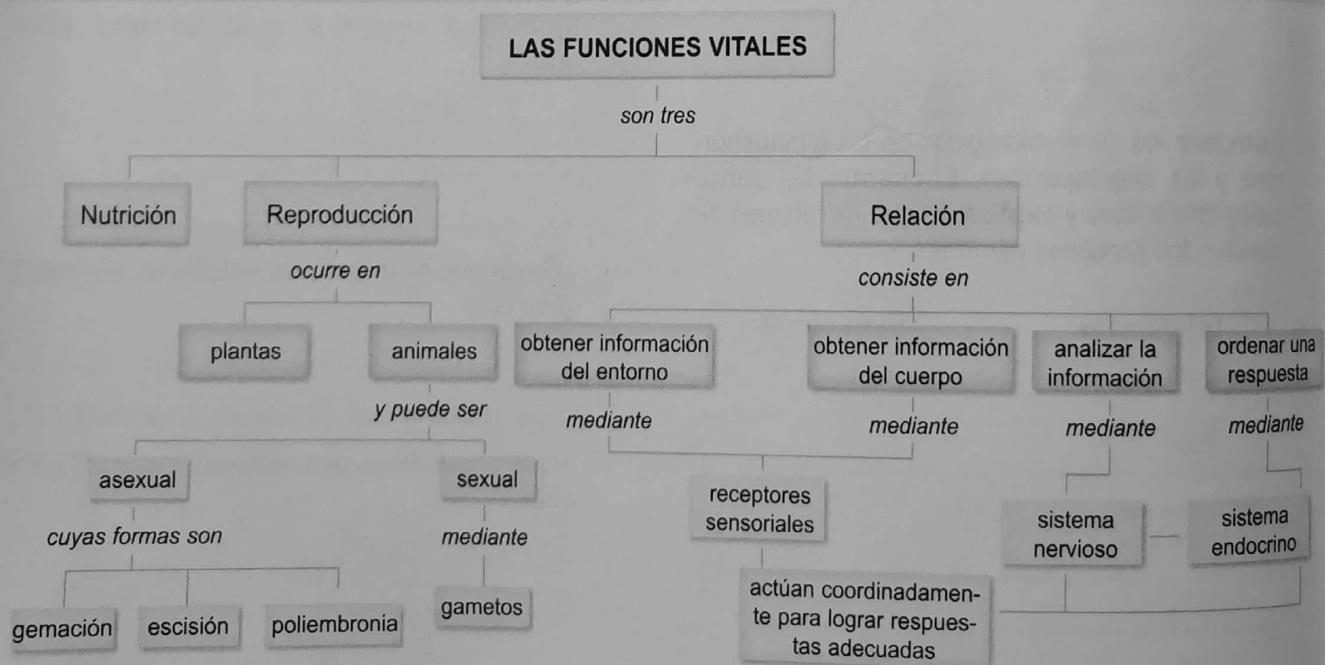
## **COMPETENCIAS**

- **Describe** las funciones del sistema nervioso.
  - **Identifica** las partes del sistema nervioso.
  - **Describe** las funciones del aparato reproductor de los animales e **identifica** sus partes.
  - **Valora** los avances científicos en el conocimiento de las estructuras y funciones vitales.
  - **Reflexiona** sobre su propio aprendizaje.
  - **Muestra** una actitud crítica ante el consumo de drogas.
  - **Practica** hábitos de vida saludable.



Tortuga marina en el momento de nacer.

## MAPA DEL TEMA





## CONVIVENCIA

### Efectos de la drogadicción en la sociedad

La drogadicción produce una cadena de consecuencias físicas y psíquicas para la persona adicta. A nivel familiar se producen trastornos emocionales y agresividad, que terminan por desintegrar a la familia. En relación a las repercusiones sociales, se observan ausentismo laboral, accidentes de tránsito, crímenes y suicidios.



En la mayoría de los casos, la rehabilitación de los drogadictos implica un alto costo, tanto para la familia como para la sociedad.

En nuestro país existen varias instituciones, sin fines de lucro, que tratan de buscar por distintas vías una solución más humanitaria para este delicado problema. El drogadicto es considerado, antes que nada, como un hermano que necesita de nuestra ayuda. Como podrás apreciar, las drogas no son, en absoluto, el camino que contribuye a cambiar tu personalidad, tu familia o a la sociedad. Hay formas más constructivas de tener éxito... son necesarias tu sensibilidad, tu inteligencia, el vigor de tu juventud y la fuerza de tus convicciones para construir un mundo nuevo, más sensible, más humano... está en nuestras manos lograrlo.

- ¿Cómo ayudarías a un amigo o una amiga a no probar las drogas?

### PARA SABER MÁS

#### Enlaces:

- <http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/1ESO/animales/funcion.htm>
- <http://www.solucionesescolares.al/natural/cnaturales/comparar2.htm>
- <http://www.arrakis.es/~lluengo/fotosintesis.html>
- <http://www.salud-latina.com/primerosauxilios/9nato4.htm>

#### Libros:

- Imago Biología y Geología, Biblioteca temática en esquemas y síntesis. Santillana, 1999.
- Imago Zoología, Biblioteca temática en esquemas y síntesis. Santillana, 1999.

### ¿QUÉ SABES?

#### 1. Responde.

- ¿En qué consiste la función de relación?
- ¿Qué es un estímulo?

### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

#### 2. Completa

las casillas con el número de la página donde se encuentra cada tema.

- El sistema nervioso de los invertebrados.
- Las neuronas y el impulso nervioso.
- Los receptores sensoriales.
- La sinapsis y los neurotransmisores.
- El sistema nervioso de los vertebrados.

### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

#### 3. Marca

las acciones que piensas que te ayudarán más a comprender el tema de esta unidad.

- Leer y comprender los textos informativos.
- Observar e interpretar dibujos y esquemas sobre el tema.
- Memorizar nombres nuevos sobre la anatomía y el funcionamiento de los animales.

### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

4. ¿Qué conocimientos nuevos esperas aprender a través del estudio de esta unidad?
5. Escribe tus metas en el cuaderno.

# 1. Funciones del sistema nervioso

Explora ¿Qué funciones realiza el sistema nervioso? ¿Qué estructuras forman parte del sistema nervioso? ¿Qué es un receptor sensorial?

## 1.1 El sistema nervioso

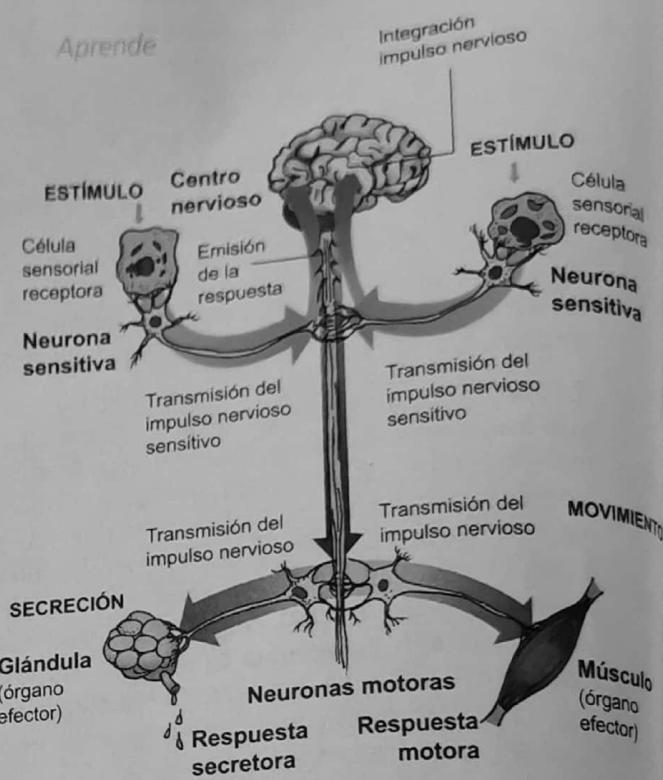
El **sistema nervioso** controla la mayoría de las funciones vitales, tanto voluntarias como involuntarias, que se desarrollan en los animales. Éstos reciben constantemente información procedente del medio, los llamados **estímulos**, visuales, térmicos, táctiles, olfativos, etc. Los estímulos son captados por células especiales del tejido epitelial, llamadas **receptores sensoriales**, que se encuentran dentro de los órganos sensoriales, como el ojo, el oído, las fosas nasales o la piel. Los **exteriorreceptores** captan estímulos del medio externo. Además hay otros estímulos que proceden del interior del cuerpo del animal, por ejemplo, del tubo digestivo, de las articulaciones, de los pulmones, etc. Las células que captan estos estímulos internos se encuentran también situadas dentro del cuerpo del animal y se llaman **interiorreceptores**.

Las neuronas son las células del sistema nervioso. Con frecuencia, estas células se asocian formando unas estructuras nerviosas llamadas **ganglios nerviosos**; éstos se encuentran en casi todos los animales, pero están extraordinariamente desarrollados en los vertebrados, donde forman el **sistema nervioso central**, constituido por el **encéfalo** y la **médula espinal**. Los ganglios, el encéfalo y la médula espinal son centros nerviosos, en los que se recibe la información procedente de los receptores sensoriales al captar éstos algún estímulo. En los centros nerviosos se procesa y percibe esa información y se emite la respuesta más adecuada a las características del estímulo; que pueden ser de dos tipos:

- **Respuestas motoras**, que comportan un cierto tipo de movimiento proporcionado por el tejido muscular.
- **Respuestas secretoras**, que determinan la producción de determinadas sustancias por parte de órganos glandulares.

Los **músculos** y las **glándulas** son los **órganos efectores**, es decir, los encargados de dar respuesta a los estímulos. Debe existir una conexión entre los receptores sensoriales y los órganos efectores con los centros nerviosos; esto se efectúa gracias a los **nervios**. Éstos están formados por las prolongaciones finas y largas (axones) de las neuronas. De esta manera, por ejemplo, se pone en comunicación la periferia del cuerpo del animal, donde se encuentran los receptores y los órganos efectores, con el interior, donde se hallan los centros nerviosos. El conjunto de nervios forman el llamado **sistema nervioso periférico**. A través de los nervios y de los centros nerviosos, de neurona en neurona, circula la información del estímulo y de la respuesta. Esto se produce gracias al denominado **impulso nervioso**, un complejo mecanismo de intercambio iónico que se mueve a una velocidad extraordinaria y que permite que entre la captación del estímulo y la producción de la respuesta transcurra sólo unas milésimas de segundo: ésta es la principal característica del sistema nervioso, la gran velocidad de respuesta a los estímulos.

### Aprende



Esquema general de la coordinación nerviosa.

## 1.2 Los receptores sensoriales

Para que las células de los tejidos de los animales sean **receptores sensoriales** deben ser capaces de captar variaciones del medio, ya sea externo o interno, y de transmitir estas variaciones al sistema nervioso, de modo que deben estar conectadas a neuronas. La peculiar estructura de la mayoría de las células que actúan como receptores sensoriales determina que cada una de ellas sea capaz sólo de responder ante un particular tipo de estímulo. De esta manera, los receptores sensoriales se suelen clasificar, según su naturaleza, en:

- **Mecanorreceptores.** Responden a la presión mecánica y son capaces de detectar movimiento, tacto, presión y sonido.
- **Termorreceptores.** Detectan cambios de temperatura y reaccionan ante el calor y el frío.
- **Quimiorreceptores.** Son estimulados por distintas sustancias químicas disueltas en agua o bien en forma de gas.
- **Fotorreceptores.** Responden ante la luz.
- **Receptores de dolor.** Responden a un exceso de calor, de presión o a la presencia de sustancias químicas irritantes, produciendo una sensación desagradable conocida como dolor.

Cuando un receptor sensorial es estimulado por un estímulo para el que está especializado, se producen cambios en la permeabilidad de su membrana plasmática, lo que induce al paso de diferentes iones inorgánicos a través de ella, unos saliendo del receptor y otros entrando en él. Esto provoca la alteración del potencial eléctrico existente entre ambos lados de la membrana (potencial de membrana) del receptor, lo cual produce un impulso nervioso en la neurona a la cual está conectado el receptor.

## 1.3 Terminaciones nerviosas libres

Las terminaciones nerviosas libres se encuentran situadas por todo el cuerpo, pero tienden a concentrarse en la cara, en los dedos de las manos y de los pies. Realmente se trata de los extremos finales de ramificaciones de neuronas sensoriales que atraviesan la piel y llegan muy cerca de la superficie externa, de modo que son capaces de captar directamente estímulos de tipo térmico o doloroso.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

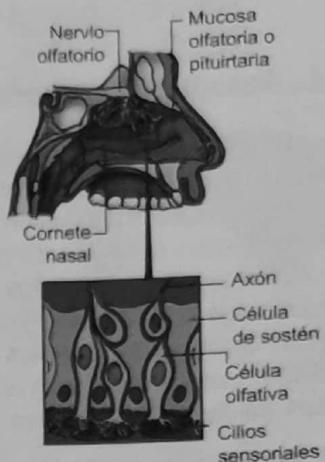
##### 1. Responde.

- ¿Qué son los extensorreceptores? **Indica** alguno de los que tenemos en nuestro cuerpo.

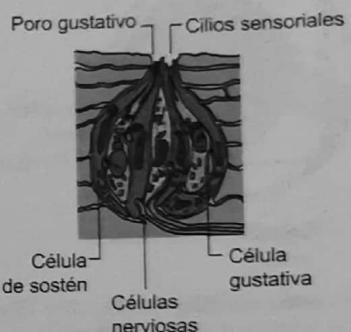
\_\_\_\_\_

- ¿Cómo se conectan los centros nerviosos con los efectores?

\_\_\_\_\_



**Quimiorreceptores:** las fosas nasales humanas y detalle de las células de la mucosa olfatoria (pituitaria).



**Quimiorreceptores:** esquema de un botón gustativo humano.



### TRABAJO

Uno de los campos de la medicina, relacionado con el sistema nervioso, lo constituye la psiquiatría. La labor de los psiquiatras consiste en ayudar a las personas que sufren algún tipo de trastorno mental. Estas alteraciones están relacionadas, principalmente, con problemas en el funcionamiento de ciertas áreas del encéfalo. **Recuerda**, los médicos no sólo se dedican a sanar el cuerpo, también la mente.

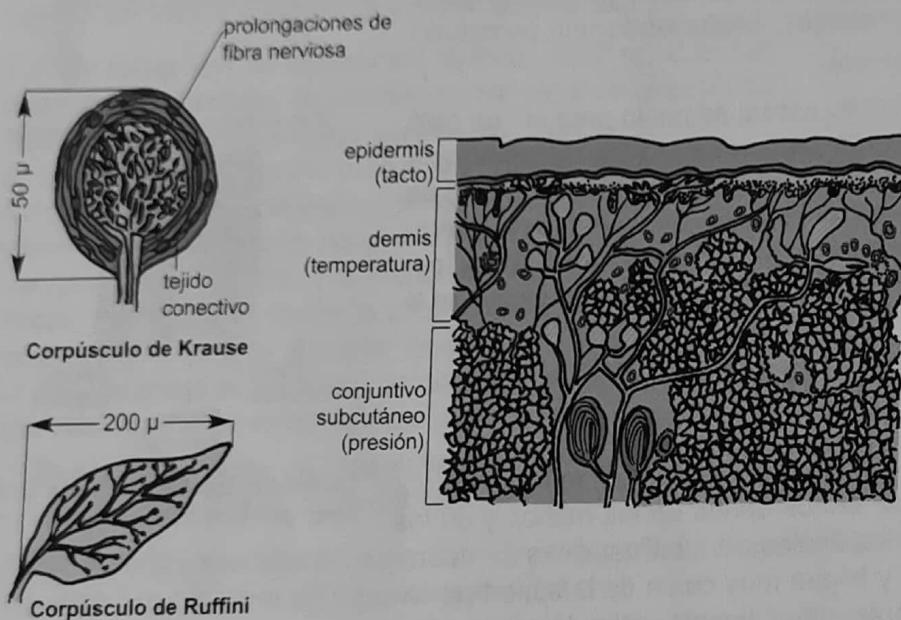
Explora ¿Qué tipo de receptores captan estímulos de temperatura? ¿Qué tipo de estímulos captan los fotorreceptores?

## 1.4 Receptores sensoriales de la piel

Aprende

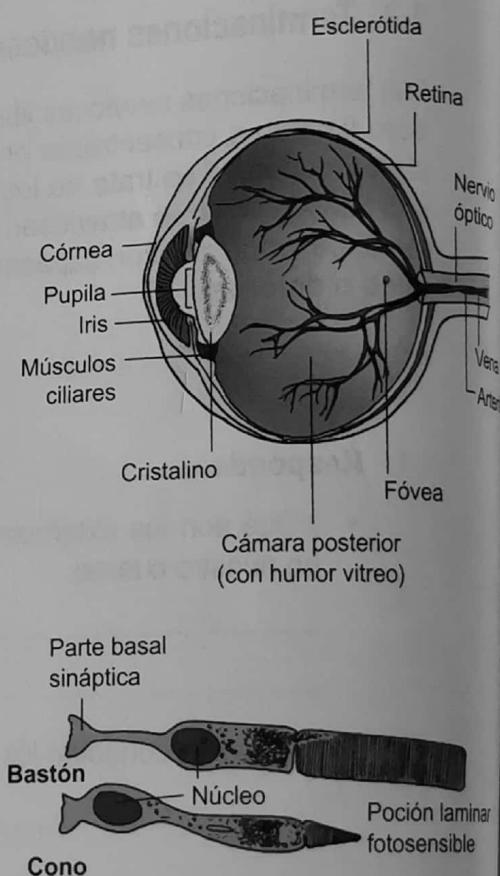
La piel es la sede de un conjunto de receptores sensoriales que responden a estímulos **mecánicos** o **térmicos**. Todos ellos se componen de un terminal de una neurona o fibra sensitiva, envuelta por una formación tegumentaria de tejido conjuntivo de diferente morfología según el tipo de receptor sensorial. Entre éstos se encuentran los **corpúsculos de Meissner**, que responden a la presión ligera; los corpúsculos de Vater-Pacini, de estructura capsular, que captan también diferencias de presión sobre la piel; los **corpúsculos de Krause**, que se estimulan ante sensaciones de frío, y, finalmente, los **corpúsculos de Ruffini**, sensibles al calor.

Las sensaciones captadas por las terminaciones nerviosas libres y por los corpúsculos de la piel, de tipo térmico, mecánico y doloroso, forman el denominado **sentido del tacto**.



## 1.5 Los fotorreceptores de los vertebrados

Los **fotorreceptores** de los vertebrados son dos tipos de células llamadas **conos** y **bastones** que se encuentran formando parte de la retina del ojo. Ambos tipos de células son alargadas, los bastones son más largos y finos que los conos, pero ambos tienen en su porción más externa numerosas laminillas membranosas dispuestas en forma de discos apilados que contienen pigmentos, como la **rodopsina**, que absorben la luz incidente. Esto provoca la aparición de impulsos nerviosos que se transmiten a otras células nerviosas con las que los fotorreceptores están conectados. Los **bastones** aprecian pequeñas cantidades de luz, por lo que son la base de la visión crepuscular o nocturna, mientras que los **conos** aprecian básicamente los colores, por lo que son los que actúan principalmente durante la visión diurna. Las sensaciones visuales captadas por los fotorreceptores forman el **sentido de la vista**.



## 1.6 Los quimiorreceptores (gusto y olfato)

Los **quimiorreceptores** del epitelio de la lengua y de otras partes de la boca son las células gustativas. Son alargadas y poseen una prolongación ciliar que se estimula por el contacto directo de sustancias químicas que llevan los alimentos. Están acompañadas por otras células no sensoriales, llamadas de sostén, y juntas forman unas estructuras ovaladas denominadas **botones gustativos**, situados en pequeñas protuberancias de la lengua llamadas **papilas gustativas**.

Como en los demás receptores, las células gustativas están conectadas en su porción basal con neuronas. Las sensaciones que captan forman el sentido del gusto.

Los quimiorreceptores de las fosas nasales son verdaderas neuronas, las células olfatorias, que se encuentran situadas en el techo de la cavidad nasal intercaladas entre otras células epiteliales típicas y formando ambas lo que se denomina el **epitelio olfativo**.

Las células olfatorias captan sensaciones de sustancias en estado gaseoso transportadas por el aire incluso cuando su concentración es extremadamente baja. Por su porción basal, estas células se unen formando el nervio olfatorio. Las sensaciones que captan forman el sentido del olfato.

## 1.7 Los mecanorreceptores del oído

Los **mecanorreceptores del oído** son las células ciliares, situadas en el oído interno dentro de la cóclea y de los canales semicirculares, que a su vez están llenos de un líquido denominado **endolinfa**. Cualquier movimiento de este líquido afecta a los cilios de las células ciliares, que se estimulan y transmiten un impulso nervioso a las neuronas con las que se conectan.

La endolinfa puede moverse al llegar al oído interno vibraciones procedentes del exterior, captadas por el tímpano y transmitidas por la cadena de huesecillos del oído medio, o bien cuando cambia la posición en el espacio de la persona (como al acostarnos o al saltar).

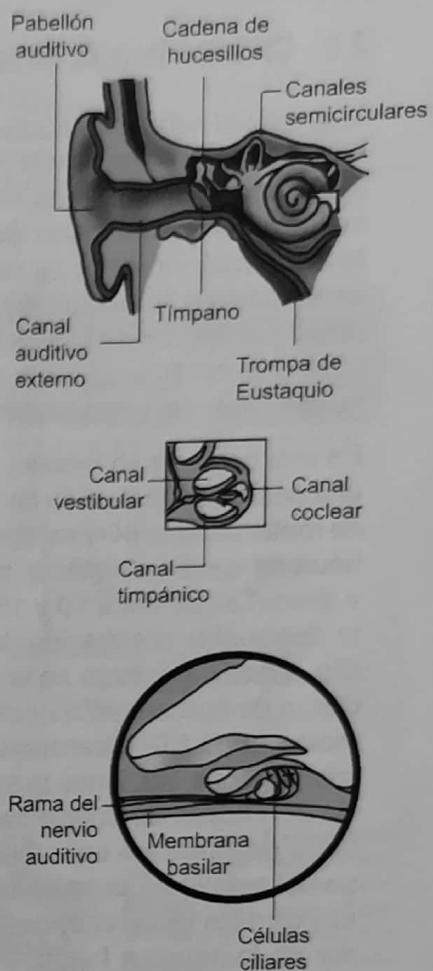
Las vibraciones de la endolinfa captadas por las células ciliares de la cóclea proceden del exterior y sus sensaciones forman el **sentido del oído o de la fonorrecepción**, mientras que las vibraciones que captan las que se encuentran en los canales semicirculares nos indican la posición en que está nuestro cuerpo y forman el **sentido del equilibrio**.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Explica.

- ¿Cuál es la diferencia entre los quimiorreceptores de los botones gustativos y los de la mucosa olfatoria?
- ¿Cuáles son los receptores que se encargan de captar las sensaciones que forman el sentido del tacto?
- ¿En qué se diferencian los conos y los bastones? ¿Dónde se encuentran?



El oído humano y los mecanorreceptores de la audición y el equilibrio.

### APLICACIÓN

- Cuando tenemos hambre y percibimos el aroma de un alimento o pensamos en él, comenzamos a salivar. Junto a un compañero o compañera, **identifiquen** los procesos sensoriales, integradores y motores, presentes en la situación dada. **Señalen** otros ejemplos y **repitan** el paso anterior.
- **Expliquen** la importancia de las respuestas rápidas en situaciones de peligro, como un temblor, por ejemplo.

## 2. Las neuronas y el impulso nervioso

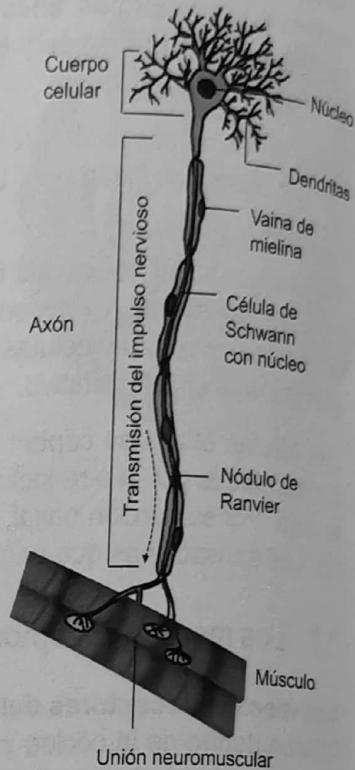
Explora. ¿Qué son las neuronas? ¿Qué función desempeñan estas estructuras?

### 2.1 Características de las neuronas

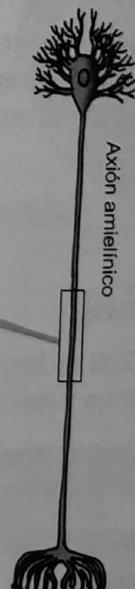
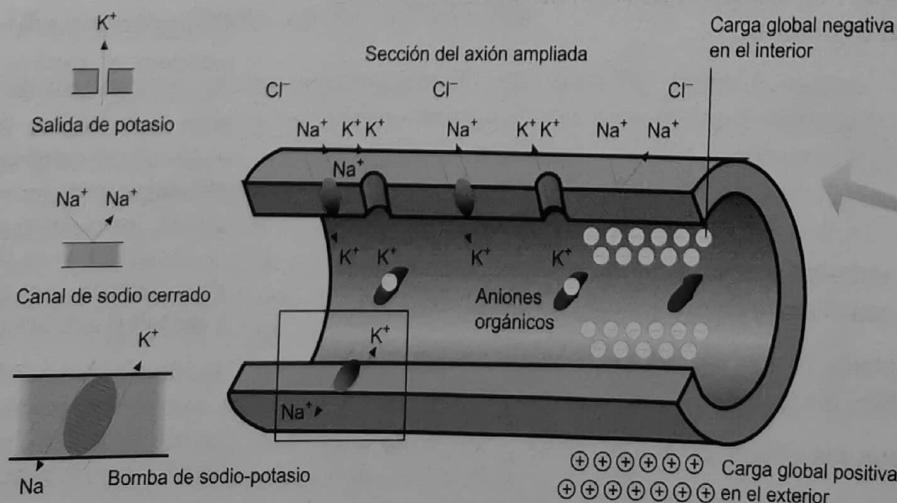
Aprende

La principal característica que tienen las neuronas es su capacidad para **recibir, conducir y transmitir** información procedente de los estímulos, mediante los impulsos nerviosos. Frecuentemente se compara la propagación de un impulso nervioso a través de una neurona con la propagación de una corriente eléctrica a través de un cable eléctrico. Sin embargo, el impulso nervioso no está relacionado con un movimiento ni de electrones ni de otro tipo de partículas a lo largo del axón de la neurona. El impulso nervioso se genera gracias a un enorme flujo de iones a través de la membrana plasmática de la neurona que altera el denominado **potencial de reposo** de la membrana.

En una neurona en reposo, es decir, que no está transmitiendo impulsos, hay una desigual distribución de iones entre el exterior y el interior: la concentración de iones potasio ( $K^+$ ) es aproximadamente 30 veces mayor en el interior de la neurona que en el exterior, mientras que la concentración de iones sodio ( $Na^+$ ) y cloro ( $Cl^-$ ) es entre 10 y 15 veces mayor fuera que dentro de la neurona. Esta desigual concentración de iones es mantenida gracias a la **bomba de sodio-potasio** existente en la membrana plasmática que, trabajando contra gradiente de concentración y con gasto energético (aportado por la hidrólisis de la molécula de ATP), transporta tres iones sodio hacia el exterior de la neurona, mientras que dos iones potasio pasan al interior. Por otro lado, los iones potasio ( $K^+$ ) fluyen libremente hacia el exterior gracias a proteínas de canal, una especie de «túneles» en la membrana que siempre están abiertos (canales de fuga del potasio). Los iones sodio ( $Na^+$ ) no pueden entrar en la neurona porque sus canales están cerrados en la situación de reposo. Además, en el citoplasma de la neurona hay otros iones cargados negativamente (aniones), como proteínas, iones bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) y grupos fosfato ( $PO_4^{3-}$ ), que determinan que el balance iónico del interior de la neurona sea predominantemente negativo en contraposición al exterior, donde dominan los iones positivos. Esta diferencia iónica puede medirse con dos microelectrodos conectados a un voltímetro, colocando uno en el interior de la neurona y otro en el exterior: el voltímetro indica el valor -70 milivoltios (el signo negativo es debido a la negatividad del interior de la neurona). Esta diferencia de potencial entre el interior y el exterior de la neurona en reposo es el potencial de reposo.



**La neurona.** Arriba, esquema de la estructura de una neurona. A la izquierda, distribución de cargas eléctricas y movimiento de iones en una neurona en reposo.



## 2.2 La transmisión de impulsos nerviosos

Al recibir una neurona un estímulo en forma de impulso nervioso, hay un gran movimiento de iones sodio en el punto del estímulo, los cuales entran en gran cantidad dentro de la neurona gracias a la abertura de túneles específicos para este tipo de iones, que en reposo estaban cerrados. Si se mide con un voltmetro en el punto del estímulo el aparato daría un valor aproximado de +50 milivoltios, lo que indica que hay más iones positivos dentro de la neurona que fuera: se ha invertido la abundancia de cargas positivas y negativas o **despolarización** a ambos lados de la membrana plasmática de la neurona. Esta diferencia de potencial de 120 milivoltios ( $70 + 50 = 120$ ) es lo que se llama **potencial de acción**. Este estado sólo dura 0,5 milisegundos. Nada más alcanzarse el valor interno de +50 milivoltios se cierran los túneles que permiten la entrada del sodio y se establecen en la membrana canales para el ion potasio. Éste sale al exterior a más velocidad que entra el sodio. A la vez, la bomba de sodio-potasio, sacando sodio y metiendo potasio, ayuda a restablecer el potencial de reposo de -70 mV. Este proceso se denomina **repolarización**. Todos estos cambios en el potencial de la membrana (de -70 mV a +50 mV y de nuevo a -70 mV) ocurren en pocos milisegundos. No todos los estímulos generan impulsos nerviosos; sólo aquéllos que tienen suficiente intensidad como para producir una despolarización de 15 ó 20 mV logran disparar el mecanismo de movimiento iónico con el que se alcanza el potencial de acción. Este potencial de 15-20 mV es el **potencial generador o umbral**.

El potencial de acción se transmite por la neurona y sus prolongaciones, de la zona de las dendritas hacia el axón, pasando por el cuerpo neuronal. La causa es que en el punto despolarizado aparecen cargas positivas internas (cationes), rodeadas de las cargas negativas de las zonas adyacentes. Debido a la atracción de las cargas de signo opuesto, se dirigen hacia ellas provocando un nuevo punto de despolarización de la membrana; es decir, produciendo la apertura de los túneles de sodio en la zona adyacente: en esta zona también se genera el potencial de acción y así sucesivamente. La transmisión del potencial de acción a través de la neurona se llama **impulso nervioso**. Un símil de cómo se transmite el impulso nervioso sería el de unas fichas parecidas a las del dominó colocadas de pie en fila, que pudieran bambolearse sin caerse y tocarse una con la siguiente, ésta con la siguiente y sucesivamente. Tras moverse y tocar a la siguiente ficha, cada ficha volvería a su posición inicial; el bamboleo corresponde al potencial de acción, que se transmite, y la posición vertical, al estado de reposo.

La transmisión del impulso nervioso es 20 veces más rápida (120 m/s) en las neuronas cuyos axones tienen vaina de mielina, ya que en ellos las despolarizaciones se efectúan sólo en los nódulos de Ranvier; este tipo de transmisión del impulso es la **transmisión saltatoria**.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

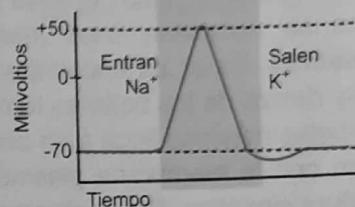
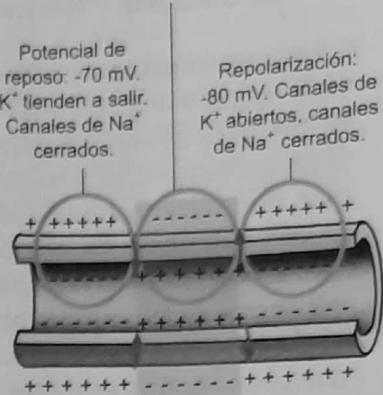
#### 1. Explica.

- ¿Cuál es la principal característica de las neuronas?
- ¿En qué consiste la bomba de sodio-potasio?
- ¿Cuál es el potencial de reposo de la neurona? ¿Cuáles son los iones que contribuyen a su establecimiento?

Potencial de acción: +50 mV (despolarización).  
Canales de  $\text{Na}^+$  abiertos: entran iones  $\text{Na}^+$ .  
Canales de  $\text{K}^+$  cerrados.

Potencial de reposo: -70 mV.  
 $\text{K}^+$  tienden a salir.  
Canales de  $\text{Na}^+$  cerrados.

Repolarización:  
-80 mV. Canales de  $\text{K}^+$  abiertos, canales de  $\text{Na}^+$  cerrados.



La transmisión del impulso nervioso. Arriba, cambios de polaridad en la neurona. A la izquierda, transmisión del impulso por avance de la despolarización. El símil de las fichas de dominó permite entender cómo se transmite la despolarización.



#### APLICACIÓN

Ciertos fármacos (anestésicos) bloquean el dolor, por ejemplo, mientras una persona está siendo intervenida durante una cirugía. Estas sustancias impiden la apertura de los canales de  $\text{Na}^+$ . Los axones de diámetros pequeños son más sensibles a dosis bajas de estos anestésicos.

- ¿Por qué los anestésicos, que impiden la apertura de los canales de  $\text{Na}^+$  bloquean el dolor?

Explora: ¿Qué es la sinapsis? ¿Qué es un neurotransmisor?

Aprende

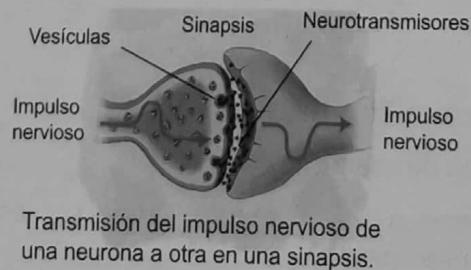
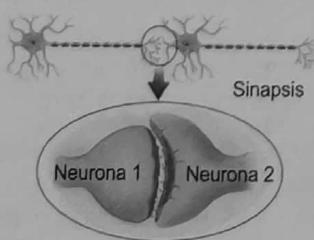
## 2.3 La sinapsis y los neurotransmisores

Se denomina **sinapsis** a la unión funcional entre dos neuronas, entre un receptor sensorial y una neurona o entre una neurona y una célula de un órgano efecto. Se habla de **unión funcional**, no anatómica, porque en realidad las dos neuronas no llegan a tocarse, existiendo un espacio de 20 a 40 nanómetros entre ellas denominado **hendidura sináptica**. Se llama **neurona presináptica** a aquélla que transmite el impulso nervioso, mientras que la que se encuentra más allá de la hendidura sináptica se denomina **neurona postsináptica**. La única zona de la **neurona presináptica** que efectúa sinapsis con otra neurona es el **botón terminal** de las ramificaciones del axón, mientras que, en la neurona postsináptica, cualquier zona puede establecer sinapsis con la anterior.

Para que el impulso nervioso pase de la neurona presináptica a la postsináptica se necesitan unos mediadores químicos denominados **neurotransmisores**. Éstos se encuentran en el interior de las vesículas sinápticas que hay dentro de los botones terminales. Cuando la onda de despolarización del impulso nervioso llega a un botón terminal, las **vesículas sinápticas** se fusionan con la membrana plasmática y liberan los neurotransmisores a la hendidura sináptica. Para estos neurotransmisores existen receptores específicos en la membrana de la neurona postsináptica y al unirse a ellos provocan una **despolarización** del potencial de membrana de la neurona postsináptica, con la consiguiente producción de un impulso nervioso en ella, o bien una **hiperpolarización** de la membrana postsináptica, con lo que no se produce impulso nervioso. Los neurotransmisores que producen despolarización son de tipo **excitatorio**, mientras que los otros son **inhibidores**.

Los principales neurotransmisores son:

- La **acetilcolina**. Es de tipo excitatorio. Estimula la contracción de los músculos voluntarios.
- La **noradrenalina**. Es de tipo excitatorio. Su efecto más evidente es incrementar la atención y el estado de alerta.
- El **ácido gammaaminobutírico (GABA)**. Es de tipo inhibidor. Se libera en las neuronas que efectúan sinapsis con los músculos voluntarios, previniendo contra una contracción muscular incontrolada.
- La **serotonina**. Es de tipo inhibidor. Uno de sus efectos a nivel cerebral es inducir al sueño.
- La **dopamina**. Es de tipo inhibidor. Inhibe la actividad de las neuronas que liberan acetilcolina. Su falta es una de las causas de la contracción muscular involuntaria, síntoma de la enfermedad de Parkinson.



68 Competencia: Define el término sinapsis y describe su funcionamiento en la transmisión de impulsos nerviosos



### SALUD

• Los neurotransmisores son esenciales para que los impulsos nerviosos salten de una neurona a otra en la sinapsis y, de esta manera, que los impulsos sensoriales alcancen los centros nerviosos. Sin embargo, determinadas sustancias actúan como verdaderos venenos nerviosos a nivel de las hendiduras sinápticas, dificultando la transmisión de los impulsos nerviosos entre neuronas: son las **neurotoxinas**. La mayoría son producidas por microorganismos, por plantas tropicales o incluso por animales superiores. Una de las más conocidas neurotoxinas es el **curare**.

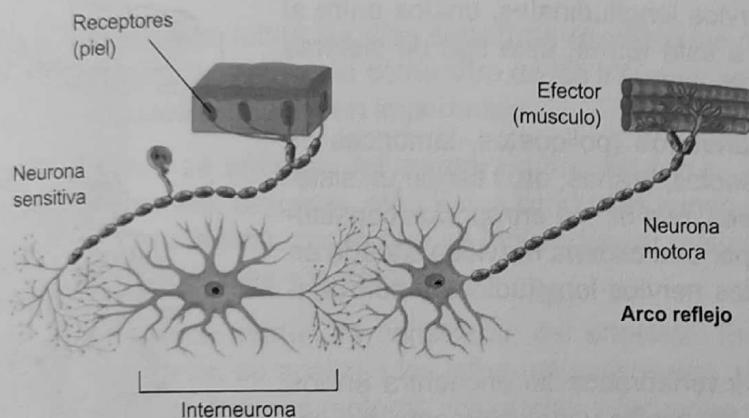
• El principio activo del curare es un alcaloide que se extrae de las hojas de una planta de la Amazonía y que bloquea los receptores para el neurotransmisor acetilcolina en las sinapsis neuromusculares. Como resultado, no llegan impulsos nerviosos a los músculos, que permanecen en estado permanente de relajación. Si esto ocurre en los músculos respiratorios, se puede producir la muerte de la persona por asfixia.

## 2.4 Tipos de neuronas

Todas las neuronas transmiten impulsos de la misma manera, pero los llevan a distintos lugares. Por ello se distinguen tres tipos de neuronas: sensitivas, interneuronas y motoras.

- Las **neuronas sensitivas** llevan información desde los receptores hasta el sistema nervioso central, es decir, hasta el encéfalo y la médula espinal.
- Las **interneuronas**, que forman parte del sistema nervioso central, conectan las neuronas sensitivas con las motoras.
- Las **neuronas motoras** llevan información a los efectores.

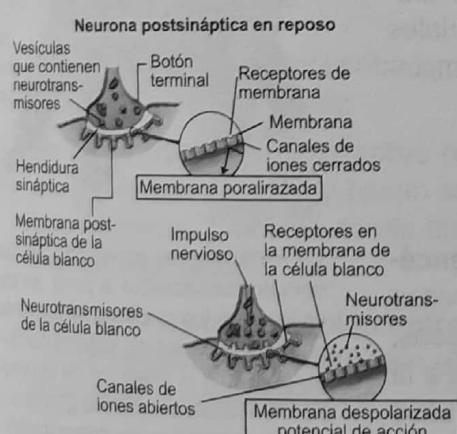
La conexión de un receptor, una neurona sensitiva, una motora y un efecto se llama **arco reflejo** y es la unidad funcional más simple del sistema nervioso. Un arco reflejo permite realizar actos reflejos, respuestas instantáneas e involuntarias que se realizan de forma automática, por ejemplo, ante un peligro. Un ejemplo clásico de acto reflejo se produce al retirar instantáneamente el brazo cuando algo nos quema la piel de éste.



### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Explica la sinapsis a través del siguiente esquema.



##### 2. Escribe el tipo de neurotransmisor del que se trata.

- Serotonina \_\_\_\_\_
- Acetilcolina \_\_\_\_\_
- Dopamina \_\_\_\_\_
- Noradrenalina \_\_\_\_\_

## CONEXIONES: Sociales

Los indios amazónicos conocían las propiedades de las plantas como el curare y utilizaban desde hace siglos la punta de sus flechas con extractos de ellas. Algunas especies de ranas tropicales de la familia de los Dendrobátidos, caracterizadas por su pequeño tamaño y sus colores muy vivos, también segregan alcaloides de acción parecida a la del curare. Este veneno también es utilizado, desde tiempos remotos, por ciertas tribus de indios amazónicos de la zona del Pacífico.



Existen diferentes profesionales interesados en el conocimiento del sistema nervioso, los que pueden ser de dos categorías: **profesionales científicos** y **profesionales médicos**.

Los científicos tratan de conocer aspectos relacionados con este sistema, realizando investigaciones científicas. Es el caso de los **neurofisiólogos**, que estudian el funcionamiento de las diferentes estructuras nerviosas.

Los médicos se preocupan del diagnóstico y tratamiento de los trastornos nerviosos en las personas, aplicando el conocimiento que la ciencia ha acumulado durante años. La **Neurología** y la **Neurocirugía** son ejemplos de especialidades médicas esenciales para mantener la salud, y, muchas veces, la vida de las personas.

### 3. El sistema nervioso de los animales

Explora: ¿Poseen sistema nervioso todos los animales?

#### 3.1 El sistema nervioso central de los invertebrados

Aprende

El sistema nervioso tiene un desarrollo muy variable en los invertebrados. Excepto en las **esponjas**, que carecen de verdaderas neuronas y por ello apenas poseen sensibilidad, todos los demás invertebrados disponen de neuronas que, como en los vertebrados, transmiten impulsos nerviosos.

Los **cnidarios**, entre los que se encuentran los corales, las gorgonias y las medusas, son los invertebrados que tienen el sistema nervioso más simple, constituido por una red difusa de neuronas multipolares conectadas entre ellas y situadas entre las dos capas de células que componen su cuerpo. Esta red neuronal les permite responder a estímulos mediante respuestas, como moverse, contraerse o utilizar sus tentáculos para capturar presas.

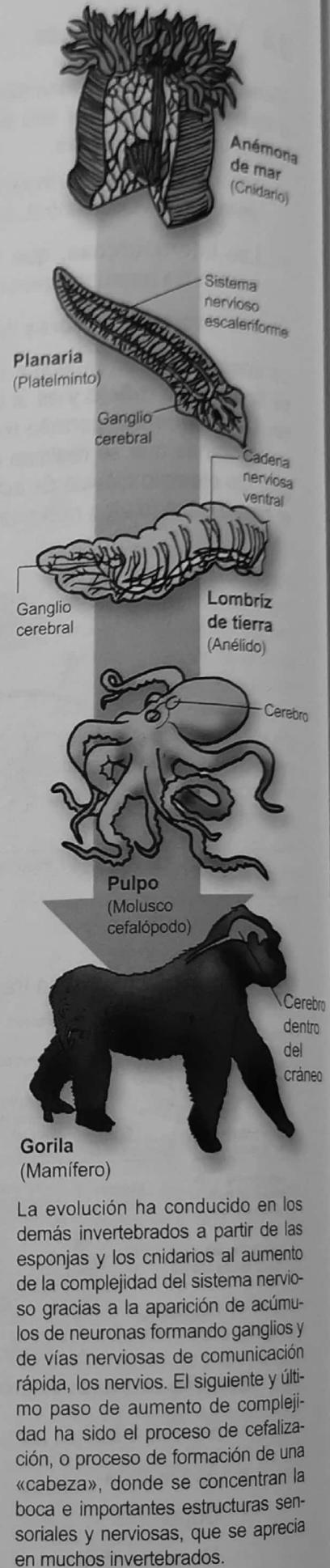
En grado ascendente de complejidad tenemos el sistema nervioso de los **gusanos planos** o **platelmintos**, que poseen un par de ganglios en la cabeza o ganglios cerebrales conectados a dos nervios longitudinales, unidos entre sí por cortos nervios transversales. Debido a esta forma, este tipo de sistema nervioso se llama escaleriforme.

Los gusanos cilíndricos segmentados o **anélidos** (poliquetos, lombrices de tierra y sanguíjuelas) y los **artrópodos** (insectos, arañas, etc.) tienen un sistema nervioso formado por ganglios cerebrales, que en los artrópodos constituyen una especie de primitivo «cerebro», y por una cadena nerviosa situada en posición ventral y constituida por uno o dos nervios longitudinales con ganglios en cada segmento del cuerpo.

El sistema nervioso más complejo de los invertebrados se encuentra en los **moluscoscefalópodos**, como los pulpos, las sepías y los calamares. En estos moluscos, los ganglios cerebrales se han desarrollado grandemente constituyendo un verdadero cerebro que se encuentra dentro de la cabeza, a la altura de los ojos, y que está rodeado por un tejido de consistencia parecida al cartílago de los vertebrados, el llamado «cráneo», de misión protectora. Paralelamente al desarrollo del cerebro, los pulpos poseen órganos sensoriales complejos, lo que les permite demostrar cierto grado de inteligencia y complejas pautas de comportamiento.

#### 3.2 El sistema nervioso central de los vertebrados

El **sistema nervioso central de los vertebrados** está compuesto por el **encéfalo** y por la **médula espinal**; ambos están conectados y forman un eje nervioso a lo largo de gran parte del cuerpo. Están protegidos dentro de estructuras óseas, el **cráneo**, que encierra al encéfalo, y la **columna vertebral**, que envuelve a la médula. Encéfalo y médula están formados por infinidad de neuronas (unos 10,000 millones aproximadamente en el encéfalo) y por axones de neuronas. No son estructuras macizas: tienen cavidades en su interior que se comunican entre sí y están llenas del **líquido cefalorraquídeo**. Otra característica común al encéfalo y a la médula espinal es que ambos están revestidos externamente por tres membranas o **meninges** denominadas, de dentro hacia fuera, **piamadre**, **aracnoides** y **duramadre**. La misión de las meninges y del líquido cefalorraquídeo es proteger el sistema nervioso central y amortiguar los golpes.



### 3.3 El encéfalo y sus partes

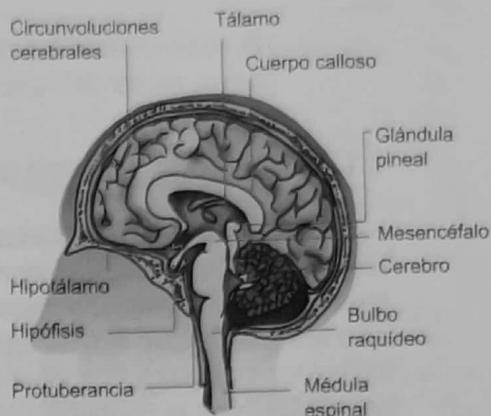
El **encéfalo** es el órgano que controla todo el funcionamiento del cuerpo. Está formado, entre otras, por las siguientes estructuras: bulbo raquídeo, cerebelo, hipotálamo, tálamo, sistema límbico y cerebro.

- El **bulbo raquídeo** participa en el control involuntario de funciones vitales como el latido cardíaco, la respiración, la deglución y la dilatación y contracción de los vasos sanguíneos, y reflejos vegetativos de protección, como tos, vómito, hipo y estornudo.
- El **cerebelo** recibe información de la situación de los músculos esqueléticos, así como de las órdenes que éstos reciben desde otras estructuras del sistema nervioso. Es decir, conoce el estado del músculo y el esfuerzo que se le va a pedir y puede, por tanto, hacer los ajustes necesarios para que los movimientos corporales sean suaves y precisos. Además, participa en el control del equilibrio y la postura del cuerpo.
- El **hipotálamo** controla funciones como la ingestión de sólidos y de líquidos, la temperatura corporal y la presión sanguínea.
- El **tálamo**. Por él pasan todas las vías sensitivas (excepto las olfatorias) que van a la corteza cerebral. Actúa como filtro de los informes sensitivos y sólo deja pasar aquéllos que tienen importancia.
- El **sistema límbico** se encarga del control de las conductas instintivas (alimentarias, agresivas, sexuales, etc.) Estas conductas tienen una enorme importancia para la vida, por lo que es lógico que su realización provoque cambios emocionales importantes.
- El **cerebro** es la única estructura consciente del encéfalo. En su capa más externa, la corteza, se analizan los informes sensoriales, su integración y se elaboran las órdenes motoras voluntarias adecuadas para cada caso. Es también responsable de las funciones superiores como intelecto, lenguaje, creatividad, aprendizaje y memoria.

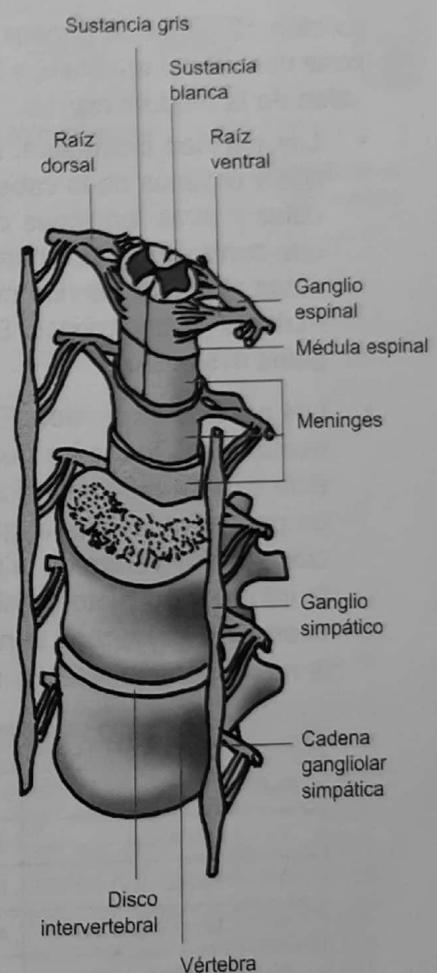
### 3.4 La médula espinal

La **médula espinal** se encuentra protegida por la columna vertebral. Tiene dos funciones fundamentales:

- **Es el centro de muchos actos reflejos.** Las neuronas sensitivas entran por las raíces dorsales y hacen sinapsis dentro de la sustancia gris, con interneuronas y motoneuronas que salen por las raíces ventrales de los nervios espinales.
- **Es la vía de comunicación entre el cuerpo y el encéfalo,** gracias a los cordones blancos que permiten el paso de vías ascendentes sensitivas y vías descendentes motoras.



Anatomía del encéfalo humano.



Médula espinal.



#### APRENDER A APRENDER

- ¿Qué utilidad han tenido para ti los esquemas anatómicos que aparecen en estas páginas?

#### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Explica** qué diferencia hay entre el sistema nervioso central de un moluscocefalópodo y el de un animal vertebrado.

## 4. El sistema nervioso periférico

Explora: ¿El sistema nervioso periférico es parte del sistema nervioso? ¿En qué parte o partes del cuerpo se encuentra?

### 4.1 Función del sistema periférico

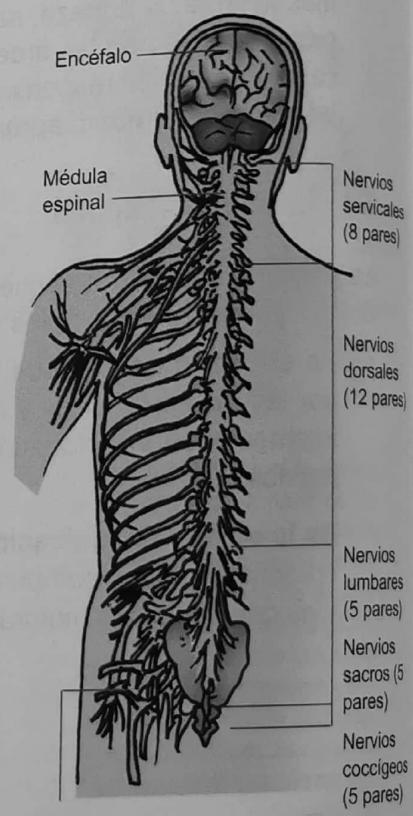
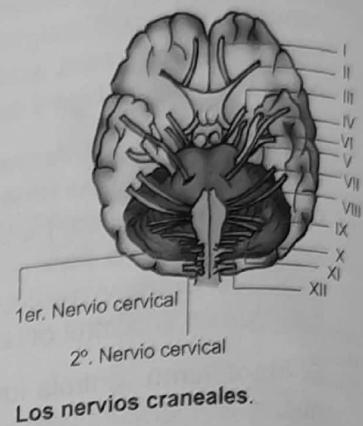
Aprende

El **sistema nervioso periférico** provee la conexión nerviosa entre los centros nerviosos del sistema nervioso central y diversas partes del cuerpo, tales como órganos del cuerpo y musculatura de las extremidades. Se compone de **nervios pares**, que están constituidos por una gran cantidad de axones mielinificados rodeados a su vez por vainas de tejido conjuntivo. Estos nervios son **sensitivos** si conducen impulsos nerviosos desde los receptores sensoriales a los centros nerviosos, son **motores** si, por el contrario, emiten respuestas desde los centros nerviosos a los órganos efectores, y son **mixtos** si pueden conducir impulsos sensitivos y motores a la vez.

Existen 12 pares de nervios **craneales**, que salen de diferentes partes de la zona ventral del encéfalo, y 31 pares de nervios **espinales** o **raquídeos**, que salen de la médula espinal.

- Los **nervios craneales**. Estos nervios se dirigen principalmente a los tejidos y órganos de la cabeza y el cuello y controlan el movimiento de músculos y otras funciones de estas zonas, con excepción del **nervio vago**, que controla el funcionamiento de diferentes vísceras torácicas y abdominales. Algunos nervios craneales son estrictamente sensitivos, otros son motores y otros mixtos. En el cuadro se puede ver cuáles son sus principales misiones.
- Los **nervios espinales**. Estos nervios van al pecho, al abdomen y a las extremidades. Todos los nervios espinales son mixtos; conectan con la médula espinal mediante dos ramas, una **rama dorsal**, donde se encuentra un pequeño ganglio, el **ganglio espinal**, y otra rama ventral. La información sensitiva entra en la médula espinal por la **rama dorsal**, mientras que la información motora sale de la médula espinal por la **rama ventral**. El cuerpo de la neurona sensitiva se encuentra en el ganglio espinal, y el de la neurona motora, en la sustancia gris de la médula.

Los nervios craneales				
Par	Nombre	Origen	Tipo	Funciones
I	Olfatorio	Telencéfalo	Sensitivo	Olfacción
II	Óptico	Diencéfalo	Sensitivo	Visión
III	Motor ocular común	Mesencéfalo	Motor	Movimiento de los músculos del ojo
IV	Patético	Mesencéfalo	Motor	Como el anterior
V	Trigémino	Mielencéfalo	Mixto	Sensaciones de la piel facial, masticación
VI	Motor ocular externo	Mielencéfalo	Motor	Movimiento de los músculos del ojo
VII	Facial	Mielencéfalo	Mixto	Expresiones faciales, gusto
VIII	Estatocístico	Mielencéfalo	Sensitivo	Equilibrio, audición
IX	Glosofaríngeo	Mielencéfalo	Mixto	Deglución, gusto, sensación de sed
X	Vago	Mielencéfalo	Mixto	Control de las vísceras
XI	Espinal	Mielencéfalo	Motor	Movimientos de la cabeza
XII	Hipogloso	Mielencéfalo	Motor	Habla



Los nervios raquídeos.

## 4.2 Respuestas simples y complejas

Los impulsos nerviosos debidos a estímulos procedentes de la periferia o del interior de nuestro organismo deben llegar al sistema nervioso central para ser analizados y poder emitir una respuesta. Hay dos tipos de circuitos nerviosos que se corresponden con los dos tipos de respuesta que emiten los centros nerviosos:

- Las **respuestas simples**, con muy pocas neuronas en el circuito y donde no intervienen los centros superiores del encéfalo, por ejemplo, el llamado acto reflejo.
- Las **respuestas complejas**, con más neuronas en el circuito y con intervención del encéfalo.

Los **actos reflejos** son las respuestas más rápidas que se pueden producir ante un estímulo. Un acto reflejo es una respuesta automática e involuntaria; un ejemplo de ello es el **reflejo rotuliano** por el cual estiramos la parte inferior de la pierna cuando nos golpean suavemente el tendón de la rótula de nuestra rodilla. Es un movimiento que no podemos controlar. Los actos reflejos requieren la existencia de un receptor sensorial, que puede ser cualquiera de las terminaciones libres de las neuronas sensoriales de la piel. Los impulsos nerviosos generados en estas terminaciones llegan a la sustancia gris de la médula espinal gracias a la neurona sensorial, ésta establece aquí sinapsis con otra neurona, la neurona motora, la cual emite la respuesta motora directamente al órgano efector. El circuito nervioso establecido de esta manera (neurona sensorial y neurona motora) forma el llamado **arco reflejo**. Nuestra vida cotidiana está llena de respuestas o actos reflejos, que ocurren siempre de la misma manera sin que debamos pensar en ellos, como, por ejemplo, la retirada rápida de la cabeza cuando nos damos un golpe, el control en el diámetro de la pupila en respuesta a cambios bruscos de cantidad de luz o la retirada de la mano al tocar un objeto punzante o caliente.

Las **respuestas complejas** requieren de la actuación de otro tipo de neuronas, las **neuronas intercalares** o de asociación y de los centros nerviosos superiores del encéfalo. En estas respuestas complejas, la neurona sensitiva llega a la médula espinal y allí establece sinapsis con una neurona intercalar que envía los impulsos nerviosos en vía ascendente hacia el encéfalo. Éste percibe la naturaleza del estímulo y envía una respuesta adecuada en vía descendente mediante otras neuronas intercalares, las cuales contactan con las neuronas motoras de la médula espinal y emiten finalmente la respuesta al órgano efector, que puede ser un músculo o una glándula. De esta manera se controlan funciones o actividades complejas, como la danza o la conducción de un carro de carreras.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. ¿Cuáles son los elementos que componen el sistema nervioso periférico? ¿Cuál es la función de este sistema nervioso?
2. Diferencia entre acto y arco reflejo.



### SALUD

Los resultados de los experimentos para la búsqueda de indicios del asiento de la **memoria** en el cerebro indican que no hay una zona concreta de él donde se ubique. Cuando hay daños en el tejido cerebral de determinadas zonas del cerebro o cuando se producen golpes en la cabeza, que afectan a algunas áreas cerebrales, se pueden producir pérdidas de memoria de diversos grados. Se cree que para el establecimiento de la **memoria a largo plazo** son necesarias la corteza cerebral prefrontal, el tálamo, la amígdala, el hipocampo y el cuerpo mamilar, y que los circuitos neuronales de la memoria deben atravesarlas.

# 5. El sistema nervioso autónomo y el sistema endocrino

Explora: ¿Qué función desempeña el sistema nervioso autónomo? ¿Y el sistema endocrino?

## 5.1 El sistema nervioso autónomo

Aprende

La mayoría de las veces, los animales controlan las funciones de los órganos sin ser conscientes de hacerlo. El **sistema nervioso autónomo o vegetativo** se encarga de modular todas aquellas funciones que están fuera del alcance de la voluntad. Controla así, por ejemplo, el latido cardíaco, el diámetro de los vasos sanguíneos, la secreción de las glándulas, las funciones excretoras, la digestiva y algunas funciones sexuales. Pero, a pesar de ser un control involuntario, algunas de estas funciones pueden ser influenciadas por una actividad voluntaria y consciente.

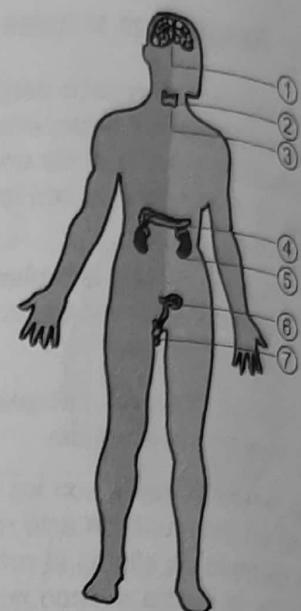
El sistema nervioso vegetativo se compone de **nervios** y de **ganglios**. Los nervios vegetativos son algunos de los nervios craneales y de los nervios raquídeos, mientras que los ganglios vegetativos son simples abultamientos de estos nervios, donde están los cuerpos neuronales de las neuronas cuyos axones forman los nervios. Hay dos tipos de sistema nervioso autónomo, el **sistema nervioso simpático** y el **parasimpático**. Los ganglios del simpático están muy cerca de la médula espinal y forman una cadena a ambos lados de ésta, a la cual están conectados a través de los nervios raquídeos. En cambio, los ganglios del sistema parasimpático están alejados del centro nervioso y no forman una cadena. La mayoría de los órganos reciben nervios de ambas variedades, que provocan **respuestas antagónicas**. Así, por ejemplo, la acción del simpático acelera el ritmo cardíaco, mientras que la del parasimpático lo disminuye.

El **sistema simpático** está relacionado con funciones que consumen energía frente a condiciones adversas. El simpático, además de acelerar el ritmo cardíaco, relaja la musculatura bronquial para facilitar la respiración, provoca que el hígado libere más glucosa a la sangre, reduce la actividad digestiva y dilata la pupila para mejorar la visión; todo ello prepara el cuerpo para enfrentarse a situaciones de peligro o de estrés.

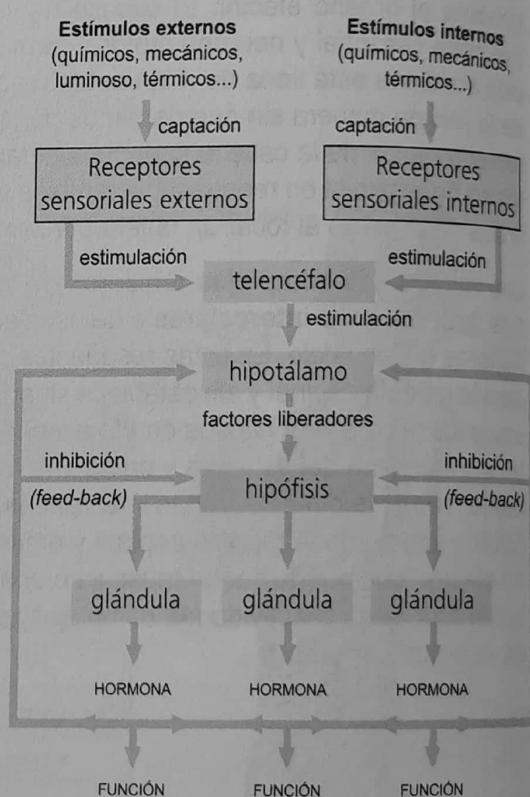
En cambio, la misión del **parasimpático** suele ser opuesta a la del simpático en los órganos que están inervados por ambos sistemas. En general, las misiones del parasimpático suelen ser de recuperación del organismo. Por ejemplo, provoca la disminución del ritmo cardíaco, la vasodilatación arterial y el aumento del peristaltismo intestinal, lo que favorece la absorción intestinal.

## 5.2 El sistema endocrino y su papel

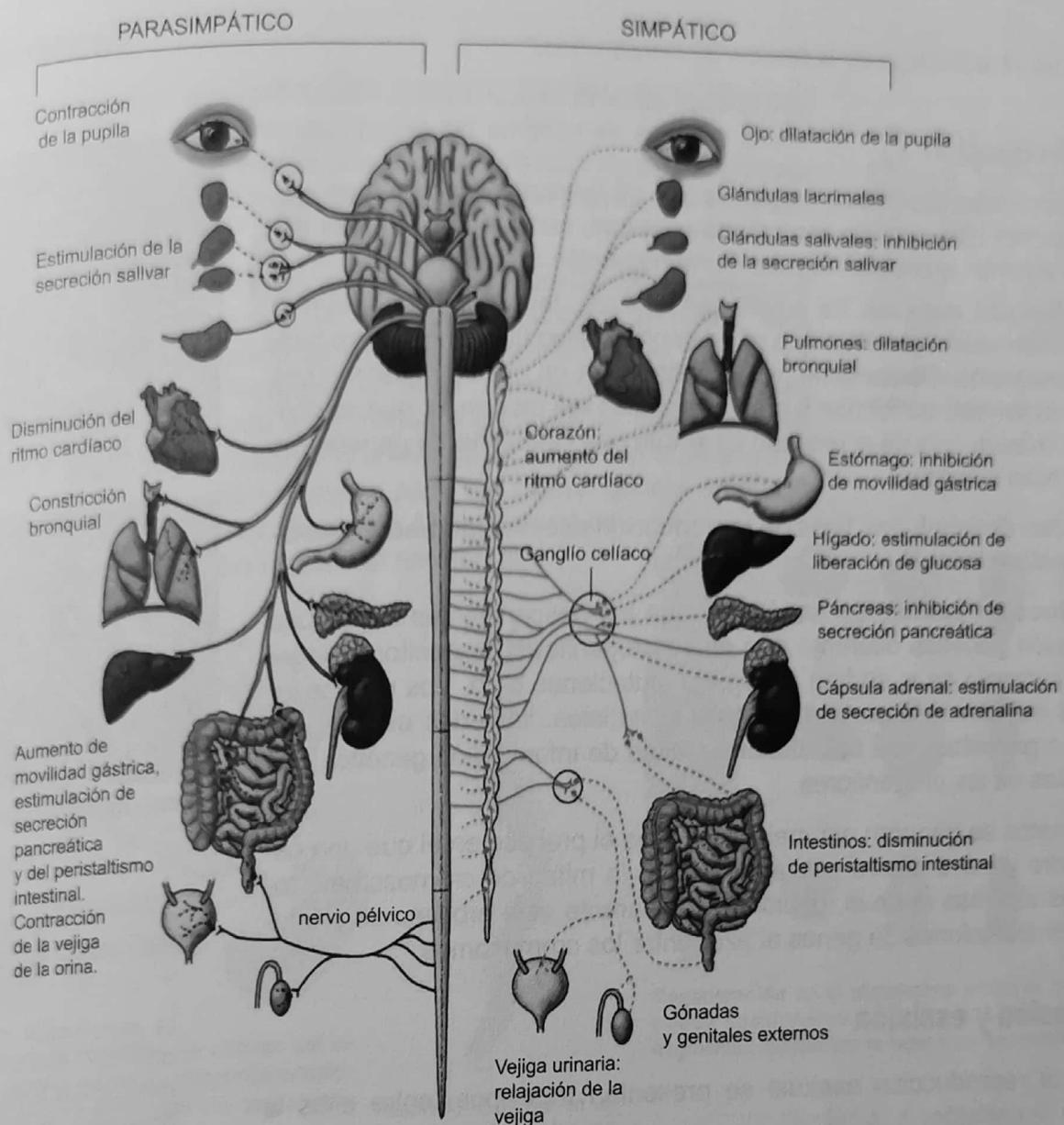
El **sistema endocrino**, al igual que el nervioso, es un sistema de control del organismo. Sin embargo, hay notables diferencias entre ellos; por un lado, el sistema endocrino utiliza sustancias químicas para el transporte de la información, las llamadas **hormonas**. Éstas son vertidas a la circulación sanguínea, efectúan su acción a distancia de donde se han producido y, por otro lado, las respuestas que provocan no son inmediatas. Por último, cabe destacar que las hormonas realizan su acción en concentraciones mínimas.



Situación de las principales glándulas endocrinas. 1, hipófisis. 2, paratiroides. 3, tiroides. 4, páncreas. 5, glándulas suprarrenales. 6, ovarios. 7, testículos.



Relación entre el sistema nervioso y el endocrino en el control de la secreción hormonal. El sistema nervioso y el endocrino están estrechamente relacionados, puesto que, en definitiva, la actividad de las glándulas endocrinas está bajo el control de los centros nerviosos mediante varios mecanismos, unos de simple estimulación nerviosa sobre la glándula y otros mediante una secreción.



### El sistema nervoso autónomo: acción del simpático y el parasimpático.

#### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Indica las principales diferencias que hay entre los dos tipos de sistema autónomo.
- 
- 
- 

2. ¿Cuál es el lóbulo cerebral al que llega la información sensitiva de tipo visual? ¿Y al que llega la sensación olfativa?
- 
- 
- 

3. Explica por qué un daño importante al bulbo raquídeo puede producir la muerte de la persona.
- 
- 
- 

#### TRABAJAMOS EN GRUPO

##### 1. Interactúa.

- Reunidos en parejas, **observa** en el esquema superior.
- **Imaginen** la siguiente situación: Andrés lee en voz alta un cuento a su hermano José. ¿Qué áreas del cerebro se activan en cada niño? **Expliquen**.

##### 2. Construye.

- **Averigua** sobre las áreas funcionales del cerebro y **relaciona** dicha información con las áreas representadas en el esquema.

# 6. La reproducción de los animales

Explora: ¿Cuál es la finalidad de la función de reproducción?

## 6.1 La reproducción

Aprende

La **reproducción** es el proceso de generación de nuevos individuos. Los animales presentan básicamente reproducción sexual, aunque hay algunas especies que además presentan formas de reproducción asexual.

- **Reproducción asexual.** Es aquélla en que los descendientes tienen la misma información genética que el progenitor, salvo que se haya producido una mutación. Obviamente, sólo puede haber un único progenitor. Los nuevos individuos se forman a partir de células del progenitor que se dividen por mitosis, que es el proceso en el que una célula madre genera dos células hijas idénticas.

Se pueden distinguir tres tipos de reproducción asexual: **gemación, escisión y poliembrionía.**

- **Reproducción sexual.** Es aquélla en que los descendientes tienen una información genética diferente a la de su progenitor o progenitores, independientemente de si se han producido mutaciones o no. Los nuevos individuos se forman a partir de células especiales, llamadas **células sexuales o gametos**, que sólo tienen la mitad de información genética que las células de los progenitores.

Los gametos se generan por meiosis, que es el proceso en el que una célula madre genera cuatro células hijas con la mitad de cromosomas, todas ellas distintas entre sí, debido a que durante este proceso se producen recombinaciones de genes al azar entre los cromosomas.

## 6.2 Gemación y escisión

Dentro de la reproducción asexual se presentan tres tipos, entre ellos la gemación y la escisión:

- **Gemación.** Los nuevos individuos se forman a partir de yemas pluricelulares que se originan en el cuerpo del progenitor. Las yemas pueden separarse del cuerpo del progenitor, como sucede, por ejemplo, en la **Hydra**, o quedarse unidas a él, como sucede en los corales, dando lugar a una colonia. Es habitual en poríferos (esponjas) y **cnidarios** (pólips y medusas).
- **Escisión.** Consiste en la división longitudinal o transversal de un organismo en dos o más fragmentos, que se transformarán en nuevos individuos. Se da en poríferos, cnidarios, platelmintos y en algunos anélidos poliquetos.

En los cnidarios escifozoos, se da una escisión múltiple llamada estrobilación, que origina numerosos fragmentos llamados éfiras, que después se convertirán en medusas. En estos organismos y en los anélidos poliquetos, la escisión múltiple o escisiparidad da lugar a individuos con gametos que luego realizarán la reproducción sexual. La alternancia de reproducción asexual con reproducción sexual se denomina reproducción alternaente. No se puede confundir con la alternancia de las fases haploides y diploides de la reproducción sexual de los musgos y helechos.



Ejemplo de reproducción asexual



Ejemplo de reproducción sexual.

## DIFERENCIAS ENTRE REPRODUCCIÓN Y SEXUALIDAD

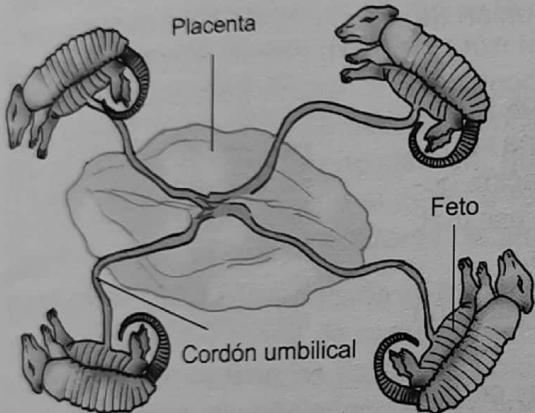
La reproducción es la generación de nuevos individuos, mientras que la sexualidad es la donación y recepción de material genético (ADN). Esta donación y recepción de material genético se puede dar entre dos individuos, como sucede en las bacterias, o entre dos cromosomas de una misma célula cuando ésta se divide por meiosis, lo que da lugar a la denominada recombinación genética.

Si bien la sexualidad, en sentido estricto, quiere decir donación y recepción de material genético, en sentido amplio, la sexualidad abarca también todas las actividades encaminadas a la reproducción, como son el galanteo, la preparación del nido, etc. En este sentido hay muchos más actos de sexualidad que no comportan necesariamente la reproducción.

## 6.3 Poliembriónia

La poliembriónia es el tipo de reproducción asexual que se produce cuando tras las primeras divisiones del cigoto, las células del embrión se separan dando lugar a varios embriones. En insectos pueden formarse así más de mil individuos a partir de un solo embrión. Un ejemplo de poliembriónia en los humanos son los gemelos univitelinos.

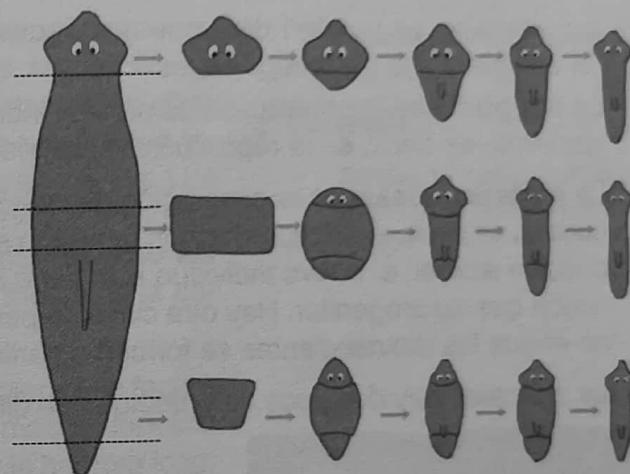
Cuando un animal sufre una herida, gracias a la capacidad de regeneración de sus células, los tejidos se vuelven a unir. En algunos organismos, esta capacidad permite la regeneración de toda una extremidad, como, por ejemplo, sucede con la cola de las lagartijas. En otros organismos, esta capacidad permite la regeneración de todo un individuo a partir de un fragmento, por ejemplo, con el brazo fragmentado de una estrella de mar o con el platelminto planaria, en el que incluso una centésima parte del cuerpo genera un nuevo individuo. La regeneración no es, pues, una forma natural de reproducción asexual, sino sólo una forma accidental.



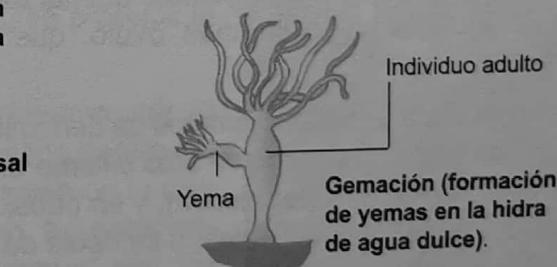
**Poliembriónia en el armadillo.** La división del cigoto en las primeras etapas de desarrollo embrionario da lugar a varios embriones que se desarrollan a la vez en el útero materno.



**Escisión múltiple en un poliqueto, dando lugar a tres nuevos individuos.**



**Regeneración en el platelminto planaria.** Una planaria puede seccionarse de forma que cada uno de los fragmentos resultantes da lugar a un nuevo individuo.



**Diversos ejemplos de reproducción asexual en cnidarios y anélidos.**

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Explica.

- ¿Cuál es la diferencia principal entre gemación y escisión? Cita un ejemplo de cada una de ellas.
- ¿Cuáles son las principales diferencias entre reproducción sexual y asexual?



**Escisión transversal múltiple de la medusa *Aurelia aurita*.**

# 7. La reproducción sexual

Explora ¿Qué son los gametos? ¿Qué importancia tienen estas células en la reproducción? ¿Qué es el hermafroditismo? ¿Qué quiere decir el término dimorfismo sexual?

Aprende

## 7.1 Tipos de reproducción sexual

En los animales la **reproducción sexual** siempre se realiza mediante gametos, a diferencia de los hongos y las plantas, en los que puede ser por meiosporas. Los **gametos** son células que sólo poseen la mitad de cromosomas que las células somáticas. Como los gametos tienen únicamente un ejemplar de cada tipo de cromosoma, presentan solamente **n cromosomas**, lo que se denomina **célula haploide**. En cambio, las células somáticas tienen dos ejemplares de cada tipo de cromosoma, uno heredado de la madre y otro del padre, es decir, **2n cromosomas (célula diploide)**.

En los animales se pueden distinguir dos tipos de reproducción sexual, que son la anfigonia y la partenogénesis.

- La **anfigonia** es la generación de nuevos individuos a partir de la unión de gametos, es decir, es la reproducción gamética con fecundación.
- La **partenogénesis** es la generación de individuos a partir de óvulos sin fecundar, es decir, es la reproducción gamética sin fecundación. Es una reproducción sexual: el nuevo individuo sólo tiene la mitad de la información genética que su progenitor. Hay otra clase de partenogénesis, de tipo asexual, en el que los descendientes se forman a partir de células diploides.

En los animales hay dos tipos de gametos que difieren mucho tanto en tamaño como en forma.

- El **macrogameto** es muy grande e inmóvil y el microgameto es muy pequeño y móvil.
- El macrogameto se denomina **óvulo** y el microgameto **espermatozoide**. Debe evitarse confundir el gameto animal óvulo con la estructura pluricelular vegetal, también llamada óvulo, que contiene el gameto vegetal (oosfera).

Esta gran diferencia entre los gametos se denomina **oogamia**. En otros grupos, como muchas algas, los gametos sólo difieren en el tamaño; en este caso, se habla de anisogamia (o heterogamia), y en otros, como muchos eucariotas unicelulares, los gametos son iguales, y se habla de **isogamia**.

En los animales el tipo de individuos que produce espermatoides se llama **sexo masculino**, y los individuos se denominan **machos**, mientras que el tipo que produce óvulos se denomina **sexo femenino** y los individuos se llaman **hembras**. Los gametos se producen en unos órganos especiales denominados **gónadas**. Las gónadas masculinas se denominan **testículos**, y las gónadas femeninas, **ovarios**.

Cuando los machos y las hembras son morfológicamente diferentes se dice que presentan **dimorfismo sexual**.

Las especies que presentan individuos machos e individuos hembras, se denominan **gonocóricas o dioicas**, y si presentan individuos capaces de producir los dos tipos de gametos, se denominan especies **hermafroditas o monoiéticas**. Un ejemplo de especie dioica es el ser humano, y un ejemplo de especie hermafrodita es el caracol de huerta.

### LA EFICACIA DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL

En la reproducción vegetativa o asexual, la ventaja es que el proceso puede llevarse a cabo sin el concurso de otro organismo. Es eficaz para animales fijos o de escasa movilidad, que tienen pocas posibilidades de encontrarse con otro individuo de su especie. Además, no se requiere de órganos y tejidos especializados, por eso es el medio de propagación más común de bacterias, protistas y seres multicelulares sencillos.

La reproducción sexual, en cambio, entraña numerosas desventajas. El proceso depende del azar, pues los gametos de sexo opuesto deben encontrarse y, a menudo, se desperdicia gran parte de ellos. En las plantas, la fecundación depende, además, de otros agentes como el agua, el viento y los animales para el transporte del polen.

A pesar de todas estas dificultades, la reproducción sexual es más beneficiosa que la asexual, porque produce variabilidad genética, condición necesaria para la adaptación de la especie al medio.



Faisán hembra



Faisán macho

Dimorfismo sexual en el faisán.

## 7.2 Etapas de la reproducción mediante fecundación (sexual)

La reproducción mediante fecundación (unión de gametos) es un proceso que presenta tres etapas:

- **Formación de los gametos.** Los seres hermafroditas originan gametos de los dos tipos. Si se forman a la vez, puede realizarse la autofecundación, lo cual es muy raro. Si se forman unos antes que los otros, sólo puede haber fecundación si interviene otro individuo, lo que se denomina fecundación cruzada, con lo que se disminuye el peligro de consanguinidad genética.
- La segunda etapa es la **fecundación** o unión de las informaciones genéticas mediante la fusión de los gametos, formándose el cigoto.
- La tercera etapa es el **desarrollo embrionario** del cigoto mediante segmentación para dar lugar finalmente a un nuevo individuo adulto.

La fecundación puede realizarse en el agua (**fecundación externa**), como sucede en los animales acuáticos (esponjas, cnidarios, moluscos, la mayoría de los peces, etc.) y en algunos animales terrestres (muchos anfibios), o en el interior del cuerpo materno (**fecundación interna**), como en los organismos terrestres y en muchos acuáticos (crustáceos, algunos peces, cetáceos, etc.). La fecundación interna ha permitido la colonización del medio terrestre, y se realiza generalmente con la **copulación**, que consiste en la transmisión de los espermatozoides del macho al aparato reproductor femenino mediante la conexión de los órganos copuladores de ambos sexos.

En algunos casos, como sucede en las salamandras y los escorpiones, la fecundación interna no precisa de copulación. En la salamandra, el macho deposita un saquito que contiene los espermatozoides (espermatóforo) y la hembra lo sitúa en su cloaca, donde se rompe y se liberan los espermatozoides.

La **autofecundación**, que se da en los hermafroditas suficientes, tiene lugar entre gametos de distinto sexo originados por el mismo individuo. En los hermafroditas insuficientes, como el caracol y la lombriz de tierra, se produce la **fecundación cruzada** (entre dos individuos distintos).

El desarrollo embrionario puede realizarse en el interior de un huevo que se halla fuera del cuerpo materno, animales **ovíparos**; o que eclosiona dentro del cuerpo materno, animales **ovovivíparos**, por lo que las crías salen de la madre ya formadas; o puede realizarse dentro del cuerpo materno, sin estar encerradas en un huevo, animales **vivíparos**. Ejemplos de ovíparos son los crustáceos, moluscos y la mayoría de los peces; ejemplos de ovovivíparos son algunos peces como el «guppy», los escorpiones, y algunos insectos. Ejemplos de vivíparos, son algunos tiburones, ciertos tipos de insectos, los mamíferos marsupiales y los mamíferos planetarios.

### TRABAJAMOS EN GRUPO

1. **Discute** con tu grupo qué razones creen que podrían justificar la clonación.
  - Para producir órganos necesarios en transplantes.
  - Para impedir que se pierdan las características ideales que algunos individuos poseen.
  - Para resolver problemas de infertilidad.
  - La clonación de individuos es una realidad. Pero, ¿qué razones podrían justificar su práctica?

### 2. Construye

- **Escribe** tu opinión personal respecto al tema de la clonación.



Fecundación externa: la unión de los óvulos y espermatozoides se realiza en el agua.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Haz una lista de animales que presenten dimorfismo sexual y anota sus características en un cuadro, en tu cuaderno.
2. ¿Cuáles son las etapas de la reproducción sexual? Explica cada una.
3. Enumera los tres tipos de animales, según su desarrollo embrionario.

## Los efectos de las drogas

### 1. Investiga.

- Copia en una hoja en blanco lo siguiente y luego fotocópiala.

Curso \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

- 1 ¿Cuando algo te molesta respondes de manera agresiva?

Sí  No

- 2 ¿Tienes amigos que consumen droga?

Sí  No

- 3 ¿Fumas?

Sí  No

- 4 ¿Consumes bebidas alcohólicas?

Sí  No

- 5 En tu hogar, ¿hay algún problema de comunicación?

Sí  No

- 6 ¿Tienes problemas en tu colegio?

Sí  No

- 7 ¿Has consumido drogas ilícitas, como la marihuana o la cocaína?

Sí  No

- **Organízense** en grupos y **apliquen** la encuesta anterior a un grupo de 100 alumnos, aproximadamente, que se encuentren en un rango de edad parecido (entre 12 y 13, entre 14 y 15, etc.) o que estén en el mismo curso.

- Para las encuestas de personas que han consumido drogas ilícitas, es decir, aquéllas que respondieron afirmativamente la pregunta N° 7, **tábulen** los datos de la encuesta en una tabla como la siguiente:

Pregunta	Sí		No	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
1				
2				
3				
4				
5				
6				

### 2. Analiza y aplica.

- **Calculen** el porcentaje de respuestas afirmativas y negativas, para las 6 primeras preguntas (consideren toda la muestra de encuestados que han consumido drogas, y separados por sexo). **Calculen** también el promedio de edad de los encuestados consumidores.
- **Construyan** gráficos que muestren los resultados obtenidos.
- De acuerdo con los gráficos obtenidos, ¿existe relación entre el consumo de drogas ilícitas y los factores de riesgo presentes en la encuesta? ¿Existen diferencias significativas entre hombres y mujeres, en relación al consumo de drogas?
- **Elaboren** conclusiones a partir de los resultados obtenidos.

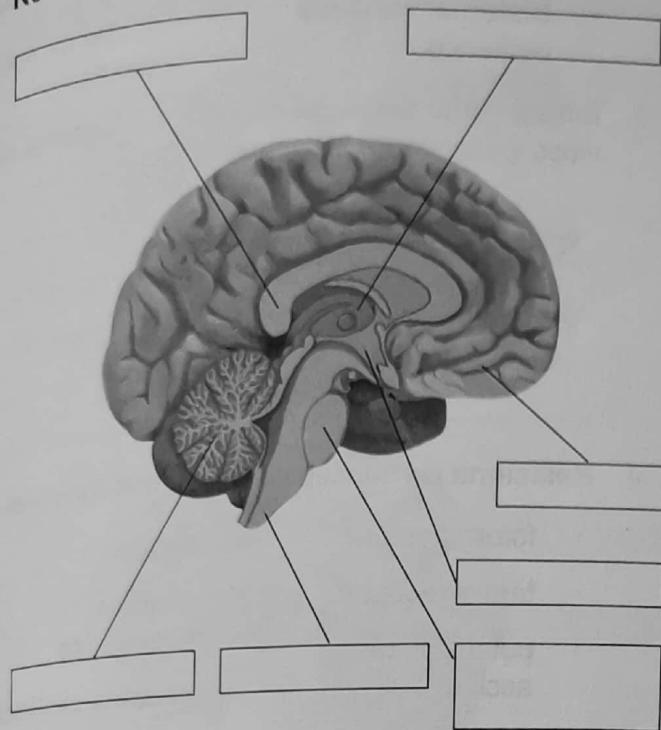
### 3. Reflexiona.

- ¿Qué problemas se investigan con esta actividad? **Escríbelos**. ¿Qué hipótesis de trabajo puedes plantear? ¿Por qué es importante aplicar la encuesta a alumnos y alumnas de un mismo curso o de edades parecidas?
- ¿Cuál es el objetivo de esta actividad? ¿Qué relación existe entre el problema planteado y la hipótesis formulada?

# Actividades

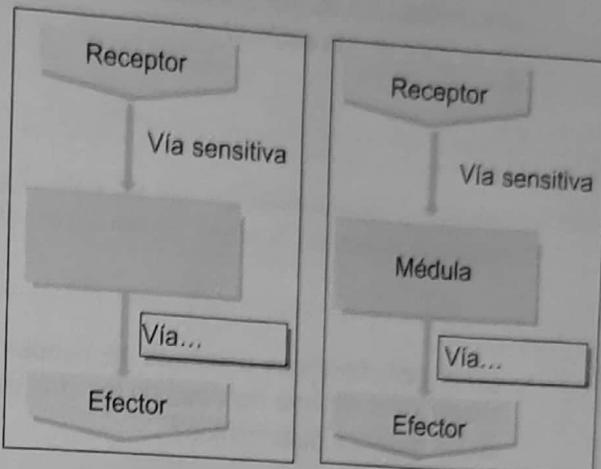
## RECUERDA

1. Rotula el siguiente esquema del encéfalo.



## COMPRENDE

3. Completa los siguientes esquemas, e indica de qué tipo de arco (reflejo o voluntario) se trata en cada caso.



4. Resume en tu cuaderno los siguientes procesos, indicando la importancia que tienen en la reproducción sexual.

- La fecundación interna.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- La recombinación de los cromosomas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

1. Haz un resumen de lo que sabes sobre los siguientes procesos relacionados con la función de relación.

- La captación de estímulos.
- El control del latido cardíaco.
- La transmisión del impulso nervioso.

2. Explica en qué se diferencian:

- Un receptor y un efector.
- Un arco reflejo y un arco voluntario.
- La coordinación nerviosa y la hormonal.

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

### 1. Contesta a las siguientes preguntas.

- Enumera los receptores sensoriales que se encuentran en la piel e indica el tipo de estímulo para el que están especializados.

---

---

---

- ¿Qué características primitivas se pueden observar en el sistema nervioso de los cnidarios y de los gusanos platelmintos?

---

---

---

- ¿Qué son las meninges y cuál es su función?

---

---

---

- Indica cuáles son los nervios craneales que se encargan del sentido de la visión y del movimiento del ojo.

---

---

---

- ¿De dónde sale el nervio vago? ¿Qué es lo que controla?

---

---

---

### 2. Define los siguientes conceptos en tu cuaderno:

- Sistema nervioso periférico
- Bomba de sodio-potasio

- Indica cómo están relacionados el sistema nervioso y el sistema hormonal.

---

---

---

### 4. Relaciona los conceptos de las dos columnas:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| • fotorreceptor         | • estrés                |
| • termorreceptor        | • factores liberadores  |
| • potencial de acción   | • neurona mielínica     |
| • conducción saltatoria | • despolarización       |
| • adrenalina            | • hendidura sináptica   |
| • hipotálamo            | • deglución, gusto, sed |
| • neurotransmisor       | • cono                  |
| • nervio glosofaríngeo  | • corpúsculo de Ruffini |

### 5. Completa el siguiente cuadro.

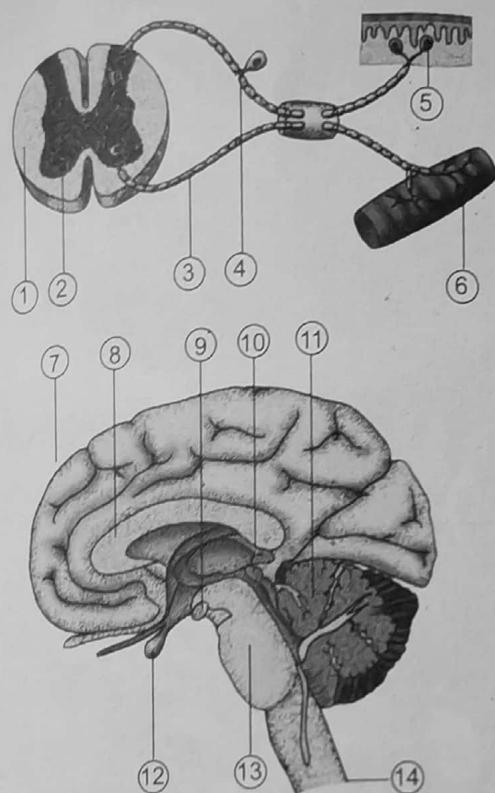
Sentido	Tipo de receptor	Situación receptor
Audición	mecanorreceptor	cóclea del oído interno
Olfato		

### 6. Describe los siguientes tipos de reproducción e indica si es sexual o asexual.

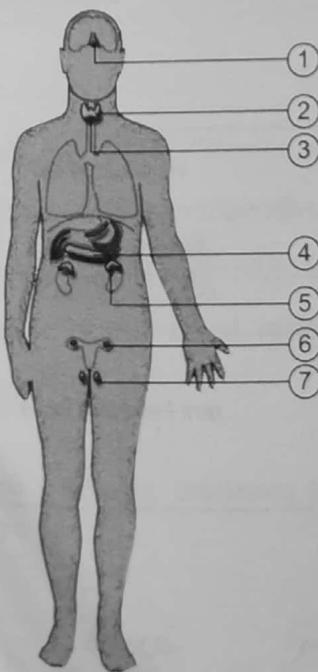
- Gemación
- Partenogénesis
- Escisión

COMPETENCIAS ACTITUDINALES

7. Identifica los nombres de las zonas que se indican en las siguientes figuras.



8. Identifica en la figura humana los nombres de las diferentes glándulas de secreción interna.



1. ¿Qué valor tienen para ti las personas que laboran en los campos de la psiquiatría, la psicología?

---



---



---

2. ¿Cuáles de tus actitudes pueden representar factores de riesgo frente al consumo de drogas?

---



---



---

3. Si supieras que algún compañero o compañera consume drogas, ¿qué harías para ayudarle? ¿Sería correcto encubrirlo? ¿Por qué?

---



---



---

COMPETENCIAS METACOGNITIVAS

4. Subraya los métodos que empleaste para estudiar los contenidos de la unidad y marca con una  los que te ayudaron a comprender mejor los temas.

- Leer detenidamente y analizar el contenido de la unidad.
- Preguntar y comentar mis inquietudes con profesionales del área o con el profesor.
- Subrayar las ideas más importantes de los contenidos.
- Visitar sitios de Internet relacionados con la unidad.
- Consultar otras fuentes bibliográficas.
- Escuchar atentamente las explicaciones del profesor o la profesora.
- Estudiar en grupo y comentar los diferentes conceptos expuestos en la unidad.

5. ¿En qué aspectos piensas que puedes mejorar? ¿Por qué?

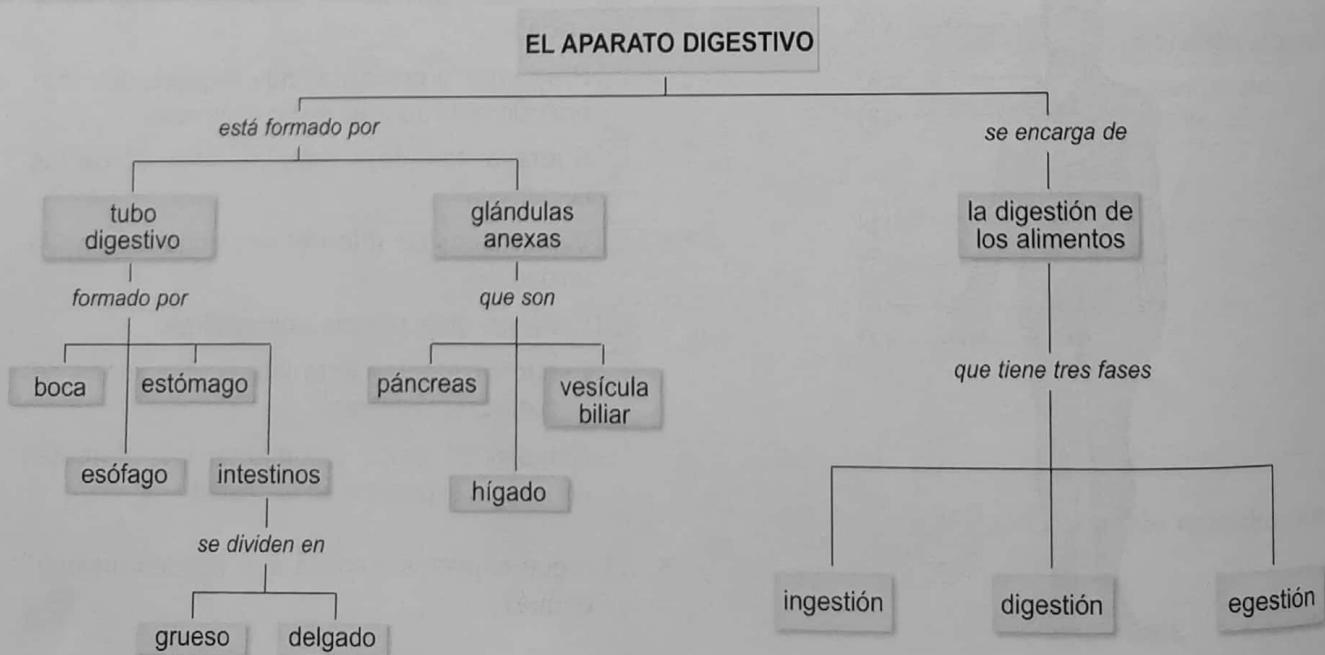
# 4 La alimentación en los seres humanos

## COMPETENCIAS

- **Valora** los alimentos y la nutrición.
- **Comprende** la función de nutrición y el sistema digestivo.
- **Analiza** la digestión.
- **Describe** la higiene y las enfermedades del sistema digestivo.
- **Explica** la contaminación alimentaria y sus efectos.
- **Practica** hábitos alimenticios que contribuyen a mantener sano su sistema digestivo.
- **Reflexiona** sobre su propio aprendizaje.



## MAPA DEL TEMA



## Las comidas rápidas y la salud

Durante los últimos años, el problema de la alimentación deficiente, tradicionalmente asociado a poblaciones de escasos recursos económicos, se ha presentado también en otros grupos sociales, como aquellas personas que por moda o por falta de tiempo recurren a dietas o comidas que no cubren los requerimientos nutricionales y energéticos diarios.

Tal es el caso de las llamadas **comidas rápidas** conocidas por todos nosotros. ¿Quién no ha disfrutado alguna vez de una hamburguesa con papas fritas? ¿Qué son las comidas rápidas? Sin embargo, el análisis químico de estos alimentos revela que contienen muchas grasas, exceso de sodio, poca fibra y calcio, y elevada concentración de proteínas, quizás demasiada.

El análisis del contenido calórico de estos alimentos tampoco resulta satisfactorio: las calorías provienen en un 40% o 50% de las grasas, en contra de la recomendación que dice que éstas no deben exceder el 30%. Además, la mayoría de las vitaminas y minerales son, en general, deficientes.

La ingesta reiterada de estos alimentos provoca cuadros de desnutrición oculta, que se traducen en anemias ferropénicas (por déficit de hierro), dificultades en el crecimiento óseo (por falta de calcio), y otros desórdenes de origen alimentario.

- **Investiga** sobre los resultados de una mala alimentación y escribe un informe. **Debate** el tema en clase.



### ¿QUÉ SABES?

#### 1. Contesta.

- ¿Qué partes forman el aparato digestivo?
- ¿Por qué es importante consumir diferentes tipos de alimentos en la dieta diaria?

---



---



---



---

### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

#### 2. Si fueras a escribir un informe sobre la alimentación de los seres humanos, ¿qué temas incluirías? **Marca**.

- El valor nutritivo de los alimentos.
- La estructura del aparato digestivo.
- Funcionamiento del aparato digestivo.
- Enfermedades que afectan el aparato digestivo.
- ¿Qué es una dieta balanceada?

### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

#### 3. **Escribe** por lo menos 5 acciones que realizarás para abordar el tema de esta unidad.

### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

#### 4. **Reflexiona y expresa** tu opinión acerca de la importancia de una dieta sana y balanceada.

#### 5. **Escribe** tus metas.

### ENLACES:

- <http://arbl.cvmbs.colostar.edu/hbooks/pathphys/digestion>
- <http://www.nutristrategy.com/digestion.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos13/diges/diges.shtml>
- [http://mtncremlis.ac-nice.fr/~ere/st\\_vallier/digest/health.discovery.com](http://mtncremlis.ac-nice.fr/~ere/st_vallier/digest/health.discovery.com)

### LIBROS:

- Imago, Geología y Biología, Biblioteca temática en esquema y síntesis. Santillana

# 1. Los nutrientes más importantes

*Explora: ¿Qué necesidad común a todas las personas satisfacen nuestros requerimientos de calorías y nutrientes?*

Los componentes nutritivos de los alimentos (nutrientes) pasan a formar parte de los tejidos, ya sea para aumentar la masa corporal o para reparar los tejidos dañados. Por otro lado, sirven como fuente de energía. El cuerpo humano está compuesto por un conjunto de sustancias químicas cuya presencia es crucial para el continuo proceso de regeneración de sus tejidos y órganos: agua, sales minerales y moléculas orgánicas, es decir, azúcares o carbohidratos, proteínas, grasas o lípidos y vitaminas.

Aprende



Alimentos ricos en proteínas. Las proteínas son los principales constituyentes celulares. Participan formando estructuras y regulando el funcionamiento celular.

## 1.1 Nutrientes orgánicos

Los aminoácidos, unidades básicas que constituyen las proteínas, son las principales moléculas que forman las estructuras de los tejidos. Estos se regeneran a diferentes velocidades. Por ejemplo, los glóbulos rojos duran 120 días, mientras que las células que recubren el intestino se reemplazan cada 3 ó 4 días. El colágeno, una proteína de los tendones, tiene un período de vida de 10 años. La insuficiencia de estos nutrientes puede provocar marasmo (insuficiencia proteica y calórica) y detención del crecimiento en niños.

Los carbohidratos o azúcares, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, son la fuente energética por excelencia. La glucosa es la única fuente de energía para el funcionamiento de los músculos y del cerebro. La cetosis es una enfermedad provocada por una insuficiencia en la ingesta de estos nutrientes.



Alimentos ricos en lípidos o grasas. Las grasas son reservas energéticas y componentes básicos de las membranas celulares.

Los lípidos son componentes estructurales de las membranas celulares y protegen los vasos sanguíneos, los nervios y otros tejidos. Además, son la fuente energética, y funcionan como almacén de energía. La insuficiencia de estos nutrientes puede provocar alteraciones en la piel.



Alimentos ricos en carbohidratos. Los carbohidratos, glúculos o azúcares son la principal fuente de energía.

## 1.2 Nutrientes inorgánicos

Los nutrientes inorgánicos incluyen el agua, que constituye más del 60% del organismo. Su insuficiencia en la dieta puede ocasionar deshidratación grave. Además, entre este tipo de nutrientes se encuentran los minerales, que intervienen en numerosos sistemas enzimáticos y procesos del metabolismo. El calcio es uno de los minerales más importantes, pues forma parte de los huesos y dientes y participa en los mecanismos de transporte de los alimentos al interior de los tejidos y células. Otro mineral básico para la vida es el fósforo, que forma los compuestos que almacenan energía (ATP). El sodio y el potasio son minerales que se encargan de mantener el equilibrio osmótico, la conducción del impulso nervioso y el transporte a través de la membrana celular.



### APRENDER A APRENDER

- ¿Qué medidas dietéticas te gustaría implementar para mejorar tu salud?

## 1.3 Las vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos que actúan sobre las células en muy pequeñas cantidades y que son indispensables para regular el funcionamiento del organismo. Estos compuestos, sintetizados generalmente por los vegetales, se ingieren con los alimentos. La vitamina D es la única que se puede sintetizar en el organismo, lo que se logra con ayuda de la luz solar sobre los lípidos. Las vitaminas se dividen en: hidrosolubles y liposolubles.



### SALUD

- La salud y la alimentación van de la mano. ¿Por qué?

## 1.4 Vitaminas hidrosolubles

Las vitaminas hidrosolubles no se acumulan en el organismo y se destruyen con la cocción de los alimentos. Entre ellas encontramos la vitamina C y el complejo B, constituido por la tiamina ( $B_1$ ), la riboflavina ( $B_2$ ), el ácido nicotínico ( $B_3$ ), el ácido pantoténico ( $B_5$ ), la piridoxina ( $B_6$ ), el ácido fólico ( $B_9$ ) y la clacocobalamina ( $B_{12}$ ).

- **Tiamina ( $B_1$ )**: Interviene en el metabolismo de los lípidos y de los carbohidratos. Se le encuentra en las carnes, la leche, muchos cereales y legumbres, etc. Su carencia produce una enfermedad que afecta el sistema nervioso, denominada beriberi.
- **Cobalamina (vitamina  $B_{12}$ )**: Interviene en la síntesis de bases nitrogenadas y de ácidos nucleicos, y en la maduración de los glóbulos rojos. Las carnes, la leche, el queso, el huevo, etc., son las principales fuentes de riboflavina. Su insuficiencia produce problemas neurológicos y anemia perniciosa.
- **Ácido ascórbico (C)**: Participa en la síntesis de colágeno, que mantiene la cohesión de los tejidos. Se encuentra en las frutas (principalmente cítricos) y en las verduras. Su carencia produce el escorbuto, enfermedad caracterizada por hemorragias en las encías, problemas de coagulación y debilidad general.

## 1.5 Vitaminas liposolubles (A, D, E y K)

Las **vitaminas liposolubles** se caracterizan por presentar una estructura química similar a la de los lípidos.

- **Retinol (A)**: Interviene en la química de la visión y protege las mucosas y la piel. Se encuentra en el pescado, el hígado, el huevo y los lácteos. Su carencia provoca ceguera nocturna, enfermedades infecciosas y problemas de crecimiento.
- **Calciferol (D)**: Participa en la regulación del metabolismo del calcio y el fósforo. Se encuentra presente en los lácteos y en algunas verduras. Su insuficiencia provoca raquitismo.
- **Tocoferol (E)**: Protege los vasos sanguíneos y participa en los procesos que inhiben el envejecimiento y la muerte celular. Se encuentra en la carne vacuna, la yema de huevo, las verduras, etc. Su carencia produce envejecimiento celular y esterilidad.
- **Naftoquinona (K)**: Interviene en la coagulación de la sangre. Se encuentra en la carne, la leche y las verduras, especialmente las de hoja. Su insuficiencia provoca hemorragias.

## TRABAJAMOS EN GRUPO

### 1. Reflexiona

- ¿Cuáles son los cuatro procesos relacionados con la nutrición en los seres vivos?

### 2. Interactúa

- Discute con tu grupo en qué se diferencian la alimentación y la nutrición?

### 3. Construye

- Escribe tu conclusión sobre el tema discutido.



**Vegetales y frutas.** Los vegetales y las frutas contienen vitaminas reguladoras del funcionamiento del organismo.



**Quesos.** Los productos lácteos presentan todos los nutrientes necesarios para un buen desarrollo.

## ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Investiga la importancia que tienen el sodio, el potasio y el calcio en la dieta, y qué trastornos provoca su insuficiencia.
2. ¿Qué diferencia hay entre una vitamina hidrosoluble y otra liposoluble?



### APLICACIÓN

- En un sangrado dental profundo, ¿qué vitamina crees que indicaría el dentista?

## 2. Los alimentos

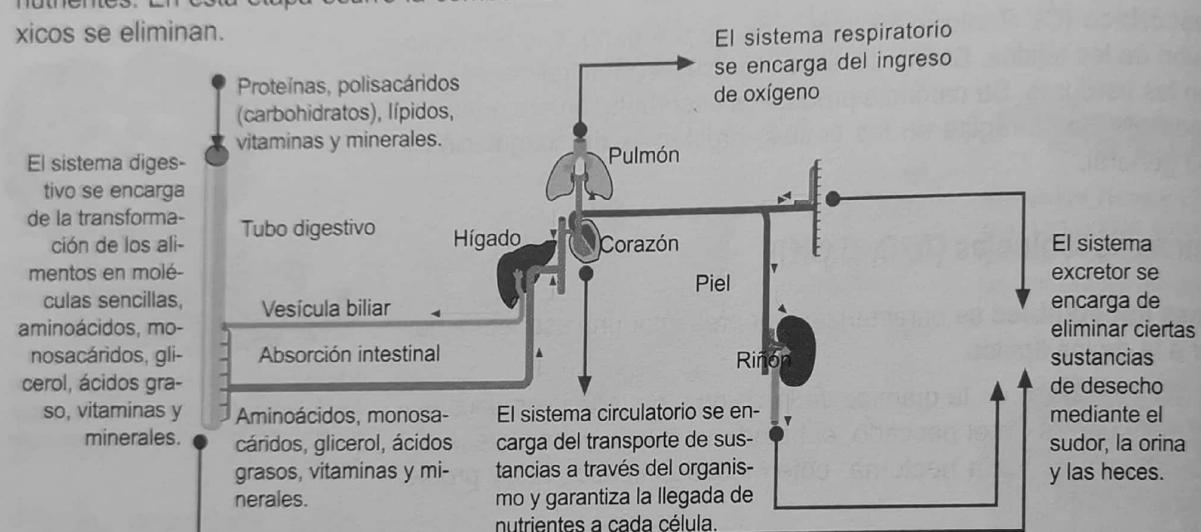
Explora: ¿Qué importancia tiene la ingestión de alimentos?

### 2.1 Los alimentos como fuente de energía

Aprende

Las reacciones catabólicas permiten degradar grandes moléculas orgánicas y transformarlas en moléculas pequeñas con el fin de liberar energía. Esta liberación de energía es fundamental para que podamos desempeñar cualquier tipo de actividad: desde correr hasta pensar o digerir los alimentos. La energía se obtiene de los alimentos.

Los alimentos constituyen nuestro combustible, ya que aportan energía. Sin embargo, esta energía sólo puede ser liberada mediante las reacciones químicas que se llevan a cabo dentro de las células. En estas reacciones interviene el oxígeno (respiración celular). Este proceso se inicia con la digestión y la absorción, y continúa con el transporte y la incorporación a la célula de los nutrientes. En esta etapa ocurre la combustión. Finalmente, los desechos tóxicos se eliminan.



### 2.2 La clasificación de los alimentos

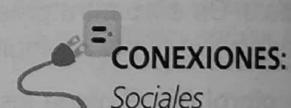
Los alimentos se pueden clasificar de muchas maneras. En los últimos años, se ha impuesto una clasificación basada tanto en su origen como en los nutrientes que aportan al organismo. Según esta clasificación, se distinguen seis grupos de alimentos.

- **Grupo 1.** Leche, derivados lácteos y huevos. Aportan proteínas, vitaminas y calcio.
- **Grupo 2.** Carnes, aves y pescado. Aportan, fundamentalmente, proteínas.
- **Grupo 3.** Grasas y aceites. Consumidos con moderación, proporcionan buena parte de las grasas que necesitamos.
- **Grupo 4.** Cereales, legumbres, papas y azúcar. Aportan proteínas y carbohidratos.
- **Grupo 5.** Hortalizas y verduras. Son fuentes de vitaminas y fibra.
- **Grupo 6.** Frutas. Aportan carbohidratos, vitaminas y fibra.

De la combinación adecuada de estos tipos de alimentos, así como de las cantidades ingeridas, depende nuestra salud.

### SALUD

- ¿Qué vitamina permite el desarrollo de huesos fuertes y saludables?



### CONEXIONES:

Sociales

Los masai son un pueblo africano que vive en lugares bastante áridos y que cría ganado vacuno. Esta tribu se alimenta casi exclusivamente de la leche, sangre y carne de las vacas que cría, y complementan su alimentación con escasos productos vegetales que cultivan las mujeres. Un estudio realizado en 1931 demostró que los masai, a pesar de consumir más de 300 g de proteínas animales al día, tienen un buen desarrollo físico y no parecen tener demasiados problemas de salud.

## 2.3 La importancia de la dieta

Para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo es imprescindible que el aporte de alimentos a las células sea correcto: tienen que llegar a nuestras células todos los nutrientes necesarios (proteínas, carbohidratos, grasas), en la cantidad justa. Por eso es importante que nuestra dieta sea completa y equilibrada.

- Una **dieta completa** contiene alimentos de todos los tipos. Necesitamos sustancias que sólo se encuentran en algunos alimentos: por ejemplo, las verduras y las frutas aportan vitaminas y ácidos grasos imprescindibles para nuestro organismo.
- Una **dieta equilibrada** contiene las proporciones justas de cada alimento. No sólo el abuso de un determinado tipo de alimento puede producir alteraciones, sino también el exceso de comida. Las células aprovechan una parte de los nutrientes que les llegan, y el resto se transforma en grasas que se almacenan como reserva.

## 2.4 Criterios para una dieta sana

Para que la dieta sea completa y equilibrada, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No se debe **abusar** de los **dulces** y las **grasas**. Son alimentos que se debe introducir en la dieta con moderación.
- Debemos consumir **proteínas vegetales** y **animales**. Además, hay que alternar la carne, el pollo y el pescado como fuente de proteínas animales.
- No debemos olvidar los **minerales** necesarios. Aunque en muy pequeña cantidad, algunos minerales son imprescindibles para el funcionamiento del organismo. Es el caso del potasio, el sodio, el calcio, el magnesio, el flúor, etc.
- Necesitamos un aporte diario de **vitaminas**. Las cantidades necesarias cada día son muy pequeñas, pero es importante que no falten en la dieta.
- Es importante un aporte adecuado de fibra. La **fibra** no puede ser digerida, pero favorece el tránsito intestinal, y se cree que previene el cáncer del tubo digestivo.
- Por último, es fundamental distribuir las comidas adecuadamente a lo largo del día.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Contesta.

- ¿De dónde y cómo el cuerpo obtiene energía?

---

- ¿Qué órganos participan en la ingestión, procesamiento y distribución de alimentos?
- Si nos alimentamos en exceso, ¿qué sucede con los nutrientes sobrantes, que no son aprovechados por las células?

### TRABAJAMOS EN GRUPO

#### 1. Reflexiona.

- ¿Llevas una dieta sana y equilibrada? ¿Por qué?

#### 2. Interactúa.

- **Comparte** con tus compañeros y compañeras cuáles criterios sigues para una dieta sana.

#### 3. Construye.

- **Dibuja** una pirámide alimentaria y **explica** su importancia.



**Alimentos de los grupos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.** Estos grupos de alimentos son los más importantes en nuestra dieta. Los alimentos del grupo 3 deben consumirse con moderación, aunque también son imprescindibles.



#### APRENDER A APRENDER

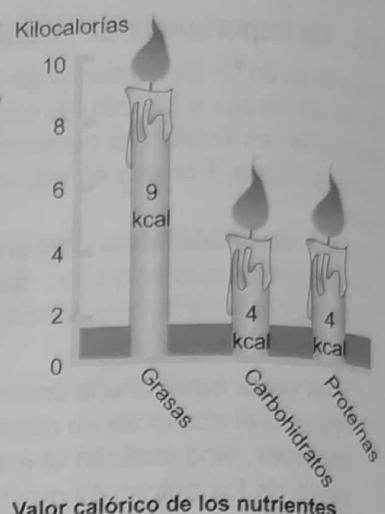
- ¿Para qué te sirvió el esquema que aparece en la página anterior?

Explora: ¿Qué vitamina es importante para evitar el escorbuto?

### Aprende

## 2.5 La pirámide alimentaria

Se han propuesto numerosos modelos de reparto diario de alimentos, a partir del estudio de su composición y de los nutrientes que aportan al organismo. La **pirámide alimentaria** fue elaborada por expertos norteamericanos en nutrición a principios de los años noventa. Representa las proporciones de cada uno de los cinco grupos de alimentos que deben comerse para lograr una dieta equilibrada.



### CONEXIONES: Educación física

El **valor energético** de los alimentos se mide en kilojoules (kJ). Una kilocaloría (kcal) equivale a 4,2 kilojoules. Si la entrada de kilojoules es mayor que la necesaria para la actividad y el mantenimiento del cuerpo, se aumenta de peso. Algunas actividades físicas ayudan a evitar este aumento quemando kilojoules. Una mujer que practica básquetbol quema 2,080 kJ por hora y un hombre 2,430 kJ. Una mujer que hace jogging quema 2,900 kJ por hora y un hombre 3,400 kJ. Asimismo, un hombre que practica judo quema 3,420 kJ por hora, mientras que una mujer quema sólo 2,950 kJ por hora.

- ¿Qué tipo de dieta deben consumir los deportistas?
- ¿Cuál crees que es el deporte con el que se queman más kilojoules?



### IDENTIDAD

- ¿Cuáles son los hábitos alimentarios más comunes en nuestro país?

## 2.6 La elección de la dieta

La **dieta** de las personas que habitan en un lugar determinado depende tanto de factores culturales y sociales como de la disponibilidad de alimentos. Aunque hoy en día, al menos en los países desarrollados, se puede disponer de una gran variedad de alimentos, todavía hay importantes diferencias en la dieta en los distintos países.

Algunas personas optan por dietas especiales por razones médicas o estéticas (dietas de adelgazamiento). Estas dietas deben realizarse siempre bajo control médico. Un caso especial es el de la **dieta vegetariana**. Las personas vegetarianas consumen sólo productos vegetales. Se ha demostrado que esta dieta es insuficiente en vitamina B<sub>12</sub>, hierro, calcio y otras sustancias importantes. Estas carencias se solucionan añadiendo a la dieta vegetariana huevos, leche y derivados lácteos.

## 2.7 Trastornos de la nutrición

Consumir más o menor cantidad de alimentos de los que el cuerpo necesita conduce a graves alteraciones. El exceso de comida puede conducir a la obesidad, y en cambio la obsesión por bajar de peso puede ocasionar enfermedades peligrosas, como la anorexia y la bulimia.

• **La anorexia.** La palabra anorexia significa "falta de apetito o aversión a la comida", de tal modo que el anoréxico elige no comer. Las personas anoréxicas sufren un trastorno psicológico que les impide alimentarse correctamente, porque creen que están gordas. No importa cuán delgados o enfermos estén, ya que continúan pasando hambre con el fin de adelgazar. Este problema suele iniciarse en la adolescencia y, lamentablemente, en el 17% de los casos lleva a la muerte. Los enfermos de anorexia no tienen conciencia de la gravedad de esta afección, y son los familiares quienes deben persuadirlos de ir al médico.



Las personas anoréxicas se ven gordas aunque estén delgadas.

• **La bulimia.** La palabra bulimia significa "hambre de buey". Es frecuente en mujeres adultas y jóvenes. El bulímico no puede dominar la necesidad de ingerir grandes cantidades de alimento. Pero luego le invade la angustia y el temor a engordar, entonces provoca el vómito, ingiere laxantes y realiza ayunos. El deterioro físico que sufren los bulímicos no es tan evidente como en los anoréxicos, pero suelen padecer de deshidratación, calambres musculares y debilidad general por causa de la pérdida de agua y sales minerales.

• **La obesidad.** La obesidad se manifiesta en la acumulación de grasa debajo de la piel, así como en otras zonas del organismo, por ejemplo, alrededor del corazón. La obesidad puede ser un serio problema para la salud. Por ejemplo, los obesos tienen una presión sanguínea alta y son propensos a sufrir derrames. Además, tienen un exceso de colesterol en la sangre, lo que los convierte en candidatos seguros a sufrir infartos.

### ACTIVIDADES

#### 1. Contesta.

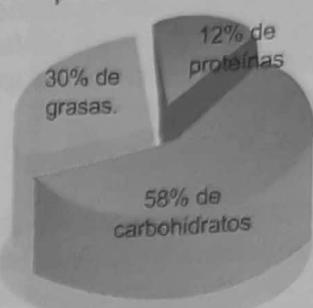
- ¿Qué tipos de nutrientes componen los alimentos energéticos?
- ¿Qué tipo de nutrientes conforman los alimentos constructores?
- ¿Por qué es importante consumir vitaminas en nuestra dieta?
- ¿Cuál es la importancia de los minerales para nuestro organismo? ¿Qué minerales se requieren en mayor cantidad?

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

### TRABAJAMOS EN GRUPO

#### 1. Reflexiona.

- Analiza el gráfico y responde.



Distribución recomendada de los alimentos para una dieta equilibrada.

#### 2. Discute con tu grupo.

- ¿Está de acuerdo este gráfico con la información de la pirámide alimentaria?
- **Imagina** un plato de comida que tenga estas proporciones y **dibújalo**. **Intercambia**lo con un compañero o compañera y **escribe** tu opinión.

#### 3. Construye

- **Haz** una lista del menú que ingiere tu familia durante una semana y **responde**.
  - ¿Es variado este menú?
  - ¿Cuáles son los nutrientes que contiene en mayor proporción?
  - ¿Qué variaciones harías a este menú para que fuese sano y equilibrado?



### SALUD

Al evaluar un paciente con trastornos gastrointestinales, la participación de un **terapista mental** es de mucha utilidad en el manejo del caso. Muchas enfermedades o trastornos gastrointestinales y nutricionales tienen una estrecha relación con factores psicológicos.

### 3. Enfermedades por una dieta indebida

Explora: ¿Qué es la pelagra? ¿Qué alimentos producen cálculos biliares?

Las **enfermedades** relacionadas con una alteración en la dieta y las que afectan al sistema digestivo se deben a varios factores, como los **malos hábitos alimentarios**, las **intoxicaciones**, la **falta de higiene** en la elaboración y preparación de los **alimentos** y los **problemas emocionales**.

Aprende



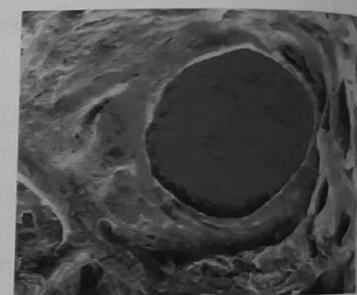
**Café.** Los problemas nerviosos suelen ser una de las causas de las úlceras. También lo son el hábito de fumar, la ingesta excesiva de café, y el uso indebido y elevado de analgésicos como las aspirinas.

#### 3.1 Caries dentales

Cuando aparecen los primeros dientes, se produce una proliferación de **bacterias anaeróbicas** (bacterias que viven en ausencia de oxígeno) que forman una película: la placa dental. A medida que la placa dental crece y los productos ácidos del metabolismo bacteriano se acumulan, se producen las caries. Las dietas ricas en carbohidratos o azúcares son especialmente cariogénicas (es decir, generan caries), debido a que producen ácido lácteo. Las enzimas que producen las bacterias degradan la matriz del diente. El uso de fluoruros en las pastas dentífricas y el agua corriente contribuyen a evitar esta degradación y a hacer los dientes más resistentes.



**Cepillado de dientes.** Para prevenir las caries es fundamental cepillarse los dientes después de cada comida.



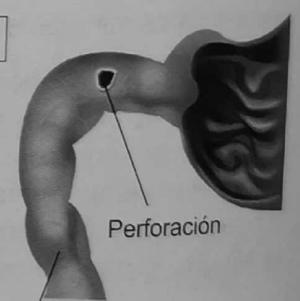
Úlcera gástrica.

#### 3.2 Enfermedades gástricas

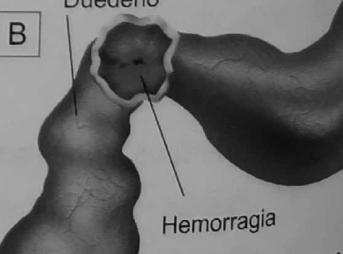
Las dos enfermedades más comunes del estómago son la **gastritis** y la **úlcera**. Se denomina **gastritis** a cualquier **inflamación de la mucosa gástrica** (tejido del sistema digestivo). Las gastritis se caracterizan por una lesión superficial de la mucosa que cubre la cavidad interna del estómago. Cuando la capa de células que recubre el interior del estómago es escasa o la secreción del jugo gástrico es abundante, el ácido clorhídrico **corroe las paredes estomacales** desprotegidas y se originan las úlceras. Una de las causas de esta patología son los problemas emocionales.

Esta enfermedad se observa con mayor frecuencia en los hombres de entre 45 y 65 años de edad: estos pacientes padecen náuseas, vómitos, acidez e indigestión. Otro factor de riesgo en la úlcera es el consumo elevado de aspirinas. Si la úlcera avanza, puede lastimar los vasos sanguíneos, lo que provoca hemorragias y hasta la erosión completa de la pared del estómago. Las lesiones de ambas enfermedades pueden predisponer a contraer **cáncer de estómago** y, al parecer, los casos crónicos de ambas están correlacionados con la presencia de la bacteria *Helicobacter pilori*.

A



B



#### 3.3 Úlcera péptica duodenal

La **úlcera péptica** consiste en la pérdida de tejido del duodeno (región inicial del intestino delgado). Entre 6 y 15% de la población occidental sufre esta afección. Al igual que en la úlcera gástrica, es muy posible que una nutrición desbalanceada pueda influir, ya que se ha registrado una mayor frecuencia de esta enfermedad en individuos de un nivel educacional y socioeconómico bajo. Uno de los principales factores de riesgo para contraer úlcera péptica es el tabaco. El tratamiento de la úlcera duodenal exige neutralizar la acidez del jugo gástrico con el aporte de alimentos no irritantes, como leche, verduras y carnes cocidas, y evitar los alimentos fritos, el café, el alcohol y las frutas y verduras crudas.

**Esquema de úlcera péptica.** Las complicaciones más frecuentes en la úlcera péptica son las perforaciones (A) y la hemorragia (B).

### 3.4 La diarrea

La **diarrea** es un trastorno en el transporte de los líquidos intestinales, que determina que el 70% de las deposiciones esté compuesto por agua. Las medidas básicas para tratar la diarrea, sobre todo en niños y ancianos, son:

Aumentar la ingestión de líquidos para evitar la deshidratación (la rehidratación reduce el vómito y restituye el apetito); y, para evitar la desnutrición, seguir una dieta basada en carnes bien cocidas, quesos duros, pan tostado, manzana al horno y agua hervida.

### 3.5 Colon irritable

Se aplica la denominación de **colon irritable** a un conjunto de síntomas entre los que se destacan el dolor abdominal y la variación de los hábitos intestinales, desde estreñimiento hasta diarrea. La causa de esta enfermedad se relaciona con los estados de ansiedad que padece una persona, la tensión nerviosa, la sobreexigencia en cualquier aspecto y el estrés, que es una alteración de las funciones metabólicas debido a que la parte afectiva del individuo está alterada. Ello puede alterar la absorción intestinal y provocar la irritación del colon. Para evitar estas alteraciones, los pacientes deben mantener un régimen alimentario que prescinda de sustancias irritantes como el ají y el café.

### 3.6 Cirrosis

La **cirrosis** es una enfermedad en la cual las células del hígado son reemplazadas por tejido conectivo duro, no funcional. El hígado afectado por cirrosis se torna áspero y fibroso, y pierde la capacidad de realizar sus funciones. Si la enfermedad no es controlada, el daño puede llegar a ser irreversible. Uno de los factores de riesgo para la cirrosis es el alcohol. A pesar de que el hígado metaboliza el 95% del alcohol que se ingiere, si se consume en altas cantidades aumenta la probabilidad de contraer esta enfermedad, ya que cuanto más alcohol se bebe, más sufre el hígado. Se calcula que el alcohol puede causar cirrosis luego de diez años de continua ingesta.

### 3.7 Cálculos biliares

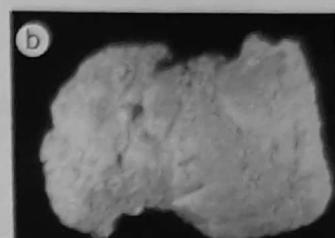
Una de las funciones más importantes del hígado es producir la bilis, que está compuesta de agua, sales biliares, pigmentos biliares y colesterol. Las sales biliares, sintetizadas en el hígado a partir del colesterol, son las más importantes en el proceso de emulsión (degradación) de grasas. Por esta razón, son absorbidas por el intestino para ser transportadas nuevamente al hígado. Bajo ciertas condiciones anormales (cuando la secreción de bilis contiene dosis elevadas de colesterol), las sales biliares y el colesterol pueden precipitar, formando piedrecitas duras de diversos tamaños: los **cálculos biliares**.

#### ACTIVIDADES

##### 1. Responde:

- ¿Qué relación existe entre la dieta y la probabilidad de padecer alguna enfermedad del aparato digestivo?

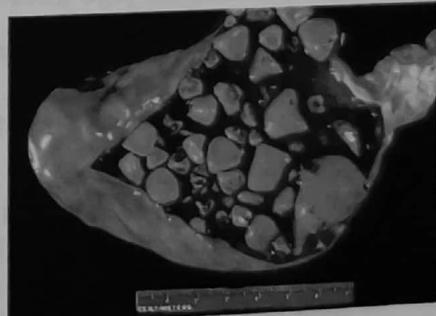
#### CONTROLA TU APRENDIZAJE



Aspecto de un hígado normal (a) y de uno con cirrosis (b).



Radiografía de colon irritable.



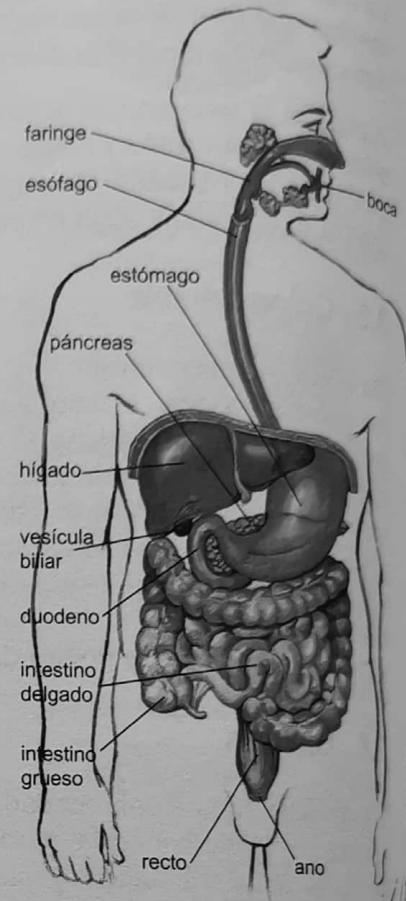
Corte de vesícula biliar que muestra la formación del cálculo. Las personas que tienen dietas ricas en grasas están más expuestas a la aparición de cálculos biliares. Estos causan dolor en la parte superior derecha del abdomen, acompañado a veces de vómitos y fiebre. Como medidas preventivas, se recomienda una dieta balanceada.

## 4. El sistema digestivo

Explora: ¿Qué órganos de tu cuerpo intervienen en la digestión de los alimentos?

El sistema digestivo humano está formado por un tubo digestivo que recorre el interior del cuerpo, desde la boca hasta el ano, y por las glándulas anexas que participan en la transformación de los alimentos.

Aprende



Sistema digestivo.

### 4.1 El tubo digestivo

El tubo digestivo está formado por los siguientes órganos: la boca, la faringe, el esófago, el estómago y los intestinos delgado y grueso.

- La **boca**. Es el orificio de entrada del tubo digestivo. En su interior se encuentran la lengua y los dientes; ambos son los órganos principales de la masticación.
- La **faringe**. Es un conducto de unos 14 cm de longitud que conecta la boca con el esófago. Es un órgano común a las vías respiratorias y digestivas.
- El **esófago**. Es un tubo de unos 25 centímetros de largo que va desde la faringe hasta el estómago. Sus paredes están formadas por dos capas de músculos lisos que producen los movimientos peristálticos, encargados de empujar los alimentos hasta el estómago.
- El **estómago**. Es un órgano formado por la dilatación del tubo digestivo. Está ubicado a la izquierda de la cavidad abdominal, debajo del diafragma. Tiene una capacidad de dos litros, aproximadamente. Se comunica con el esófago por una abertura llamada **cardias**, y con el intestino por otra llamada **píloro**. El píloro puede cerrarse y abrirse, por lo que funciona como una válvula que regula el paso de los alimentos del estómago al intestino.

Las paredes del estómago son más gruesas que las del esófago y también están formadas por músculos lisos. La pared interna está formada por tejido epitelial y en ella se encuentra una gran cantidad de glándulas que producen el jugo gástrico.

- El **intestino delgado**. Mide unos 6 m de largo y unos 3 cm de diámetro. Debido a su gran longitud, se pliega sobre sí mismo para poder alojarse en el reducido espacio de la cavidad abdominal.

En el intestino delgado se pueden distinguir tres porciones: el **duodeno**, que mide unos 24 cm, y el **yejuno e íleon**, que es la porción más larga. La pared interna del intestino delgado tiene diminutas prolongaciones en forma de dedos llamadas **vellosidades intestinales**, que le dan un aspecto aterciopelado. Además, hay numerosas glándulas que segregan el jugo intestinal.

- El **intestino grueso**. Mide 1.5 m de largo y 6 cm de diámetro. Se divide en tres porciones: **ciego, colon y recto**.

El ciego tiene forma de saco y mide unos 5 cm. Allí se encuentra el apéndice. Se comunica con el colon, que es la porción más grande del intestino grueso. Al terminar el colon se encuentra el recto, tubo en forma de S que se abre en el **ano**.



### SALUD

La saliva estimula la secreción de los jugos ácidos del estómago, de manera que, al llegar el bolo alimenticio, éste ya comienza a trabajar.

## 4.2 Glándulas anexas

Las **glándulas anexas** al tubo digestivo son órganos que producen sustancias imprescindibles para la digestión de los alimentos. Estas glándulas son las salivales, el hígado y el páncreas.

- Las **glándulas salivales**. Son pequeños órganos con forma de racimos que se encuentran en la boca y se encargan de producir saliva.

Hay tres pares de glándulas salivales: las parótidas, las sublinguales y las submaxilares. Todas ellas producen un litro o más de saliva cada 24 horas.

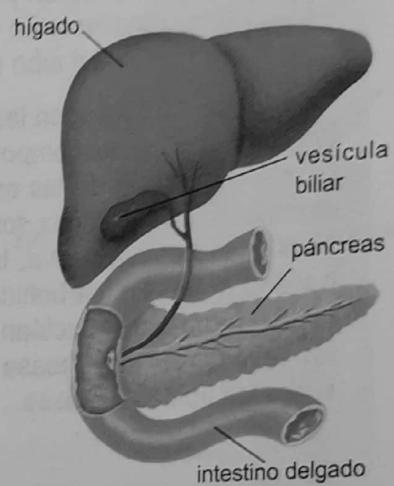
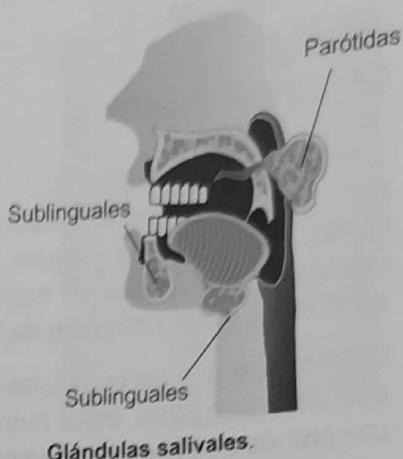
- El **hígado**. Es el órgano más grande del cuerpo: llega a pesar hasta 1,5 kg. Cumple muchas funciones en el organismo. Por ejemplo:

- Almacena grasas y carbohidratos, hierro y algunas vitaminas.
- Desintoxica el organismo, convirtiendo sustancias tóxicas –como el alcohol y los derivados de medicamentos– en otras inofensivas.
- Como glándula digestiva, produce **bilis**, sustancia que facilita la digestión de las grasas.

La bilis se almacena en la vesícula biliar.

- El **páncreas**. Es una glándula alargada que mide entre 12 y 15 cm de largo. Está localizado debajo del estómago. Realiza dos funciones muy importantes:

- Produce el **jugo pancreático**, que contiene gran cantidad de enzimas digestivas.
- Produce una hormona llamada **insulina**.



### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1 Piensa y responde.

- ¿Por qué los alimentos que hay en el estómago no pasan directamente al intestino?
  - ¿Por qué el intestino delgado, a pesar de su gran extensión, ocupa un espacio reducido?
- \_\_\_\_\_
- ¿Cuál es la longitud total del tubo digestivo?
- \_\_\_\_\_

#### 2 Indica con qué otras partes del tubo digestivo se comunica:

- El esófago \_\_\_\_\_
- El intestino grueso \_\_\_\_\_
- El estómago \_\_\_\_\_
- La boca \_\_\_\_\_
- El intestino delgado \_\_\_\_\_

# 5. El proceso de digestión en el ser humano

Explora: ¿Qué ocurre con los alimentos al ser introducidos en nuestra boca? ¿Qué es la deglución?

## 5.1 La digestión

Aprende

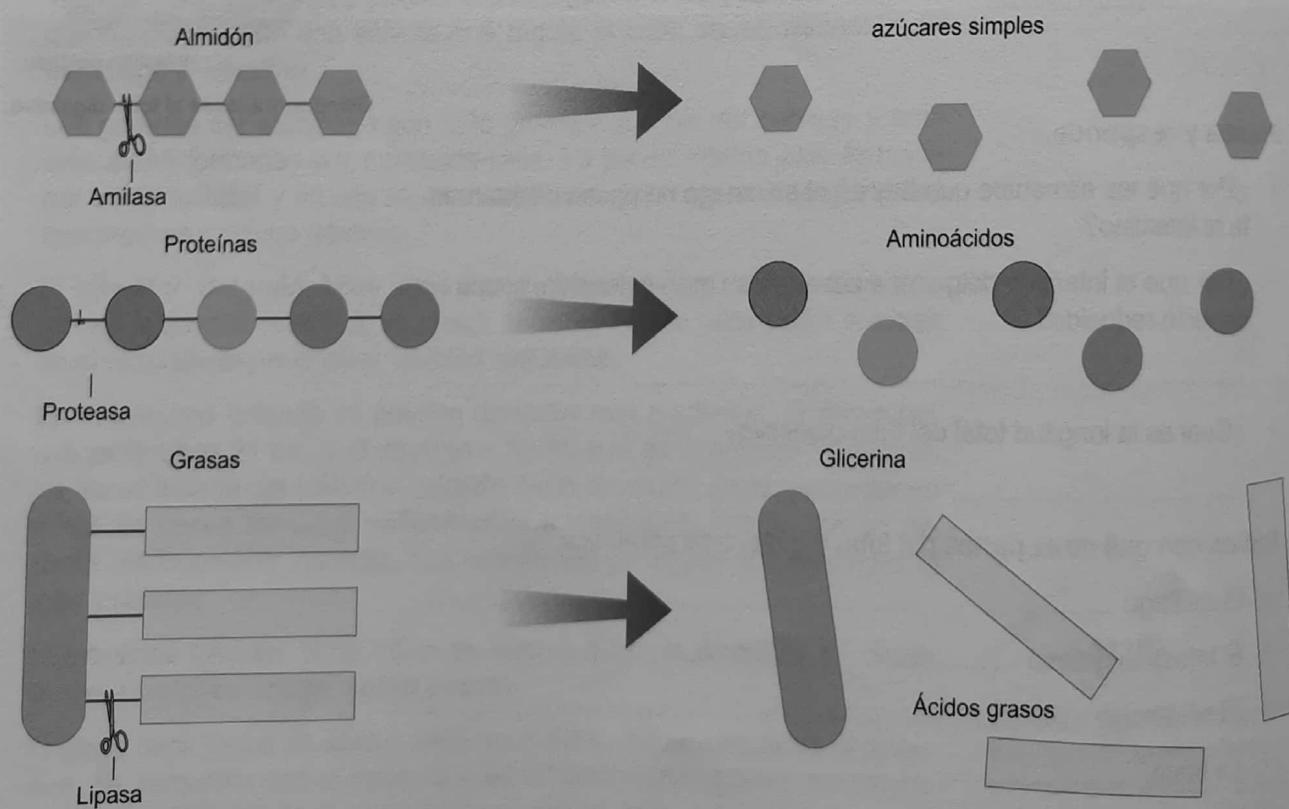
¿En qué consiste la digestión? Como ya sabes, los alimentos están formados por nutrientes. Algunos de ellos, como los carbohidratos, las grasas y las proteínas, son moléculas grandes. La digestión es el proceso por el cual los alimentos se transforman en moléculas más pequeñas, para que puedan pasar a través de las membranas de las células.

Cabe indicar que las moléculas del agua, las vitaminas y los minerales son pequeñas, por lo tanto, estos nutrientes no necesitan ser digeridos. La digestión comprende dos tipos de fenómenos:

- **Físicos o mecánicos.** En esta etapa, se trituran y desmenuzan los alimentos para partirlos en partículas más pequeñas y favorecer la acción de los jugos digestivos. En este proceso intervienen los dientes, la lengua y los movimientos del tubo digestivo.
- **Químicos.** Comprenden las reacciones químicas por medio de las cuales los alimentos se descomponen en moléculas más sencillas. Este proceso ocurre por acción de las enzimas que se encuentran en todos los jugos digestivos. Las enzimas son específicas; es decir, hay un tipo de enzima para cada sustancia. Así, las que actúan sobre las proteínas no pueden hacerlo sobre los carbohidratos. Las enzimas se nombran según el nutriente sobre el cual actúan. Por ejemplo, la enzima amilasa descompone los almidones; la proteasa descompone las proteínas, y la lipasa actúa sobre los lípidos o grasas.



Microfotografía de *Escherichia coli*. Las bacterias constituyen casi una tercera parte del peso en seco de las heces, y moran en todas las regiones del intestino.



### Digestión de los alimentos.

## 5.2 La digestión bucal

La digestión se inicia en la boca, cuando los alimentos son triturados por los dientes y mezclados con la saliva.

La saliva humedece el alimento y aporta la primera enzima digestiva, la amilasa salival, conocida también como **amilasa**. Esta enzima convierte el almidón en azúcar; por lo tanto, en la boca se inicia la descomposición de los almidones.

Los dientes realizan la masticación. Los dientes están adaptados para ayudar a la digestión mecánica de los alimentos. En efecto, son las piezas más duras de nuestro cuerpo, incluso más duras y resistentes que los huesos.

No todos los dientes tienen la misma forma. Esta diferencia se debe a que cada tipo de ellos realiza funciones distintas a la hora de cortar y triturar los alimentos. En ambas mandíbulas hay el mismo número de dientes.

En el hombre, los dientes comienzan a aparecer a partir del sexto mes de vida. A los seis años la dentición se ha completado y consta de veinte piezas, llamadas *de leche*, en las que faltan los molares. Estos dientes acaban cayendo y van siendo sustituidos por otra dentición *definitiva* o adulta, compuesta por 32 dientes, incluyendo los molares.

## 5.3 La deglución

La **deglución** es el paso del bolo alimenticio desde la boca hasta el estómago, pasando por la faringe y el esófago. Cuando llega a la faringe, la epiglotis –lámina cartilaginosa que cubre la tráquea– desciende y cierra la tráquea. Entonces, el bolo se dirige hacia el esófago.

El moco que segregan el esófago y los movimientos peristálticos que produce, empujan al bolo alimenticio hacia el estómago. Estos movimientos son tan eficaces que una persona podría deglutir aun estando de cabeza.

En ocasiones, el bolo puede obstruir completamente la tráquea, lo que provoca que la víctima no pueda respirar ni hablar. Esta obstrucción puede ocasionar la muerte en cuatro o cinco minutos.

### ACTIVIDADES

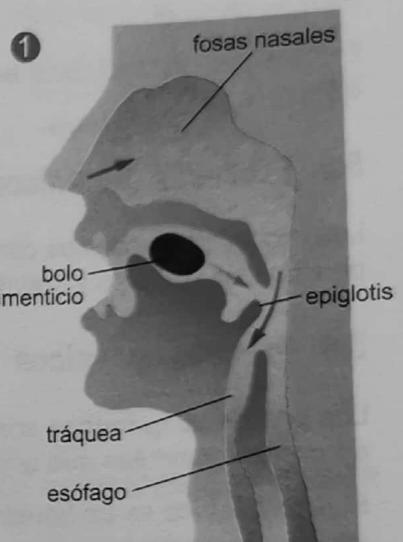
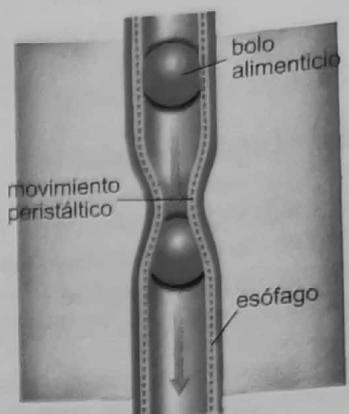
CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Explica.

- ¿Por qué se debe masticar bien los alimentos?
- ¿Qué órganos y acciones comprenden el proceso mecánico de la digestión?

#### 2. Observa la figura y responde.

- ¿Por qué el joven puede beber la bebida en la posición en la que se encuentra?



La deglución.

**Explora** ¿En qué consiste la digestión gástrica? ¿Qué es el quimo? ¿Qué función tienen las enzimas en la digestión? ¿Qué diferencia hay entre un proceso físico y uno químico?

Aprende

## 5.4 Digestión gástrica

El estómago es una bolsa de paredes musculosas y elásticas que puede albergar de dos a tres litros de alimentos y líquidos. Así, podemos ingerir alimentos en regular cantidad y con poca frecuencia. Cuando el bolo alimenticio llega al estómago, el cardias se abre para permitir su paso.

Los alimentos son retenidos por el estómago durante dos horas, aproximadamente. Durante este tiempo, el **píloro** –músculo circular situado al final del estómago– cierra el trayecto hacia el intestino y va regulando el paso de los alimentos hacia él.

En la digestión estomacal se distinguen dos tipos de procesos: **mecánicos** y **químicos**.

## 5.5 Procesos mecánicos

Los procesos mecánicos consisten en que el estómago, con sus movimientos peristálticos –suaves y ondulantes–, mezcla los alimentos con el jugo gástrico.

## 5.6 Procesos químicos

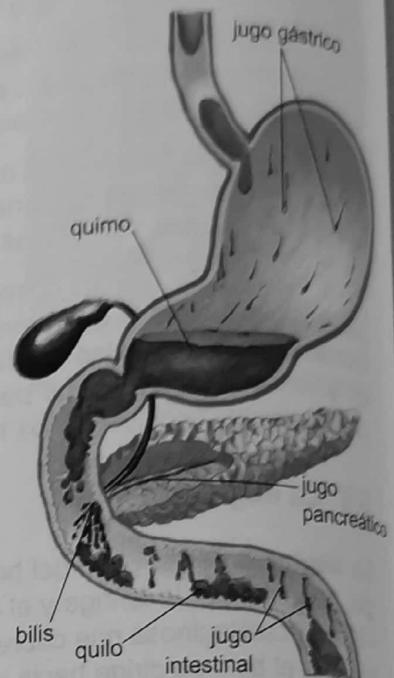
Los **procesos químicos** son realizados por el jugo gástrico, que es segregado por las glándulas que están en las paredes del estómago.

El jugo gástrico es un líquido compuesto por agua, ácido clorhídrico, moco y enzimas digestivas.

- El **ácido clorhídrico** destruye las bacterias que contienen los alimentos y proporciona el medio ácido necesario para que actúen las enzimas.
- El **moco** evita que las paredes del estómago sean atacadas por el jugo gástrico. Como puedes suponer, el ácido clorhídrico podría lesionar las paredes del estómago. De hecho, esto es lo que sucede cuando una persona tiene úlcera. Sin embargo, esto no ocurre normalmente debido a la gruesa capa de moco que protege al estómago.
- Las **enzimas** transforman los alimentos en moléculas más pequeñas. Las principales son la pepsina y la lipasa gástrica.
  - La **pepsina** actúa sobre las proteínas, desdoblando las en sustancias más simples llamadas péptidos. Los péptidos son cadenas cortas de aminoácidos.
  - La **lipasa gástrica** actúa sobre algunas grasas.

La producción de jugo gástrico es estimulada por las sensaciones visuales, gustativas y olfativas de los alimentos. Éstas producen un aumento significativo de saliva y de jugo gástrico.

Como resultado de la acción de los jugos gástricos, el bolo alimenticio se convierte en una mezcla con apariencia de "papilla", conocida como **quimo**.



### APLICACIÓN

- ¿Para qué sirve la saliva?
- ¿Por qué se produce el reflujo de ácido clorhídrico hacia el esófago?
- ¿Por qué es necesario el consumo de fibra para mantener el sistema digestivo saludable?
- **Investiga** cuál o cuáles órganos del sistema digestivo son indispensables para la vida.

Competencia: Describe los procesos digestivos que ocurren en el estómago y en el intestino delgado

## 5.7 Digestión en el intestino delgado

La mayor parte de los procesos digestivos ocurre en la primera porción del intestino delgado: el duodeno. En la digestión intestinal intervienen la bilis, el jugo pancreático y el jugo intestinal.

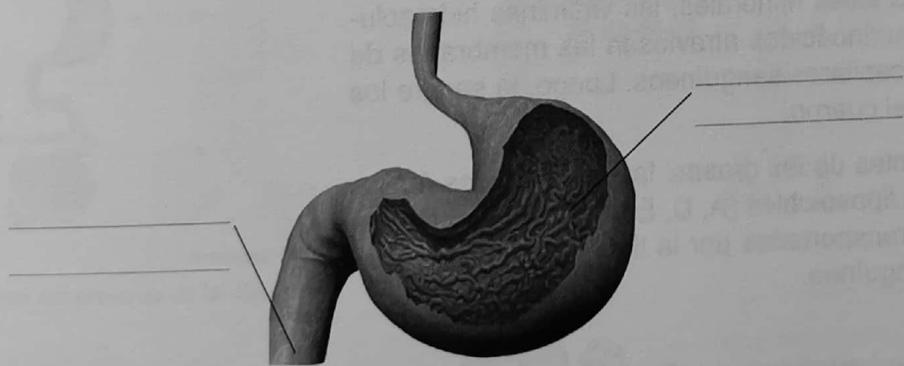
- La **bilis**, que procede del hígado, emulsiona las grasas reduciéndolas a gotitas muy pequeñas sobre las cuales pueden actuar las enzimas.
- El **jugo pancreático**, producido por el páncreas, contiene tres enzimas:
  - **Proteasas** (tripsina y quimiotripsina), que actúan sobre los péptidos y los transforman en aminoácidos.
  - **Lipasa pancreática**, que actúa sobre las grasas y las convierte en ácidos grasos y glicerina.
- El jugo intestinal, producido por el intestino delgado, también contiene enzimas que actúan sobre los azúcares (sacarosas), sobre los péptidos (proteasas) y sobre las grasas (lipasas), completando su transformación en moléculas pequeñas.

Al finalizar la digestión en el duodeno, el quimo se transforma en un líquido lechoso llamado **quito**. El quito contiene aminoácidos, monosacáridos, ácidos grasos, glicerina, agua, sales minerales y otras sustancias que están en condiciones de pasar a la sangre para ser llevadas a las células.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Señala en qué órgano se forma el quimo y en cuál el quito.



2. Completa el cuadro.

Enzima	Actúa sobre	Resultado
amilasa		
pepsina		
lipasa pancreática		

3. Indica las transformaciones que sufren en el tubo digestivo un pan, un trozo de pollo y una porción de mantequilla.



### CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La **endoscopía** es una técnica que se utiliza con fines diagnósticos y terapéuticos. Se introduce el endoscopio por la boca y se lo hace avanzar lentamente para explorar distintas superficies y órganos con una posible úlcera o gastritis. Utiliza fibra óptica para la conducción de luz e imágenes. La exploración tarda aproximadamente quince minutos.

- ¿Cuál es la utilidad de la endoscopía? ¿Qué órganos se observan en primer término?



### APRENDER A APRENDER

- ¿Podría una persona vivir sin intestino delgado? **Justifica** tu respuesta.
- ¿Qué son las vellosidades intestinales y cuál es su importancia?



### SALUD

- Las bacterias intestinales elaboran vitamina K.
- ¿Por qué es indispensable la vitamina K?
- ¿Qué sucedería si eliminamos la flora intestinal normal?

Explora: ¿Dónde ocurre la absorción de los nutrientes? ¿Qué función desempeña el intestino grueso en la digestión de los alimentos?

Aprende

## 5.8 La absorción de nutrientes

### Absorción intestinal

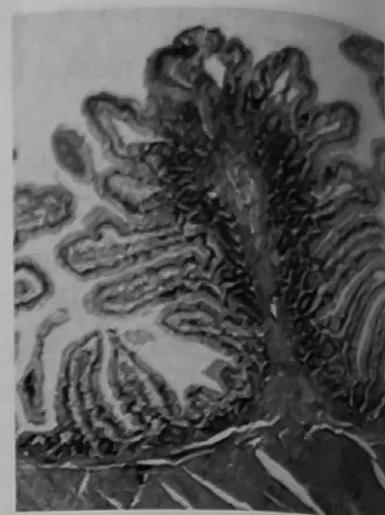
Una vez terminada la digestión en el duodeno, en los tramos siguientes del intestino delgado —es decir, en el yeyuno e íleon— se produce la **absorción**.

La absorción es el paso de las sustancias nutritivas de los alimentos digeridos a la sangre. Este paso se produce a través de las paredes del intestino delgado, donde están las vellosidades.

En efecto, la pared interna del intestino presenta muchas vellosidades, que son diminutas prolongaciones en forma de dedos. Observada al microscopio, cada vellosidad está formada por una capa de tejido epitelial, una red de capilares sanguíneos y un solo capilar linfático llamado vaso quilífero.

Una vellosidad intestinal mide entre 0.5 y 1 mm de altura, lo que da a la superficie un aspecto aterciopelado. La cantidad de vellosidades intestinales varía entre 10 y 40 por  $\text{mm}^2$ .

Si pensamos que el intestino delgado en un adulto normal mide unos 7 metros de largo, el área total destinada para la absorción es similar a la de una cancha de tenis; es decir, alrededor de 300  $\text{m}^2$ .

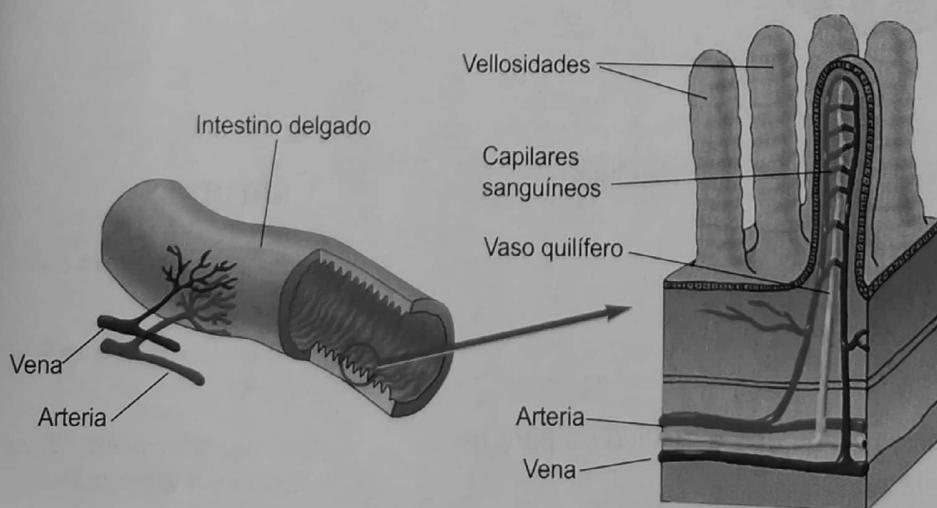


Estructura de las vellosidades intestinales vistas al microscopio óptico.

## 5.9 Vías de absorción

Los nutrientes que han atravesado la membrana de las vellosidades intestinales siguen una de las dos vías de absorción:

- **La vía sanguínea:** El agua, las sales minerales, las vitaminas hidrosolubles (B y C), la glucosa y los aminoácidos atraviesan las membranas de las vellosidades y pasan a los capilares sanguíneos. Luego, la sangre los distribuye a todas las células del cuerpo.
- **La vía linfática:** Los componentes de las grasas: la glicerina y los ácidos grasos, así como las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), pasan al interior de los vasos quilíferos y son transportados por la linfa hasta unas venas por donde ingresan a la vía sanguínea.



## 5.10 Función del intestino grueso

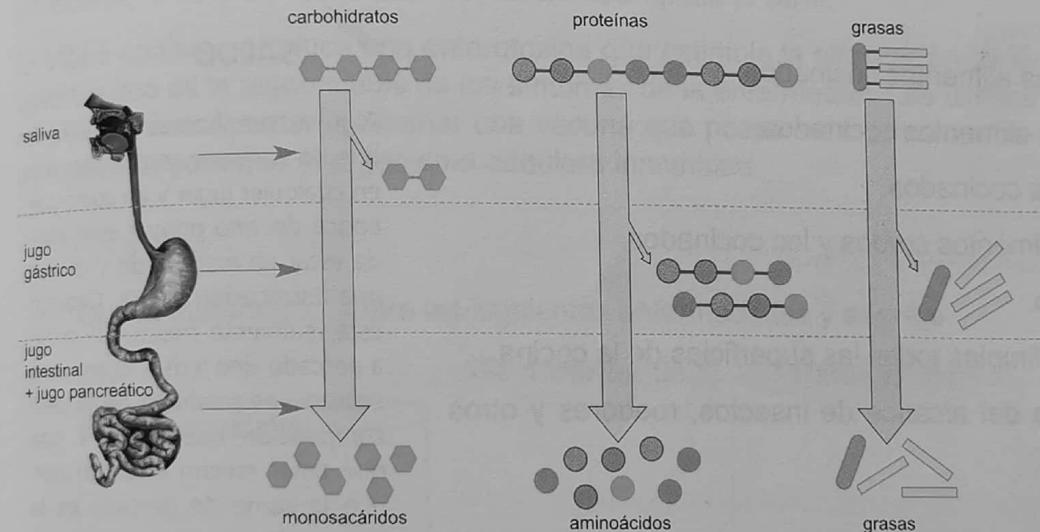
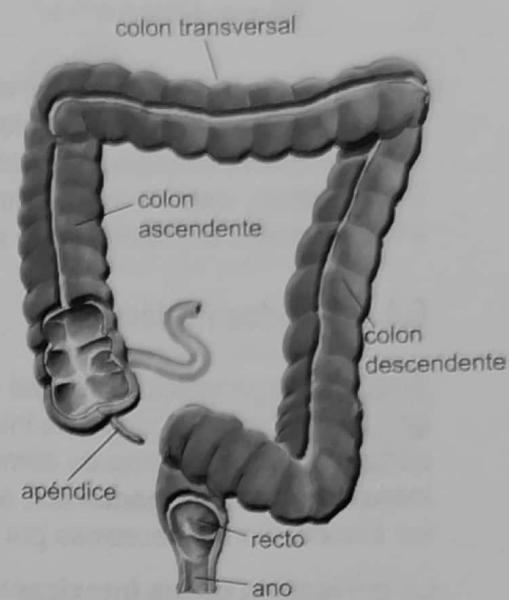
Las sustancias que no han sido absorbidas por las vellosidades intestinales pasan al intestino grueso. Por dicho órgano se desplaza lentamente una mezcla de agua y sustancias no digeridas, como las **fibras vegetales**.

En el **colon**, que es la porción más larga del intestino grueso, se cumplen las últimas funciones digestivas: la **absorción del agua** y la **descomposición** de algunas sustancias.

En esta descomposición intervienen numerosas bacterias que habitan en el intestino grueso. Ellas se alimentan de los nutrientes no absorbidos y, a cambio, fabrican vitaminas K, B<sub>2</sub>, tiamina y riboflavina, que luego son absorbidas y utilizadas por el organismo. Después de la absorción del agua, los residuos se compactan y se transforman en **heces fecales**.

Las heces están constituidas por agua, bacterias, células muertas, celulosa y otras sustancias no digeridas. Su color marrón se debe a un pigmento originado por el metabolismo de la hemoglobina, y su olor se debe al ácido sulfídrico que se origina.

Los residuos alimenticios son transportados a lo largo del intestino grueso, debido a los **movimientos peristálticos** de sus paredes. El **mucus** segregado por las paredes del colon lubrica el desplazamiento de las heces hacia el recto, lo que facilita su expulsión a través del ano. Este proceso se denomina **defecación**.



Esquema del proceso de la digestión.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Escribe el nombre de los nutrientes que se obtienen después de la digestión.

- pan \_\_\_\_\_
- carnes \_\_\_\_\_
- lentejas \_\_\_\_\_
- fideos \_\_\_\_\_
- mantequilla \_\_\_\_\_
- leche \_\_\_\_\_

2. Escribe una S si la sustancia pasa a la sangre y una L si pasa a la linfa.

- Ácido graso y glicerina
- Aminoácido.
- Glucosa.
- Agua.



Imagen del colon. Las heces permiten conocer detalles de la dieta y defectos alimentarios.



### APRENDER A APRENDER

- ¿Qué acciones has realizado para el estudio del tema de la digestión? ¿Te han sido efectivas? ¿En qué debes mejorar?

# 6 La contaminación alimentaria y sus efectos

Explora: ¿Qué medidas sanitarias debemos tomar en consideración con los alimentos y al alimentarnos?

En los últimos años, la industria alimentaria ha crecido muchísimo y se han multiplicado las medidas de higiene y seguridad en la elaboración, almacenamiento y distribución de los alimentos. Sin embargo, esto no impide que frecuentemente surjan graves enfermedades derivadas de la **contaminación alimentaria**.

Aprende



**Bomba de agua.** El agua para el consumo humano debe estar potabilizada para evitar contaminarse y enfermarse.

## 6.1 Medidas higiénicas

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) a las enfermedades de origen alimentario, incluidas las intoxicaciones e infecciones de este tipo, que se adquieren por consumo de alimentos o agua contaminados, se las denomina **intoxicaciones alimentarias**, a pesar de que este término incluiría también las intoxicaciones causadas por **contaminantes químicos**.

La prevención de las **intoxicaciones alimentarias** se basa en la correcta higiene, manipulación y cocción de los alimentos. En este sentido, cabe tener en cuenta las 10 reglas siguientes para la preparación higiénica de los alimentos que da la OMS:

- **Elegir** alimentos con técnicas higiénicas.
- **Cocinar** bien los alimentos.
- **Consumir** inmediatamente los alimentos cocinados.
- **Guardar** cuidadosamente los alimentos cocinados.
- **Recalentar** bien los alimentos cocinados.
- **Evitar** el contacto entre los alimentos crudos y los cocinados.
- **Lavarse** las manos a menudo.
- **Mantener** escrupulosamente limpias todas las superficies de la cocina.
- **Mantener** los alimentos fuera del alcance de insectos, roedores y otros animales.
- **Utilizar** agua pura.



Alguna vez habrás escuchado que no conviene comer pescado en cualquier lugar y en cualquier época del año porque éste puede estar en mal estado y causar una intoxicación severa. Cuando está realmente fresco, no huele a pescado sino a mar. El aroma a pescado es producto de la descomposición bacteriana. Y hay que tener mucho cuidado, porque la carne de pescado es la que se descompone con mayor rapidez.

### Venta de alimentos en la calle.

Debemos evitar la compra de alimentos en la vía pública que estén al descubierto, ya que pueden estar contaminados, debido a pobres condiciones sanitarias, y causarnos alguna enfermedad.

## 6.2 El cólera

El cólera es una afección endémica en la India y en algunos países tropicales y que produce brotes epidémicos en algunas regiones de clima templado.

En 1864 se produjo un brote de cólera en Londres. El médico inglés John Snow (1813-1868) estudió la incidencia geográfica de dicha enfermedad y la comparó con la red de suministro de agua. Descubrió que quinientos de los casos diagnosticados eran de personas que vivían en un radio de pocas manzanas. Esas familias obtenían el agua de una bomba que la extraía a muy pocos metros de una tubería de desagüe. Snow consiguió que la bomba dejara de utilizarse, y la incidencia del cólera disminuyó enseguida.

El microorganismo causante del mal era el **Vibrio cholerae**, una bacteria que fue descubierta casi cuarenta años más tarde por el microbiólogo alemán **Robert Koch** (1843-1910). El **Vibrio cholerae** se propaga por el agua y los alimentos contaminados con las heces de los enfermos.

Los síntomas del cólera se manifiestan rápidamente. Los pacientes sufren de diarrea intensa, que les provoca **deshidratación** porque pierden mucho líquido y sales minerales. En los casos más severos aparecen vómitos y calambres. Lo más importante es reponer enseguida las sales y los líquidos perdidos, en forma oral o intravenosa. La recuperación es rápida, en general la enfermedad no se prolonga más de una semana. Sin embargo, sin la terapia adecuada, la tasa de mortalidad del cólera sobrepasa el 50%.

El **Vibrio cholerae** produce una enterotoxina que estimula la eliminación de líquido, y que es la responsable de los síntomas de la enfermedad. Las últimas investigaciones apuntan a diseñar una vacuna que posea esta toxina en forma inactiva, para que el organismo adquiera inmunidad.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Busca información sobre las siguientes enfermedades y escribe:

#### Gastroenteritis

#### Parasitismo

En qué consisten		
Por qué se producen		
Prevención		
Cuáles son los síntomas		
Tratamiento adecuado		

#### CONEXIONES:

#### Vida cotidiana

Los alimentos bien conservados preservan tu salud.



#### APLICACIÓN

- ¿Has comido alguna vez pescado con un olor malo? ¿Qué ha sucedido?
- ¿Reconoces las 10 reglas para la preparación higiénica de los alimentos y las aplicas?

Explora: ¿Qué otras enfermedades por contaminación alimenticia conoces? ¿Qué síntomas presentan? ¿Qué es la hepatitis? ¿Cómo pueden evitarse las enfermedades por contaminación de los alimentos?

### 6.3 Botulismo

Aprende

El **botulismo** es una de las patologías más comunes provocadas por **toxinas**. La enfermedad es producida por una bacteria, el **Clostridium botulinum**. Se manifiesta con un cuadro neurológico muy grave y sólo un tercio de las personas afectadas sobrevive. El botulismo no es una infección, sino una intoxicación.

Se conocen tres formas de botulismo:

- La de **origen alimentario** (clásica).
- El **botulismo por heridas** (cuadro raro, producido por la contaminación de una herida en la cual surge un medio anaeróbico).
- El **botulismo del lactante** (afecta generalmente, a niños y niñas menores de un año).

La diferencia entre estas tres formas es el sitio de producción de la toxina, pero en todas actúa la **neurotoxina botulínica**, la cual lleva a una **parálisis flácida** al bloquear la liberación de acetilcolina, un neurotransmisor, en las uniones sinápticas y neuromusculares.

Los síntomas comienzan a manifestarse rápidamente, entre 18 y 24 horas después de la ingestión de la toxina, entre ellos disfagia, boca seca, trastornos visuales como diplopía (visión doble) e incapacidad para deglutar y para hablar. No hay fiebre ni síntomas gastrointestinales. La muerte se produce por parálisis respiratoria o paro cardíaco.

El **botulismo del lactante** afecta sobre todo a niños menores de un año y es debido a la *ingestión de esporas*, y no de la toxina preformada, como en el caso del botulismo de origen alimentario. La **miel** es un vehículo común para la diseminación de las esporas. Los primeros síntomas son: estreñimiento; letargia; inquietud; falta de apetito; dificultad para deglutir; pérdida de control de la cabeza e hipotonía.

La enfermedad evoluciona hasta producirse una debilidad generalizada y, en algunos casos, insuficiencia y paro respiratorios. Algunos estudios sugieren que el 5% de los casos del síndrome de muerte súbita del lactante se debe al botulismo.

El tratamiento del botulismo de origen alimentario y el causado por heridas consiste en la inyección de la **antitoxina botulínica** (un producto equino), que es efectiva si se la administra rápidamente.

La bacteria que produce esta patología proviene del suelo, pero crece y se multiplica sobre todo en vegetales y también en animales. El **Clostridium botulinum** se desarrolla en ausencia de oxígeno, por lo que los alimentos enlatados mal conservados son un lugar ideal para su desarrollo.

Las principales fuentes de diseminación del botulismo son: hortalizas y frutas envasadas en el hogar; vísceras de peces sin cocinar; salchichas o carnes ahumadas o en conserva; mariscos... Para que haya botulismo, se da una cocción inadecuada durante el envasado, sin una cocción ulterior suficiente.



#### APRENDER A APRENDER

- ¿Por qué los alimentos enlatados mal conservados son un lugar ideal para el desarrollo del *Clostridium botulinum*?



#### SALUD

- La miel de abejas no debe dársele a los niños menores de un año, ya que ésta sirve como vehículo para la diseminación de las esporas de la bacteria *Clostridium botulinum*, causante del **botulismo** del lactante.

El botulismo aparece por una cocción inadecuada durante el envasado, sin una cocción ulterior suficiente.

## 6.4 La hepatitis

No debes olvidar que las enzimas, junto con la bilis, que se producen en el hígado y las enzimas del páncreas ayudan en la digestión de los alimentos que ingerimos y debemos proteger estos órganos contra las enfermedades.

El hígado cumple una función muy importante en nuestro organismo. Es, entre otras cosas, el encargado de neutralizar las sustancias tóxicas que ingresan en el cuerpo y que podrían producirnos un daño enorme. Así, las alteraciones del funcionamiento hepático pueden provocar consecuencias graves. En algunos casos, el problema es tan serio que es necesario reemplazar el órgano dañado. Pero existen otros trastornos bastante más frecuentes en los que se produce una inflamación aguda del hígado. A estas afecciones se las agrupa bajo el nombre de **hepatitis**. ¿Tuviste hepatitis alguna vez? ¿Conoces a alguien que la haya padecido? ¿Te acuerdas de alguna característica especial de esta afección?

Las personas que padecen de hepatitis tienen los siguientes síntomas: ictericia, anorexia, vómitos y fiebre. La **ictericia** es la coloración amarilla de la piel, producida por la acumulación de pigmentos biliares. Estos pigmentos son excretados en la bilis al producirse la degradación de la hemoglobina. Entre ellos están la biliverdina y la bilirrubina.

Existen tres clases distintas de hepatitis. Las formas **B** y **C** son las más peligrosas, se transmiten por transfusiones de sangre o por contacto sexual. La **hepatitis A**, en cambio, se contagia por vía digestiva, a través de alimentos, excreciones de insectos, agua o heces contaminadas. Las hepatitis **A** y **B** son las más frecuentes. La hepatitis A, la más benigna de las tres, es endémica en algunos países de América Central.

Las tres formas de hepatitis son causadas por virus, pero sólo para las formas **A** y **B** existen vacunas que se administran preventivamente (antes de contraer la enfermedad). La hepatitis A es curable y, en general, no presenta complicaciones. La **B** y la **C**, en cambio, pueden volverse crónicas y derivar en **cirrosis o cáncer de hígado**, y requerir un trasplante del órgano.

Como en todas las enfermedades, es fundamental el diagnóstico precoz, mediante chequeos periódicos, si se sospecha haber estado en contacto con una persona enferma.

Lavarse las manos antes de comer, limpiar el baño con hipoclorito de sodio y lavar bien los alimentos son buenas medidas preventivas para no contraer hepatitis.

## TRABAJAMOS EN GRUPO

### 1. Reflexiona.

- Formen cinco grupos para realizar la siguiente actividad.

### 2. Interactúa.

- Cuatro grupos elegirán, por separado, algunas de las enfermedades estudiadas en este capítulo (úlcera péptica duodenal, úlcera gástrica, cirrosis, cálculos biliares, hepatitis, etc.), y harán una lista de los factores de riesgo que consideren más importantes para la salud y la higiene del sistema digestivo, así como las principales medidas preventivas que deberían tomar para no contraer enfermedades relacionadas con este sistema.

### 3. Construye.

- Concluido el trabajo, los cuatro grupos expondrán sus conclusiones. Dos alumnos del quinto grupo anotarán los factores de riesgo y las medidas preventivas que se repiten o que son similares para todos los grupos.
- El quinto grupo tendrá como función observar y, al finalizar la experiencia, contará lo observado a los demás y expondrá sus conclusiones respecto al trabajo grupal realizado y de la participación de todo el curso.

## ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Investiga cuáles son los primeros síntomas del botulismo del lactante.

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



### CONEXIONES: Química

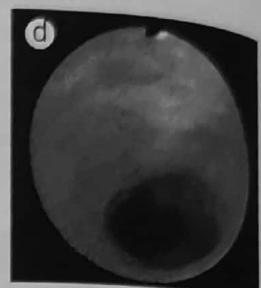
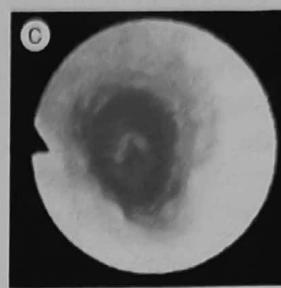
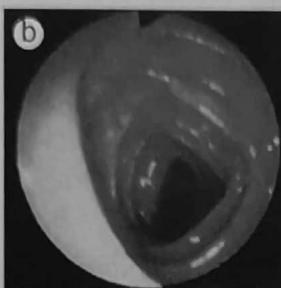
- El control de calidad de los alimentos está íntimamente relacionado con la Química, ya que le hacen pruebas para determinar los compuestos químicos que contienen para verificar su calidad.

## Imágenes del tubo digestivo

1. Lee el siguiente texto.

- La **endoscopia** es una técnica diagnóstica y curativa. Consiste en la introducción por la boca de una cámara protegida por un tubo. Esta cámara permite "explorar" el interior del cuerpo humano.

2. Observa las siguientes imágenes obtenidas mediante un endoscopio, lee las claves y decide con qué órgano del sistema digestivo se relaciona cada una.



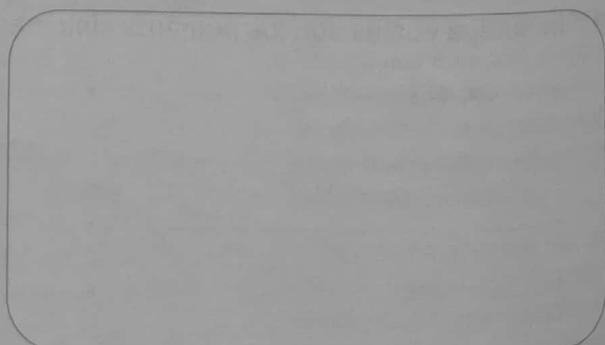
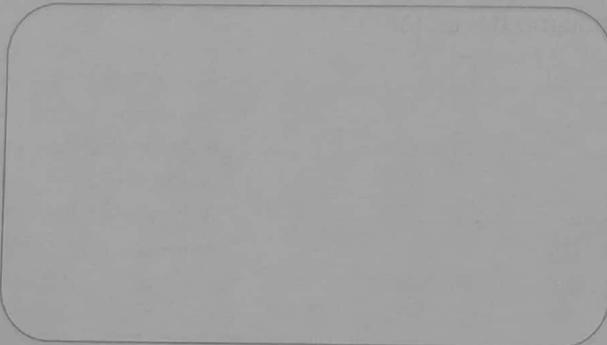
Claves:

- El interior de este órgano es muy rugoso. Está lleno de grandes pliegues, en los que se alojan las células encargadas de segregar el jugo gástrico.
- La superficie interna de este órgano es bastante lisa; tiene muchísimas válvulas que ayudan a la progresión de las heces por todo el intestino grueso.
- Su interior es bastante liso. La función de este órgano consiste en impulsar el alimento desde la boca hasta el estómago.
- Es la zona del tubo digestivo con la superficie más rugosa. Tiene muchas vellosidades, que aumentan las posibilidades de absorción de los alimentos.

3. Investiga las aplicaciones de la endoscopia. Escribe una lista y clasifica luego estas aplicaciones como diagnósticas o terapéuticas.

■ Ahora, responde: ¿Qué ventajas tiene la cirugía endoscópica?

4. ¿Cómo crees que serían las imágenes endoscópicas del cardias y del píloro? Explica tu respuesta y elabora un dibujo.



# Actividades

## RECUERDA

1. **Ordena**, del 1 al 7, según la ubicación del órgano en el tubo digestivo. **Escribe** al lado una tarea propia de dicho órgano en la digestión.

- Recto \_\_\_\_\_
- Boca \_\_\_\_\_
- Estómago \_\_\_\_\_
- Intestino delgado \_\_\_\_\_
- Esófago \_\_\_\_\_
- Intestino grueso \_\_\_\_\_
- Faringe \_\_\_\_\_

2. **Escribe** dos cosas que debes hacer para mantener una alimentación sana.

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

## COMPRENDE

### 3. Explica.

- ¿Qué procesos digestivos se desarrollan en el intestino grueso?

\_\_\_\_\_

- ¿Qué son y qué función tienen los movimientos peristálticos intestinales?

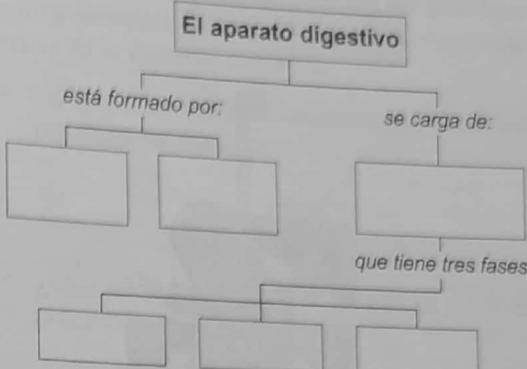
\_\_\_\_\_

- ¿En qué consiste la absorción de nutrientes y dónde se realiza?

\_\_\_\_\_

## ORGANIZA

4. **Completa** el mapa de conceptos.



## APLICA

### 5. Lee y responde.

La recuperación del agua de los restos de los alimentos en el intestino grueso es muy importante. Pero en algunas ocasiones, puede suceder que el intestino absorba más agua o menos agua de lo normal.

- ¿Qué sucede cuando una persona tiene diarrea? ¿Tienen más agua o menos agua las heces en ese caso?



## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

### 1. Recuerda y explica.

- ¿En qué se diferencian la alimentación y la nutrición? ¿Cuáles son los cuatro procesos relacionados con la nutrición en las personas y los demás seres vivos?

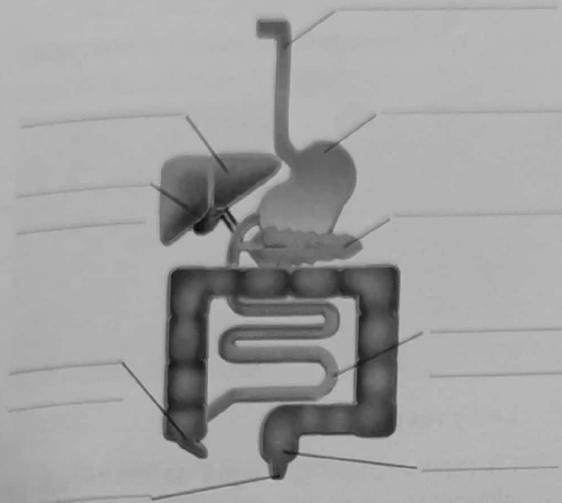
\_\_\_\_\_

2. **Investiga** qué enfermedades digestivas son más frecuentes en nuestro medio, qué síntomas producen, cuáles son sus causas y cómo pueden evitarse. **Organiza** en una tabla los resultados de tu investigación.

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

1. **Señala** en el siguiente esquema del sistema digestivo las partes que lo componen.



2. **Responde** las siguientes preguntas.

- ¿En qué segmentos del tubo digestivo ocurre la digestión?

\_\_\_\_\_

- ¿En cuáles no ocurre?

\_\_\_\_\_

- ¿En qué segmentos del tubo digestivo la digestión es mínima?

\_\_\_\_\_

- ¿En qué segmento del tubo digestivo se realiza en mayor proporción la digestión?

\_\_\_\_\_

- Uno de los principales problemas de la diarrea es que la persona afectada corre el riesgo de sufrir deshidratación, es decir, pérdida de agua. ¿Cómo se puede evitar este riesgo mientras dura la diarrea?

\_\_\_\_\_

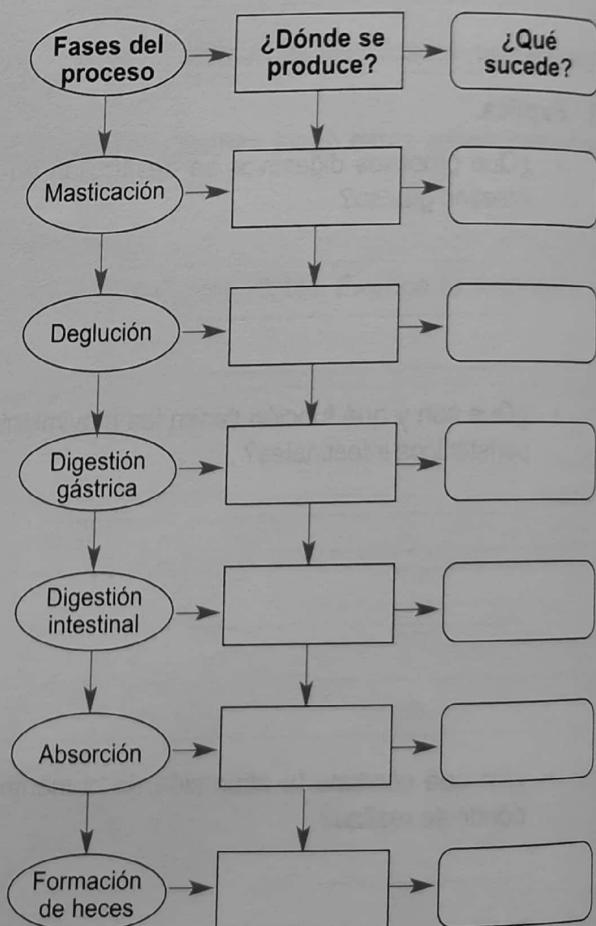
3. **Escribe** las funciones que realiza cada parte del aparato digestivo.

- Boca \_\_\_\_\_
- Esófago \_\_\_\_\_
- Estómago \_\_\_\_\_
- Hígado \_\_\_\_\_
- Páncreas \_\_\_\_\_
- Intestino delgado \_\_\_\_\_
- Intestino grueso \_\_\_\_\_

4. ¿Por qué se debe masticar bien los alimentos?

\_\_\_\_\_

5. **Completa** el siguiente esquema sobre el proceso digestivo en el ser humano.



## COMPETENCIAS ACTITUDINIALES

## 1. Lee el texto, luego contesta.

En nuestro país la contaminación ambiental y la falta de control de calidad en la venta de alimentos hacen estragos en nuestra salud.

- ¿Qué medidas implementarías para evitar la contaminación de alimentos?
- 

- ¿Cómo protegerías tu salud del botulismo alimentario?
- 

- ¿Qué comidas evitarias?
- 

- ¿Qué harías con el agua que tengas duda sobre su potabilidad?
- 

2. Responde  si es falso y  si es verdadero.

Es conveniente hervir bien los alimentos antes de consumirlos, siempre que se pueda.

Algunas esporas de ciertas bacterias son especialmente resistentes al calor.

Debido a la termorresistencia de las esporas de algunas bacterias, hay que asegurarse de cocer los alimentos por suficiente tiempo.

## 3. Reflexiona y responde.

- ¿Por qué crees que es necesario lavar bien los alimentos antes de consumirlos?
- 

- ¿Por qué deben cocerse bien los alimentos?
- 

4. Basándote en lo aprendido en esta unidad, **funda**menta la importancia de seguir cada una de las recomendaciones dadas para mantener la salud de tu sistema digestivo.

- ¿Cuál de las recomendaciones que te damos no practicas habitualmente?
- 

- ¿Qué otros buenos hábitos conoces o pones en práctica?
- 

- ¿Qué hábitos deberían cambiar en tu familia?
- 

## COMPETENCIAS METACOGNITIVAS

## 1. Señala lo que realizaste para aprender mejor la unidad.

He leído la unidad completa.

He realizado todas las actividades.

He consultado en otros textos y fuentes alternativas.

He comparado mis respuestas con mis compañeros y compañeras.

He entrevistado a un médico gastroenterólogo, o a un nutricionista, o a un especialista en enfermedades infecciosas.

Otros.

## 2. ¿Crees que es suficiente lo que aprendiste en esta unidad? ¿Por qué?

## 3. ¿Fue eficiente tu método de estudio? ¿Por qué?

# 5 La circulación

## COMPETENCIAS

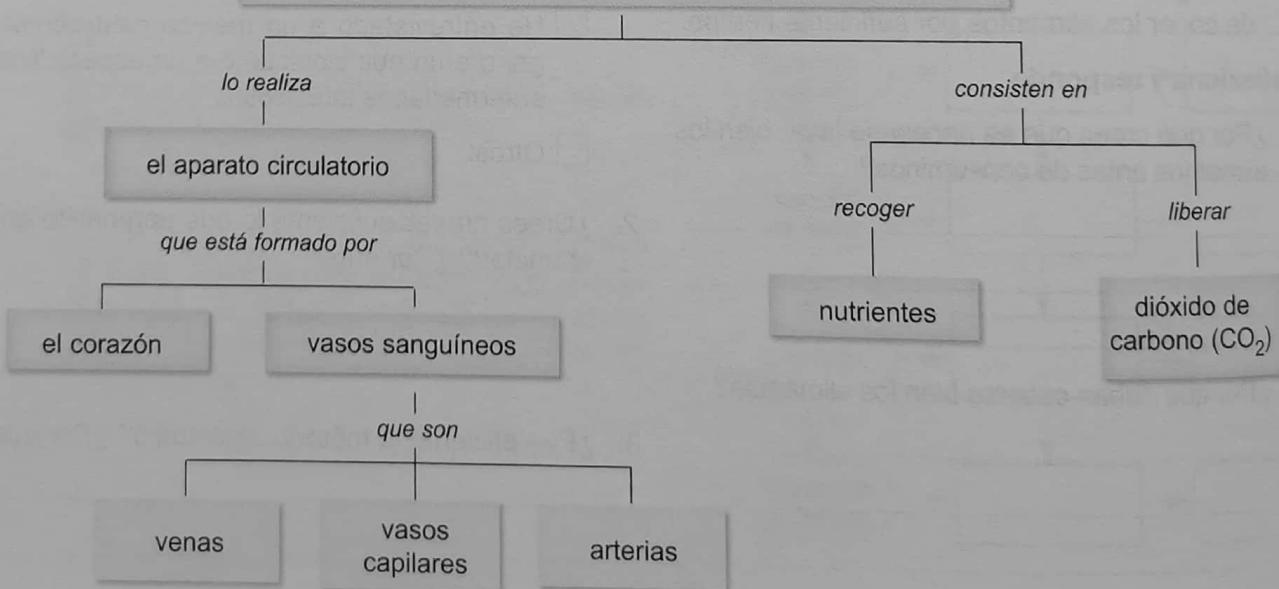
- **Identifica** los componentes de la sangre y **explica** su importancia.
- Utilizando gráficos, **explica** el recorrido de la sangre y de la linfa en su organismo.
- **Comprende y explica** cómo funciona el sistema inmune y **reconoce** la importancia de las vacunas.
- **Explica** el funcionamiento del sistema circulatorio y **reconoce** su efectividad.
- **Valora** el conocimiento de instrumentos tecnológicos y de un vocabulario científico.
- **Reflexiona** sobre su propio aprendizaje.



**Natación.** El ejercicio físico es beneficioso para la salud de todo nuestro cuerpo, y en especial del aparato circulatorio.

## MAPA DEL TEMA

### EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS POR NUESTRO CUERPO



## TALENTO

### Félix Sánchez, campeón olímpico del atletismo

El **atletismo** es un deporte muy saludable para el aparato circulatorio, ya que correr es muy beneficioso para la salud del corazón.

En nuestro país se destaca de manera muy especial el atleta **Félix Sánchez**.

El 10 de agosto de 2001 quedará grabado en los anales del deporte dominicano porque ese día Félix Sánchez dio a su país su primera medalla de oro en alta competición. Desde entonces nadie ha sido capaz de derrotarlo en su especialidad. En el 2002 recibió un premio por haber vencido en las siete reuniones de la Liga de Oro. Los Panamericanos de Santo Domingo aumentaron en el 2003 su popularidad. Sánchez consiguió la victoria y un nuevo récord panamericano (48s 19c). Su último triunfo; la medalla de oro en la Olimpiadas Atenas 2004.

Sánchez, licenciado en Psicología aunque no ejerce, ha rescatado la prueba de 400 metros con vallas de los dominios de los atletas gigantes. Su envergadura no demasiado grande le exige una precisión extrema, suplir la falta de estatura con técnica y velocidad. Pasa los seis primeros obstáculos en 13 zancadas entre cada uno, los dos siguientes en 14 y los dos últimos en 15, aunque advierte que a veces hay que cambiar las cosas sobre la marcha.

- ¿Qué deportes o ejercicios físicos practicas?



### ¿QUÉ SABES?

#### 1. Contesta.

- ¿Qué órganos forman parte de nuestro sistema circulatorio?
- ¿Por qué es necesario este sistema para el buen funcionamiento de nuestro organismo?
- ¿A qué crees que se deba que un alto porcentaje de personas fallezca por infarto al corazón?

### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

#### 2. Marca los temas relacionados con el estudio del sistema circulatorio y su funcionamiento.

- Los tipos de sangre.
- Los músculos del cuerpo humano.
- Las células sanguíneas.
- El sistema linfático.
- La coagulación de la sangre.
- La presión arterial.

### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

#### 3. Escribe 4 acciones importantes que llevarás a cabo para estudiar y aprender los temas de esta unidad.

### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

#### 4. Responde.

- ¿Qué actividades son perjudiciales y cuáles son beneficiosas para tu sistema circulatorio?
- ¿Cuáles datos se toman en cuenta a la hora de donar sangre u órganos a otras personas?

#### 5. Escribe tus metas.

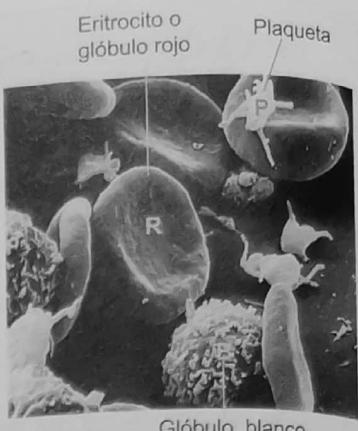
# 1. La sangre y sus componentes

Explora: ¿Qué son los glóbulos rojos? ¿Cuál es su función? ¿De qué color es la sangre? ¿Por qué?

Aprende

## 1.1 La sangre

La **sangre** es un líquido que actúa como medio de transporte para todo lo que se necesita movilizar de una a otra parte del cuerpo. Por eso, la sangre se mueve por todo el organismo, y cualquier anormalidad en algún órgano se refleja en su composición. Ésta es la razón por la cual los médicos detectan muchas enfermedades mirando los resultados de un análisis de sangre. Una persona promedio tiene de cinco a seis litros de sangre. La sangre tiene dos componentes principales: el plasma y las células sanguíneas: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.



Células sanguíneas vistas al microscopio electrónico de barrido.

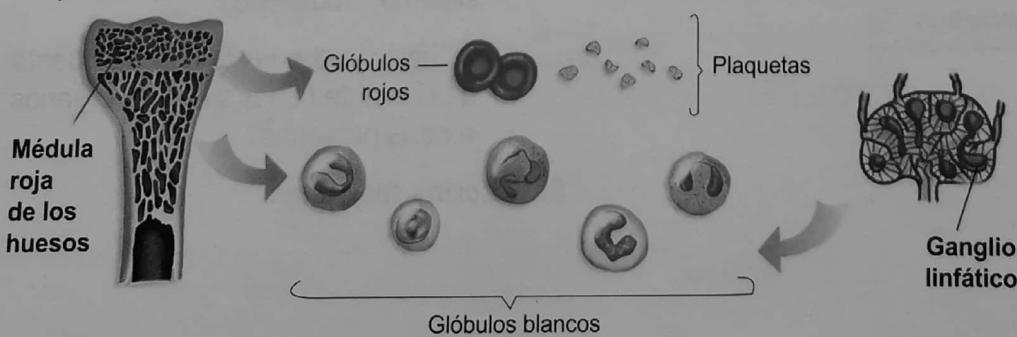
## 1.2 El plasma

El **plasma** es un líquido de color amarillento que representa el 55% del volumen total de la sangre. Está constituido por gran cantidad de agua, en la que están disueltos los nutrientes, el dióxido de carbono, las hormonas y las sustancias de desecho.

## 1.3 Las células sanguíneas

En la sangre se encuentran tres tipos de células:

- Los **glóbulos rojos** o **eritrocitos**. Llamados también hemáticas, los glóbulos rojos son las células más numerosas de la sangre humana: tenemos cinco millones de glóbulos rojos por mm<sup>3</sup>. Tienen forma de disco y carecen de núcleo. Se originan en la médula ósea roja. Pueden vivir alrededor de 120 días y luego de ese tiempo son destruidos en el bazo o en el hígado. Los glóbulos rojos transportan oxígeno gracias a que tienen una proteína llamada **hemoglobina**. La hemoglobina permite que la sangre transporte una cantidad de oxígeno cien veces mayor que la que puede transportar el plasma. La hemoglobina es una proteína que contiene hierro. Cuando no se consumen alimentos ricos en hierro en cantidad suficiente, hay menos hemoglobina en nuestros glóbulos rojos y sufrimos de anemia.
- Los **glóbulos blancos** o **leucocitos**. Son células que participan en la defensa del organismo contra los agentes causantes de enfermedades. Hay unos 7,500 leucocitos por mm<sup>3</sup> de sangre.
- Las **plaquetas** coagulan la sangre cada vez que los vasos sanguíneos se rompen. Forman un tapón o coágulo en los conductos rotos para evitar la pérdida de sangre. La cantidad de plaquetas en la sangre es de 300,000 por m<sup>3</sup> y su tiempo de vida es muy corto: viven sólo algunos días.



## LOS GRUPOS SANGUÍNEOS

La sangre de las personas no presenta las mismas características, y por esta razón se puede clasificar en varios grupos o tipos.

El término tipo de sangre se refiere a ciertas proteínas que se encuentran en los glóbulos rojos. Estas proteínas, llamadas aglutinógenos o antígenos, caracterizan la sangre de las personas y explican los problemas que se presentan en las transfusiones, por incompatibilidad en los tipos de sangre. Las proteínas más importantes son las denominadas A y B, las cuales determinan la clasificación de la sangre en cuatro tipos: el tipo A (proteína A), el tipo B (proteína B), el tipo AB (proteínas A y B) y el tipo O (carece de proteínas).

Al igual que los grupos sanguíneos, el factor Rh está determinado por proteínas presentes en la membrana de los eritrocitos. Existen al menos ocho variedades de Rh, de los cuales el más importante es el que da el antígeno D.

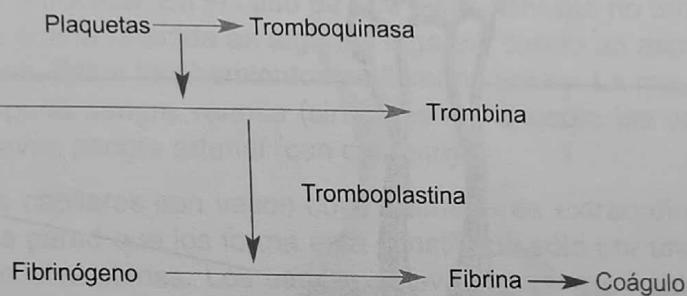
El 85% de la población tiene el factor Rh tipo D, por lo que se dice que son Rh+ (positivo). El 15% restante no lo tiene, por esta razón se dice que son Rh- (negativo).

## 1.4 ¿Cómo se coagula la sangre?

Cuando un vaso sanguíneo se rompe, la primera reacción es su contracción para reducir el flujo de sangre. Luego, las plaquetas entran en contacto con las paredes del vaso dañado y se adhieren a él. A continuación liberan una sustancia química que, mediante una complicada serie de reacciones, provoca la transformación de una proteína que hay en el plasma, el **fibrinógeno**, en unos filamentos. Estos forman una red que captura las células sanguíneas formando un **coágulo** llamado también **trombo**.

A medida que se cicatriza el vaso sanguíneo, el coágulo ya no es útil, entonces se reabsorbe o se seca.

La formación de coágulos es muy importante porque evita que se pierda la sangre cuando un vaso sanguíneo se rompe. Sin embargo, cuando el coágulo se forma dentro de un vaso sanguíneo puede ocasionar la muerte, pues impide que la sangre llegue a algunos órganos vitales como el cerebro o el músculo cardíaco. Esta situación se conoce como **trombosis**.



### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Completa el cuadro.

	Glóbulo rojo	Glóbulo blanco	Plaqueta
Otro nombre			
Función			
Origen			

#### 2. Piensa y responde.

- ¿Qué cantidad de glóbulos rojos hay en tu sangre?
- Cuando una persona tiene una infección, sus glóbulos blancos aumentan a 11,000 o más por mm<sup>3</sup>. ¿A qué se debe esto?
- ¿Cuándo un coágulo de sangre puede ser perjudicial y cuándo es beneficioso?



Sucedió en San Petersburgo, 1915...

Una rara enfermedad hereditaria aqueja al hijo del zar Nicolás II, la **hemofilia**. Este mal se caracteriza por la incapacidad de la sangre para formar coágulos, a causa de que el plasma carece del factor llamado antihemofílico. Esto produce un exceso de sangrado, incluso en las lesiones leves. El sangrado puede ser interno (**hematomas**) o externo (**hemorragias**).

Sucedió en Chicago, 1996...

Por ser una enfermedad que se trata mediante transfusiones de plasma, la hemofilia conlleva el riesgo de transmitir enfermedades, como la hepatitis y el SIDA. La síntesis por clonación del factor antihemofílico permite el desarrollo de una terapia sustitutiva completamente segura, que en la actualidad se encuentra en fase de ensayo clínico. De resultar efectiva, podrá ser utilizada en forma amplia en el futuro próximo.

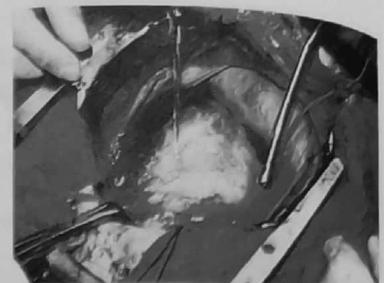
## 2. El sistema cardiovascular

Explora: ¿Qué órganos componen el sistema cardiovascular? ¿Qué función tiene el corazón? ¿De qué está compuesta la sangre? ¿Qué función tiene la sangre?

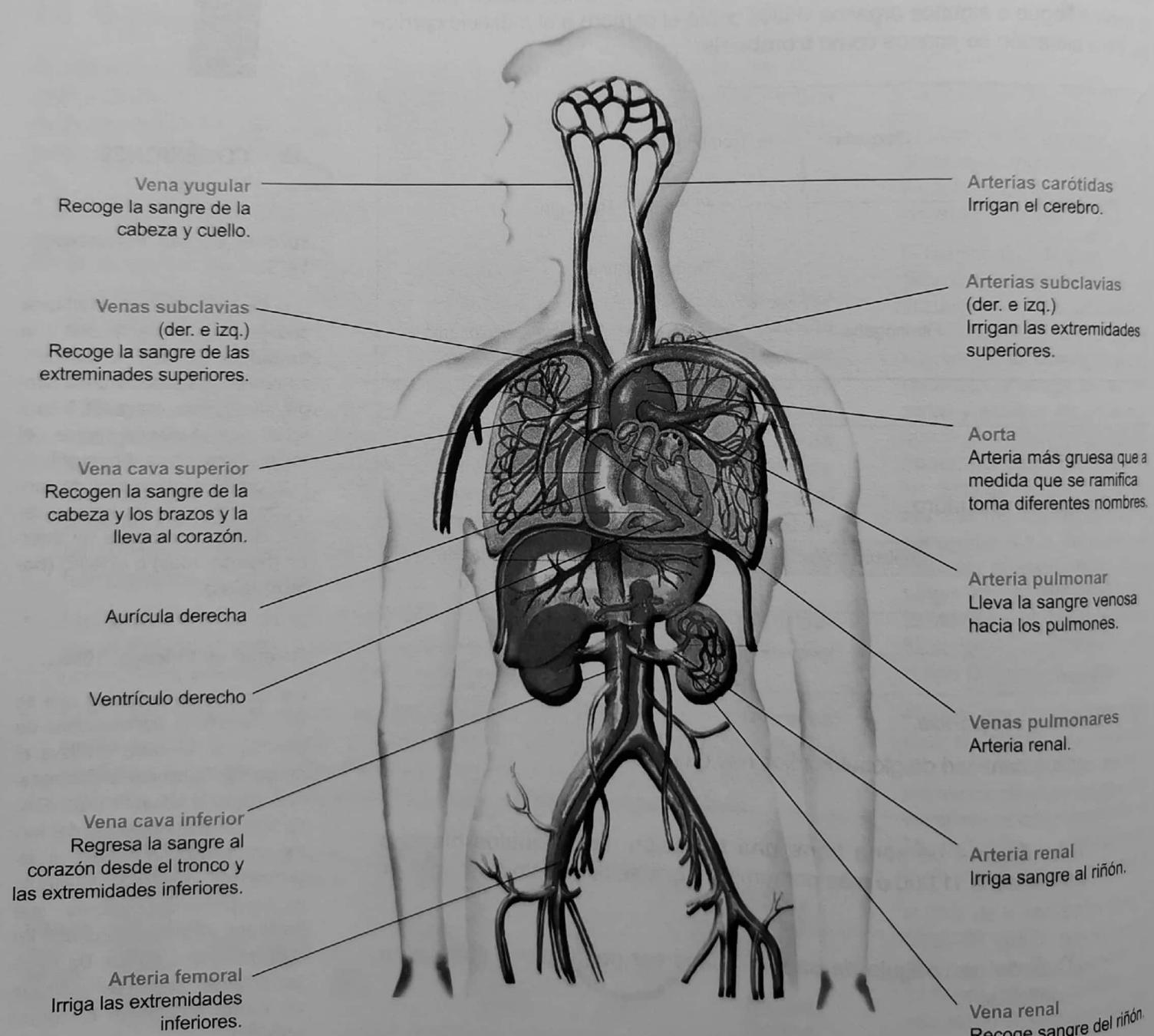
El sistema cardiovascular consta de tres partes principales: la sangre, los vasos sanguíneos y el corazón.

Aprende

- **La sangre**, líquido que sirve como medio de transporte. Sus funciones las acabamos de examinar.
- **Los vasos sanguíneos**, un sistema de canales que conducen la sangre por todo el cuerpo.
- **El corazón**, una bomba que mantiene circulando la sangre por todo el cuerpo.



Operación de corazón abierto.

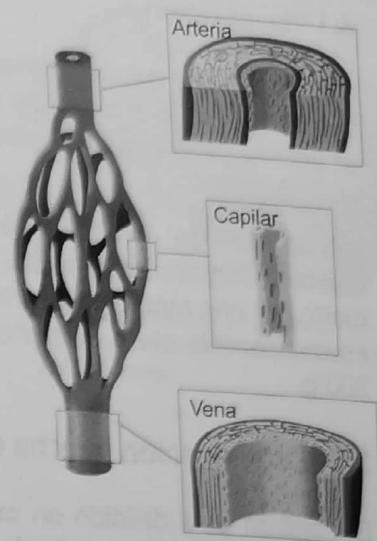


## 2.1 Los vasos sanguíneos

Los vasos sanguíneos son conductos de paredes elásticas que conducen la sangre por todo el cuerpo. Son de tres clases: las arterias, las venas y los capilares.

- **Las arterias.** Las arterias llevan la sangre desde el corazón hacia los órganos. Están muy dentro del cuerpo, por eso no están expuestas a golpes o heridas. Las paredes de las arterias son gruesas y elásticas, pues están formadas por músculos lisos y por fibras elásticas. Cada vez que el corazón impulsa la sangre, las arterias se expanden ligeramente, como globos de pared gruesa. Las arterias se ramifican en otras de paredes más delgadas. Las últimas ramificaciones de las arterias terminan en los capilares. La mayoría de las arterias transporta sangre con oxígeno (sangre arterial), excepto la arteria pulmonar, que lleva sangre sin oxígeno (sangre venosa).
- **Las venas.** Las venas llevan la sangre de regreso desde los órganos al corazón. Son vasos de menor diámetro, y sus paredes son más delgadas que las arterias. En su interior, las venas —en especial las que recorren los miembros inferiores— presentan válvulas de trecho en trecho para impedir que la sangre retroceda. En el caso de que estas válvulas no funcionen bien, la sangre queda retenida en algunos lugares, dando un aspecto hinchado a las venas. Estos hinchamientos se llaman varices. La mayoría de las venas transporta sangre venosa (sin oxígeno), excepto las venas pulmonares, que llevan sangre arterial (con oxígeno).
- **Los capilares.** Los capilares son vasos cuyo diámetro es extraordinariamente pequeño. La pared que los forma está constituida sólo por una capa de células epiteliales planas. Los capilares llevan la sangre hasta las células y forman una auténtica red de comunicación entre arterias y venas. En los capilares sanguíneos se lleva a cabo el intercambio de sustancias entre las células y la sangre.

Vasos sanguíneos



### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Completa el cuadro.

Vasos sanguíneos	¿Qué son?	¿Qué función realizan?
Arterias		
Venas		
Capilares		

##### 2. Relaciona las columnas.

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| • Lleva sangre al riñón.                        | → vena cava superior. |
| • Irriga el cerebro.                            | → arteria renal.      |
| • Recoge sangre de la cabeza.                   | → arteria carótida.   |
| • Recoge sangre de las extremidades superiores. | → vena yugular.       |

##### 3. Averigua. Cuando te hacen un análisis de sangre, ¿te sacan sangre venosa o arterial? ¿Por qué?



#### APRENDER A APRENDER

Los esquemas son muy útiles en el estudio y aprendizaje de las ciencias biológicas.

- **Dibuja** en una cartulina el esquema del aparato circulatorio e **identifica** sus partes. **Fíjate** en el esquema de la página anterior.

### 3. El corazón: una bomba que no descansa

Explora. ¿Qué función realiza el corazón en nuestro cuerpo? ¿Qué partes forman el corazón? ¿Qué es el latido cardíaco? ¿Qué es el pulso?

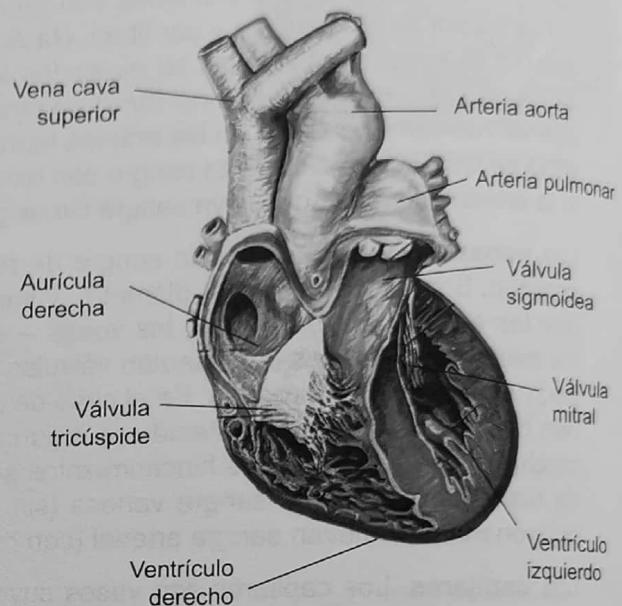
#### 3.1 El corazón

La sangre llega a todas partes de nuestro cuerpo: es capaz de vencer la gravedad y subir hasta la cabeza. Esto es posible gracias a que existe una bomba impulsora: el **corazón**.

Las paredes del corazón están formadas por un potente músculo llamado **miocardio**; y externamente está cubierto por una membrana llamada pericardio. Su tamaño es comparable al de un puño cerrado y su peso es de 300 g.

Aprende

#### Esquema del corazón



#### 3.2 Organización interna del corazón

El corazón está dividido en **cuatro cavidades**: las dos superiores se llaman **aurículas** y las dos inferiores son los **ventrículos**.

- **Las aurículas.** Una derecha y otra izquierda, tienen paredes delgadas y reciben la sangre de las venas. A la aurícula derecha llegan las venas cava superior e inferior, y a la izquierda llegan las cuatro venas pulmonares.
- **Los ventrículos.** Uno derecho y otro izquierdo, tienen paredes más gruesas y expulsan la sangre del corazón hacia las arterias. En ellos se inician la arteria pulmonar y la aorta.

Las cavidades ubicadas a la derecha se encuentran separadas de las de la izquierda por medio de un tabique.

- **Las válvulas.** Además, el corazón posee válvulas que regulan el paso entre las aurículas y los ventrículos. La válvula del lado derecho recibe el nombre de tricúspide y está formada por tres membranas fibrosas, y la del lado izquierdo se llama bicúspide o mitral y está formada por dos membranas.

También hay válvulas llamadas semilunares o sigmoideas que se encuentran en las salidas de las dos grandes arterias. Su función es impedir el retroceso de la sangre cuando sale del corazón.

#### 3.3 El ciclo cardíaco

Para impulsar la sangre, el corazón se mueve continuamente mediante energicas contracciones llamadas **sístoles**, seguidas de dilataciones denominadas **diástoles**, que se van alternando en una secuencia. Este conjunto de movimientos recibe el nombre de **ciclo cardíaco**.

Normalmente cada diástole y cada sístole duran 0.4 segundos. Así, el ciclo cardíaco dura 0.8 segundos y, por tanto, el corazón se contrae unas 72 veces por minuto.

#### SALUD

##### El monóxido de carbono

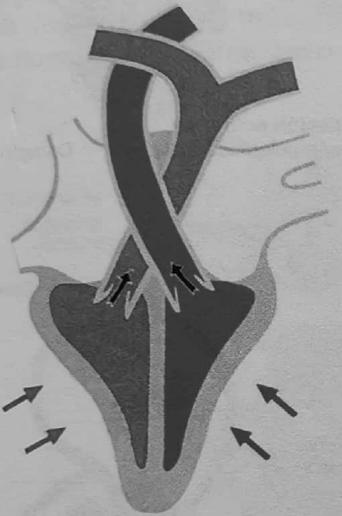
El monóxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), gas incoloro e inodoro, se puede unir a la hemoglobina, lo cual suele ocasionar serios problemas respiratorios y cardíacos e, incluso, la muerte. La hemoglobina deja de transportar oxígeno y esto provoca un aumento de las frecuencias respiratoria y cardíaca para cubrir la falta de este gas. La hemoglobina es 210 veces más afín al CO que al  $\text{O}_2$ .

- **Averigüen** qué actividades cotidianas liberan CO a la atmósfera.
- ¿Que medidas se podrían tomar en la localidad en que viven para disminuir la contaminación?
- ¿El  $\text{CO}_2$  es un gas tóxico? ¿Puede serlo en alguna circunstancia? ¿Por qué?

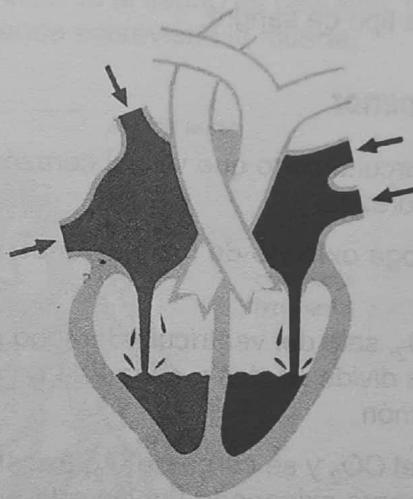
### 3.4 ¿Cómo se percibe el ciclo cardíaco?

Podemos percibir el trabajo del corazón a través de los ruidos cardíacos, los latidos y el pulso.

- **Ruidos cardíacos.** Al auscultar el corazón con un estetoscopio es posible detectar dos sonidos diferentes que provienen del cierre de las válvulas. Uno, el más largo, corresponde al cierre de las válvulas tricúspide y mitral. El otro, de menor duración, resulta del cierre de las válvulas semilunares.
- **Latidos.** En cada sístole o contracción, el corazón golpea las costillas. Este golpe lo percibimos como un latido.
- **Pulso.** En cada sístole las arterias se dilatan debido al aumento de la presión de la sangre. Usualmente esta dilatación se percibe en la arteria radial o en la carótida, que son arterias superficiales, y recibe el nombre de pulso.



**Diástole.** Durante la diástole el corazón se relaja y se dilata. Mientras tanto, las aurículas derecha e izquierda se llenan con la sangre que proviene de los órganos.



**Sístole.** Durante la sístole los dos ventrículos se contraen y expulsan la sangre a las arterias.



**Examen médico.** Los ruidos cardíacos se escuchan con ayuda del estetoscopio.

#### CIENCIA Y TECNOLOGÍA

##### El electrocardiógrafo

Es un instrumento que usan los cardiólogos y que les permite estudiar y registrar la actividad eléctrica del corazón. Este aparato se basa en el hecho de que el corazón origina sus propios impulsos para moverse. Es decir, tiene la capacidad de moverse por sí solo, a diferencia de los demás músculos, que sólo pueden moverse por acción del sistema nervioso.

#### ACTIVIDADES

1. Teniendo en cuenta las arterias que salen y las venas que llegan al corazón, ¿qué vasos sanguíneos se tendrá que suturar en un transplante de corazón? **Nómbralos.**
2. ¿Para qué los médicos auscultan el corazón de las personas con un estetoscopio?
3. **Averigua** a qué debe su nombre la válvula mitral.
4. **Coloca** suavemente la yema de los dedos índice y medio sobre tu arteria radial o sobre la carótida y cuenta el número de pulsaciones por minuto. **Anótalo.** ¿Qué pasaría si contaras tus pulsaciones luego de haber corrido 2 km? **Fundamenta** tu respuesta.



# 4. La circulación

Explora: ¿Cómo llega la sangre desde el corazón hasta todos los órganos del cuerpo? ¿Cómo llega el oxígeno a la sangre? ¿Qué vasos sanguíneos llevan la sangre oxigenada?

## 4.1 ¿Cómo ocurre la circulación de la sangre?

Aprende

En el ser humano, al igual que en todos los mamíferos, la circulación es **doble y completa**.

- **Doble**, porque en su recorrido a través del cuerpo la sangre pasa dos veces por el corazón. Los dos circuitos que componen el recorrido total se llaman circulación pulmonar y circulación general.
- **Completa**, porque la sangre arterial y la sangre venosa no se mezclan nunca, pues el corazón está separado en dos mitades independientes, una para cada tipo de sangre.

## 4.2 Circulación pulmonar o menor

La **circulación pulmonar** es un circuito corto que va del corazón a los pulmones y luego regresa al corazón.

En esta circulación, la sangre recoge oxígeno de los pulmones. Se realiza de la siguiente manera:

La sangre venosa, cargada de CO<sub>2</sub>, sale del ventrículo derecho por la arteria pulmonar. Esta arteria se divide en dos y cada una de estas nuevas arterias entra a un pulmón.

En los pulmones, la sangre libera el CO<sub>2</sub> y se carga de O<sub>2</sub>, transformándose en sangre arterial. La sangre oxigenada vuelve a la aurícula izquierda por medio de las cuatro venas pulmonares.

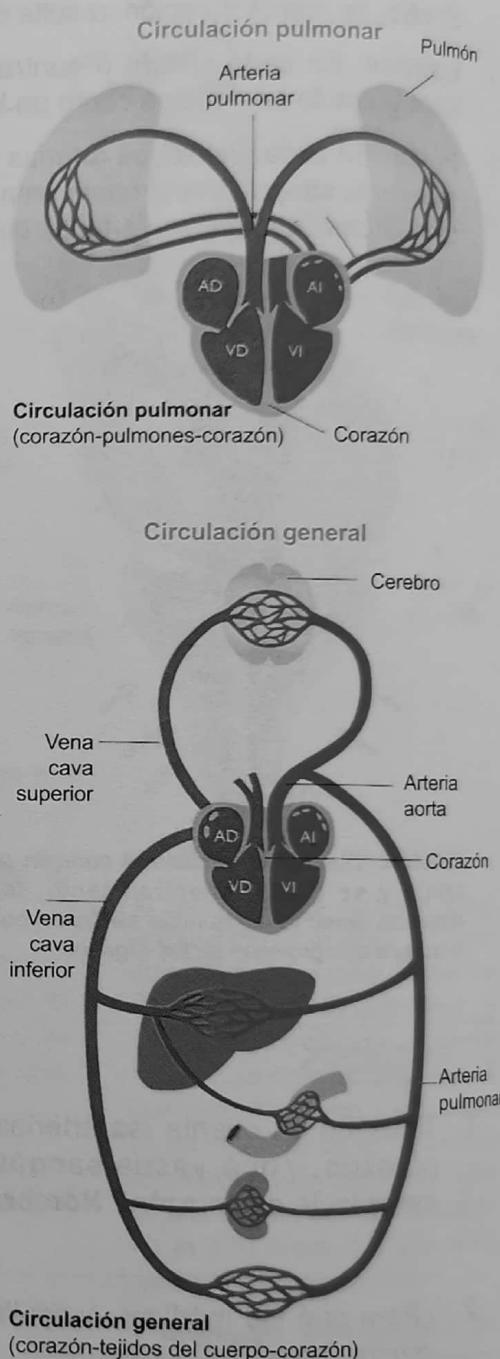
## 4.3 Circulación general o mayor

La **circulación general** es el recorrido que lleva la sangre del corazón a todos los órganos del cuerpo y la regresa al corazón. Se realiza así:

La sangre que sale de los pulmones, rica en oxígeno, pasa de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo, y de allí sale impulsada hacia la arteria aorta. La arteria aorta se ramifica en otras muchas arterias que van a todas las partes del cuerpo, como el estómago, la cabeza, los brazos, etcétera. En todos estos órganos, la sangre deja el oxígeno y recoge el dióxido de carbono. Así, la sangre arterial se convierte en venosa.

La sangre vuelve al corazón por las venas –que se van haciendo cada vez más grandes– hasta que entra a la aurícula derecha por la vena cava superior o inferior.

Como podemos observar, en ambos circuitos las venas transportan sangre venosa, con excepción de las venas pulmonares. Por su parte, la mayoría de las arterias transporta sangre arterial, con excepción de las arterias pulmonares.

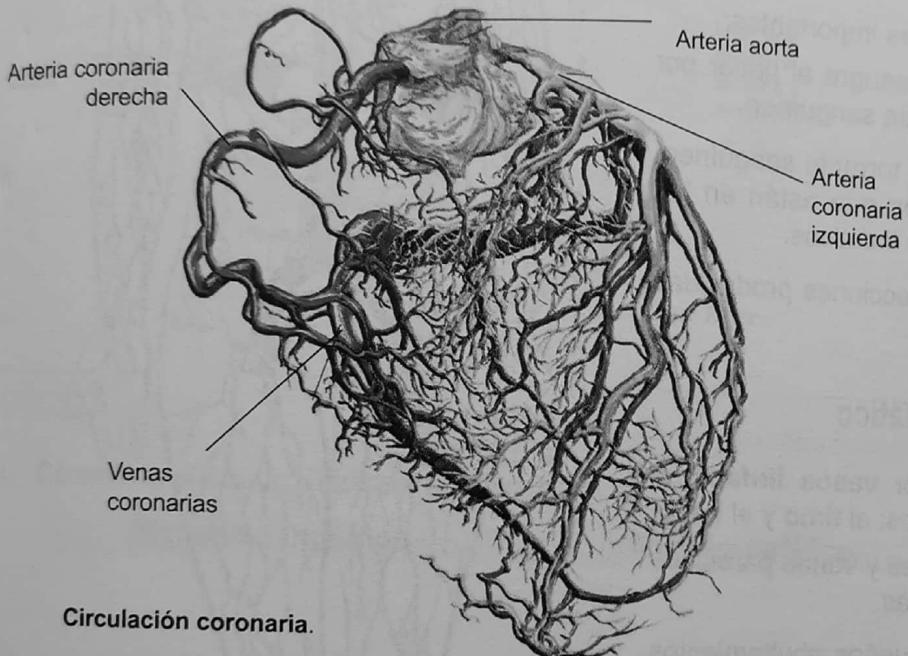


## 4.4 La circulación coronaria

Podría pensarse que el corazón extrae las sustancias nutritivas y el oxígeno directamente de la sangre que hay en sus cavidades. Sin embargo, esto no es así, pues sus paredes son demasiado gruesas para nutrir a todas las células. Por lo tanto, el corazón tiene su propio sistema de vasos sanguíneos que realiza la **circulación coronaria**. Esta circulación se realiza del siguiente modo:

De la arteria aorta salen dos arterias: la coronaria derecha y la izquierda. Ambas penetran las paredes del corazón, irrigando el miocardio, y se van ramificando cada vez más hasta convertirse en capilares. En estos vasos, la sangre deja el oxígeno y recoge el dióxido de carbono. Esta sangre venosa es recogida por las venas coronarias, hasta que desemboca en la aurícula derecha.

A veces sucede que las arterias coronarias pueden taponarse. Entonces, la sangre deja de circular por ellas y algún lugar del miocardio deja de recibirla. Esto ocasiona una lesión en el músculo llamada **infarto**. Si el infarto es pequeño, la persona puede recuperarse, pero si es muy grande sobreviene la muerte.



Circulación coronaria.

### ACTIVIDADES

1. Con los siguientes términos, **completa** las oraciones que se refieren a la circulación mayor.

aurícula derecha

arteria aorta

ventrículo izquierdo

venas cava

dióxido de carbono

células

- La sangre arterial sale del \_\_\_\_\_ por la \_\_\_\_\_ dirigiéndose a todas las \_\_\_\_\_ del cuerpo, donde deja oxígeno y recoge \_\_\_\_\_.
- De regreso al corazón, la sangre, ahora venosa, va a la \_\_\_\_\_ por las \_\_\_\_\_.

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

### TRABAJAMOS EN GRUPO

#### 1. Lee y opina.

Todos nosotros, en algún momento de nuestra vida, podemos necesitar un trasplante de un órgano.

Los órganos que con más frecuencia se transplantan son el corazón y los riñones. También se hacen cada vez más transplantes de hígado y de médula ósea. Los avances en la investigación han permitido superar muchos problemas de este tipo de operaciones; entre ellos, el problema del rechazo de los órganos transplantados.

El único problema en la actualidad es la escasez de donaciones de órganos. Aunque nuestro país se encuentra a la cabeza en número de donaciones, aún hay largas listas de espera en los hospitales para conseguir un riñón, un corazón o un hígado. Por eso, numerosas asociaciones intentan concienciar a la opinión pública de la importancia de hacerse donante.

- ¿Estás de acuerdo en la necesidad de aumentar las donaciones de órganos? ¿Estarías dispuesto a hacerte donante de órganos? ¿Por qué?
- Muchas veces, los familiares de una persona que acaba de fallecer muestran reparos ante la idea de donar sus órganos, aunque el difunto, en vida, estuviera a favor de la donación. ¿Qué opinas tú de este hecho? ¿Qué les dirías tú a estas personas para hacerles cambiar de opinión?

**SANGRE ARTERIAL:** Sangre rica en oxígeno. Es de color rojo intenso.

**SANGRE VENOSA:** Sangre sin oxígeno y con dióxido de carbono. Tiene un color rojo más oscuro que la sangre arterial.

# 5. El sistema linfático

Explora: ¿Qué función tiene el sistema linfático? ¿Qué órganos forman este sistema?

Aprende

## 5.1 Funciones de la linfa

Cuando la sangre pasa por los capilares, los nutrientes y el oxígeno salen del torrente sanguíneo hacia los tejidos del cuerpo. Junto a ellos sale parte del plasma sanguíneo. Este plasma, fuera del capilar sanguíneo, recibe el nombre de **linfa**.

La linfa es un derivado de la sangre, por eso su composición se parece a ésta, pero carece de glóbulos rojos y de plaquetas. Está compuesta de plasma y glóbulos blancos, y es transportada por el **sistema linfático**, que consta de una red de venas y capilares que vierten la linfa al sistema circulatorio.

El sistema linfático tiene **tres funciones** importantes:

- **Recoge el plasma** que pierde la sangre al pasar por los capilares y lo devuelve al torrente sanguíneo.
- **Transporta grasas** del intestino al torrente sanguíneo. Recuerda que los vasos quilíferos que están en las vellosidades intestinales son vasos linfáticos.
- **Defiende al organismo** de las infecciones producidas por virus y bacterias.

## 5.2 Organización del sistema linfático

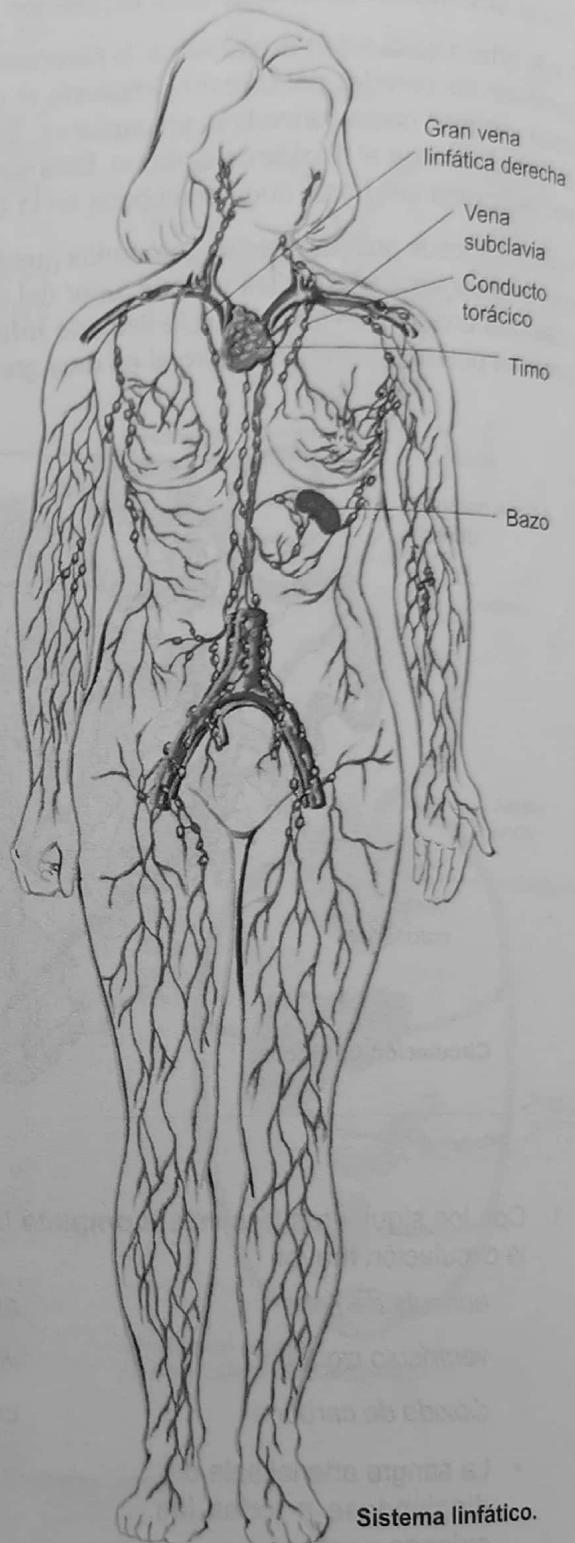
El sistema linfático está formado por **vasos linfáticos**, **ganglios linfáticos** y otros dos órganos: el **timo** y el **bazo**.

- Los **vasos linfáticos**. Son capilares y venas parecidos a los sanguíneos; no existen arterias.
- Los **ganglios linfáticos**. Son pequeños abultamientos de tejido linfático situados a lo largo de los vasos linfáticos. Producen glóbulos blancos que se encargan de destruir las bacterias, virus y partículas extrañas. Por eso, cuando hay una infección los ganglios linfáticos se inflaman.

El tejido que forman los ganglios se llama **tejido linfóide** y es el mismo que forma las amígdalas, el bazo y el timo.

- El **timo** y el **bazo** son parte del sistema linfático. El timo está debajo del esternón. Es muy activo en los niños, pero disminuye de tamaño y se atrofia en los adultos.

El bazo está al lado izquierdo del abdomen, cerca del estómago. Así como los ganglios limpian la linfa, el bazo limpia la sangre destruyendo microbios y partículas extrañas.

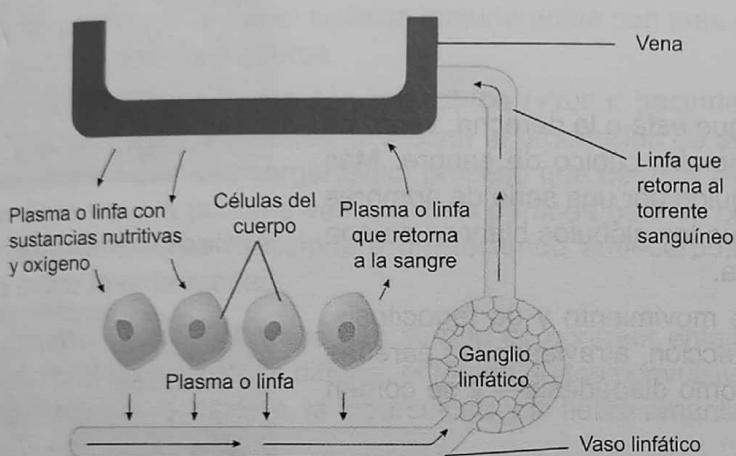


## 5.3 Circulación linfática

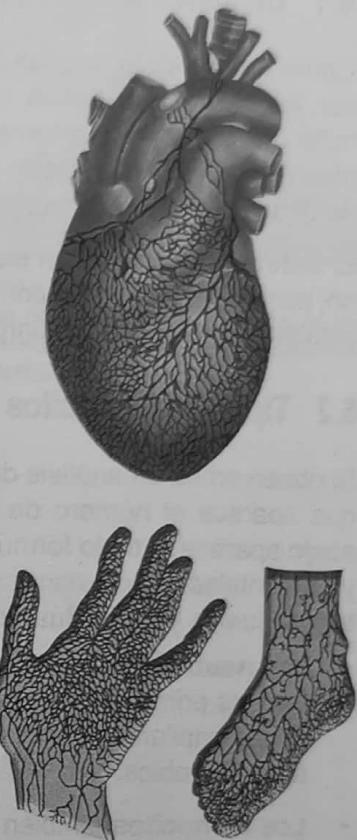
La circulación linfática es el recorrido que sigue la linfa hasta retornar al sistema circulatorio.

La circulación linfática es más lenta que la sanguínea, ya que no es impulsada por el corazón. Para que circule la linfa se necesita que el cuerpo esté en movimiento; así, la contracción de los músculos ayuda a su desplazamiento. Las válvulas de las venas linfáticas ayudan a evitar el retroceso de la linfa, que fluye únicamente en un sentido: de los tejidos al corazón.

Los capilares linfáticos son semejantes a los sanguíneos, con la diferencia de que sus extremos son cerrados. Tras recorrer el cuerpo, la linfa pasa al torrente sanguíneo a la altura de los hombros: en las venas subclavias.



Circulación linfática en el corazón, manos y pies



### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Completa el cuadro, indicando las diferencias.

#### Sistema sanguíneo

#### Sistema linfático

2. Piensa y responde.

- ¿En qué accidente la linfa se hace más evidente: en un corte de la piel o en una quemadura? ¿A qué se debe esto?

3. Explica.

- La linfa circula por los vasos linfáticos lentamente y en un solo sentido. ¿Qué características tiene el sistema linfático para que la circulación sea de ese modo?
- Los ganglios linfáticos desempeñan un papel muy importante en el organismo. **Menciona** razones que justifiquen esta afirmación.



#### APLICACIÓN

- ¿Por qué se hace caminar a los pacientes en los hospitales y clínicas?

## 6. El sistema inmune

Explora: ¿Qué quiere decir inmunidad? ¿Qué partes forman el sistema inmune? ¿Cuál es la función del sistema inmune?

### 6.1 Un sistema un poco extraño

Aprende

Como hemos visto, uno de los tipos de células que forman la sangre y la linfa son los **glóbulos blancos** o **leucocitos**. Estas células son una especie de patrulla que ronda constantemente por el organismo, eliminando los microorganismos que ingresan a nuestro cuerpo. Pues bien, estas células forman el sistema de defensa del organismo, también llamado **sistema inmune** o **inmunológico**.

El sistema inmune es un sistema extraño. A diferencia del sistema respiratorio, por ejemplo, no está compuesto por órganos unidos sino por un ejército de células aisladas. Sin embargo, ese ejército está muy bien organizado.

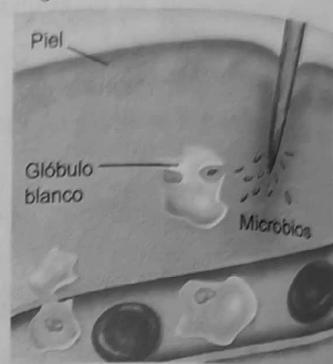
### 6.2 Tipos de leucocitos

Si observamos un análisis de sangre como el que está a la derecha, veremos que aparece el número de leucocitos por milímetro cúbico de sangre. Más abajo aparece el título fórmula leucocitaria, seguido por una serie de nombres y porcentajes. ¿Qué significa esto? Significa que los glóbulos blancos no son todos iguales y que actúan de diferente manera.

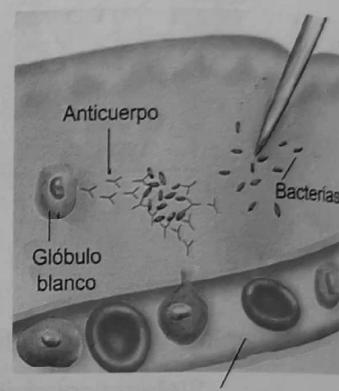
- Los **neutrófilos** tienen gran capacidad de movimiento y de fagocitosis. Son los primeros en llegar al lugar de la infección, atraviesan las paredes de los capilares —acción que se conoce como diapédesis— y se comen a los microbios.
- Los **monocitos** también fagocitan bacterias, aunque llegan al lugar de la infección más tarde.
- Los **basófilos**, en cambio, son leucocitos que no circulan por la sangre, sino que tienen puestos de vigilancia específicos. Cuando la sangre o la linfa atraviesan estos sitios, se comen a los microbios, e incluso a las células muertas del propio organismo, sacándolos de la circulación. Se encuentran en gran cantidad en el hígado, el bazo, las amígdalas y los ganglios linfáticos.
- Los **eosinófilos** tienen formas de acción poco conocidas hasta ahora.
- Los **linfocitos** no comen microbios: producen anticuerpos que destruyen con gran eficacia a los invasores. Por esta razón se les llama células asesinas o "reyes de la inmunidad".

Leucocitos contra los microbios

Fagocitosis



Acción de los anticuerpos



Vaso sanguíneo

Análisis de sangre

Valores  
hallados

Eritrocitos por mm<sup>3</sup> . . . . . 4 millones

Leucocitos por mm<sup>3</sup> . . . . . 7600

FÓRMULA LEUCOCITARIA

Granulocitos neutrófilos . . . . . 59%

Granulocitos eosinófilos . . . . . 1%

Granulocitos basófilos . . . . . 0%

Linfocitos . . . . . 38%

Monocitos . . . . . 2%

### 6.3 ¿Cómo actúan los anticuerpos?

Constantemente, alrededor de dos billones de linfocitos circulan por todo el cuerpo. Cada uno se diferencia del otro porque lleva un "arma diferente"; una sustancia llamada **anticuerpo** que servirá para combatir un único tipo de organismo. Cuando un microbio es reconocido por el soldado —es decir, el linfocito capaz de eliminarlo— se producen millones de anticuerpos.

Estos anticuerpos paralizan y agrupan a los microbios para que otros glóbulos blancos se los coman en cantidades importantes.

Competencia: Explica la función del sistema inmunológico e identifica las partes que conforman dicho sistema.

## 6.4 La inmunidad

Algunas enfermedades, como el sarampión o las paperas, generalmente nos atacan dos veces aunque estemos expuestos a ellas. La resistencia que se adquiere frente a una enfermedad recibe el nombre de **inmunidad** y, como imaginarás, los **linfocitos** tienen mucho que ver con ella.

Recordemos que los linfocitos producen anticuerpos que destruyen a los microbios. Los linfocitos tienen una especie de memoria, de tal manera que cuando se enfrentan nuevamente al microbio lo reconocen fácilmente y fabrican más **anticuerpos** que la primera vez. Esto evita que la enfermedad se desarrolle.

## 6.5 Vacunas y sueros

Hay formas de ayudar a que el sistema inmune actúe con más eficiencia. Esto se logra con vacunas y sueros.

- **Las vacunas.** Se preparan con **microbios** (virus o bacterias) **muertos** o **debilitados**. Al administrárlas, provocan la producción de anticuerpos específicos para ese microorganismo, proceso que demora alrededor de un mes. Entonces, la próxima vez que esta persona esté en contacto con el microbio, su cuerpo reaccionará produciendo anticuerpos rápidamente para evitar la enfermedad.

Por fortuna, las vacunas nos han librado de contraer enfermedades graves como el sarampión, la difteria, el tétano, la tos convulsiva, la poliomielitis, la hepatitis, la rubéola, la tuberculosis y la fiebre amarilla.

- **Los sueros.** Son sustancias que no contienen microbios sino **anticuerpos** producidos por otra persona o por un animal, como el caballo, por ejemplo.

Existen notorias diferencias entre vacunas y sueros: las vacunas se inoculan a personas sanas y los sueros al comienzo de alguna enfermedad.

La vacuna tarda cierto tiempo en formar los anticuerpos, pero el suero tiene acción inmediata. Por ejemplo, el suero antitetánico no se aplica a personas sanas sino a aquellas que han sufrido un corte en la piel y que han cogido objetos donde puede estar la bacteria que causa el tétano.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Los glóbulos blancos que fagocitan microbios también se conocen como macrófagos.
  - **Escribe** el nombre de los leucocitos que entran en esta categoría.
  - **Explica** por qué los linfocitos no son macrófagos.
2. Una persona ha sido mordida por un perro y se sospecha que el animal puede tener rabia: ¿Qué debe aplicarse a la persona en este caso, una vacuna o un suero para la rabia? **Fundamenta** tu respuesta.
3. **Utiliza** tu imaginación y **confecciona** una historieta que muestre las clases de leucocitos y su acción.



**Niño vacunándose.** Se vacuna a las personas desde niños, así se les mantiene libres de ciertas enfermedades durante toda su vida.



#### APLICACIÓN

- **Busca** información sobre las enfermedades de las que te han protegido las vacunas que recibiste cuando eras pequeño.

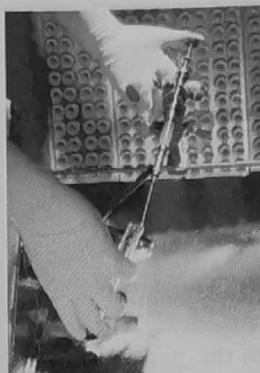
## La anemia

### ■ Prepárate

En algunas ocasiones se produce una disminución de los glóbulos rojos, dando origen a una enfermedad llamada **anemia**.

Una de las maneras de diagnosticar la anemia es a través de un análisis de sangre. En las personas anémicas hay un descenso en la cantidad de hemoglobina y casi siempre un menor número de eritrocitos. Estos pueden llegar a valores inferiores a los cuatro millones por mm<sup>3</sup>.

Los síntomas de la anemia son palidez, vértigo, dificultad respiratoria, desvanecimientos y silbidos en los oídos.



Las mujeres embarazadas padecen frecuentemente anemias, porque el feto consume el hierro y las vitaminas de la madre para producir sus propios glóbulos rojos.

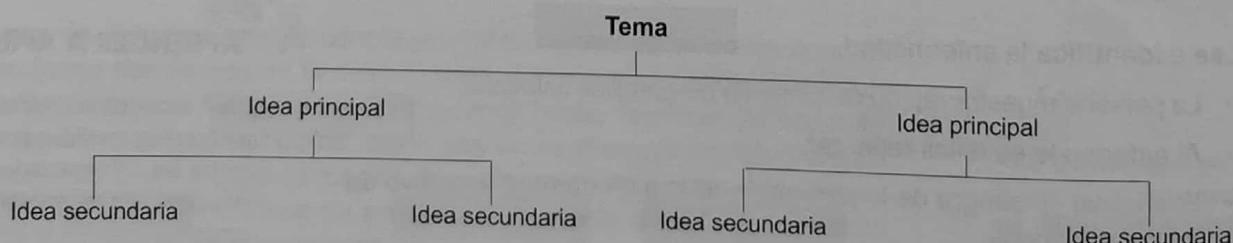
Recientemente, los investigadores han utilizado técnicas de **ingeniería genética** para estimular la producción de eritrocitos. El procedimiento consiste en sintetizar artificialmente la hormona que controla la producción de eritrocitos, llamada **eritropoyetina**. La hormona artificial o eritropoyetina recombinante humana (ERH), se presenta como una excelente solución para el tratamiento de la mayoría de las anemias.

### ■ Comprende una comunicación científica

- Identificar términos desconocidos.** El primer paso para comprender un texto cualquiera consiste en identificar aquellas palabras cuyo significado desconocemos. **Subraya** las palabras que no conoces y **busca** su significado en el diccionario. **Lee** nuevamente el texto, ¿mejoró tu comprensión?
- Identificar términos científicos.** En el texto que leíste aparecen destacados algunos términos que pertenecen al lenguaje especializado de la ciencia. En la mayoría de los casos, los artículos de divulgación científica ofrecen explicaciones a los nuevos términos que introducen. **Revisa** el texto y **determina** si comprendes el significado de los términos destacados y las explicaciones que el texto ofrece.
- Identificar el tema y las ideas principales.** ¿Cuál es el tema general del texto que leíste?

¿Qué ideas principales se dicen sobre ese tema? Para determinar cuál es el tema debes comprender la totalidad del texto, esto te permitirá decir "el texto trata sobre". Luego podrás identificar las ideas principales, diciendo "sobre este asunto el texto dice que". Normalmente, cada párrafo de un texto contiene una idea principal. **Anota** cuál es el tema y cuáles son las ideas principales.

- Identificar las ideas secundarias.** Las ideas secundarias son las informaciones y datos que desarrollan, complementan y amplían las ideas principales. Las ideas secundarias son informaciones más "pequeñas" que se reúnen bajo una idea principal. **Anota** cuáles son las ideas secundarias.
- Comprender el texto.** Para demostrar que has entendido el texto, **realiza** un esquema utilizando como guía el siguiente. Este recurso te permitirá sintetizar la información.



# Actividades

## RECUERDA

1. **Establece** las diferencias que hay entre:

- Sangre y linfa.

- Sístole y diástole.

- Circulación pulmonar y circulación general.

2. **Lee** los siguientes enunciados y **determina** si son ciertos o falsos. **Justifica** tu respuesta.

Los latidos del corazón corresponden a la pulsabilidad de las arterias.

En la circulación mayor la sangre que va al cuerpo sale del corazón por el ventrículo izquierdo.

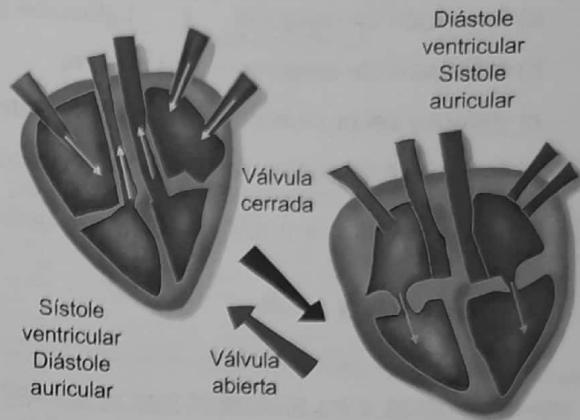
## ORGANIZA

- **Completa** la tabla con las características de los siguientes trastornos del sistema linfático.

Amigdalitis	Linfoma

## APLICA

3. **Observa** el esquema de los latidos del corazón.



**Esquema de los latidos del corazón.** En la figura vemos que, cuando los ventrículos se contraen, las aurículas se dilatan, y viceversa.

### Ahora, contesta.

- ¿Cómo se produce el bombeo de la sangre en el corazón? ¿Por dónde entra? ¿Por dónde sale?
- ¿Por qué la sangre no retorna a las aurículas cuando los ventrículos se contraen?



## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

1. ¿Por qué se dice que la circulación humana es doble y cerrada?

---

---

---

2. **Explica** por qué es continua la circulación, si los latidos del corazón son intermitentes.

---

---

---

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

- Relaciona** ambas columnas.

a) formación de coágulos	( ) glóbulos rojos
b) transporte de oxígeno	( ) plasma
c) defensa del organismo	( ) glóbulos blancos
d) transporte de sustancias	( ) plaquetas
  - Establece** las diferencias entre los siguientes términos.
    - Vena y arteria
    - Sangre arterial y sangre venosa
    - Sístole y diástole
  - Analiza** el siguiente gráfico. Éste muestra el porcentaje de personas con niveles altos de colesterol.
- Niveles de colesterol (%)
- 
- | Edad (años) | Mujeres (%) | Hombres (%) |
|-------------|-------------|-------------|
| 15-24       | 22          | 16          |
| 25-34       | 31          | 39          |
| 35-44       | 42          | 45          |
| 45-54       | 48          | 42          |
| 55-64       | 72          | 56          |
| 65          | 61          | 61          |
- ¿En qué sexo es más común que se presente colesterol alto entre los 15 y 24 años?
  - ¿En qué grupo de edad los niveles de colesterol tienden a ser más altos?
- Pinta** con color azul y rojo donde corresponda y **escribe** el nombre de los vasos sanguíneos que entran y salen del corazón.
- 
- Observa** el gráfico anterior y **responde**.
    - ¿Por qué se representa la sangre venosa de color zul y la sangre arterial de color rojo?
    - ¿Qué sucedería si nuestro corazón tuviese dos aurículas y un ventrículo? ¿Qué animales tienen esta característica?
    - ¿Qué pasaría si nuestra circulación no fuese cerrada?
  - En la siguiente sopa de letras, **encuentra** diez términos relacionados con la circulación.
- |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L | P | L | A | Q | U | E | T | A | P |
| L | I | N | F | O | C | I | T | O | U |
| S | A | N | E | V | R | P | S | A | L |
| A | W | S | F | O | L | X | L | T | S |
| V | A | L | N | A | O | R | T | A | O |
| A | M | I | S | Í | S | T | O | L | E |
| C | O | H | E | M | A | T | Í | E | S |
| T | D | I | Á | S | T | O | L | E | S |
| G | A | N | G | L | I | O | X | I | A |

**7. Lee** los siguientes enunciados y **determina** si son falsos o verdaderos.

- Cada vez que el corazón se contrae y bombea sangre se percibe un latido en las arterias denominado pulso.
- En la circulación mayor, la sangre sale del corazón por el ventrículo izquierdo.
- El corazón es el órgano que impulsa tanto a la sangre como a la linfa en su recorrido por todo el cuerpo.
- Los impulsos eléctricos del corazón se detectan en un electrocardiograma.

**COMPETENCIAS ACTITUDINALES**

**1. Lee** el texto.

El corazón y la circulación, e incluso la mente, se benefician con la actividad física frecuente.

Como consecuencia del ejercicio físico, las fibras musculares del corazón se fortalecen y producen una contracción más potente. También los vasos sanguíneos se multiplican, mejorando el aporte de oxígeno y nutrientes.

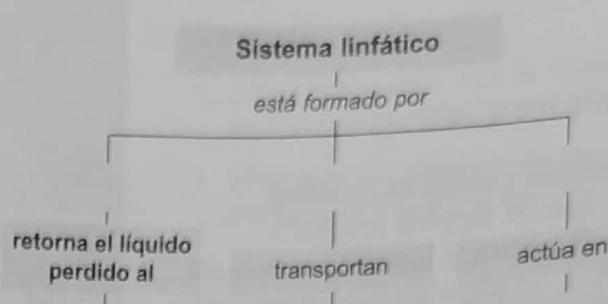
El ejercicio ayuda a que la sangre circule por las arterias a mayor velocidad y a que el colesterol no se deposite en las arterias. Por ello, el ejercicio debe formar parte de la vida diaria de toda persona, para mantenerla sana a lo largo de toda su vida.

Sin embargo, las comodidades modernas hacen que la vida sea más sedentaria. Caminamos poco y pasamos mucho de nuestro tiempo libre viendo televisión.

**■ Ahora, contesta.**

- ¿Cuántas horas al día estás sentado viendo televisión o jugando en la computadora?
- ¿Cuánto tiempo dedicas a hacer algún tipo de deporte durante el día?
- **Observa** si tú y tu familia usan automóvil para ir a lugares cercanos en lugar de caminar.
- ¿Tienes costumbre de hacer caminatas con tu familia o tus compañeros?

**8. Completa** el mapa de conceptos.



**COMPETENCIAS METACOGNITIVAS**

**1. Señala** lo que realizaste para aprender mejor la unidad.

- He leído la unidad completa.
- He realizado todas las actividades.
- He consultado en otros textos y fuentes alternativas.
- He comparado mis respuestas con mis compañeros y compañeras.
- He entrevistado a un médico gastroenterólogo, o a un nutricionista, o a un especialista en enfermedades infecciosas.
- Otros.

**2. ¿Crees que ha sido eficiente tu método de estudio? ¿Por qué?**

---



---

**3. ¿En qué debes mejorar?**

---



---

**4. ¿Crees que es suficiente lo que aprendiste en esta unidad? ¿Por qué?**

---

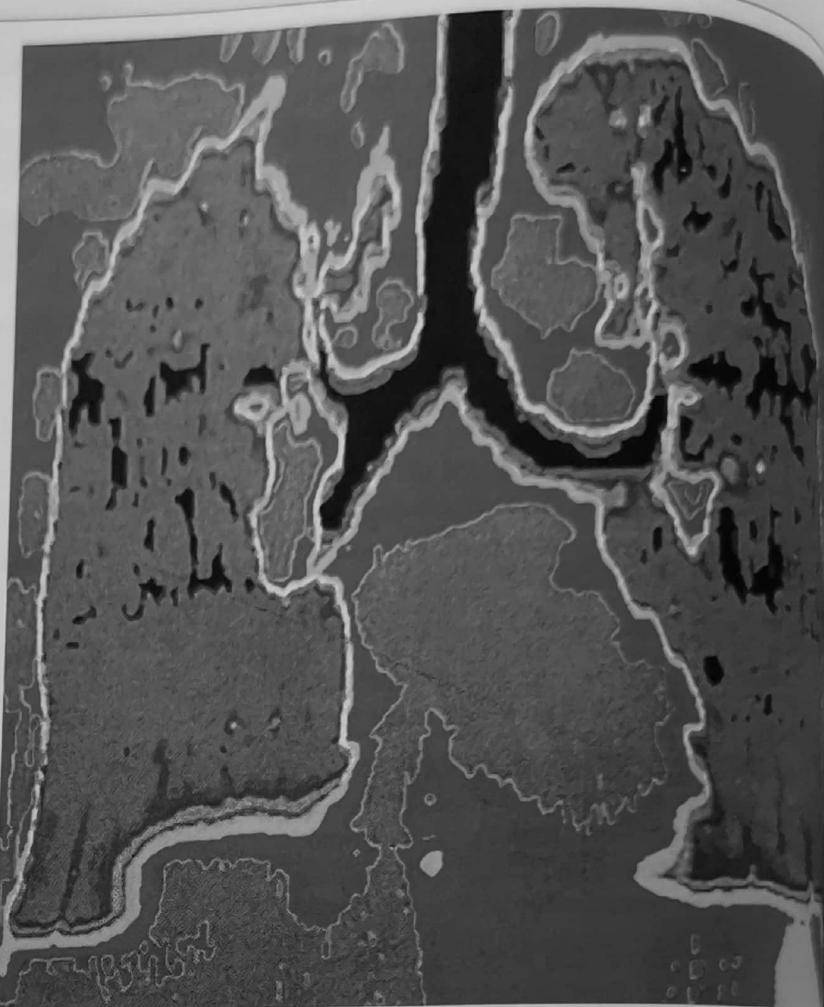


---

# 6 La respiración

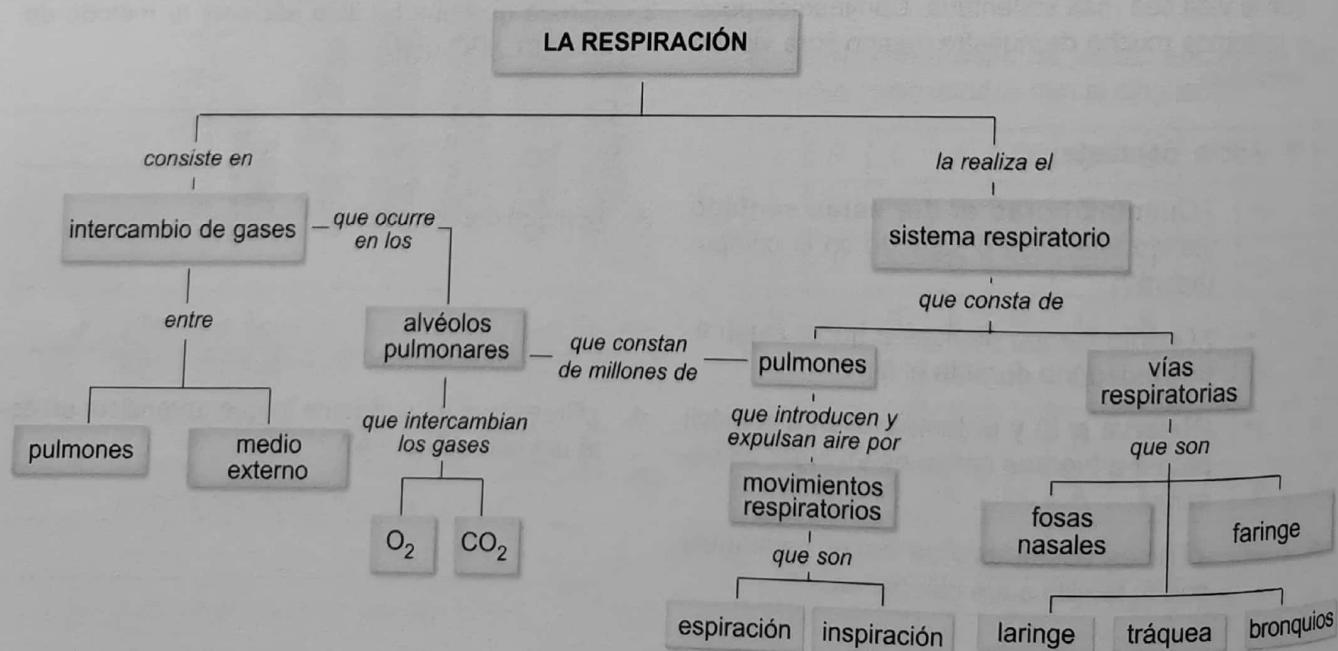
## COMPETENCIAS

- **Identifica y ubica** en el cuerpo humano el sistema respiratorio. **Nombra y localiza** sus partes, **explica** su funcionamiento.
- **Nombra y describe** enfermedades comunes que afectan al aparato respiratorio.
- **Realiza** modelos que lo ayudan a explicar el funcionamiento de los órganos respiratorios.
- **Valora** la importancia de cambiar hábitos que dañan la salud de nuestro cuerpo.
- **Manifiesta** actitudes y opiniones responsables frente al uso de sustancias perjudiciales para su salud.
- **Reflexiona** sobre su propio aprendizaje.



Tomografía de los pulmones.

## MAPA DEL TEMA



## ¿Cómo daña la salud el cigarrillo?

Un tercio de la humanidad consume cigarrillos y cada año mueren 12 millones de personas entre los 30 y los 80 años a causa del tabaco.

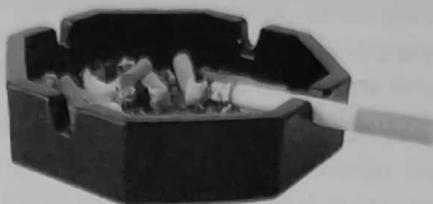
El hábito de fumar se inició en Europa en 1580 cuando Sir Walter Raleigh, personaje de confianza en la corte de Isabel I de Inglaterra, lo introdujo.

Los cigarrillos se popularizaron a partir de 1881 cuando se inventó la máquina que los manufacturaba. A partir de los años 20 empezaron a fumar en público las mujeres transformándolo en un "vicio popular". En 1950, el médico de la Universidad de Oxford, R. Doll, descubrió la **relación cáncer al pulmón-fumador**. Ya en 1964 se publicaban miles de trabajos relacionando este hábito con el cáncer de pulmón.

Debido al aumento del número de personas fumadoras durante la primera mitad del siglo XX, la mortalidad se incrementó; en 1955 murieron 500,000 por causa del cigarrillo y en 1995 el número fue de 2,100,000.

Fumar cigarrillos causa el **90%** de las muertes relacionadas con **bronquitis, enfisema pulmonar y asma**; también causa el **30%** de las muertes por **infarto del miocardio**.

- **Discute** con tu grupo: ¿porqué fuman las personas?



### ¿QUÉ SABES?

#### 1. Contesta.

- ¿Podríamos decir que la respiración es una combustión? ¿Por qué?
- ¿Por qué han aumentado las enfermedades del sistema respiratorio?

#### 2. Marca los órganos que forman parte del sistema respiratorio.

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Riñones.  | <input type="checkbox"/> Faringe. |
| <input type="checkbox"/> Pulmones. | <input type="checkbox"/> Esófago. |

### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

#### 3. Marca con **C** los temas que conoces y eres capaz de explicar a un compañero o una compañera y con **NC** aquellos que necesites repasar.

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> Dónde y cómo ocurre el intercambio de gases entre el medio exterior y nuestro cuerpo. |
| <input type="checkbox"/> Qué enfermedades afectan nuestro sistema respiratorio y cómo pueden prevenirse.       |
| <input type="checkbox"/> Qué órganos se encargan del proceso de respiración.                                   |

### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

#### 4. Marca **✓** las acciones que te ayudarán más en el estudio de esta unidad.

- |   |
|---|
| <input type="checkbox"/> Subrayar los términos nuevos.              |
| <input type="checkbox"/> Hacer resúmenes de los temas.              |
| <input type="checkbox"/> Interpretar todos los esquemas anatómicos. |

### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

#### 5. Reflexiona y responde.

- ¿Para qué piensas que te servirá en tu vida el conocer sobre el proceso de respiración?

#### 6. Escribe tus metas en el cuaderno.

# 1. El sistema respiratorio

Explora: ¿Qué función desempeña el sistema respiratorio? ¿Qué órganos forman parte del sistema respiratorio? ¿Dónde se encuentran los alvéolos pulmonares?

El sistema respiratorio nos permite tomar **oxígeno** del aire y expulsar otro gas: el **dioxido de carbono**, que es una sustancia de desecho. El sistema respiratorio humano está formado por las **vías respiratorias** y por los **pulmones**.

Aprende

## 1.1 Vías respiratorias

Las **vías respiratorias** son los conductos por donde el aire entra y sale del cuerpo. Comprenden los siguientes órganos: las fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los bronquiolos.

- Las **fosas nasales**. Son dos cavidades situadas dentro de la nariz. Están revestidas por una membrana mucosa llamada pituitaria.

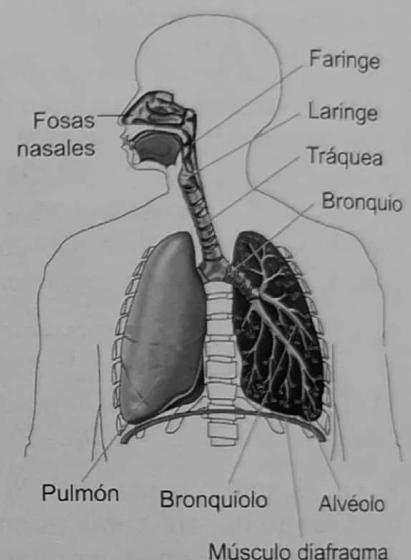
Podemos considerar dos zonas en la pituitaria: una zona inferior, rica en vasos sanguíneos, que humedece y calienta el aire, y otra zona superior, que es el sentido del olfato. En esta última hay muchas terminaciones nerviosas que nos permiten captar los olores de las sustancias que se encuentran en el aire.

En las fosas nasales y, en general, en todas las vías respiratorias hay glándulas que secretan moco y células que tienen pequeñas pestañas o cilios. El moco atrapa el polvo y los microbios. El movimiento de los cilios empuja el moco y las partículas atrapadas hacia la garganta, donde son tragados o eliminados al exterior cuando se estornuda o se escupe.

- La **faringe**. Es un conducto común para los sistemas respiratorio y digestivo. Así, el alimento que viene de la boca y el aire que viene de la nariz pasan por la faringe.
- La **laringe**. Es un órgano cartilaginoso de unos 4 cm de largo, donde se encuentran las cuerdas vocales. En los hombres, la laringe es más grande; resalta hacia el exterior del cuello y se conoce como "manzana de Adán".

Justo encima de la laringe hay un órgano en forma de lengüeta llamado epiglotis. La epiglotis cubre la laringe en el momento de la deglución, evitando el ingreso de agua o de alimento a las vías respiratorias.

- La **tráquea**. Es un tubo de 12 cm de largo y 2 cm de diámetro, situado delante del esófago. La tráquea está formada por unos veinte anillos cartilaginosos incompletos en forma de C, que la mantienen siempre abierta e impiden que el conducto se cierre o doble. Esto último tendría consecuencias fatales, pues el aire no podría pasar a través de ella.
- Los **bronquios**. Son dos conductos que parten de la tráquea. Son más delgados que ella, y cada uno penetra a un pulmón. Miden aproximadamente 3 cm de largo y, al igual que la tráquea, están provistos de anillos cartilaginosos, aunque en este caso son completos. Los bronquios se ramifican en el interior de los pulmones como las ramas de un árbol. A medida que se ramifican, van haciéndose más delgados y se convierten en bronquiolos. Los bronquiolos terminan en bolsitas llamadas alvéolos pulmonares.



Sistema respiratorio.



## 1.2 Los pulmones

La práctica de cualquier deporte implica el aumento del consumo de O<sub>2</sub>, imprescindible para la producción del trabajo muscular. El consumo de O<sub>2</sub> en un deportista alcanza a unos 5 litros por minuto. En cambio, en una persona normal, ingresa un máximo de 2,5 litros por minuto.

Durante una competencia deportiva (o en cualquier esfuerzo físico), el sistema respiratorio puede alcanzar una frecuencia muy elevada, superior a la máxima necesaria para el trabajo muscular. Esto se debe a la capacidad que tienen los pulmones de poner en funcionamiento una cantidad cada vez mayor de alvéolos y capilares pulmonares que, en condiciones normales, no funcionarían. De este modo, se dispone de una mayor cantidad de oxígeno para el metabolismo celular.

¿Cómo logra el aire entrar y salir de los pulmones? ¿Qué características tienen para permitir este funcionamiento de los alvéolos y de los capilares asociados?

Los **pulmones** son dos grandes órganos de color rosado y de apariencia parecida a un pastel esponjoso. De los dos pulmones, el izquierdo es el más pequeño, ya que le debe dejar sitio al corazón.

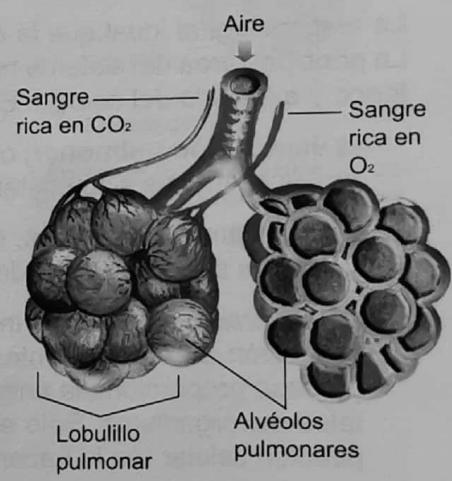
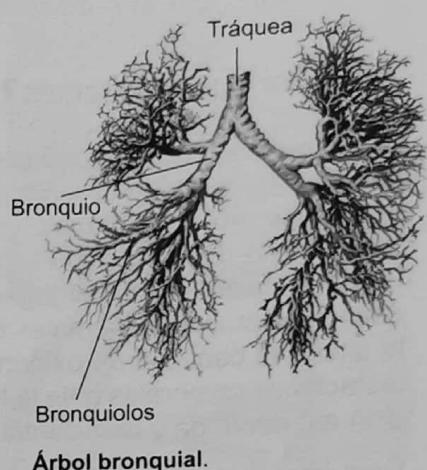
Los pulmones están formados por el conjunto de **bronquiolos, alvéolos y capilares sanguíneos**.

Los alvéolos se unen al final de cada bronquiolito, formando racimos llamados **lobulillos pulmonares**. Éstos están rodeados por una red de capilares sanguíneos. A través de las delgadas paredes de unos y otros, se produce el intercambio de gases entre el aire atmosférico y la sangre.

Cada pulmón contiene cerca de 300 millones de alvéolos que proporcionan una enorme superficie para el intercambio de gases. Si tuviésemos la posibilidad de desplegarlos, se calcula que ocuparían hasta 80 m<sup>2</sup>.

Los pulmones están protegidos por una membrana doble llamada **pleura**. Entre las dos hojas de esta membrana hay un líquido que facilita la expansión de los pulmones.

Si a causa de un accidente o una enfermedad respiratoria la pleura se rompe, los pulmones dejarían de funcionar. La rotura de la pleura es, pues, un accidente grave que puede ocasionar la muerte.



### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Escribe el nombre correspondiente.

- Músculo que separa la cavidad torácica de la abdominal.
- Órganos donde se encuentran los alvéolos.
- Allí se encuentran las cuerdas vocales.
- Tubo formado por anillos cartilaginosos incompletos.
- Membrana que envuelve a los pulmones.
- Bolsitas microscópicas en el interior de los pulmones.



#### APRENDER A APRENDER

- **Copia** en tu cuaderno los esquemas anatómicos que aparecen en estas páginas y **nómbralos**.

## 2. Los movimientos respiratorios

Explora: ¿Cuáles son los movimientos respiratorios? ¿Qué es la capacidad pulmonar? ¿Qué es el diafragma?

### 2.1 ¿Por qué respiramos?

Aprende

Los primeros seres humanos que ascendieron a las cumbres de las montañas sintieron los efectos del llamado mal de las alturas. A unos 3,000 m, y a veces más, se producen los primeros síntomas de este mal, que no se debe a la disminución de la presión atmosférica sino a la falta de oxígeno (hipoxia). La hipoxia afecta, en primer lugar, a la corteza cerebral, en la que se desencadenan los procesos mentales de mayor complejidad. A medida que aumenta la altura, la cantidad de oxígeno en la sangre disminuye. Las primeras manifestaciones corporales ante la hipoxia son: debilidad general, mareos, respiración entrecortada y taquicardia.

Para contrarrestar la falta de oxígeno, el organismo pone en marcha una serie de mecanismos fisiológicos, como por ejemplo el aumento de la frecuencia respiratoria (para expulsar el dióxido de carbono acumulado en los pulmones). ¿Qué características tiene, entonces, el proceso respiratorio? ¿Cómo se aprovechan los gases de la atmósfera? ¿Qué función cumplen el oxígeno y el dióxido de carbono en la respiración? ¿Por qué es tan necesario el oxígeno?

La respiración, al igual que la digestión, es un proceso de "entrada y salida". La principal tarea del sistema respiratorio es permitir el ingreso del aire atmosférico y expelerlo del cuerpo. El proceso respiratorio comprende tres etapas:

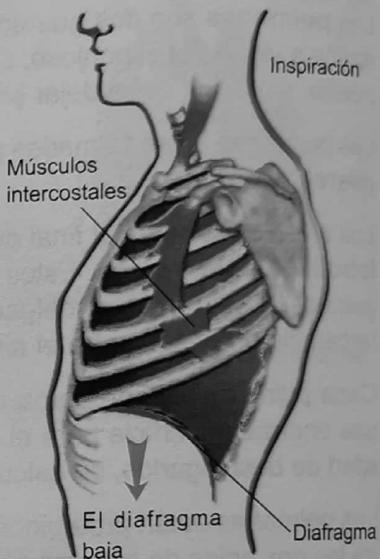
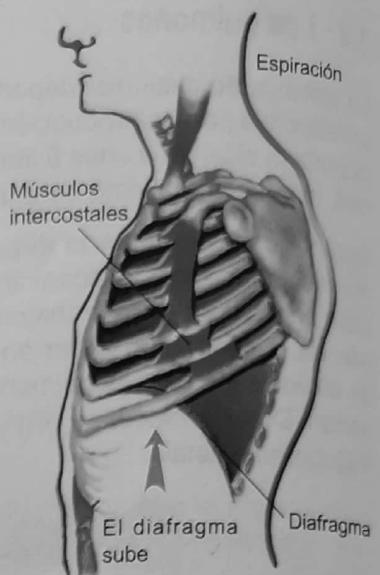
- la **ventilación pulmonar**, o respiración externa, que es la entrada del aire en los pulmones y su posterior salida;
- el **intercambio de gases**, que se realiza entre los pulmones y la sangre, y entre la sangre y los tejidos;
- la **respiración celular o interna**, proceso en el que el O<sub>2</sub> permite la degradación de los nutrientes y, en consecuencia, se produce CO<sub>2</sub>. Este proceso proporciona la energía necesaria para mantener las funciones vitales del organismo. Sólo el O<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub> intervienen, entonces, en la respiración celular (no lo hacen el N<sub>2</sub>, el Ar y los otros gases).

### 2.2 Cómo entra y sale el aire al cuerpo

Cada vez que respiramos, ocurren dos movimientos: la **inspiración** y la **espiración**. Éstos se suceden alternadamente unas dieciséis veces por minuto, dependiendo de la actividad que realicemos. En estos movimientos, la caja torácica aumenta o disminuye su volumen debido a la acción de los **músculos intercostales** y al **diafragma**.

Durante la inspiración o inhalación, los músculos intercostales elevan las costillas y el diafragma desciende, con lo que el tórax aumenta de volumen. Cuando esto ocurre, la presión del aire dentro de los pulmones es menor que la presión atmosférica. Entonces, el aire externo se mueve rápidamente hacia dentro.

Durante la espiración o exhalación, los músculos intercostales se relajan, mientras que el diafragma sube. En consecuencia, el volumen de la caja torácica disminuye. Cuando el tórax se achica, la presión del aire dentro de los pulmones aumenta, empujando el aire hacia fuera.



#### Composición del aire

Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	78,00
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,95
Dióxido de carbono	0,03
Argón (AR)	0,93
Neón (Ne)	0,018
Otros gases	0,072

La composición de los gases del aire se mantiene aproximadamente constante: hay equilibrio entre el uso del O<sub>2</sub> en los procesos de oxidación (en primer lugar, la oxidación de los compuestos orgánicos), que liberan CO<sub>2</sub>, y la asimilación del CO<sub>2</sub> por las plantas (en la fotosíntesis), que libera O<sub>2</sub>. Nota: El contenido de vapor de agua es variable en la atmósfera.

## 2.3 La capacidad pulmonar

La **capacidad pulmonar** es el volumen máximo de aire que pueden contener los pulmones. Esta cantidad es de 6 litros aproximadamente.

Una respiración normal introduce sólo 0,5 litros de aire al sistema respiratorio, y exhala la misma cantidad de aire.

En una inspiración forzada se introduce a los pulmones aproximadamente 1,5 litros de aire, y en la espiración forzada se elimina igual cantidad.

Los pulmones nunca quedan vacíos de aire, ni siquiera en una espiración forzada. Siempre permanece cierto volumen de aire de reserva de aproximadamente 1,2 litros. Más aún, todavía queda en el interior de los alvéolos alrededor de 1,2 litros de aire que no se puede expulsar. Este aire se llama aire residual.



## 2.4 Regulación de la respiración

La respiración se lleva a cabo de manera **inconsciente**. Pero, a diferencia del corazón, los músculos que intervienen en la respiración no se activan por sí mismos sino que son estimulados por el sistema nervioso.

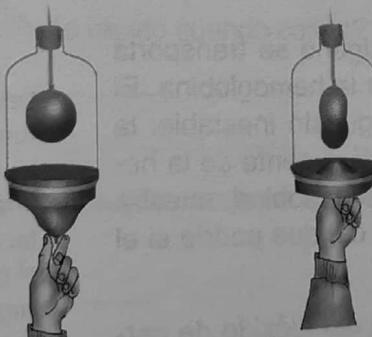
El centro de la respiración se localiza en el bulbo raquídeo, justo arriba de la médula espinal. Las neuronas de este centro respiratorio envían órdenes que producen la contracción y la relajación de los músculos que intervienen en la respiración.



### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Confecciona** un modelo de sistema respiratorio y **simula** sus movimientos como indica el gráfico. Luego, **explica** el comportamiento del pulmón, del diafragma y de la caja torácica.



2. **Completa** el cuadro.

Volumen del aire	
Capacidad pulmonar total	
Inspiración normal	
Inspiración forzada	
Aire residual	
Aire de reserva	

El **diafragma** es un músculo circular que en los mamíferos separa el tórax del abdomen.

### 3. Intercambio y utilización de los gases de la respiración

Explora ¿Qué gases se intercambian durante la respiración? ¿Qué gas se expulsa y cuál se inhala? ¿Qué es el monóxido de carbono?

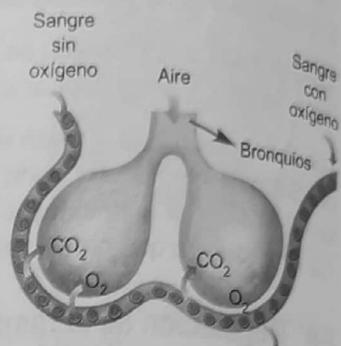
#### 3.1 El intercambio de gases

Aprende

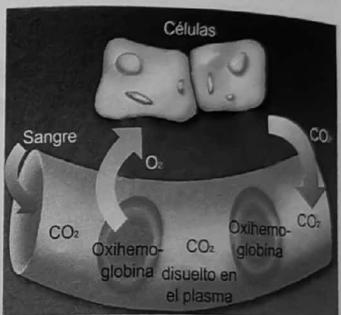
Todas las células de nuestro cuerpo requieren de oxígeno y, al mismo tiempo, producen constantemente dióxido de carbono que debe ser eliminado.

El **intercambio de estos gases** ocurre por un fenómeno llamado **difusión**. Recuerda que este proceso consiste en el movimiento de las partículas de una región donde están más concentradas a otra en la que su concentración es menor. La difusión se realiza en dos etapas: una en los pulmones y otra en las células.

- **Intercambio de gases en los pulmones.** El aire que llega a los alvéolos tiene una concentración de O<sub>2</sub> mayor que la que hay en la sangre de los capilares. Por ello, el oxígeno se difunde desde el alvéolo hasta la sangre. De manera inversa, el CO<sub>2</sub> tiene una concentración mayor en la sangre, por lo que este gas pasa a los alvéolos. La difusión es posible debido al pequeño grosor de la pared del alvéolo y de la pared del capilar. Una vez realizado el intercambio gaseoso, la sangre circula por todo el cuerpo hasta llegar a los tejidos.
- **Intercambio de gases en las células.** Las células utilizan continuamente oxígeno y producen dióxido de carbono. Esto origina una diferencia de concentración entre el interior de las células y la sangre que las irriga. El O<sub>2</sub>, que está más concentrado dentro del capilar sanguíneo, se difunde hacia las células. En cambio el CO<sub>2</sub>, que está más concentrado en las células, se difunde a la sangre.



Intercambio de gases en los alvéolos.



Transporte de oxígeno y CO<sub>2</sub>.

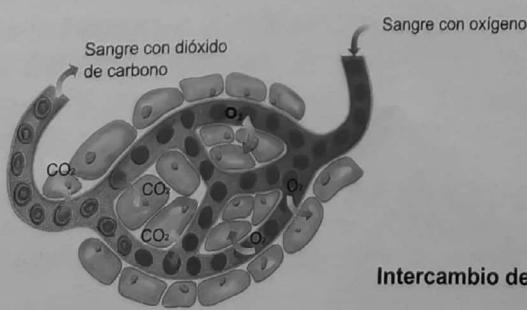
#### 3.2 Transporte de los gases en la sangre

La sangre contiene los elementos necesarios para transportar de manera eficiente el oxígeno y el dióxido de carbono.



#### SALUD

Debemos evitar usar ropa o cinturones ceñidos al cuerpo que impidan la expansión de la caja torácica. Además, debemos estar en contacto con la naturaleza el mayor tiempo posible y evitar largos períodos en lugares cerrados. Debemos ejercitarnos realizando frecuentemente ejercicios con inspiraciones y espiraciones profundas; para aumentar la capacidad vital de los pulmones **mantén** tu habitación ventilada, para que entre aire fresco y permitas la entrada del sol y purifique el aire. Recuerda la máxima que reza: "Donde no entra el sol, entra el médico".



Intercambio de gases en las células.

Competencia: Explica cómo ocurre el intercambio gaseoso en nuestros pulmones. Narra las etapas de dicho proceso

### 3.3 ¿Qué ocurre cuando respiramos monóxido de carbono?

A veces escuchamos por los noticieros que personas que se encontraban dentro de un automóvil aparecen muertas por haber respirado monóxido de carbono.

El monóxido de carbono (CO) es un gas que no tiene olor y es incoloro. Se produce durante las combustiones incompletas, como las que ocurren en el motor de un automóvil o cuando se quema carbón en una chimenea. Respirar aire con CO durante un tiempo y en un ambiente cerrado puede ocasionar asfixia por lo siguiente: el CO se combina con la hemoglobina, pero lo hace durante mayor tiempo. Así, las moléculas de hemoglobina están ocupadas con monóxido de carbono, lo que les impide cumplir su misión de transportar oxígeno.

### 3.4 La respiración celular

Dentro de las células la respiración continúa, como pudiste estudiar en la unidad 1 de este libro. Con ayuda del oxígeno, las células **oxidan** o "queman" los nutrientes para extraer la energía que éstos contienen. Este proceso se realiza en las **mitocondrias**. El principal nutriente que utilizan las células para obtener energía es la **glucosa**. Al oxidarse, este azúcar se descompone en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , según la siguiente reacción:



#### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Piensa y responde.

- ¿Qué fenómeno es el responsable del intercambio de gases que ocurre durante la respiración? ¿En qué consiste?

\_\_\_\_\_

- ¿Por qué respiras más rápido cuando corres?

\_\_\_\_\_

- ¿Qué ocurre cuando una persona tiene deficiencia de hemoglobina en su sangre?

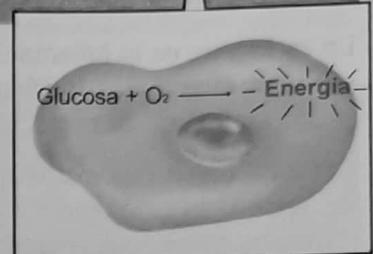
\_\_\_\_\_

##### 2. En un periódico local apareció la siguiente noticia: *Una joven madre y su hijo fallecieron por dejar prendida una estufa de carbón mientras dormían. Analiza y responde.*

- ¿Qué causó la muerte de estas dos personas?

\_\_\_\_\_

- ¿Por qué causa asfixia respirar monóxido de carbono en ambientes cerrados?



**Respiración celular.** La respiración no solo ocurre en los pulmones sino que continúa en las células.



#### MEDIO AMBIENTE

Es importante reconocer que las plantas tienen un valor extraordinario para la purificación del aire que respiramos, reduciendo, en gran medida, la contaminación ambiental. La preservación de las **áreas verdes** es, por lo tanto, crucial para estos fines, ya que éstas representan un pulmón para las ciudades. Gracias a la fotosíntesis las plantas absorben el  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) y liberan  $\text{O}_2$  (oxígeno) necesario para llevar a cabo la respiración. Al proteger las áreas verdes estamos, al mismo tiempo, protegiendo la vida de todos los ecosistemas.



#### APLICACIÓN

- ¿Cómo se ven afectados la respiración y el transporte de gases con la altura? ¿Por qué?

## 4. Enfermedades del sistema respiratorio

Explora: ¿Qué enfermedades que afecten el sistema respiratorio conoces? ¿Qué órganos afectan?

La **salud respiratoria** es un tema muy actual. Vivimos en ciudades cada vez más **contaminadas**, el aire puro es cada vez más escaso y a esto se suma el hábito de fumar. En estas páginas revisaremos algunas **enfermedades** relacionadas con el sistema respiratorio.

Aprende



**Beber líquidos.** Es necesario beber líquidos en abundancia durante el padecimiento de las enfermedades de las vías respiratorias.

### 4.1 Faringitis

La **faringitis** es la inflamación de la faringe. Se reconoce por un dolor de garganta característico y dificultad para pasar los alimentos. Es causada por la bacteria del tipo estreptococo o por un virus.

El reposo y los medicamentos recetados por el médico alivian estos síntomas. Conviene también ingerir mucho líquido. El agua "barre" con los microbios, llevándolos al estómago, donde son destruidos por el ácido clorhídrico que éste contiene. La faringitis, bien tratada, no dura más de cuatro días.

### 4.2 Bronquitis

La **bronquitis** es la inflamación de los bronquios. Las partículas de polvo, las bacterias y los virus, o gases como los óxidos de azufre, irritan las células que tapizan los bronquios. Si a esta irritación se suma la disminución de las defensas provocada por un brusco cambio de temperatura, se empeora el cuadro y se inicia la típica ronquera y la expectoración que dificulta la respiración.

La bronquitis dura entre cuatro y diez días; sin embargo, si no se trata con antibióticos puede persistir por casi un año. Las personas más expuestas a esta enfermedad son aquellas que están en contacto con aire contaminado o que fuman.

### 4.3 Resfriado o catarro

El **resfriado o catarro** es una enfermedad producida por un virus. Los síntomas son congestión nasal, secreción de moco y estornudos. No existe ningún tratamiento curativo. Se combate con sustancias descongestionantes, reposo, ingestión de líquidos, analgésicos y vitamina C.

Cuando se convierte en gripe, se presentan dolores musculares, dolor en las articulaciones y fiebre.

### 4.4 Neumonía

Con la palabra **neumonía** se designa un conjunto de infecciones que inflaman el tejido del pulmón. Esta infección es causada por los virus o las bacterias. En los pulmones inflamados se acumulan líquidos, lo que dificulta la respiración.

Los síntomas más comunes de la neumonía son fiebre alta y dolor torácico. El tratamiento consiste en ingestión de antibióticos, ejercicios para eliminar fluidos desde los pulmones, mucho reposo y beber abundante líquido.

### CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Las pruebas de la función pulmonar son una amplia gama de exámenes que por lo general se realizan en el consultorio médico o en instalaciones especializadas. Estas pruebas miden qué tan bien inhalan aire los pulmones y con qué eficiencia transfieren oxígeno hacia la sangre.

La **espirometría** mide qué tan bien exhalan los pulmones. La información obtenida durante este examen es útil para diagnosticar algunos tipos de trastornos pulmonares, pero es de mayor utilidad cuando se evalúan las enfermedades pulmonares obstructivas (especialmente asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, EPOC).

La medición del volumen pulmonar detecta enfermedades pulmonares restrictivas, en las cuales la persona no puede inhalar un volumen normal de aire. Las enfermedades pulmonares restrictivas pueden ser ocasionadas por inflación o cicatrización del tejido pulmonar (enfermedad pulmonar intersticial) o por anomalías de los músculos o el esqueleto de la pared torácica.

La evaluación de la capacidad de difusión (llamada también DLCO) permite estimar la eficiencia con la que los pulmones son capaces de transferir el oxígeno del aire hacia el torrente sanguíneo.

## 4.5 Enfisema pulmonar

El **enfisema pulmonar** es una enfermedad que se caracteriza por minúsculas lesiones de los sacos alveolares. Como consecuencia, el intercambio gaseoso pulmonar disminuye gravemente y hay un jadeo que dificulta la respiración, ya que el tejido pulmonar pierde su elasticidad. Esta enfermedad se asocia directamente al consumo de cigarrillos. Su tratamiento es casi inútil, ya que el daño afecta la estructura del pulmón.

## 4.6 Asma

El **asma** se caracteriza por una respiración corta, dificultosa y con tos, debido al estrechamiento de los bronquios y al aumento de secreciones en los conductos. El asma es una enfermedad alérgica provocada por alguna sustancia presente en el aire o en los alimentos. Los ataques de asma se contrarrestan con medicamentos que dilatan los conductos respiratorios.

## 4.7 Cáncer de pulmón

El **cáncer de pulmón** consiste en la proliferación de células malignas que invaden el pulmón e interfieren con sus funciones. El cáncer de pulmón es más frecuente entre los fumadores y en los mineros. Cuando se detecta en una fase inicial, se puede tratar con quimioterapia o radioterapia. La mejor arma para prevenir este tipo de cáncer es no fumar.

## 4.8 Tuberculosis

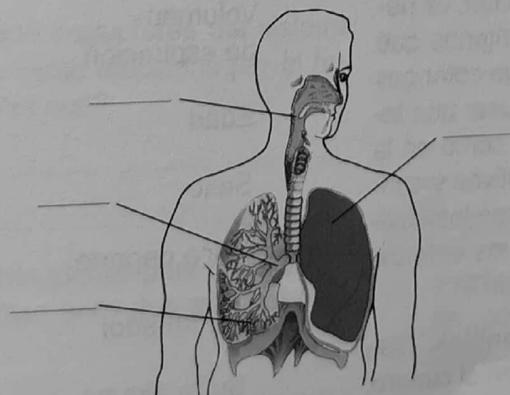
La **tuberculosis** es una enfermedad muy contagiosa, causada por una bacteria conocida como bacilo de Koch. Este microorganismo puede atacar todos los tejidos del cuerpo humano o de los animales, pero a menudo se localiza en los pulmones. Cuando esto sucede, se destruye el tejido pulmonar, y es reemplazado por uno más grueso y fibroso, que da al pulmón un aspecto cavernoso y que no permite el intercambio de gases.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Ubica en el esquema el órgano afectado. Escribe la letra que corresponda en cada caso.

- A. faringitis
- D. enfisema
- B. neumonía
- F. tuberculosis
- C. bronquitis
- G. asma



2. Explica.

- ¿Por qué se recomienda beber abundante líquido durante las infecciones respiratorias?



Radiografía de pulmón. La radiografía de pulmón permite diagnosticar enfermedades del sistema respiratorio.



Inhaladores. Los inhaladores de aerosol controlan el asma liberando un fino vapor que dilata las vías respiratorias.



Pulmón canceroso.



### APLICACIÓN

- ¿Cuál es la acción de los inhaladores en el tratamiento del asma?

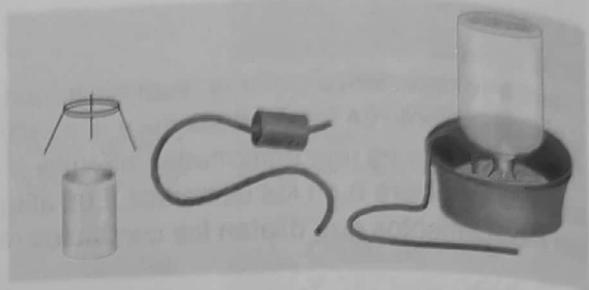
## La capacidad pulmonar

### ■ Prepárate

El intercambio de gases en los pulmones comprende dos movimientos: la inspiración o entrada de aire a los pulmones, y la espiración o salida de aire. La cantidad de aire que pueden contener los pulmones, después de una inspiración forzada, se denomina **capacidad pulmonar**. Calcula la capacidad pulmonar que poseen algunas personas, midiendo sus volúmenes de espiración por medio del siguiente experimento.

### Materiales

- 1 frasco de vidrio con cinco litros de capacidad.
- 1 probeta de 100 mililitros.
- 1 marcador para vidrio.
- 1 manguera de plástico.
- 1 tapón horadado.
- 1 platón.
- 1 trípode.
- Agua.



### Procedimiento:

1. Llena la probeta con agua hasta un volumen de 100 mililitros. Agrega este volumen de agua en el frasco de vidrio, observa hasta dónde llega el nivel del agua y marca el nivel con una raya. Repite este paso hasta graduar el frasco en su totalidad.
2. Realiza el montaje que aparece en la figura.
3. Pide a cada una de las personas sometidas a la prueba que llene completamente de aire sus pulmones y sopla por la manguera hasta vaciarlos por completo. Anota el volumen de agua desplazado en cada caso.

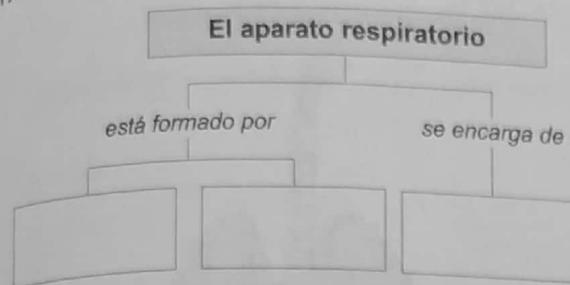
### ■ Compara

1. **Elegir los sujetos.** En este taller compararemos una característica común a todas las personas, pero que varía considerablemente de persona a persona. Para que nuestros resultados sean representativos de esta diversidad, debemos elegir la mayor variedad de personas, es decir de distintas edades, ocupaciones, sexo, etc.
2. **Establecer criterios de comparación.** Para comparar los volúmenes de espiración, es necesario que establezcas ciertos criterios que te ayuden a consignar los datos que obtengas de tu medición. Para ello puedes usar una tabla como la de la derecha. Fíjate cómo en la tabla figuran dos criterios cuantitativos y cuatro criterios cualitativos. ¿Cuáles son los criterios cuantitativos? ¿Cuáles son los criterios cualitativos? ¿En qué se diferencian?
3. **Establecer similitudes y diferencias.** Con ayuda de los datos consignados en el cuadro, ¿en qué se parecen y en qué se diferencian los volúmenes de inspiración de cada sujeto?
4. **Dar explicaciones.** Finalmente, ¿qué razones justifican las diferencias o similitudes encontradas entre los distintos volúmenes? ¿De qué manera se relacionan estas diferencias y estas similitudes con la información adicional que aparece en la tabla?

	Persona 1	Persona 2
Volumen de espiración		
Edad		
Sexo		
Hace deporte		
Es fumador		
Sufre alguna enfermedad respiratoria		

## APLICA

1. Completa el esquema.



2. Completa el cuadro indicando la función y la localización de cada órgano.

Órgano	Función	Localización
Tráquea		
Bronquios		
Pulmones		
Bronquiolos		

### 3. Analiza y responde.

- ¿Por qué la respiración es más agitada, es decir, con una frecuencia mayor durante y después de hacer algún ejercicio físico?
- 
- 

- En un fumador, ¿qué estructuras del sistema respiratorio pueden verse afectadas por el humo del cigarrillo? ¿Por qué?
- 
- 

- ¿Qué medidas recomendarías para disminuir el consumo de cigarrillos entre tus conocidos y familiares?
- 
- 

## EXPERIMENTA

4. Consigue los siguientes materiales:

Agua de cal; un recipiente o un frasco grande; una pajiza o manguera de plástico (20 cm de largo); una etiqueta o cinta adhesiva; un cronómetro.

- Ahora, realiza los siguientes pasos:

- a. Preparen la siguiente tabla:

Inhalaciones/minuto	Tiempo
---------------------	--------

En reposo

En actividad

- b. Llenen el frasco con agua de cal hasta dos tercios de su capacidad.

- c. Marquen el nivel del agua con la etiqueta, o con cinta adhesiva.

- d. Cuenten el número de veces que inhalan en 15 segundos (multiplican por 4 y obtienen la frecuencia/minuto), y anoten el resultado en la tabla anterior.

- e. Coloquen la pajita o la manguera dentro del agua y soplen lentamente. Anoten cuánto tiempo transcurre antes de que el agua cambie de color.

- f. Vacíen el frasco, llénenlo con agua de cal limpia y vuelvan a llenarlo hasta la marca.

- g. Alguno de ustedes debe hacer gimnasia durante un minuto (pueden correr, saltar o realizar cualquier otra actividad)

- h. Repitan los pasos 4 y 5.

- Finalmente, analiza tus resultados y construye tu conclusión.

- ¿Qué cambios adviertes en la respiración luego del ejercicio? ¿Por qué?
- Si esta experiencia pudiese ser repetida cuando estamos durmiendo, ¿cómo variaría el factor tiempo con respecto al cambio observado en el frasco?

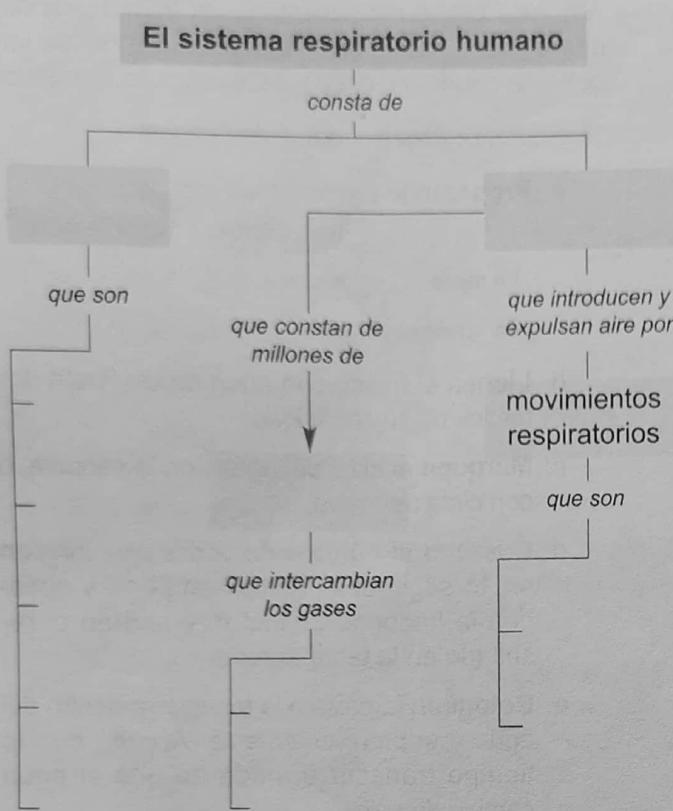
## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

1. Explica dónde y cómo se produce el intercambio de gases, o sea, el paso del oxígeno a la sangre y la salida del dióxido de carbono de la sangre.
2. Investiga qué tratamientos existen hoy en día para el cáncer de pulmón.

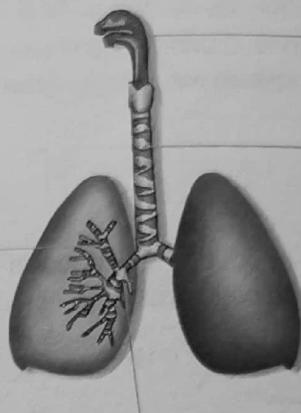
# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

1. Completa el siguiente mapa de conceptos.



4. Escribe los nombres de los órganos del sistema respiratorio.



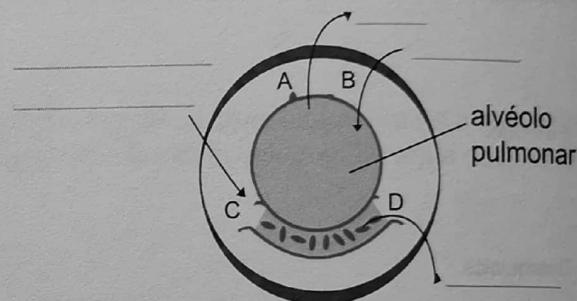
2. Escribe verdadero o falso donde corresponda.

- Durante la inspiración, el diafragma sube y el tórax se ensancha.
- El centro de la respiración se ubica en el bulbo raquídeo, y por eso la respiración es inconsciente.
- El intercambio gaseoso se lleva a cabo en los alvéolos pulmonares.
- La respiración celular se realiza en las células de los pulmones.

3. Explica.

- Enfisema es una enfermedad en la cual los alvéolos están dañados, ¿cómo afecta esto la capacidad de respiración?

5. Observa la figura y escribe las leyendas. Luego, responde las preguntas.



- ¿Cómo se denomina el proceso representado?
- ¿Cómo se explica el paso de los gases entre los alvéolos y los vasos sanguíneos?
- ¿De qué manera viajan por la sangre el oxígeno y el dióxido de carbono?

6. Explica lo que ocurre en cada etapa del proceso respiratorio.

- La ventilación pulmonar:

---

---

• El intercambio de gases:

---

---

## COMPETENCIAS ACTITUDINALES

7. Completa la tabla con los datos que se solicitan.

## Las enfermedades respiratorias

Enfermedades	Causas	Tratamientos
Faringitis		
Bronquitis		
Neumonía		
Asma		
Enfisema pulmonar		

## 8. Resuelve:

- ¿Por qué los músculos realizan menos trabajo durante la exhalación que en la inhalación?

- Si en un minuto hacemos dieciséis inspiraciones y en cada inspiración tomamos 0.5 litros de aire, ¿qué cantidad de aire circula por nuestros pulmones en una hora? ¿Y qué cantidad de inspiraciones realizamos en veinticuatro horas?

## 1. Reflexiona y responde.

- Algunas personas afirman que las estadísticas que señalan los efectos nocivos del consumo de cigarrillos son falsas. ¿Qué opinión tienes acerca de este comentario? ¿Te parece que estas estadísticas son exageradas y que pretenden impresionar? ¿Por qué razón habría que tener estas estadísticas en cuenta?

- A diario se ven y escuchan muchas campañas publicitarias que motivan a la gente para que fume cigarrillo, acompañadas de un pequeño aviso que dice: *fumar es perjudicial para la salud*. ¿Consideras que esto es suficiente para que los niños entre los 10 y los 12 años no se inicien en el hábito de fumar? ¿Crees que estos avisos son efectivos?

## 2. Reflexiona sobre las siguientes afirmaciones y discútelas con tus compañeros y tus compañeras:

- *Fumar es un asunto de decisión personal.*
- *Fumar es un problema que concierne a la salud pública.*

## COMPETENCIAS METACOGNITIVAS

1. Escribe las acciones que más te ayudaron a comprender los temas de esta unidad.
2. Escribe los elementos presentados en esta unidad que te sirvieron de mayor ayuda en la comprensión de los temas.

# 7 La excreción

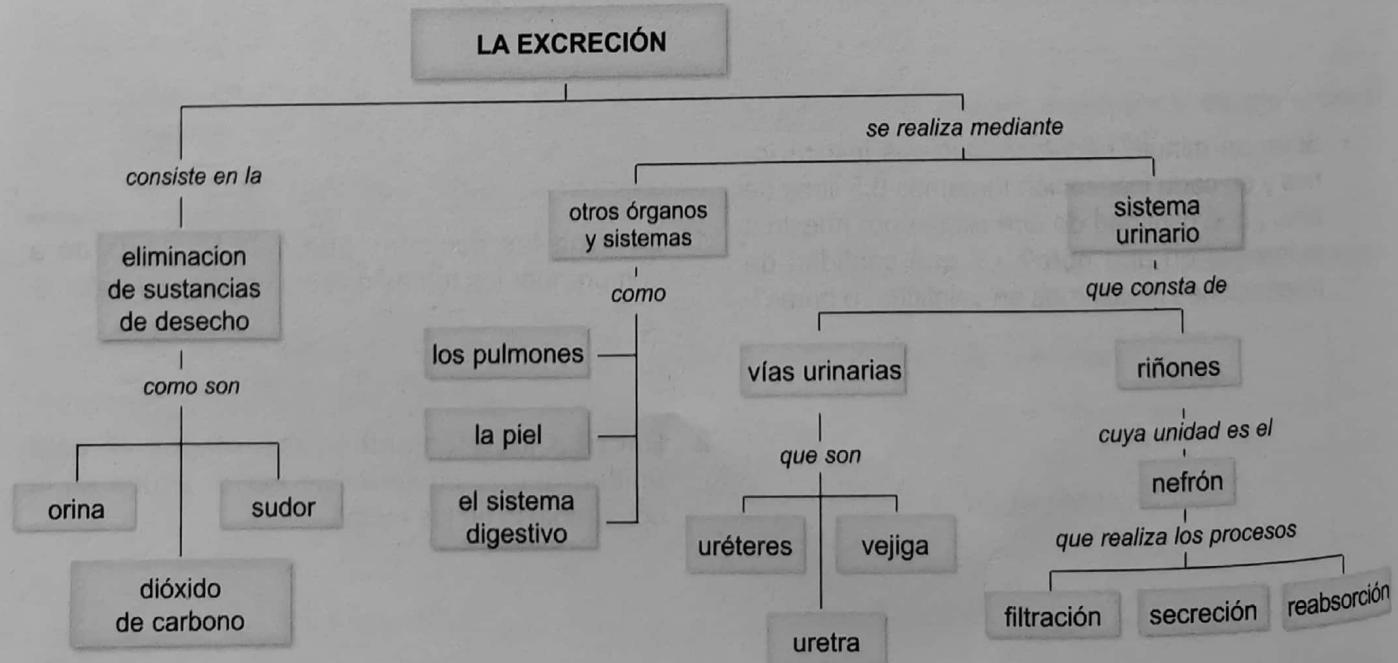
## COMPETENCIAS

- **Identifica** y **ubica** en el cuerpo humano el sistema excretor. **Nombra** y **localiza** sus partes.
- **Explica** el funcionamiento del sistema excretor humano.
- **Realiza** modelos que lo ayudan a explicar el funcionamiento de los órganos excretores.
- **Valora** la importancia de cambiar hábitos que dañan la salud de nuestro cuerpo.
- **Manifiesta** actitudes y opiniones responsables frente al uso de sustancias perjudiciales para su salud.
- **Reflexiona** sobre su propio aprendizaje.



Juego final del Centrobasket 2004 en Santo Domingo. Al sudar eliminamos sustancias de desecho de nuestro organismo.

## MAPA DEL TEMA



## Desechos generados por las personas: la basura

Las actividades que desarrollan los seres humanos producen diariamente toneladas de basura. El tratamiento de esos desechos provoca la contaminación del suelo, el agua, el aire, incluso, los alimentos. Todo esto repercute en la salud de las personas.

*¿De qué manera afecta la producción de basura al ambiente natural y social?*

La contaminación causada por la basura se debe a la presencia de sustancias y materiales que se arrojan en el suelo, el agua y el aire, lo cual genera cambios negativos en la calidad del ambiente y en los seres vivos. Si no se controlan estos cambios, pueden causar incomodidad, enfermedades, la muerte o incluso la extinción de una o varias especies.

En un sentido amplio, basura es todo desecho o residuo sólido o semisólido que se descarta por inservible en el desarrollo de las actividades domésticas, comerciales e industriales.

- ¿Qué medidas consideras que deben adoptarse en nuestro país o en tu localidad para resolver el problema de la basura?



### PARA SABER MÁS

#### Enlaces:

- [http://icarito.tercera.cl/icarito/200\\_1/808/](http://icarito.tercera.cl/icarito/200_1/808/)
- <http://www.santillana.es/contigo.htm>
- <http://www.profesorenlinea.cl/ciencias/sistemaexcretor.htm>
- <http://ciencias.UCV.cl/micro/excret/indexex.htm>

### ¿QUÉ SABES?

#### 1. Contesta.

- ¿Qué son sustancias de desecho?
- ¿Qué sistema de nuestro cuerpo se encarga de eliminar las sustancias de desecho?
- ¿Por qué nuestro organismo necesita deshacerse de las sustancias de desecho?

### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

#### 2. Marca con C los temas que conoces y eres capaz de explicar a un compañero y con NC aquellos que necesites repasar.

- ¿Dónde y cómo ocurre la filtración de la sangre?
- ¿Qué enfermedades afectan nuestro sistema excretor y cómo pueden prevenirse?
- ¿Qué órganos se encargan del proceso de excreción de sustancias de desecho?
- ¿Qué es la diálisis?

### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

#### 3. Escribe las tres principales acciones que realizarás para hacer eficiente tu estudio de esta unidad.

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

#### 4. Analiza y responde.

- ¿Por qué crees que es importante conocer el funcionamiento de nuestro sistema excretor?
- ¿Te ayudaría este conocimiento a cuidar tu salud? ¿Por qué?

#### 5. Escribe tus metas en el cuaderno.

# 1. El sistema excretor

Explora. ¿Qué órganos realizan la función de excreción en nuestro cuerpo? ¿Qué órganos forman el sistema renal o urinario? ¿Qué función realiza este sistema? ¿En qué parte del cuerpo se encuentran localizados los riñones?

## 1.1 ¿Qué es la excreción?

Aprende

La **excreción** es el proceso mediante el cual se eliminan las sustancias de desecho que resultan de las actividades realizadas en el interior de las células. Los productos de desecho más abundantes son el dióxido de carbono, el agua y ciertas sustancias nitrogenadas, como la urea y el ácido úrico. La acumulación de estas sustancias puede ser tóxica; por lo tanto deben ser eliminadas constantemente.

Los órganos que cumplen las funciones de excreción son los siguientes:

- **Los riñones.** Son los órganos excretores más importantes. Se encargan de eliminar el exceso de agua, la urea y el ácido úrico.
- **Los pulmones.** Expulsan el dióxido de carbono.
- **Las glándulas sudoríparas.** Aunque su función principal no es la excreción, excretan cerca de 10% de todos los desechos del organismo.
- **El hígado.** Recoge residuos y sustancias tóxicas que convierte en sustancias menos tóxicas. Finalmente, las sustancias que excreta el hígado se eliminan con las heces o con la orina.

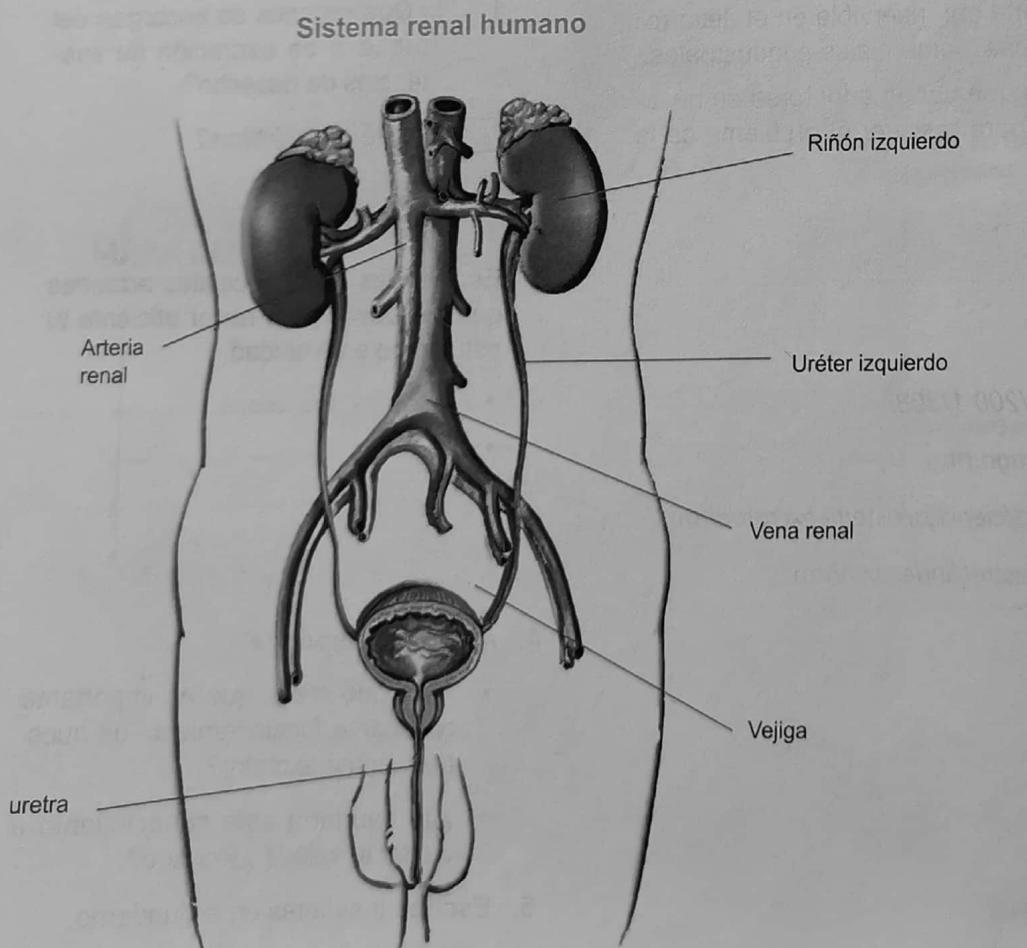
## CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Cuando uno o ambos riñones están seriamente afectados, la persona requiere de un tratamiento de diálisis que filtre la sangre, y esto casi siempre constituye una etapa previa al trasplante renal.

La **diálisis** renal, conocida también como hemodiálisis, representa el primer intento que ha logrado sustituir las funciones de un órgano vital. Es un tratamiento médico que consiste en eliminar los materiales de desecho de los líquidos corporales, a través de una membrana semipermeable, en pacientes que no presentan una función renal eficaz.

La sangre es bombeada desde una arteria hacia el aparato dializador, el riñón artificial, donde atraviesa la membrana, constituida por un derivado del celofán e impregnada de una solución salina de particular composición. La diferente concentración (en la sangre y en el líquido dializante) de sustancias de bajo peso molecular provoca el pasaje de estas sustancias a través de la membrana. Como el líquido dializante tiene una concentración de electrolitos óptima, las sustancias tóxicas como urea, creatinina, potasio, etc., pasarán de la sangre a la solución dializante.

- **Compara** en qué se parece una máquina de diálisis al funcionamiento renal.



Competencia: Identifica los órganos que realizan funciones excretoras en nuestro organismo.  
Nombra y describe los órganos del sistema urinario

## 1.2 El sistema renal humano

En los seres humanos, el sistema renal está formado por los **riñones** y por las **vías urinarias**.

- Los **riñones**. Son dos órganos en forma de frijol, ubicados ligeramente arriba de la cintura. Miden aproximadamente unos 12 cm.

Los riñones filtran la sangre, extrayendo de ella los productos de desecho. La sangre que debe ser purificada ingresa al riñón a través de la arteria renal. Una vez extraídas las sustancias de desecho, la sangre limpia sale por la vena renal.

A pesar de su pequeño tamaño, los riñones filtran toda la sangre en tan sólo cuatro minutos.

El riñón también elimina las sustancias que están en exceso. Por ejemplo, si tomamos mucha agua durante el día, el exceso se elimina a través de la orina.

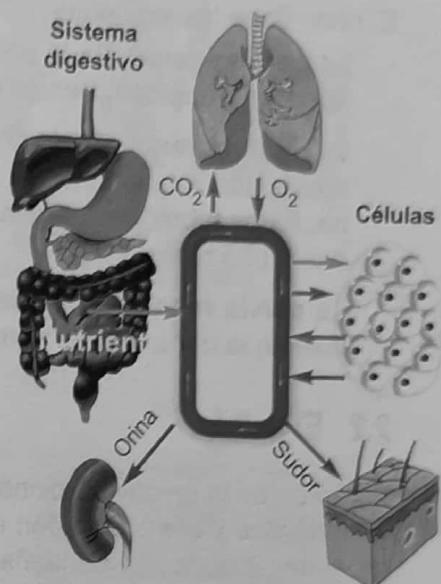
- Las **vías urinarias**. Son los uréteres, la vejiga y la uretra.

— Los **uréteres** son dos tubos que miden aproximadamente 28 cm de largo. Llevan la orina desde el interior del riñón hasta la vejiga.

— La **vejiga** urinaria es una bolsa muscular en la que se acumula la orina antes de ser expulsada al exterior y que aumenta de tamaño según va acumulando orina. La vejiga de un adulto puede contener hasta medio litro de orina. En el extremo inferior hay un músculo circular llamado esfínter. Este músculo cierra la uretra, lo que permite controlar la micción.

— La **uretra** es un conducto que transporta la orina desde la vejiga hasta el exterior. En el hombre mide unos 18 cm, y en la mujer sólo unos 6 cm.

### Relación entre nutrición y excreción



### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

##### 1. Completa el cuadro.

Órgano	Función
	Filtrá la sangre.
Uretra	
	Almacena orina.

##### 2. La vejiga es un órgano elástico. **Explica:** ¿Cómo esta característica facilita la acumulación de orina?

##### 3. Recuerda y responde.

- ¿Qué lleva la sangre a las células? ¿Qué sustancias recoge?
- ¿Por qué no se pueden acumular en las células las sustancias de desecho?
- ¿Por qué es imprescindible que exista un sistema de limpieza de la sangre?



#### APRENDER A APRENDER

- ¿Te parece importante el esquema anatómico del sistema renal o urinario para el estudio de esta unidad? ¿Por qué?

## 2. El riñón: el filtro de la sangre

Explora. ¿Qué función tienen los riñones? ¿Dónde se encuentran localizados estos órganos?

Aprende

### 2.1 Estructura del riñón

El riñón tiene las siguientes partes: corteza, médula y pelvis renal.

- La **corteza renal**. Es la parte más externa. Tiene color claro y aspecto granuloso. Dentro de ella se encuentran los nefrones.

La **médula renal**. Es de color rojo oscuro y de aspecto estriado, debido a que contiene numerosos tubos colectores de orina. Estos tubos se agrupan, formando unas estructuras parecidas a pirámides.

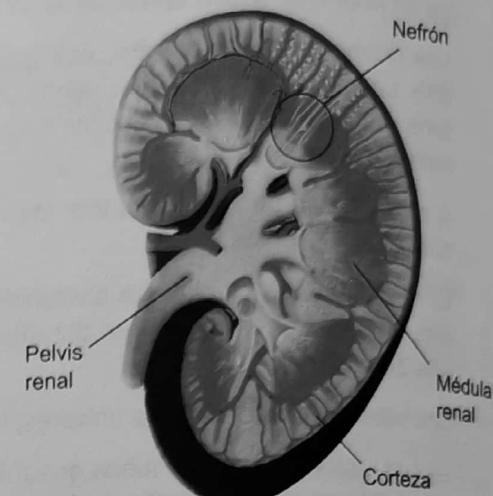
- La **pelvis renal**. Es una cavidad en forma de embudo. Allí se colecta la orina que va formando el riñón.

### 2.2 El nefrón

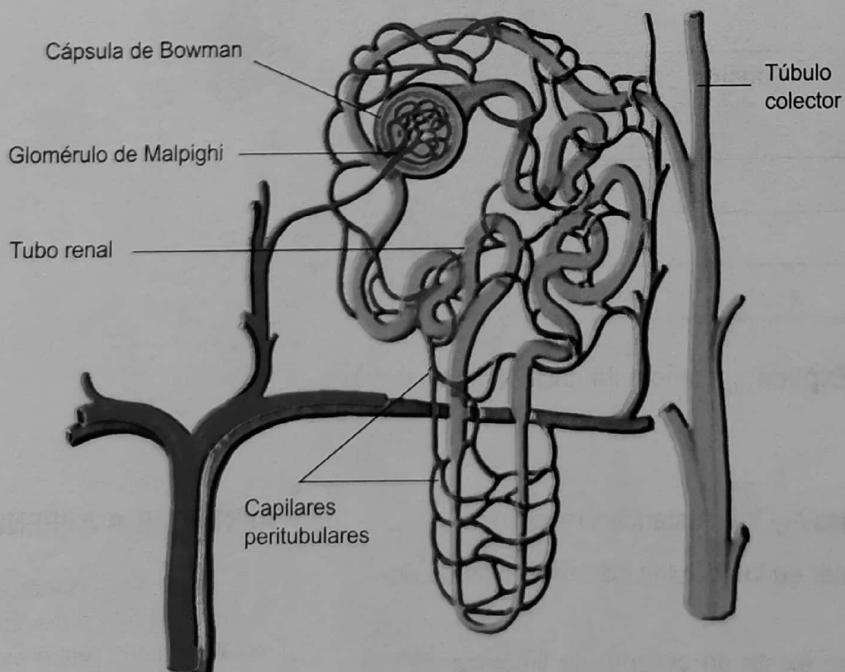
El nefrón es la unidad funcional del riñón. Es decir, cada nefrón es un auténtico y completo riñón en miniatura, capaz de filtrar la sangre y de producir una pequeña cantidad de orina. Más de un millón de nefrones se encuentran en la corteza de cada riñón, y filtran la sangre unas trescientas veces al día.

Visto al microscopio, cada nefrón está formado por la **cápsula de Bowman**, de forma parecida a una copa. En el centro de esa cápsula hay una masa de capilares sanguíneos llamada **glomérulo de Malpighi**.

La cápsula de Bowman continúa en el **túbulo renal**. Éste es un tubo largo y contorneado, rodeado por una red de capilares sanguíneos que desembocan en un **tubo colector**.



Estructura interna del riñón.



Esquema de un nefrón: unidad funcional del riñón.

### IMPORTANCIA DE LA FUNCIÓN RENAL

La importancia de los riñones no radica solo en la eliminación de los desechos metabólicos; permiten también la **regulación** de otros **parámetros fisiológicos** que son esenciales para la sobrevivencia, como el control de pH de la sangre, de la concentración de sales y de la cantidad de agua corporal.

Los riñones son los encargados de mantener la pureza de los líquidos corporales, además de la **homeostasis** del organismo. Aunque otros órganos también juegan un papel importante en la excreción de desechos metabólicos, los riñones son los que cargan con la mayor responsabilidad de eliminar del organismo los desechos nitrogenados, toxinas y los medicamentos.

## 2.3 Formación de la orina

En cada nefrón, la orina se forma en tres etapas: filtración, reabsorción y secreción.

- **Filtración.** La sangre llega a los glomérulos con una alta presión. Entonces, una parte del plasma sanguíneo es forzada a pasar a la cápsula de Bowman. Este proceso se llama filtración.

La filtración es como un "colado" de la sangre. En este proceso pasa a la cápsula de Bowman la mayor parte de los componentes de la sangre; esto es, agua, nutrientes y desechos. Los elementos grandes, como las células sanguíneas y las moléculas de proteínas de gran tamaño, no pasan a la cápsula y se quedan en el torrente sanguíneo. Sin embargo, muchas de las sustancias filtradas son útiles al organismo y deben ser recuperadas.

- **Reabsorción tubular.** Es la recuperación de sustancias útiles que fueron filtradas. Estas sustancias son el agua y los nutrientes, que regresan a la sangre a través de los capilares que rodean al túbulo.
- **Secreción tubular.** En esta última etapa de limpieza, ciertas sustancias que no fueron filtradas inicialmente se eliminan desde los capilares sanguíneos hacia el túbulo.

Como vemos, los riñones hacen un trabajo de limpieza de la sangre muy fino. Para comprender mejor los procesos que realizan, vamos a hacer una comparación. **Imagina** que vas a hacer una limpieza general en un depósito y quieras desprenderte de algunas cosas guardadas en él. Para ello, sacas todos los objetos —excepto los muy grandes— y luego guardas en el depósito aquello que quieras conservar, dejando afuera lo inservible. Por último, chequeas nuevamente el depósito y descubres algún objeto inútil que no sacaste la primera vez. De manera similar, en el nefrón primero se sacan casi todos los elementos de la sangre, para luego devolver sólo los que sirven. Finalmente, en la última etapa se sacan los últimos desechos.

## 2.4 Composición de la orina

La **orina** que se forma en los riñones es un líquido de color amarillento, transparente y claro, ligeramente ácido y salado. Su color se debe a los pigmentos urocromo y urobilina, que proceden del hígado. Su composición es la que se muestra en la ilustración de la derecha.

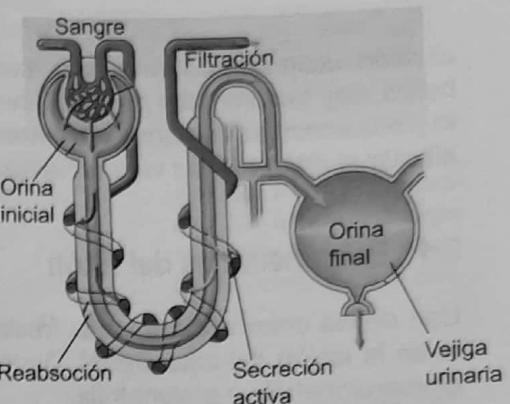
### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Completa el cuadro sobre el nefrón.

Procesos	Consiste en	Se realiza en
Filtración		
Reabsorción		

2. Dibuja en tu cuaderno un riñón donde se muestre su estructura interna y el esquema de un nefrón.



La orina está compuesta por:  
Agua 95%, Cloruro de sodio 1.2%  
Fosfatos-Sulfatos, Urea 2.5%, Ácido úrico 0.05%, Urobilina 1%, Urocromo 1.25%.



### APLICACIÓN

Realiza la siguiente experiencia y luego **compárala** con la filtración que ocurre en los riñones.

- **Mezcla** en un vaso agua, un poco de harina y sal.
- **Filtrá** la mezcla en un matraz, utilizando papel filtro. **Observa** el líquido filtrado.

### 3. Enfermedades del sistema renal

Explora: ¿Para qué sirven los análisis de orina? ¿Qué enfermedades que afecten al sistema renal o urinario conoces? ¿Qué es un diurético?

El riñón es un órgano clave para mantenernos con vida. Sin embargo, hay factores que pueden alterar su normal funcionamiento y occasionar las llamadas **enfermedades renales**, que pueden afectar al riñón o a las vías urinarias.

Aprende

#### 3.1 Enfermedades del riñón

Una de las enfermedades más frecuentes del riñón es la nefritis, que consiste en la lesión del tejido renal. Dependiendo de la parte afectada, puede ser glomerulonefritis o pielonefritis.

- La **glomerulonefritis**. Es una lesión de los riñones que tiene su origen en el daño de los glomérulos. Como consecuencia, se altera el proceso de filtración y se eliminan proteínas y sangre, elementos que normalmente están ausentes de la orina.
- La **pielonefritis**. Consiste en una lesión al cuerpo del riñón y a la pelvis renal. Se detecta por dolor abdominal, fiebre alta y orina escasa, con frecuencia acompañada de sangre.

Los riñones pueden ser atacados de diversas maneras. Algunas sustancias tóxicas pueden destruir los nefrones: metales como el mercurio y arsénico, insecticidas y sobredosis de algunos medicamentos. Otra fuente de daño renal son las infecciones bacterianas, en especial las bacterias intestinales como la E. coli, que llegan al riñón por la uretra.

Por último, debemos mencionar la destrucción de los riñones producida por el veneno que inoculan animales como arañas, serpientes e insectos. La picadura de estos animales introduce en la sangre del afectado una cantidad de sustancias tóxicas que pueden ser fatales en algunos casos.

#### 3.2 Enfermedades de las vías urinarias

- Los **cálculos renales** son la afección más común del uréter. Se conocen comúnmente como "piedras" y suelen estar formados por sales de calcio. El cálculo puede obstruir el uréter y causar fuertes dolores, conocidos como cólicos renales. En ocasiones, el cálculo puede eliminarse por la orina; en otras, se debe recurrir al tratamiento médico para removerlo o destruirlo.
- La **cistitis** es la inflamación más común de las paredes de la vejiga urinaria o de los esfínteres. Por lo general es producida por microorganismos. Suele ir acompañada de incontinencia, ya que el afectado no puede mantener la orina en la vejiga y tiene que eliminarla frecuentemente, en pequeñas cantidades. Esta eliminación viene acompañada por un dolor agudo.
- La **uretritis** consiste en la inflamación y adelgazamiento de la uretra debido a una infección microbiana o a sustancias químicas que ocasionan un estrechamiento del diámetro de la uretra.

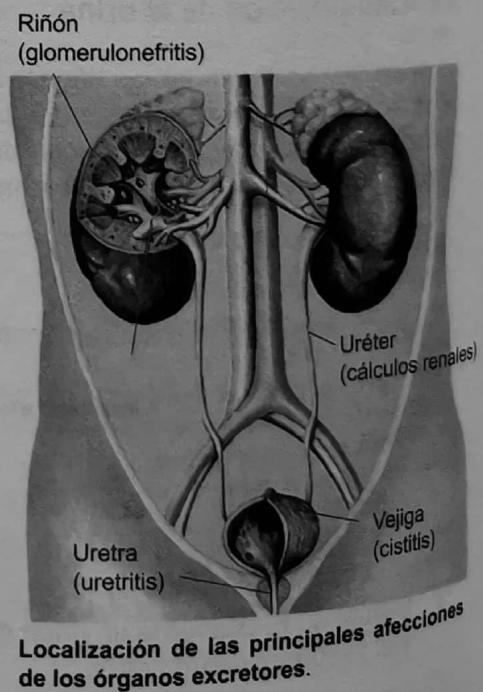
#### SALUD

Los diuréticos son compuestos que, al administrarse, aumentan el volumen de orina de los pacientes.

Estos compuestos suelen administrarse con la finalidad de disminuir el volumen total de líquido del cuerpo en pacientes que padecen de edema, pero tienen poca eficacia para tratar pacientes con edema dependiente de enfermedad renal. Esto se debe a que los riñones incapacitados funcionalmente no responden a los efectos de un diurético. Un diurético puede actuar causando los siguientes efectos en el paciente:

- Aumentar la intensidad del filtrado glomerular.
- Incrementar la carga osmótica existente en los túbulos renales.
- Disminuir la reabsorción activa de sustancias en las células epiteliales tubulares.
- Inhibir la secreción de la hormona antidiurética.

Investiga qué es un edema y por qué es posible que aparezca en casos de disfunción renal.



### 3.3 Importancia de los análisis de orina

El análisis de orina se emplea para el diagnóstico de muchas enfermedades, porque la alteración de su composición normal es síntoma de que algo ocurre. Por ejemplo:

- La presencia de glucosa en la orina es síntoma de diabetes.
- Las personas que padecen de hepatitis, una enfermedad del hígado, producen una orina oscura debido a la eliminación de demasiados pigmentos biliares.
- Cuando hay fiebre, la cantidad de urea aumenta en la orina.
- La orina de pacientes con leucemia o con gota tiene altas cantidades de ácido úrico.

### 3.4 Cuidados del sistema excretor

Para mantener en buen estado el sistema excretor, se deben seguir estas recomendaciones:

- Tomar agua: 1.5 a 2 litros diarios.
- Consumir una dieta baja en sal y sin exceso de proteínas o carbohidratos.
- Evitar la intoxicación con alcohol.
- Evitar la automedicación para no tener riesgo de intoxicación por medicamentos.
- Cuidar el aseo personal, especialmente en las zonas genitales.

## ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

#### 1. Indica la característica principal de las siguientes enfermedades:

- Nefritis \_\_\_\_\_
- Cistitis \_\_\_\_\_
- Cáculos renales \_\_\_\_\_
- Uretritis \_\_\_\_\_

#### 2. Analiza la tabla que señala los valores de proteínas y glucosa por cada 100 ml de orina obtenidos de dos personas diferentes.

Sustancia	Valor normal	Persona 1	Persona 2
Proteína	0 g	3 g	0 g
Glucosa	0 mg	0 mg	200 mg

- ¿Qué etapa de la función de los riñones está ocurriendo en forma defectuosa en la primera persona? ¿Cuáles pueden ser las causas de ello?
- ¿Qué problema presenta la persona 2? ¿Qué enfermedad podría estar sufriendo?

### TRABAJAMOS EN GRUPO

#### 1. Reflexiona.

- ¿Por qué se considera importante la donación de órganos?

#### 2. Interactúa.

- **Analiza y evalúa** críticamente la frase: *Donar órganos es dar vida*. **Coméntala** con tus compañeros y compañeras.

#### 3. Construye.

- **Realiza** una base de datos en la cual incluyas tipos de sangre, enfermedades que padecen o padecieron, alergías, cuáles órganos son transplantados con mayor frecuencia e histocompatibilidad en un hospital.

### CONTROL NERVIOSO Y HORMONAL DE LA EXCRECIÓN

La cantidad de orina eliminada por los riñones está bajo el control nervioso y hormonal. El centro nervioso que interviene en el control de la excreción es el **hipotálamo**, donde se localizan los centros de la sed. Las hormonas son la vasopresina, la renina y la aldosterona.

- La **vasopresina**, acumulada en la neurohipófisis, sale a la circulación sanguínea cuando ciertos receptores químicos (osmorreceptores) detectan una elevación en la concentración de las sustancias del plasma sanguíneo.
- La **renina** es segregada por células especiales del riñón cuando por alguna circunstancia disminuye la presión arterial en los vasos sanguíneos renales.
- La **aldosterona** es producida por la corteza adrenal ante una disminución de la presión arterial.

## La presión sanguínea y la filtración glomerular

### ■ Prepárate

En Ciencias, un modelo es una representación mental o material que se realiza de algo que es difícil de percibir directamente por los sentidos. Un profesor de Ciencias ha propuesto el siguiente modelo para explicar la relación que existe entre la presión sanguínea y la filtración glomerular:

**Materiales:** 1 pliego de papel celofán no plastificado, • 1 canastilla plástica, 1 pedazo de hilo, 1 recipiente de plástico, 1 embudo, 1 objeto pesado (masa de 1 libra), agua, solución de azúcar concentrada.

### Procedimiento 1

1. **Corta** un cuadrado de papel celofán de 25 cm de lado.
2. **Corta** un cuadrado de papel celofán de 10 cm de lado.
3. **Forma** dos bolsas con los cuadrados de papel celofán.
4. **Coloca** la punta del embudo en la boca de la bolsa grande y **llénala** con agua; luego **llena** hasta la mitad la bolsa pequeña con la solución de azúcar.
5. **Cierra** bien la bolsa pequeña con el trozo de hilo.
6. **Coloca** la bolsa pequeña dentro de la bolsa grande.
7. **Amarra** la boca de la bolsa pequeña a la boca de la bolsa grande herméticamente.
8. **Introduce** la bolsa grande en la canastilla plástica.
9. **Introduce** la canastilla con la bolsa en el interior del recipiente plástico y **cúbrelas** con agua.
10. **Observa** los cambios que se presentan durante tres días.

### ■ Explica el modelo

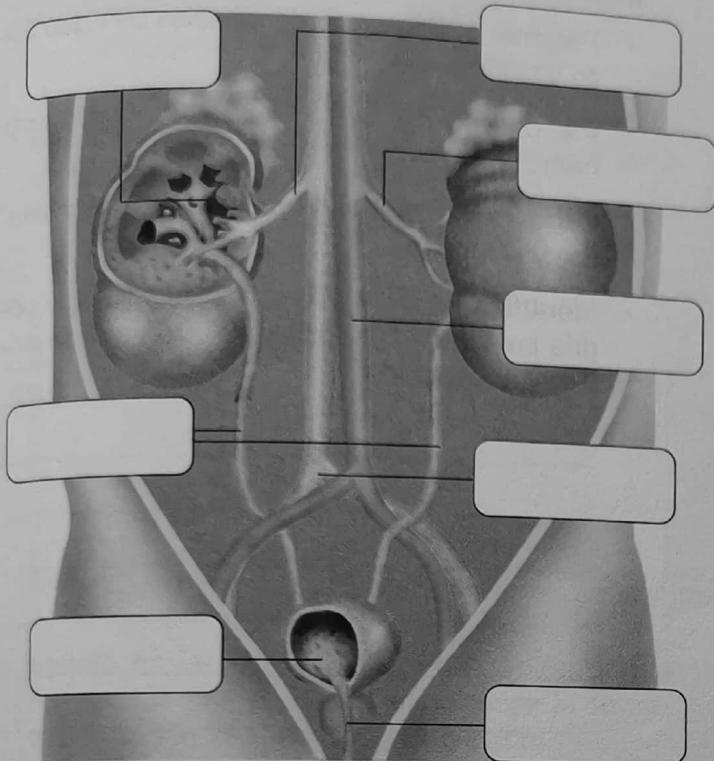
1. **Comprender el modelo.** Un modelo es una maqueta que conserva los elementos esenciales de los fenómenos que se explican y las relaciones que existen entre ellos. ¿Cuáles son estos elementos? ¿De qué manera se relacionan entre sí? ¿Qué cambio puede observarse en los resultados obtenidos en ambos procedimientos?
2. **Buscar información adicional.** En el caso de este taller, debes tener en cuenta que las paredes de la cápsula de Bowman se asemejan mucho a los alvéolos pulmonares: las sustancias tóxicas que se encuentran en la sangre, como la urea, pasan a través de las paredes de la cápsula gracias a procesos físicos como la difusión, el transporte activo o la filtración. Esta filtración de sustancias se ve afectada por la presión sanguínea. **Investiga** información adicional que te ayude a comprender este modelo.
3. **Extrapolar el modelo al fenómeno.** Precisa los elementos que intervienen en el fenómeno y las relaciones que se establecen entre ellos e **identifica** sus equivalentes en el modelo. **Completa** la tabla para llevar a cabo este paso.
4. **Explicar el fenómeno a partir del modelo.** ¿Cómo influye la presión sanguínea en la filtración glomerular?

	Capsula de Bowman	Presión sanguínea	Sustancias de desecho	Proceso de eliminación de los desechos
Riñón				
Modelo				

# Actividades

## RECUERDA

1. **Identifica** cada una de las estructuras señaladas en el dibujo.



## ORGANIZA

2. **Elabora** una tabla que resuma el nombre de las estructuras que componen el sistema renal y la función que realizan.

El sistema renal humano	
Estructura	Función

3. **Selecciona** la respuesta correcta.

- Uno de los siguientes elementos no es componente normal de la orina. ¿Cuál?

- A. El agua.                    C. La glucosa.  
B. La urea.                    D. Los iones.

## APLICA

4. **Analiza** la tabla que señala los valores normales de urea y glucosa obtenidos de la orina de dos personas diferentes.

Molécula	Valor normal	Individuo 1	Individuo 2
Proteínas	0 g/100 ml	3 g/100 ml	0 g/100 ml
Glucosa	0 mg/ 100 ml	0 mg/ 100 ml	200 mg/100 ml

■ Con la información de la tabla, **responde**.

- ¿Qué etapa de la función renal está ocurriendo en forma defectuosa en el primer individuo? **Investiga** las posibles causas de ello.

---

---

---

- ¿A qué puede deberse la cantidad inadecuada de glucosa, si el túbulo contorneado proximal está en óptimas condiciones?

---

---

---

- ¿Qué enfermedad podría estar sufriendo el individuo N° 2?

---

---



## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

1. **Dibuja** en tu cuaderno las estructuras del riñón y las vías urinarias, señalando sus partes.
2. **Investiga** cómo está controlada la cantidad de orina eliminada por los riñones. ¿Quién la regula?

---

---

---

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

1. Marca con una  las acciones que ayuden a mantener la salud del sistema urinario.

- Comer con mucha sal.
- Tomar mucha agua.
- Evitar las comidas muy saladas.

2. Contesta:

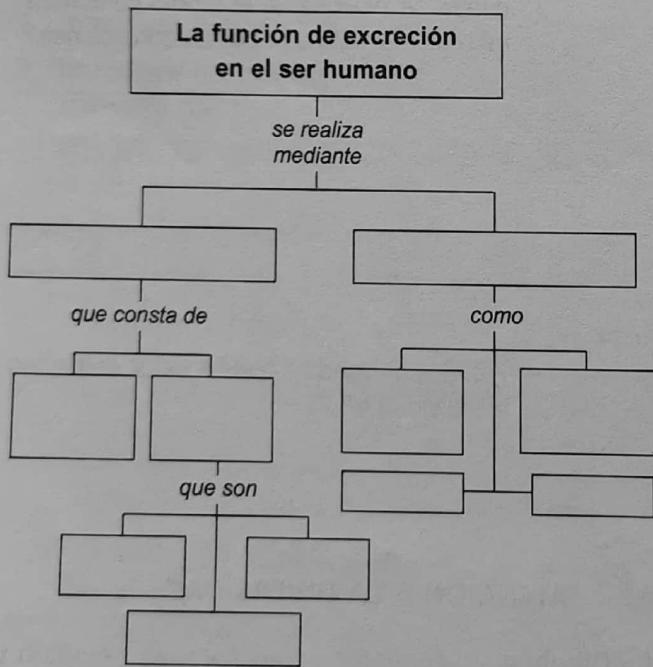
- Si se lesionara el glomérulo, ¿cómo se afectaría la excreción?

\_\_\_\_\_

- ¿Por qué razón se pueden presentar glóbulos rojos y proteínas en la orina?

\_\_\_\_\_

3. Completa el siguiente mapa conceptual.



- ¿De qué manera se relacionan los pulmones, la piel y los riñones?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. A tres pacientes con problemas renales se les realizó un análisis de orina y presentaron los siguientes resultados:

- Paciente 1: Presencia de cristales de ácido úrico y oxálico.
- Paciente 2: Bacterias tipo estreptococo beta hemolítico.
- Paciente 3: Presencia de glóbulos rojos y blancos y albúmina.
- Identifica en cada uno la enfermedad que podría presentar y la posible solución a cada problema presentado.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Completa las tablas.

Otros órganos excretores	
Órgano	Producto que excreta

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El sistema renal humano

Estructura

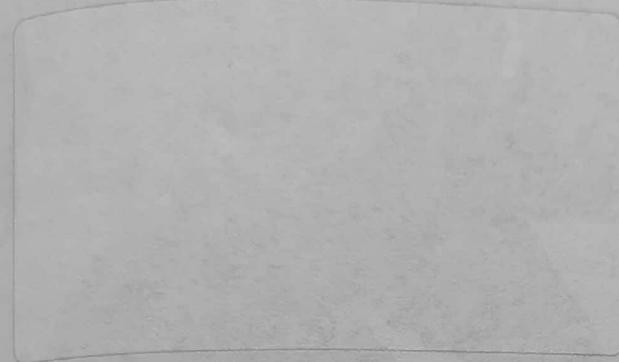
Función

### COMPETENCIAS ACTITUDINALES

#### 1. Contesta.

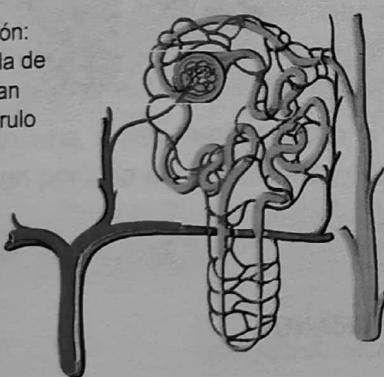
6. • ¿Cuáles son las sucesivas fases de formación de la orina?

7. Haz un dibujo donde muestres dónde ocurren los tres procesos básicos de la excreción: la filtración, reabsorción y secreción.

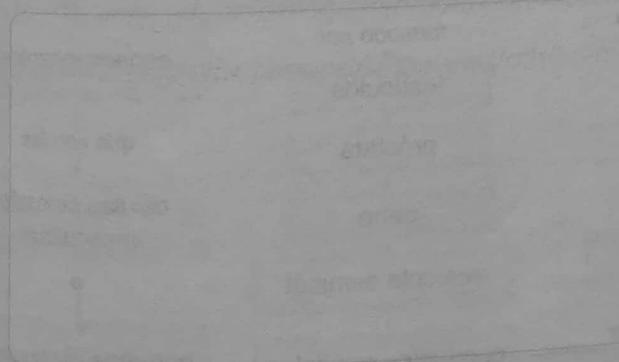


8. Señala en la nefrona de la ilustración dónde ocurren los tres procesos básicos de la excreción: filtración, reabsorción y secreción.

Filtración:  
Cápsula de  
Bowman  
Glomérulo



9. Clasifica las diferentes enfermedades del riñón y de las vías urinarias que aprendiste en este capítulo.



#### 1. Contesta.

- ¿Qué medidas debes tomar para evitar daños a tus riñones?

- ¿Te cuidas de no usar el alcohol o de evitar condimentar demasiado tus comidas?

- ¿Por qué es importante para ti conocer bien acerca del apropiado funcionamiento de los riñones y las vías urinarias?

2. Escribe 3 medidas que te propongas practicar para reducir la generación de basura.

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

### COMPETENCIAS METACOGNITIVAS

1. Señala lo que realizaste para aprender los temas de esta unidad:

- He consultado otros libros.
- He investigado en la Internet.
- He realizado entrevistas con un urólogo.
- He comparado mis respuestas con mis compañeros y compañeras.
- He realizado todas las actividades.
- He preguntado al profesor pasos todavía no muy claros.

2. ¿Qué otras acciones piensas que pudiste haber realizado para hacer más efectivo tu aprendizaje?

- \_\_\_\_\_

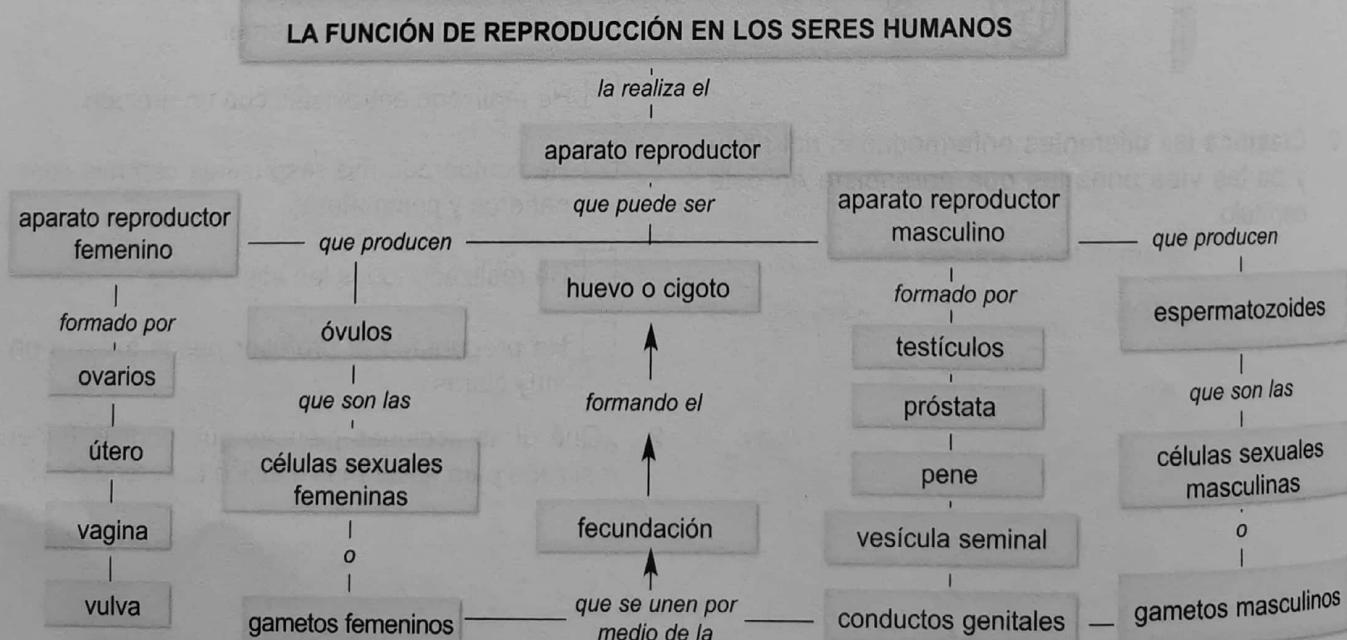
## 8 La reproducción humana

## **COMPETENCIAS**

- **Identifica** los órganos de los aparatos reproductores masculino y femenino.
  - **Describe** el ciclo de la menstruación. **Explica** los pasos de la fecundación, del embarazo y del parto.
  - **Reconoce** la importancia de la lactancia materna.
  - **Analiza** los peligros de las enfermedades de transmisión sexual. **Demuestra** responsabilidad ante los diferentes aspectos de su sexualidad y muestra interés por estar bien informado para tomar mejores decisiones con respecto a la misma.
  - **Reflexiona** sobre su aprendizaje.



## MAPA DEL TEMA



## La diversidad nos enriquece

Discriminar proviene del verbo latino *discriminare*, del que toma dos sentidos: 1. Distinguir, diferenciar una cosa de otra; y 2. Dar trato de inferioridad a una persona o colectividad, generalmente por motivos étnicos, religiosos, políticos o económicos.

En nuestra sociedad, existen individuos que son privados de los medios básicos para su desarrollo personal por diversos motivos:

- porque no han tenido acceso a una educación básica ni a una formación profesional adecuada;
- porque pertenecen a una etnia distinta (negros, asiáticos...) o por ser inmigrantes ilegales;
- porque en razón de su sexo se les ha relegado a funciones consideradas secundarias (las mujeres);
- porque, en razón de su discapacidad, son tratados como un poco más que animales, pero menos que personas (enfermos y disminuidos físicos o psíquicos);
- por haber sobrepasado la edad considerada productiva en nuestra sociedad (jubilados);
- por no tener trabajo o cobrar bajos sueldos, carecer de patrimonio, no tener para comer, ni dónde vivir, ni recibir atención sanitaria, ni tener qué ponerse (pobres en general).

**■ Reflexiona** si has rechazado o si has dejado de ayudar a alguien por una de las razones descritas en el texto.



## PARA SABER MÁS

### Enlaces:

- <http://www.santillana.es/contigo.htm>
- [http://www.proyectosalonhogar.com/cuerpohumano/cuerpo\\_humano\\_reproductor.htm](http://www.proyectosalonhogar.com/cuerpohumano/cuerpo_humano_reproductor.htm)
- <http://fai.unne.edu.ar/biologia/reproduccion/reprod.htm>
- <http://www.unam.mx/principal/si/temarios/cch/bsem/1611.pdf>

### ¿QUÉ SABES?

#### 1. Contesta.

- ¿Qué cambios físicos has experimentado al llegar a la pubertad?
- ¿Qué es la menstruación?
- ¿En qué consiste la fecundación?
- ¿Cómo nace un bebé?

### ¿QUÉ VAS A APRENDER?

#### 2. Subraya los temas que más te interesa conocer.

- Las partes que forman el aparato reproductor.
- Los cambios que ocurren durante la pubertad.
- Qué es el ciclo menstrual.
- Cómo ocurre la fecundación.
- Qué enfermedades afectan mis órganos reproductivos.

### ¿CÓMO LO VAS A APRENDER?

#### 3. Marca las acciones que te han ayudado más en el estudio de los temas.

- Elaborar resúmenes de los temas más importantes.
- Analizar e interpretar todos los esquemas anatómicos.
- Realizar todas las actividades.
- Conversar con mis compañeros y compañeras.

### ¿PARA QUÉ LO VAS A APRENDER?

#### 4. Reflexiona y responde.

- ¿Piensas que si estás bien informado puedes tomar mejores decisiones con respecto a tu sexualidad? ¿Por qué?

#### 5. Escribe tus metas en el cuaderno.

# 1. Hombres y mujeres somos diferentes

Explora: ¿En qué se diferencian externamente las hembras de los varones? ¿Qué son los caracteres sexuales? ¿Cuáles son las células sexuales?

## 1.1 Los caracteres sexuales

Aprende



Todos los seres humanos somos iguales en nuestra naturaleza humana: somos seres libres capaces de **amar**, de **pensar**, de **razonar**. Estos elementos que nos igualan a todos los seres humanos y nos distinguen de las plantas y los animales conforman nuestra comunidad humana. La **dignidad humana** está basada sobre ciertas características, como el color de la piel, la religión o la cantidad de dinero que posee: por encima de estas diferencias, todos los seres humanos somos igualmente personas con el mismo derecho a vivir plena y dignamente.

- ¿Qué significa para ti que las personas tienen derecho a vivir dignamente? ¿Qué cosas son necesarias para esto?

Desde el punto de vista biológico, la función reproductora persigue la misma finalidad en las personas que en los demás seres vivos: generar nuevos organismos para mantener la especie. Para realizar esta función, los humanos poseen órganos especializados que, en conjunto, constituyen el **sistema reproductor**.

La especie humana presenta dimorfismo sexual, el cual se manifiesta por una serie de rasgos externos e internos que distinguen a las mujeres de los hombres; estos rasgos se denominan **caracteres sexuales**.

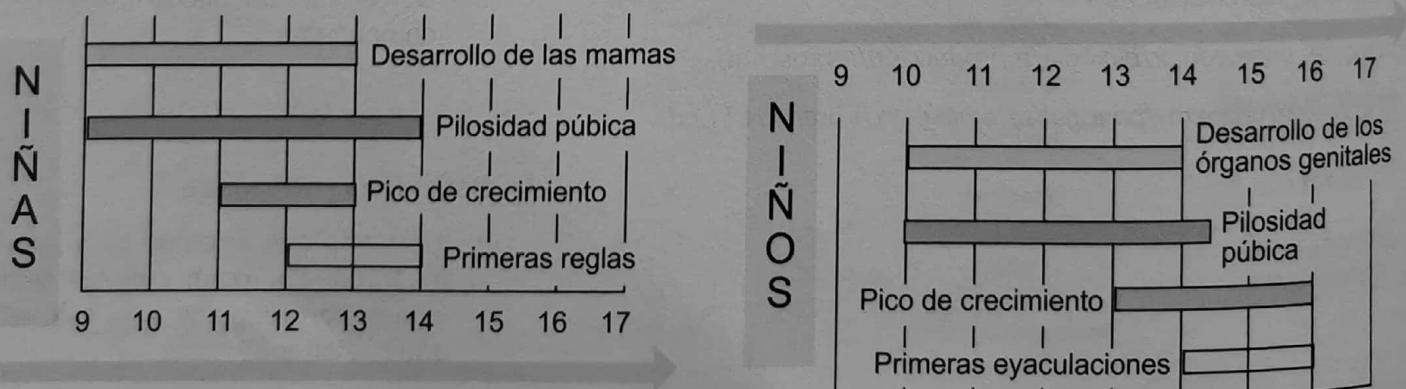
Los caracteres sexuales son los siguientes:

- En las **niñas** la pubertad comienza entre los once y los catorce años, y se producen estos cambios: los órganos sexuales aumentan de tamaño (los ovarios, el útero, la vagina y los labios), se desarrollan las mamas, se ensanchan las caderas, crece vello en el pubis y las axilas (en el resto del cuerpo, el desarrollo del vello es, en general, muy escaso).
- En los **niños** la pubertad comienza entre los once y los catorce años, y se producen estos cambios: los órganos sexuales aumentan de tamaño (el pene, los testículos y las glándulas anejas), cambia la voz, se desarrolla la musculatura y crece vello en el pubis y las axilas, y, en general, abundantemente por todo el cuerpo, crece la barba y aparece la nuez.

Todos estos cambios producen diferencias entre los dos sexos, que se llaman **caracteres sexuales**, y son **primarios** y **secundarios**.

- Los **caracteres sexuales primarios** son los órganos reproductores.
- Los **caracteres sexuales secundarios** son todos aquellos rasgos que, aunque no se relacionan directamente con la reproducción, también diferencian a los hombres de las mujeres.

El conjunto de caracteres sexuales, primarios y secundarios, produce el **dimorfismo sexual** o diferencia de aspecto entre las mujeres y los hombres.



Cronología de cambios durante la pubertad.

## 1.2 Madurez sexual

Desde el punto de vista fisiológico, una persona alcanza la **madurez sexual** en la pubertad, que marca el comienzo de la etapa reproductiva en mujeres y hombres.

El funcionamiento adecuado de los testículos se mantiene por la presencia de dos hormonas que son secretadas por el lóbulo anterior de la pituitaria: la **hormona folículo estimulante** (FSH) y la **hormona luteinizante** (LH).

El hecho de que se presenten las mismas hormonas en hombres y en mujeres, pero con diferente respuesta, es un ejemplo importante de la función endocrina: la naturaleza del tejido blanco determina el tipo de respuesta, mientras que la hormona misma sólo actúa como estimulante o activador.

Las hormonas FSH y LH se describen como gonadotropinas, porque estimulan las actividades de las gónadas. La LH actúa primero en las células intersticiales de los testículos, promoviendo la producción y secreción de testosterona. En cambio la FSH se requiere para la espermatogénesis. La secreción de ambas hormonas está regulada por el nivel de la **hormona liberadora de gonadotropinas** (GnRH), que se produce en el hipotálamo.

Mientras que las gonadotropinas actúan en las gónadas, la secreción de testosterona interviene en otros tejidos asociados con la sexualidad masculina, por ejemplo, el tejido muscular; además estimula la diferenciación del tracto reproductor masculino en los embriones, el descenso de los testículos al escroto en los recién nacidos y el desarrollo completo del tracto reproductor y del pene durante la pubertad.

Al igual que en los hombres, el desarrollo, maduración y funcionamiento del sistema reproductor femenino está bajo control hormonal.

La maduración del sistema femenino durante la pubertad inicia en el cerebro por la producción de la GnRH del hipotálamo, que a su vez estimula la secreción de LH y FSH por la pituitaria anterior.

En las mujeres, las gonadotropinas LH y FSH actúan juntas sobre las células del folículo en los ovarios, estimulándolas para producir la hormona sexual femenina primaria, el **estrógeno**. El aumento en los niveles de esta hormona en la pubertad estimula la maduración de los genitales externos.

Internamente, estos niveles elevados de estrógeno inducen la maduración de los tejidos del útero, preparándolo para alojar y nutrir al feto durante su desarrollo.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Copia** en tu cuaderno y **completa** el cuadro para comparar los caracteres sexuales secundarios del hombre y de la mujer.

#### Diferencias entre los caracteres sexuales secundarios

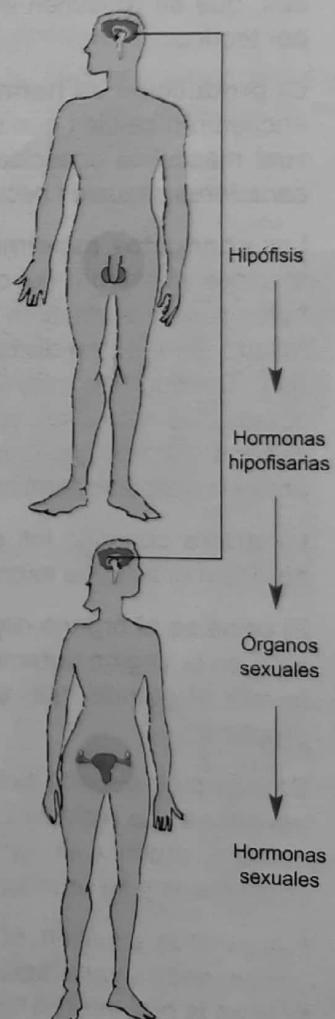
Hombres

Mujeres



### APLICACIÓN

- **Observa** el esquema y **explica** cómo influye la hipófisis en los órganos sexuales de hombres y mujeres.



## 2. Sistema reproductor humano

Explora: ¿Qué órganos forman parte del aparato reproductor de las mujeres? ¿Dónde se forman los óvulos? ¿Qué función desempeña la próstata y a qué aparato reproductor pertenece, al femenino o al masculino?

### 2.1 El sistema reproductor masculino

Aprende

El sistema reproductor masculino se encarga de producir los gametos masculinos o espermatozoides. Está formado por los testículos, los conductos espermáticos, la uretra, el pene y las glándulas anexas.

- Los **testículos** son dos glándulas del tamaño de una nuez que se encuentran suspendidas en una bolsa formada por la piel, llamada **escroto**. Durante la vida fetal, los testículos se encuentran en la cavidad abdominal, pero antes del nacimiento descienden al escroto.

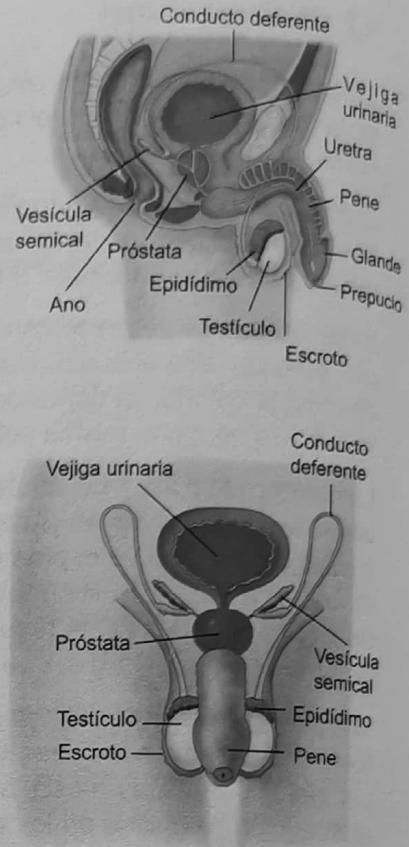
El **escroto** aloja los testículos y los mantiene a una temperatura de unos 4 °C menos que la del resto del cuerpo, temperatura óptima para el desarrollo de los espermatozoides.

Las funciones de los testículos son:

- La **producción de espermatozoides**. Desde el momento de la madurez sexual, los testículos fabrican continuamente millones de espermatozoides, que se producen en los túbulos seminíferos. Existen 1,000 túbulos por testículo.
- La **producción de hormonas sexuales**. Entre los túbulos seminíferos se encuentran células que se encargan de la producción de la hormona sexual masculina conocida como testosterona, que es responsable de los caracteres sexuales secundarios.
- Los **conductos espermáticos** son los tubos que conducen los espermatozoides al exterior del cuerpo. Los espermatozoides formados en los túbulos seminíferos salen del testículo a un tubo único complejamente enrollado llamado **epidídimo**, donde son almacenados hasta cuatro semanas. Transcurrido este tiempo se reabsorben. Durante el acto sexual o cópula, los espermatozoides pasan a los **conductos deferentes**. Éstos desembocan en los conductos eyaculadores, que se comunican con la uretra o conducto terminal que atraviesa el pene.
- La **uretra** conduce los espermatozoides al exterior. Es un conducto común con el sistema excretor.
- El **pene** es el órgano copulador masculino, encargado de depositar el semen en la vagina durante la copulación. Se ensancha en su extremo para formar el **glande**, que está recubierto por un repliegue de piel llamado **prepucio**.

Bajo la piel, el pene tiene tres cilindros paralelos llamados **cuerpos cavernosos**. La actividad nerviosa del centro de erección, localizado en el cerebro, provoca un aumento de la irrigación sanguínea en los cuerpos cavernosos y se produce la erección del pene.

Luego de la erección, el pene puede expeler el semen por un mecanismo denominado **eyaculación**, que al igual que la erección, es una acción refleja en la que intervienen nervios del sistema parasimpático.



Sistema reproductor masculino.

### GLÁNDULAS ANEXAS

Los espermatozoides se encuentran suspendidos en un fluido denso que resulta de la secreción de un conjunto de glándulas, llamadas **glándulas anexas**. Estas glándulas son las siguientes:

- Las **vesículas seminales**. Son dos glándulas que vacían su secreción en el conducto deferente. Esta secreción, llamada semen, está compuesta por nutrientes, los cuales abastecen de energía a los espermatozoides para su posterior avance por el canal vaginal.
- La **próstata**. Produce una secreción lechosa y de pH alcalino, que facilita la movilidad de los espermatozoides y contribuye a neutralizar la acidez de la vagina.
- Las **glándulas bulbouretrales**. Se ubican a cada lado de la uretra. Secretan algunas gotas de un fluido que lubrica el pene.

## 2.2 El sistema reproductor femenino

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

A diferencia del sistema reproductor masculino, el femenino se encuentra dentro de la cavidad abdominal. En él podemos distinguir los **genitales internos**, los **externos** y las **glándulas accesorias**.

### • Órganos genitales internos

- **Ovarios.** Glándulas mixtas, del tamaño de una almendra, en las que se forman los óvulos. Segregan las hormonas progesterona y estrógeno, que intervienen en la formación de los caracteres sexuales secundarios.
- **Útero.** Órgano muscular hueco recubierto por una doble capa mucosa (endometrio), donde se aloja y nutre el embrión durante la gestación.
- **Vagina.** Conducto musculoso y elástico de unos 7 a 9 cm de longitud que conecta al útero con la vulva. Permite el paso del flujo menstrual y es el canal del parto. Recibe al pene durante el coito.
- **Trompas de Falopio.** Conductos que se extienden entre los ovarios y el útero. En ellas tiene lugar el encuentro entre el espermatozoide y el óvulo. Cada trompa presenta un ensanchamiento que la conecta con el ovario, denominado pabellón. Éste tiene una serie de prolongaciones o fimbrias de importante función en el momento de captación del óvulo.

### • Órganos genitales externos

El conjunto de órganos genitales externos de la mujer se denomina **vulva**. La vulva está constituida por los **labios mayores** y los **labios menores**. Éstos son pliegues cutáneos que envuelven el **meato urinario**, el **clítoris** y el **orificio vaginal**.

El orificio vaginal puede encontrarse parcialmente cubierto por una membrana llamada **himen**.

El clítoris es un órgano pequeño, rico en terminaciones nerviosas.

### • Glándulas accesorias

Son las **glándulas de Bartholini**. Se hallan a ambos lados del orificio vaginal y sus secreciones actúan como lubricante de los órganos genitales externos.

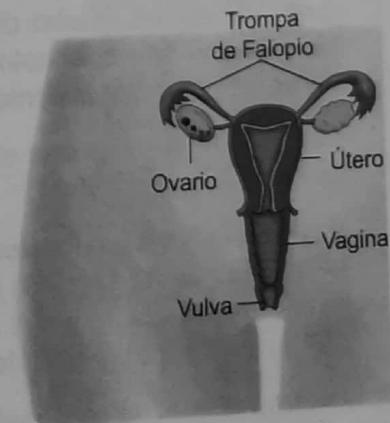
## ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. En un pedazo de cartulina, **dibuja** las siluetas femenina y masculina, **colorea** en cada una de ellas los órganos del aparato reproductor masculino o femenino respectivamente.
2. ¿Por qué crees que los testículos —órganos donde se producen los espermatozoides— se encuentran fuera del organismo? **Comenta** con tus compañeros y compañeras y **escribe** tu respuesta.

## TRABAJAMOS EN GRUPO

1. **Reflexiona.**
  - **Identifica** los antivalentes que sobresalen en las formas de discriminación que se mencionaron en el texto de la página 153.
2. **Interactúa.**
  - **Debate** con tus compañeros y compañeras:
    - ¿Qué situación hace que algunas personas se crean o se sientan más importantes que otras?
    - ¿Recuerdas si alguna vez te has sentido inferior o superior a otra persona? ¿Por qué?
    - ¿Cuáles valores se están perdiendo en nuestra sociedad? ¿Qué se debe hacer para rescatarlos?
3. **Construye.**
  - **Elabora** un listado con los valores que consideras en mayor riesgo.



### 3. Formación de células sexuales: gametogénesis

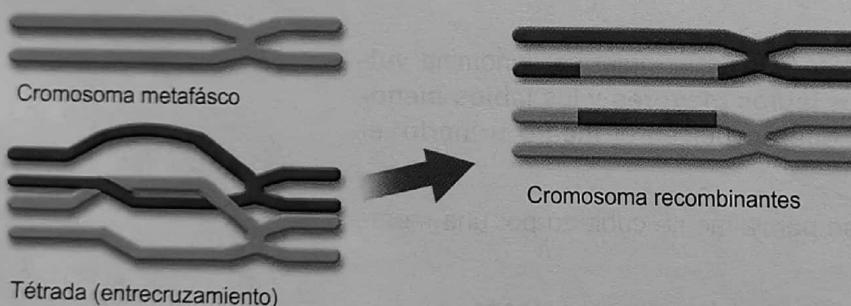
Explora: ¿Cuáles son las células sexuales? ¿Cómo se forman dichas células? ¿Qué es la meiosis?

El proceso clave de la reproducción es la **meiosis**, pues origina los gametos (gametogénesis). Cuando forma espermatozoides se llama **espermatogénesis**, y cuando forma óvulos, **ovogénesis**.

#### 3.1 El proceso de meiosis

Durante la meiosis, la división de una célula origina **cuatro células hijas**. Cada célula resultante tiene un **juego de cromosomas homólogos**. El proceso de la meiosis consta de dos divisiones celulares sucesivas denominadas primera y segunda división meiótica, precedidas por un solo período de duplicación del ADN o interfase.

Un aspecto muy importante de la división meiótica es que durante ella se produce el **entre cruzamiento** entre los cromosomas homólogos. Este proceso consiste en que los cromosomas homólogos (paterno y materno) intercambian segmentos de ADN. Las consecuencias del entre cruzamiento son muy importantes para los individuos que se reproducen sexualmente porque determinan la producción de una gran variedad de gametos por cada progenitor. Como los gametos masculino y femenino se unen para formar el cigoto, se puede afirmar que tanto el proceso de meiosis como el de fecundación, producen una gran variabilidad genética en las especies y con ella mejores posibilidades para la especie de adaptarse al medio ambiente y de evolucionar.



#### 3.2 Espermatogénesis

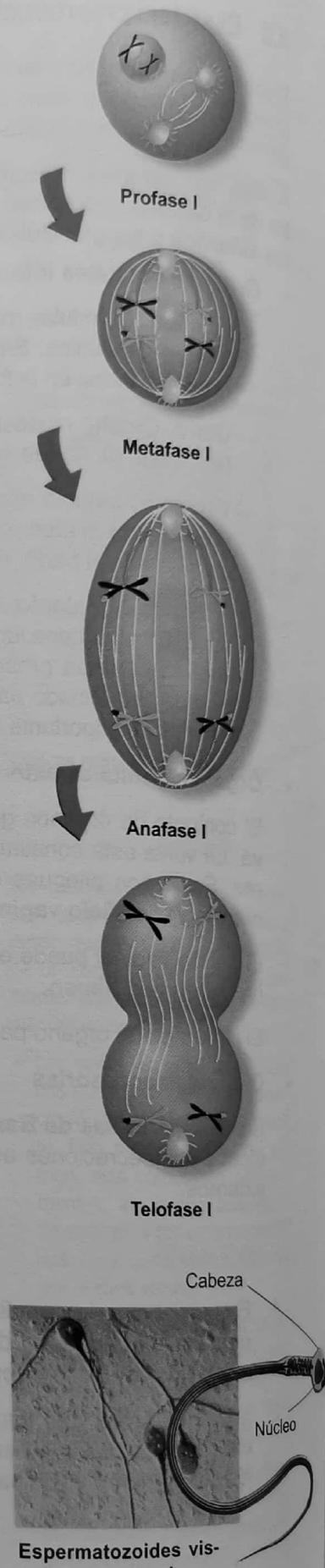
La **espermatogénesis** se inicia en la pubertad. Consta de las siguientes fases:

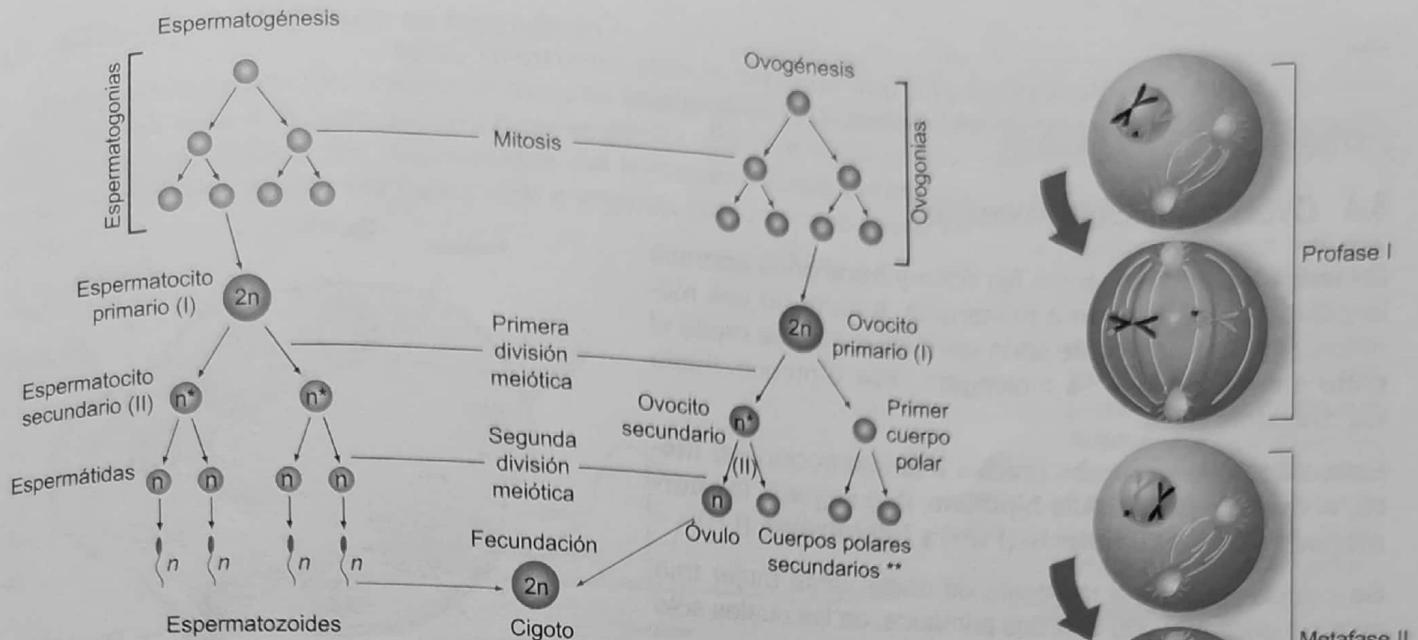
- **Fase de proliferación** o multiplicación. Cuando el hombre llega a la madurez sexual, las células de los tubos seminíferos se multiplican por mitosis y forman las espermatogonias. Estas son células diploides de las cuales se originarán finalmente todos los espermatozoides.

La mitosis garantiza que el hombre tenga una dotación constante de espermatozoides nuevos.

- **Formación de espermatozoides.** Cada espermatocito primario pasa por el proceso de meiosis. En la primera división meiótica da lugar a dos espermatocitos secundarios. En la segunda división meiótica se originan cuatro células haploides, denominadas espermatídidas.

Las espermatídidas se transforman en espermatozoides por diferenciación y forman la cabeza, pieza intermedia y cola.





### 3.3 Ovogénesis

A diferencia del hombre, que origina espermatozoides nuevos a lo largo de su vida, la mujer produce células precursoras del óvulo, u **ovogonias**, desde el vientre de su madre. Es decir, la ovogénesis o formación de óvulos empieza en la etapa fetal. Las ovogonias se multiplican por **mitosis** y dan origen a los **ovocitos primarios**. Todos ellos inician el proceso de meiosis, pero la interrumpen durante la profase de la meiosis I.

Esta interrupción se produce hacia el tercer mes de desarrollo fetal. Así permanecen en reposo durante doce o trece años, hasta que empieza la pubertad y comienza a madurar uno cada mes hasta la menopausia.

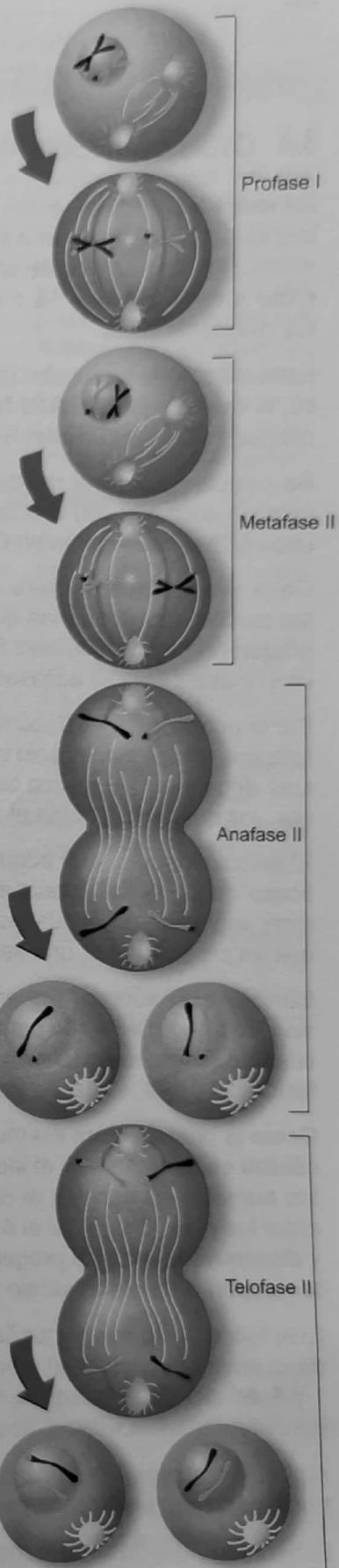
En la ovogénesis se distinguen las siguientes fases.

- **Fase de multiplicación.** Tiene lugar cuando la mujer es aún un feto. Las células de los ovarios se multiplican por mitosis y originan ovogonias diploides.
- **Fase de crecimiento.** Algunas ovogonias crecen por acumulación de vitelo y se transforman en ovocitos primarios.
- **Formación de óvulos.** Después de la pubertad se forma uno cada mes. El ovocito primario sufre una primera división meiótica y forma dos células, pero una sola se desarrolla, pues casi todo el citoplasma está incluido en una célula hija. La otra célula hija es un cuerpo polar pequeño que contiene cromosomas, pero poco citoplasma. Al terminar la segunda división meiótica se han formado cuatro células: tres de ellas son cuerpos polares y una es el óvulo.

### ACTIVIDADES

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. **Observa** el gráfico de la ovogénesis y la espermatogénesis. **Describe** en tu cuaderno ambos procesos a partir de la interpretación de los gráficos.



Esquema de la mitosis.

**Explora:** ¿Qué es la ovulación? ¿En qué consiste el ciclo menstrual? ¿Qué hormonas controlan el ciclo menstrual?

### 3.4 Ovulación y ciclo menstrual

En todas las mujeres, entre los doce y trece años aparece la primera menstruación o menarquia. 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 segregan las **hormonas foliculoestimulante (FSH)** y **luteinizante (LH)**.

Se calcula que, en el momento de nacer, cada mujer trae consigo unos 400,000 ovocitos primarios, de los cuales sólo unos 450 se convertirán en óvulos.

Cada ovocito se encuentra rodeado de una capa de células mucho más pequeñas que lo nutren y que además segregan hormonas sexuales femeninas. El conjunto de ovocitos y estas células accesorias conforman un **folículo**.

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

El folículo maduro, que adquiere mayor tamaño, se conoce también como **folículo de De Graaf**. Hacia el día 14, éste alcanza su máximo desarrollo (15 mm), momento en el cual se produce la ovulación (el óvulo sale del ovario), que va precedida por una secreción abundante de FSH y, sobre todo, de LH.

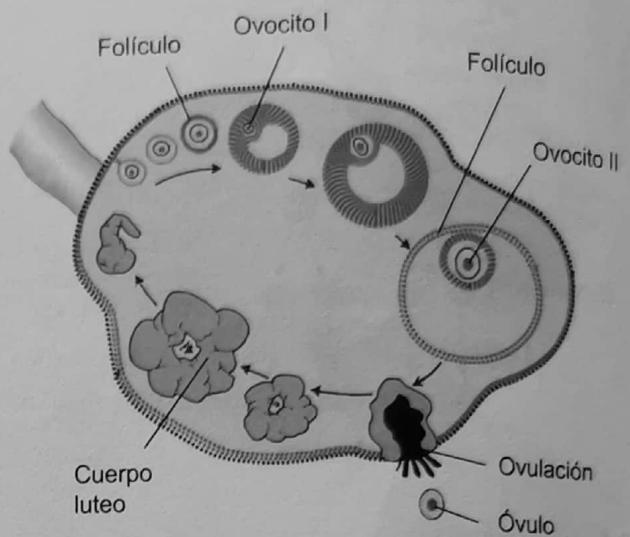
Cuando esto sucede, las envolturas del folículo roto se transforman en el **cuerpo lúteo o amarillo** por acción de la LH y comienzan a secretar gran cantidad de progesterona, hormona ovárica que prepara al útero para la implantación del óvulo fertilizado y a las glándulas mamarias para la lactancia.

Como la progesterona estimula la deposición 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.

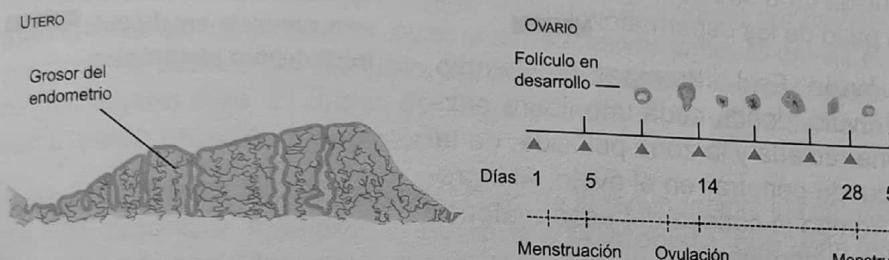
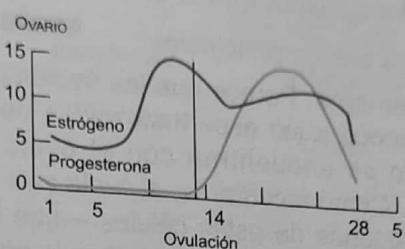
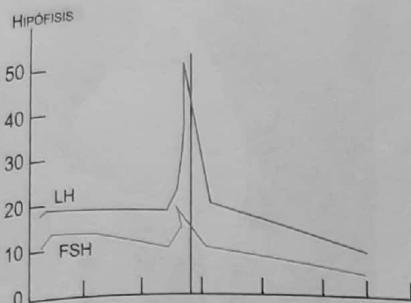


### LA MENOPAUSIA

Entre los 45 y 50 años de edad, las mujeres dejan de producir óvulos, por lo tanto no menstrúan más. Esta etapa se conoce como **menopausia**.

### 3.5 ¿Qué ocurre si el óvulo es fecundado?

En caso de producirse la fecundación, el óvulo se **implanta** en las paredes del útero. En este caso el folículo del ovario no se atrofia sino que sigue produciendo hormonas durante los nueve meses del embarazo. Estas hormonas mantienen fijas las paredes del endometrio e impiden que un nuevo óvulo se forme.



**Visión integrada del ciclo menstrual.** En esta se observan el comportamiento hormonal, las características del endometrio y el ovario.

## ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

### 1. Define los siguientes términos.

- Folículo \_\_\_\_\_
- Endometrio \_\_\_\_\_
- Cigote \_\_\_\_\_
- Estrógeno \_\_\_\_\_

### 2. Piensa y responde.

- ¿Por qué se desprenden las paredes engrosadas del útero durante la menstruación?

\_\_\_\_\_

- ¿Por qué se suspende la regla durante el embarazo?

\_\_\_\_\_

## TRABAJAMOS EN GRUPO

### 1. Reflexiona.

- Las personas somos más que una existencia biológica. Somos personas porque pensamos, sentimos, deseamos, amamos, odiarnos. Lo que pensamos, las creencias que tenemos, nuestros recuerdos, nuestra imaginación desempeñan un importante papel en la intensidad y duración de las emociones y los sentimientos.

### 2. Interactúa.

- **Hagan** una lista de situaciones que les producen rabia, tristeza o alegría.
- **Comparen** en grupos las listas individuales. ¿Hay elementos comunes? ¿Dónde residen las diferencias?
- ¿Es posible expresar siempre los propios sentimientos? ¿Por qué? En caso de que fuera posible, ¿sería deseable?

### 3. Construye.

- **Piensa** en un ejemplo de una situación en la que es conveniente controlar racionalmente la expresión de los sentimientos.



## APRENDER A APRENDER

- **Interpreta**, explicando con tus palabras, el esquema que aparece en esta página.

## 4. Formación de un nuevo ser

Explora: ¿Qué es la fecundación? ¿Qué ocurre cuando se unen el óvulo y el espermatozoide?

### 4.1 La fecundación

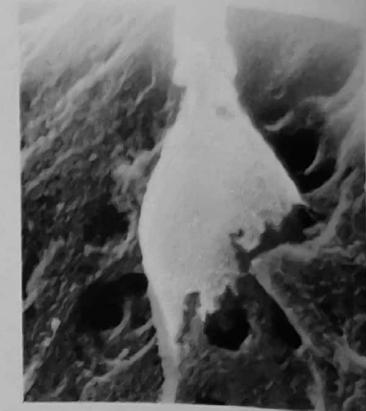
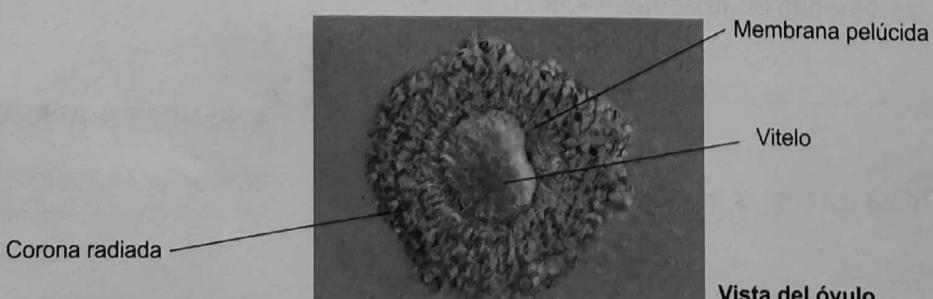
Durante la cópula son eyaculados cerca de 4 mililitros de semen que contienen 300 a 400 millones de espermatozoides. Ni los espermatozoides ni el óvulo viven mucho tiempo. Un óvulo (después de la ovulación) vive un día y los espermatozoides hasta dos días. Por lo tanto, la **fecundación** puede realizarse sólo si la copulación sucede un par de días antes o después de la ovulación.

En el ser humano, la fecundación tiene tres etapas principales:

- **Contacto y reconocimiento de los gametos.** Parece que los óvulos producen una sustancia que atrae y reconoce a los espermatozoides de su propia especie, sin embargo cuando se encuentran con el óvulo se presentan dificultades para entrar en él. Como recordarás, el óvulo sale del ovario rodeado de células foliculares. Algunas de estas células —que forman la corona radiada— y la zona pelúcida (una secreción producida por el óvulo), constituyen una barrera para el paso de los espermatozoides.
- **Ingreso del espermatozoide en el óvulo.** En las trompas de Falopio, cientos de espermatozoides llegan al óvulo, donde cada uno libera enzimas. Estas enzimas disuelven la corona radiada y la zona pelúcida, de tal manera que sólo un espermatozoide puede penetrar en el óvulo. Al ingresar el espermatozoide en el óvulo, se rompe la cabeza del espermatozoide y se fusionan las membranas de ambos gametos.
- **Fusión del material genético de los gemelos.** Cuando el espermatozoide ingresa en el óvulo se produce la fecundación propiamente dicha. Así, se unen los núcleos masculino y femenino y se forma el cigoto, llamado también célula huevo. El cigoto comienza a multiplicarse por mitosis, mientras va descendiendo por la trompa para implantarse en el útero.

Desde el punto de vista biológico, la fecundación tiene varias consecuencias importantes. Una primera es la de restablecer la diploidía característica de la especie, los humanos tienen 46 cromosomas: 23 provienen de la madre y 23 del padre. Estos cromosomas contienen todos los genes del nuevo ser.

Algunas veces la fecundación no llega a producirse. Así, los hombres que producen menos espermatozoides que lo normal generalmente no fecundan al óvulo durante una relación sexual. Esto se debe a que no hay suficientes espermatozoides que liberen las enzimas necesarias para disolver la corona radiada. En otros casos, en la mujer, las trompas bloqueadas pueden impedir que los espermatozoides alcancen al óvulo.

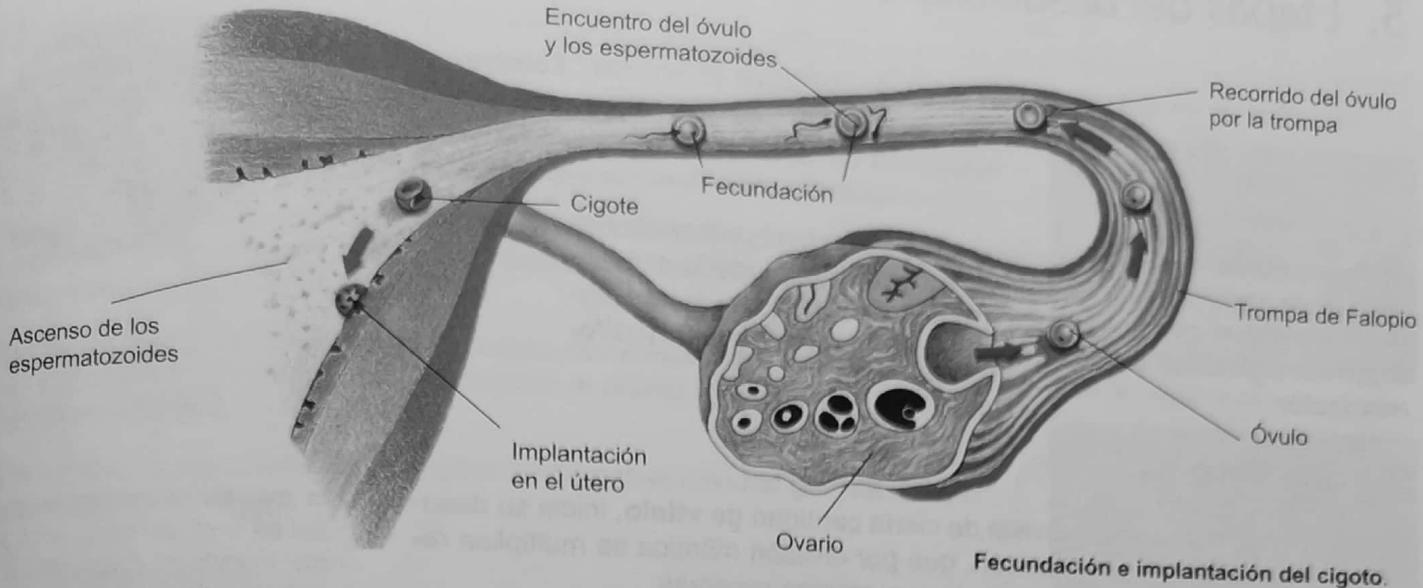


Espermatozoide cuando comienza a penetrar en el óvulo, visto al microscopio electrónico.

### GEMELOS Y MELLIZOS



Un análisis estadístico de la población humana muestra que uno de cada 86 embarazos da origen a dos individuos. Los investigadores aclaran que, en reproducción humana, los términos **mellizos** y **gemelos** se utilizan indistintamente para referirse a embarazos múltiples. En el caso de los mellizos, dos óvulos diferentes son fecundados por dos espermatozoides distintos. Los gemelos, por su parte, poseen idéntica información genética, pues son el producto de un solo óvulo fecundado por un espermatozoide que se divide en los primeros estadios del desarrollo, para dar origen a dos embriones.



## 4.2 Implantación del cigoto

Después de la fecundación, el cigoto comienza a dividirse por mitosis formando dos células, luego cuatro, ocho y así sucesivamente. Mientras el embrión se divide es llevado por los cilios del oviducto hasta el útero, proceso que tarda casi cuatro días. El nuevo ser llega al útero en la etapa llamada **mórula**, con aspecto parecido a una mora.

Aproximadamente una semana después de la fecundación, las células del embrión se organizan formando la **blástula** o **blastocisto**, que tiene la forma de una pelota hueca. Una región engrosada del blastocisto, llamada **masa celular interna**, es el embrión mismo, mientras que la superficie pegajosa del blastocisto se adhiere al útero y penetra en la pared interna del útero (endometrio), proceso llamado **implantación**.

El **embrión** obtiene los nutrientes directamente de las células próximas del endometrio, y sólo son suficientes para dos semanas del desarrollo embrionario. Durante este tiempo se empieza a formar la placenta, compuesta de tejidos que provienen tanto del embrión como del endometrio.

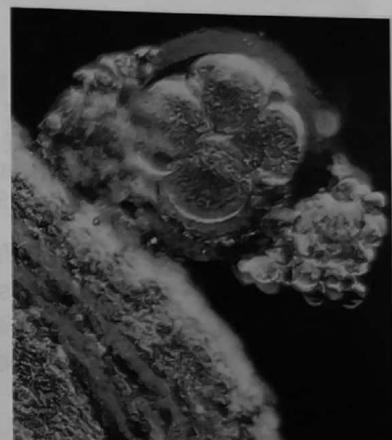
El primer síntoma de embarazo es la ausencia de menstruación. También es frecuente la sensación de náuseas, principalmente por las mañanas o en las comidas, tensión y aumento de volumen de las mamas.

Algunos óvulos fecundados no llegan a implantarse en el útero o tienen problemas en los primeros días de desarrollo. En estos casos el embarazo se interrumpe y puede pasar inadvertido para la mujer.

### ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. ¿Por qué el óvulo de una paloma no puede ser fecundado por el espermatozoide de un gallo? **Explícalo.**
2. ¿Qué sucede si el óvulo fecundado no se implanta?
3. ¿Cuáles pueden ser las causas de la infertilidad?
4. **Observa** los esquemas de la fecundación y **describelos**.



El cigoto, tres días después de la fecundación.



Dentro de las alternativas para la reproducción está la **fecundación in vitro**.

En 1978, en Inglaterra nació el primer bebé probeta, una niña llamada Louise Brown. El obstetra Patrick Steptoe y el biólogo Robert Edwards habían extraído un óvulo del folículo de una mujer y lo habían fecundado en el laboratorio. En la actualidad han nacido más de 33,000 niños en todo el mundo por medio de esta técnica.

## 5. Etapas del desarrollo embrionario

Explora: ¿Qué es un embrión? ¿Qué es el cigoto? ¿Qué es un feto? **Compara el huevo de una gallina con un cigoto humano, ¿qué similitudes y qué diferencias presentan?**

El desarrollo del nuevo ser humano se inicia en las trompas de Falopio de la mujer desde el momento en que es fecundado el óvulo y termina nueve meses después. En este desarrollo podemos distinguir las siguientes etapas: **segmentación, gastrulación y diferenciación.**

Aprende



### DESARROLLO EMBRIONARIO EN OVÍPAROS Y VIVÍPAROS

La mayoría de los reptiles y todas las aves, así como unos pocos mamíferos (ornitorrincos y equidnas), son ovíparos: el embrión se desarrolla en el exterior, dentro de huevos con cáscara dura debajo de la cual hay una membrana fina y transparente que permite la respiración del embrión. Los huevos tienen también abundante vitelo o yema para nutrir al embrión. En cambio, en los mamíferos, el huevo o cigoto contiene poca cantidad de vitelo. Estos embriones se alimentan de las sustancias que les provee el útero materno.

### 5.1 Segmentación

La célula original (cigoto), provista de cierta cantidad de **vitelo**, inicia su desarrollo mediante una **segmentación**, que por división mitótica se multiplica repetidas veces, nutriendose a partir de sus propias reservas.

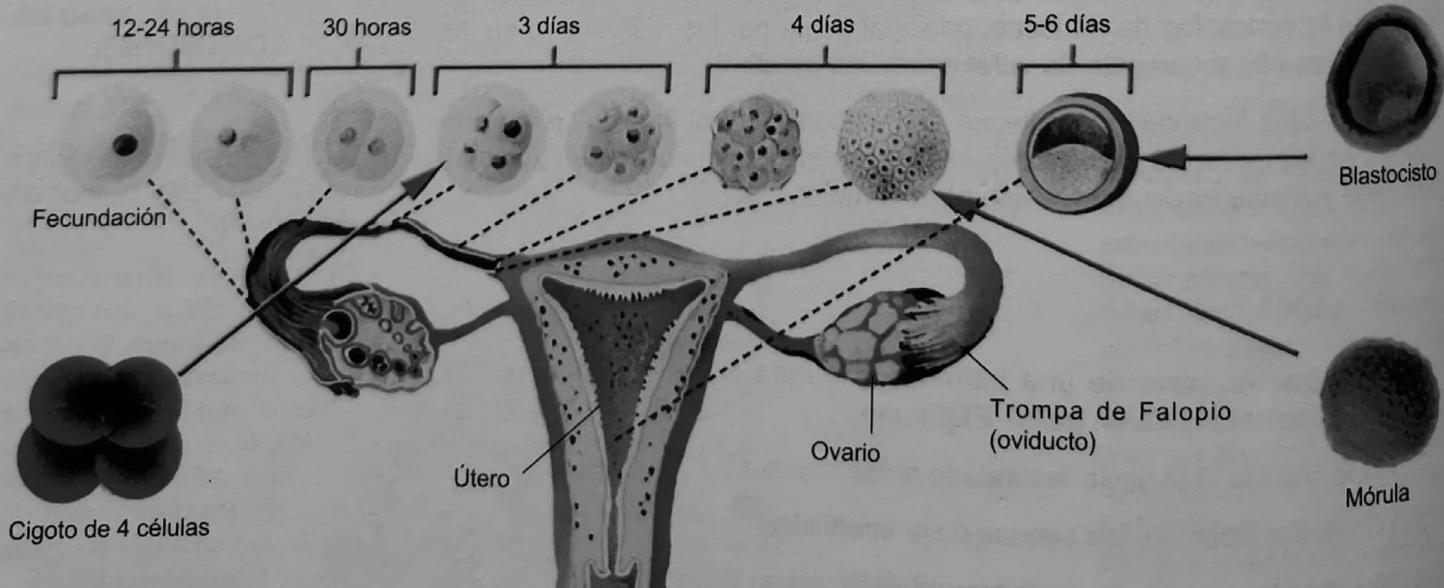
La primera división constituye la primera segmentación. El cigoto se divide en dos partes iguales: los dos primeros **blastómeros**.

La segmentación continua y se forman cuatro, ocho blastómeros, etc., hasta llegar a constituir una **mórula** formada por muchos blastómeros.

Las células de la mórula se reorganizan y forman una bola hueca llamada **blástula**. La cavidad interna contiene un líquido llamado blastocito. La formación de la blástula señala el final de la segmentación.

La pared de la blástula está formada por una capa de células y se llama **blastodermo**. En él se pueden distinguir dos regiones: el polo animal formado por células pequeñas y el polo vegetal constituido por células más grandes, donde se encuentra mayor cantidad de vitelo.

### Primeros estadios del desarrollo



## 5.2 La gastrulación

La **gastrulación** se inicia el día 15 después de la fecundación. Durante esta etapa las células que forman la blástula se invaginan; es decir, se desplazan hacia la cavidad y el embrión recibe entonces el nombre de gástrula.

Durante este proceso las células siguen multiplicándose por mitosis y llenan la cavidad interna dejando una nueva cavidad llamada arquenterón que, después, dará lugar al tubo digestivo.

El embrión queda constituido por dos capas de células: una externa o ectodermo, y otra interna o endodermo. Al finalizar el primer mes se origina la tercera hoja embrionaria: el mesodermo.

Al reagruparse, las células del mesodermo forman la cavidad general del cuerpo, denominada celoma.

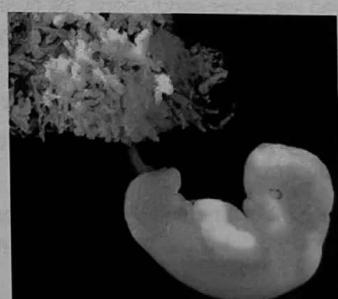
## 5.3 Diferenciación

La **diferenciación** es la etapa en que los blastómeros adoptan la estructura y la función con la que se mantendrán, de manera irreversible, en el estadio adulto.

- El **ectodermo** que forma la piel, el pelo, las uñas, el sistema nervioso, y los órganos de los sentidos.
- El **mesodermo** da lugar al esqueleto, los músculos, la sangre y los vasos, los riñones y los uréteres, el sistema reproductor y el linfático.
- El **endodermo** da origen al tubo digestivo y las glándulas anexas (hígado, páncreas) a los epitelios de la tráquea, a los bronquios y pulmones.



Mórula: cigoto en desarrollo.



Embrión de dos meses y medio.



Feto de cinco meses.



Feto de siete meses.

### ACTIVIDADES

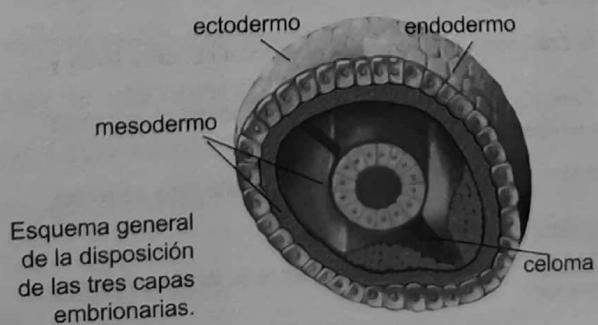
#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Escribe los órganos que originan las tres capas que forman el embrión.

---

---

---



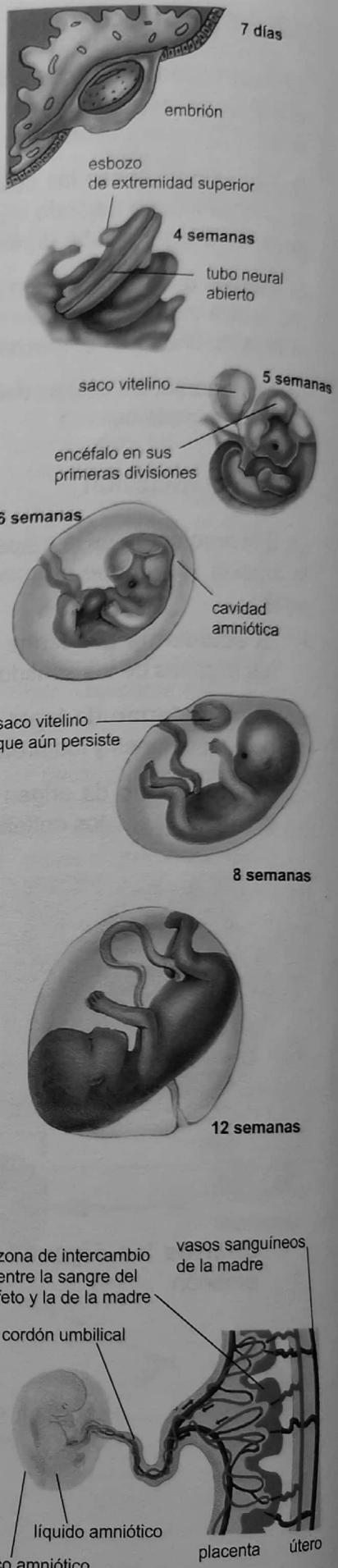
**Explora:** ¿Qué es el embarazo? ¿Qué tiempo dura el embarazo en los seres humanos? ¿Cómo se denomina el bebé en el vientre de su madre a partir de los 4 meses?

## 5.4 Nueve lunas: la gestación de un nuevo ser humano

El período de embriogénesis y diferenciación del nuevo ser dura alrededor de dos meses, y en él se esboza el plan estructural que tendrá el futuro individuo. Durante el resto de la gestación, el embrión aumenta el número de células; es decir, **crece**.

Aprende

Mes	Principales cambios
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El cigoto se segmenta.</li> <li>✓ El blastocisto se implanta. Se forma el embrión de tres capas.</li> <li>✓ Se constituye la notocorda (que dará origen a la columna vertebral).</li> <li>✓ En la 4<sup>ta</sup> semana, se aprecian el corazón, el hígado, el SNC y los ojos. El corazón comienza a latir.</li> <li>✓ El embrión mide 5 mm y su masa corporal ha aumentado unas 7000 veces.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aparecen grandes agrupaciones de células, que darán origen a las extremidades.</li> <li>✓ Comienzan a formarse las gónadas.</li> <li>✓ Se esbozan las extremidades superiores e inferiores.</li> <li>✓ Los rasgos del rostro se acentúan.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se forman los párpados y las gónadas y el sexo queda definido.</li> <li>✓ El rostro, el aspecto humano y con arrugas, se armoniza y perfecciona.</li> <li>✓ Hacia el final del tercer mes, el embrión, que ya recibe el nombre de feto, mide entre 9 y 10 cm y mueve las extremidades.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El feto mide de 16 a 21 cm, tiene pelo y lanugo, y pesa cerca de 250 g.</li> <li>✓ A través de la piel se observan los vasos sanguíneos, los cuales confieren al cuerpo una coloración rojiza. Ya funcionan el hígado, el estómago y los riñones.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los movimientos del feto son percibidos por la madre.</li> <li>✓ El feto se chupa el dedo, tiene pelo, pestañas, cejas y uñas.</li> <li>✓ Se escuchan los latidos del corazón.</li> <li>✓ El feto alcanza una longitud de 27 cm y pesa unos 500 g.</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El feto abre y cierra los ojos, se mueve mucho y adquiere fuerza muscular.</li> <li>✓ La piel tiene un aspecto rugoso y está cubierta de secreciones de las glándulas sebáceas.</li> <li>✓ El esqueleto se osifica. El feto alcanza los 33 cm y 1,000 g de peso.</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las dimensiones del feto provocan la opresión de los órganos maternos.</li> <li>✓ Los nervios, ya desarrollados, permiten que el feto responda a ruidos externos.</li> <li>✓ Aparecen movimientos respiratorios rudimentarios.</li> <li>✓ El feto mide unos 40 cm y pesa alrededor de 1,800 g. De nacer en este momento, tiene muchas probabilidades de sobrevivir, pero debe completar su desarrollo en el útero materno durante dos meses más.</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El feto pierde las arrugas y la coloración rojiza de la piel, la cual se torna tersa y suave.</li> <li>✓ El cuerpo pierde la pelusa, llamada lanugo, y mide 45 cm de longitud, acumula grasa y adquiere un peso de alrededor de 2,500 g.</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Completado su desarrollo, el feto se mueve con intensidad y está listo para vivir fuera del útero materno.</li> <li>✓ Mide unos 50 cm y pesa alrededor de 3,500 g.</li> <li>✓ Inicia su descenso a la cavidad pélvica, donde presiona sobre la vejiga y provoca las contracciones uterinas para salir.</li> </ul>



## 5.5 Anexos embrionarios

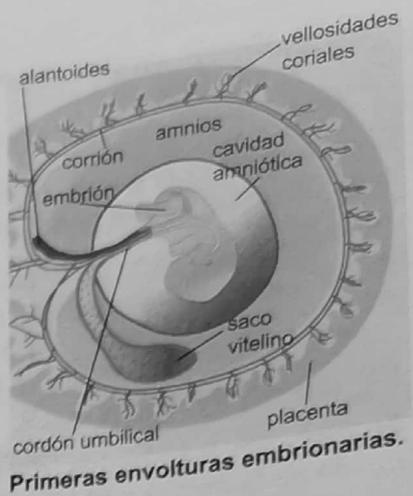
En el primer mes de gestación, los seres humanos, como todos los vertebrados terrestres, tiene anexos embrionarios. Éstos son varias estructuras que sirven de protección, nutrición y excreción de las sustancias. Existen cuatro membranas que se reconocen como anexos embrionarios: el saco vitelino, el corion, el alantoides y el amnios. Además, hay un órgano importante llamado placenta, formado por tejidos fetales y por tejidos maternos, cuyo funcionamiento asegura el desarrollo del embrión.

- **Saco vitelino y alantoides** son dos sacos que cumplen funciones muy importantes en los animales que se reproducen por huevos:

- El saco vitelino almacena el vitelo, que, como sabemos, es una sustancia alimenticia.
- El alantoides está conectado con el aparato urinario y sirve como órgano donde se acumulan los desechos.

En los mamíferos, incluido el hombre, estos órganos no tienen la misma función que en los animales ovíparos y están presentes como la evidencia de una historia evolutiva común. Hacia el segundo mes, esos órganos contribuyen a formar el cordón umbilical.

- **Corión.** Es la membrana más externa, a partir de la cual se formará la porción fetal de la placenta.
- **Amnios.** Es un saco membranoso que envuelve y protege al embrión y está lleno de un fluido salino llamado líquido amniótico. El líquido hace posibles los movimientos fetales, ofrece protección contra eventuales golpes y permite que las sustancias de desecho ingresen a la circulación materna para su excreción.
- **Placenta.** Es un órgano derivado del corion embrionario y del endometrio uterino. Es abundante en vasos sanguíneos y cumple las funciones de respiración, nutrición, excreción, protección. Además, produce hormonas que impiden la formación de nuevos óvulos durante el embarazo.



### CONVIVENCIA

En los últimos años la medicina ha realizado verdaderos progresos en la búsqueda de soluciones para la esterilidad humana. Como ya lo sabes, el conjunto de estas soluciones reciben el nombre de **reproducción asistida**, muchos de los cigotos se pierden en el procedimiento: los embriones que no implantan pueden congelarse, pero también pueden destruirse. Incluso, algunos embriones que ya han sido implantados son sacrificados luego de la detección de anomalías genéticas, lo que algunas personas consideran más bien como prácticas eugenésicas (mejoramiento de la raza siguiendo normas exclusivamente biológicas). Este aspecto de la reproducción asistida ha sido criticado duramente, ya que algunas personas creen que atenta contra el derecho a la vida.

- ¿Crees que la aplicación de las técnicas de reproducción asistida debe ser controlada mediante leyes?
- ¿Para ti es un atentado contra el derecho a la vida la destrucción de los embriones?
- A tu parecer, ¿se justifica el empleo de estas técnicas? **Fundamenta** tu respuesta.

### ACTIVIDADES

#### CONTROLA TU APRENDIZAJE

1. Completa el cuadro sobre los cambios durante la gestación.

Mes	Cambios
	Se aprecia el corazón, hígado, el SNC, los ojos.
	Tiene pelos, uñas. Se escuchan los latidos de su corazón.
	Mide unos 50 cm. Inicia descenso a la cavidad pélvica.
	Se forman las gónadas. El rostro tiene aspecto humano.
	Abre y cierra los ojos. La piel es rugosa.
	Los nervios ya desarrollados permiten que el feto escuche ruidos externos.

## 6. El parto

Explora: ¿En qué consiste el parto? ¿Cuál es la diferencia entre un parto natural y una cesárea?

El embarazo es el estado fisiológico que se inicia con la fecundación y culmina con el parto, al cabo de 266 a 280 días.

Cuando la gestación ha llegado a su fin, el útero se dilata y, tras un parto más o menos laborioso, se producen el nacimiento (expulsión del nuevo ser) y la expulsión de la placenta. En la secuencia de ilustraciones que se observa a la derecha se muestran las etapas del parto.

El **parto** (del latín *partus*, dar a luz) marca el momento de separación de la madre y el hijo a través del canal vaginal.

### 6.1 Fase de dilatación

El parto se anuncia con una serie de signos, como el descenso del útero, las contracciones uterinas que se hacen cada vez más frecuentes e intensas, la **pérdida del tapón mucoso**, sustancia transparente y viscosa que sella el cuello uterino, con la que se evitan infecciones y la **ruptura de la bolsa de agua**, que contiene el líquido amniótico.

Durante esta etapa el útero se contrae para facilitar la **dilatación** del cuello del útero, el cual debe abrirse hasta unos 10 cm para dejar salir al bebé. Estas contracciones producen dolor en la madre y suelen durar de 8 a 14 horas en las primerizas.

### 6.2 Fase de expulsión

Conforme continúan las **contracciones** empieza a aparecer la cabeza del bebé. El médico realiza una ligera tracción que permite la **salida** del resto del cuerpo. Se oye el primer llanto del niño, a quien se le corta el cordón umbilical, se lo higieniza cuidadosamente, se le ponen gotas antisépticas en ambos ojos y se toman sus impresiones plantares, que constituyen su identificación.

Cuando las contracciones son muy débiles y la dilatación no es suficiente, se aplica por vía intravenosa una solución de suero y hormona oxitocina que estimula la dilatación y las contracciones.

La primera fontanela se cierra, aproximadamente, a los 18 meses. La segunda desaparece entre los 2 y 6 meses. (Las fontanelas son áreas del cráneo en las que los huesos no se hallan totalmente fusionados).



Dilatación del cuello uterino.



Contracciones del útero. Expulsión del nuevo ser (nacimiento).



Expulsión de la placenta.

Principales características del recién nacido.

©Santillana, S.A.

### 6.3 Etapa posnatal: el nuevo mundo del recién nacido

En el momento del nacimiento, el bebé pasa de un medio cálido y húmedo, donde se siente protegido, a un ambiente más frío y desconocido, totalmente diferente. Debe respirar para **incorporar el oxígeno atmosférico** (al nacer, la acumulación de dióxido de carbono estimula su centro nervioso respiratorio y provoca su primera inspiración). Cuando el aire penetra en los pulmones, estos se expanden y, por un mecanismo de aspiración, aumenta el flujo de sangre a los órganos respiratorios. El cordón umbilical, una vez cortado, deja de cumplir su función. Se lo anuda y trata con una sustancia antiséptica para evitar infecciones y, a la semana, se desprende por completo.

Durante los primeros días, el peso del recién nacido disminuye un 10% y, hacia fines de la primera semana, comienza a aumentar hasta que lo recupera totalmente.

En los primeros meses aumenta unos 3 cm de talla por mes. En el segundo semestre aumenta aproximadamente 1,5 cm por mes.

En cuanto al sistema nervioso, este es inmaduro. Sin embargo, todos los bebés presentan una serie de reflejos que son de vital importancia para el desarrollo posterior de los movimientos más complejos y coordinados.

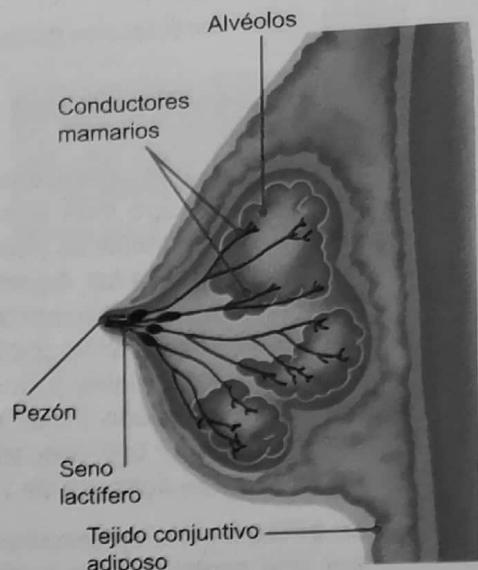
### 6.4 La lactancia

En la actualidad se sabe que la **lactancia** es importante para el desarrollo del bebé. Es normal que después del parto se acerque de inmediato al niño junto al pecho materno; se establece en ese momento un vínculo de gran importancia biológica y afectiva.

La secreción de leche es estimulada después del parto por la hormona hipofisaria **prolactina**, mientras que la eyeción de leche es estimulada por otra hormona hipofisaria, la **oxitocina**.

Durante los primeros días después del nacimiento, las glándulas mamarias secretan un líquido amarillento, llamado **calostro**, que tiene elevadas concentraciones de proteína y anticuerpos que son absorbidos directamente por el intestino del niño y ayudan a protegerlo contra algunas enfermedades. El calostro es reemplazado gradualmente por leche, que tiene un contenido más elevado en grasa y azúcar (lactosa) y menor contenido en proteínas.

Se recomienda la lactancia materna durante los seis primeros meses de vida. Cuando el bebé comienza a ingerir otros alimentos y demanda menos leche, los estímulos sobre las glándulas mamarias disminuyen y la secreción de leche cesa.



#### SALUD

No es apropiado que las adolescentes tengan hijos, ya que esto trae serias complicaciones físicas y sociales tanto para la madre como para el bebé:

- Los bebés nacidos de madres muy jóvenes tienen mayor probabilidad de morir en el primer año de vida; esto debido a que el cuerpo de la adolescente no está biológicamente preparado para el embarazo y el parto.
- Generalmente el embarazo interrumpe la educación y desarrollo de la joven.
- Con frecuencia el parto es prematuro y los bebés tienen bajo peso al nacer.
- ¿Por qué no es conveniente tener relaciones sexuales cuando se es muy joven?
- ¿La falta de información puede ser la causa del problema?
- ¿Por qué algunos adolescentes tienen relaciones sexuales tempranas?
- **Indica** las desventajas que tiene la maternidad para el desarrollo del adolescente.

#### ACTIVIDADES

##### CONTROLA TU APRENDIZAJE

###### 1. Completa las siguientes oraciones.

- En el parto el cuello uterino debe dilatarse hasta un tamaño de \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_.
- La cesárea es una operación que consiste en \_\_\_\_\_.

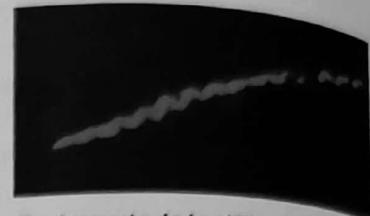
# 7. Las infecciones de transmisión sexual (ITS)

Explora: ¿Qué medidas nos protegen de las enfermedades de transmisión sexual?

Aprende

## 7.1 Algunas ITS comunes

- **Chlamydia.** Las infecciones, causadas por la bacteria *Chlamydia trachomatis*, son el tipo más común de las enfermedades venéreas. Tratada a tiempo con antibióticos puede curarse, y si no se recibe tratamiento puede diseminarse a los órganos reproductores provocando la esterilidad en las mujeres y, posiblemente, en los hombres. En las mujeres la Chlamydia causa exudado vaginal, micción dolorosa, hemorragia vaginal entre periodos menstruales o después del coito y dolor abdominal inferior. En los hombres puede incluir una sensación de ardor al orinar, además de ser frecuente, y una descarga de pus en el pene. Los síntomas empiezan generalmente después de 21 días de contraer la enfermedad.
- La **sífilis** es una enfermedad compleja, pero generalmente curable causada por una espiroqueta conocida como *Treponema pallidum*. Si no es tratada (con antibióticos), progresará a través de las siguientes etapas:
  - **Etapa primaria.** Cerca de diez días a seis semanas después de la exposición a la espiroqueta, aparece una herida o úlcera roja llamada chancre en los genitales o en otras partes del cuerpo, como la lengua.
  - **Etapa secundaria.** De dos a seis semanas después desaparece el chancre y hay una erupción cutánea que no causa comezón, sobre todo en las palmas de las manos y las plantas de los pies. Aparecen lesiones en las mucosas de la boca, la vulva o el pene. Tanto la erupción como las lesiones son sumamente contagiosas.
  - **Etapa latente.** Con el tiempo desaparecen los síntomas, y aunque la persona está todavía infectada, ya no es contagiosa. En personas no tratadas, esta etapa puede durar 20 años o hasta su muerte.
  - **Etapa final.** Cerca de una tercera parte de los pacientes no tratados llega a esta etapa. La enfermedad surge nuevamente sin advertencia y ataca cualquier órgano del cuerpo, causando parálisis, ceguera y hasta la muerte. De 30 a 40% de los fetos infectados con sífilis nacen muertos y los que sobreviven mueren poco tiempo después o sufren daño cerebral, trastornos de la vista y del oído.
- **Gonorrea.** Es una enfermedad curable causada por una bacteria, el gonoroco de *Neisseria gonorrhoeae*. Si no es tratada puede volverse crónica y provocar varias complicaciones, incluyendo esterilidad permanente tanto en hombres como en mujeres. El sitio más común de la infección en mujeres es el cuello uterino y en los hombres, la uretra. La gonorrea puede transmitirse en el parto causando ceguera al bebé.
- **Herpes genital.** Es causado por un virus. El herpes es incurable, pero puede ser tratado y controlado mediante cambios en la medicación y el modo de vida. En la fase activa del herpes genital salen pequeñas ampollas en los órganos genitales, y como las ampollas se revientan, se secan y forman costra, después de unos días es evidente la presencia de la infección. No obstante, el enfermo llega a transmitirla aun sin experimentar esos síntomas.



Espiroqueta de la sífilis, *Treponema pallidum*, se encuentra en las membranas mucosas de los genitales, labios, ano o senos.



Bacteria de la gonorrea



SALUD

- **Investiga** qué medidas higiénicas serán necesarias para evitar el desarrollo de hongos en los genitales.

## 7.2 El SIDA

De las ITS el **SIDA** es la más grave, debido a que todavía no tiene cura y es mortal. Esta enfermedad es fácilmente prevenible si se siguen las precauciones necesarias. Cálculos recientes indican que el número de personas infectadas puede aumentar diez veces más en los próximos ocho años: de 13 millones a 120 millones de hombres, mujeres y niños en el mundo.

Después de contraer el **VIH** (Virus de inmunodeficiencia humana), una persona puede tener buena salud durante uno, dos o hasta diez años; sin embargo, con el tiempo el virus empieza a debilitar el sistema inmunológico y, por tanto, su capacidad para luchar contra las enfermedades.

El virus del SIDA se detecta con la prueba llamada **ELISA**. Esta se basa en una muestra de sangre, en la cual se buscan anticuerpos contra el VIH (prueba de hemaglutinación). Dicho examen tiene limitaciones, pues los anticuerpos se presentan tres o seis meses después de la infección.

Si en una primera prueba el resultado es negativo, pero se sospecha que la enfermedad existe, es recomendable repetirla seis meses después. Además, debe realizarse un examen confirmatorio con la prueba **Western Blot**.

## 7.3 Medidas preventivas contra ITS

Estas son medidas preventivas contra las infecciones de transmisión sexual:

- Tener una sola pareja.
- **Evitar contacto sexual** durante el tiempo que se presenten lesiones en los genitales.
- **Recibir atención médica oportuna**, cuando se sospeche que se es portador de alguna enfermedad venérea. Si se diagnostica la enfermedad, esperar hasta que el médico confirme la curación total, antes de volver a tener actividad sexual. **Asistir periódicamente al médico** para una revisión, aun en ausencia de síntomas, para descartar la posibilidad de ser portador de alguna ITS.
- **Utilizar preservativos** como medida de protección.



Modelo del virus del SIDA.

### Síntomas más comunes del SIDA

- Fatiga.
- Sudores nocturnos.
- Fiebre.
- Pérdida de peso y anorexia.
- Erupción cutánea.
- Visión borrosa.
- Ganglios linfáticos prominentes y sensibles.
- Tos, dificultad para respirar.
- Náusea, vómito, diarrea y dolor abdominal.
- Sangrado anormal o hematomas.
- Susceptibilidad a infecciones.
- Desarrollo de diversos tipos de cáncer.



### CONEXIONES:

Medicina

- ¿Qué es el Papanicolaú y a partir de qué edad las mujeres deben hacérselo periódicamente?



### CONVIVENCIA

- ¿Qué harías si un compañero o compañera, o algún familiar tuyo se contagia de SIDA? ¿Lo tratarías igual que antes?

## ACTIVIDADES

CONTROLA TU APRENDIZAJE

### 1. Piensa y responde

- ¿Qué medidas nos previenen de contraer el SIDA?
- ¿Qué síntomas presenta la sífilis al inicio, después de unas semanas y al cabo de varios años?

## 8. Métodos anticonceptivos

Explora: ¿Qué es un método anticonceptivo?

Aprende

El ser humano es algo más que su anatomía y fisiología, por lo tanto deben considerarse no sólo los aspectos biológicos de la sexualidad sino también los sociales, psicológicos y éticos. Por eso debemos comprender que los métodos de la regulación de la fertilidad humana no sólo atienden a las consideraciones del crecimiento demográfico y a las cuestiones culturales y socioeconómicas, sino también al fortalecimiento de la familia.

Por otra parte, planear la cantidad de hijos que se quiere tener produce efectos en las condiciones económicas y sociales de un país, pues al no existir una relación equilibrada entre los recursos de éste y su número de habitantes, se provoca un retraso en el desarrollo social, cultural y económico de la nación, disminuyendo la calidad de vida de sus habitantes.

Sin embargo, la solución no está en el uso masivo e indiscriminado de técnicas anticonceptivas, sino en mejorar la educación que lleve a comprender la práctica de una paternidad responsable.

### 8.1 Métodos naturales

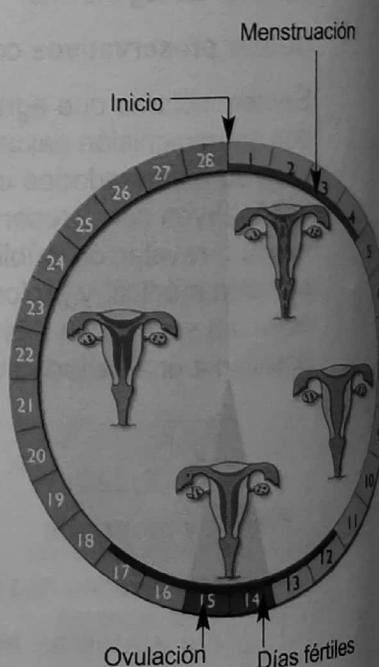
Estos métodos consisten básicamente en evitar las relaciones sexuales durante la etapa fértil de la mujer. La mujer es fértil solo el día de la ovulación. Sin embargo, como la fecha no es exacta y el óvulo puede vivir entre uno y dos días, la mujer también puede ser fértil dos días antes y después de la ovulación.

Los **métodos naturales** que se basan en estos hechos suelen ser efectivos y no causan daño. Los más conocidos son los siguientes:

- **Método del ritmo.** Consiste en evitar las relaciones sexuales durante los días en que es más probable que la mujer sea fértil. Es decir, durante la ovulación, así como los días que la preceden o la siguen. Para aplicar este método es necesario conocer las etapas del ciclo menstrual para calcular bien los días fértils. La ovulación ocurre generalmente 14 días después de iniciado el ciclo. Como la fecha de la ovulación es imprecisa, la forma más práctica de aplicar el método consiste en marcar en el calendario los diez primeros días del ciclo menstrual.

Durante esos días no hay posibilidades de embarazo. Los siguientes diez días son posibles días fértils, por lo tanto en esas fechas se deben evitar las relaciones sexuales.

- **Método de ovulación Billings.** Dado a conocer por los doctores Evelyn y John J. Billings, de Australia, este método pone énfasis en los cambios de la consistencia del moco cervical, desde espeso y pegajoso hasta delgado, líquido y claro justo antes de la ovulación, lo que indica los días fértils. Mientras se produzca esta secreción, se deben evitar las relaciones sexuales.
- **Temperatura basal.** En este método el período fértil se determina registrando los cambios de temperaturas basal del cuerpo (vagina) todos los días. Hay un incremento de temperatura justo antes de la ovulación y, por tanto, deben suspenderse las relaciones sexuales hasta que la temperatura se regularice.



## Métodos artificiales para el control de la natalidad

Método	¿Qué es?	¿Es eficaz? ¿Presenta riesgos?
Píldoras	Anticonceptivos de administración oral. Las píldoras contienen pequeñas cantidades de estrógenos y progesterona. Estas hormonas impiden que los ovarios liberen los óvulos.	Son métodos químicos seguros siempre y cuando se tomen con regularidad. Algunas veces las hormonas pueden dañar el hígado o producir coágulos sanguíneos, por lo que se deben tomar sólo con prescripción médica.
Inyectables	Son compuestos de progesterona que se colocan intramuscularmente y se basan en la supresión hormonal de la ovulación.	Están entre los métodos más eficaces, pero pueden provocar aumento de peso y sangrado menstrual irregular. Generan mareos, dolores abdominales y jaquecas.
Implante Norplant	Consiste en una serie de tubos delgados de material plástico que el médico coloca debajo de la piel del brazo de la mujer. El Norplant libera en bajas dosis la progesterona que impide la ovulación y, por tanto, el embarazo.	Es un método aparentemente eficaz, pero se carece de estadísticas acerca del riesgo.
Espermicidas	Son sustancias (cremas, geles) que se colocan en la vagina antes de la relación sexual. Forman una barrera que impide a los espermatozoides llegar al óvulo, pues los destruye.	De cada 100 mujeres, 8 ó 10 quedan embarazadas. Pueden producir reacciones alérgicas e irritaciones.
Diáfragma	Barrera de hule suave de uso femenino. Obstruye el paso de los espermatozoides al útero.	Este método no se utiliza mucho. Puede causar infecciones.
Condón o preservativo	Es una funda de hule suave de uso masculino, que impide que el semen pase a la vagina. Además protege contra las enfermedades de transmisión sexual.	Su eficacia depende de la calidad del producto y del uso correcto que hagan las personas.
Dispositivo intrauterino o DIU	Es un aparato de plástico, con una parte de cobre, tiene forma de espiral o lazo con dos hilos muy delgados que sobresalen en la vagina y sirven para saber si está bien colocado. Provoca contracciones uterinas que evitan que el embrión se implante.	Es un método eficaz, aunque puede favorecer el desarrollo de infecciones y ocasionar menstruaciones más largas, abundantes y dolorosas.



Diferentes tipos de anticonceptivos.

### ACTIVIDADES

1. Clasifica en una tabla los diferentes métodos anticonceptivos descritos en estas páginas y escribe sus características.
2. Explica qué diferencia hay entre un método anticonceptivo natural y uno artificial.

### CONTROLA TU APRENDIZAJE

### TRABAJAMOS EN GRUPO

#### 1. Reflexiona.

- Forma un grupo con tres de tus compañeros y compañeras, analicen y debatan la siguiente afirmación: "El uso de métodos anticonceptivos fomenta la promiscuidad sexual". ¿Qué opinas al respecto?

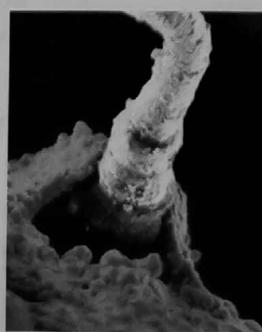
#### 2. Interactúa

- ¿Por qué crees que algunas personas prefieren los métodos artificiales a los naturales?
- ¿Cuáles son los inconvenientes de los métodos artificiales?

## ¿Cómo hacer un bebé?

### 1. Lee y analiza los textos.

- En los últimos años la medicina ha realizado grandes progresos en la búsqueda de soluciones para la esterilidad humana. El conjunto de estas soluciones reciben el nombre de **reproducción asistida**. A continuación veremos algunas de las técnicas más utilizadas.
- **Hormonas.** Son sustancias que son inyectadas o tomadas por la mujer e inducen la formación y liberación de varios óvulos. Inseminación intrauterina. Los espermatozoides son introducidos por medio de un catéter (tubo delgado) a través del útero en el momento en el que el óvulo llega a la trompa de Falopio (ovulación).
- **Transferencia intrafallopial de gametos.** En este caso los espermatozoides y los óvulos se introducen quirúrgicamente en las trompas de Falopio, donde se unen por sí solos y forman el cigoto.
- **Fertilización in vitro.** Se extraen algunos óvulos de los ovarios de la mujer y se fecundan en el laboratorio. Despues de la fecundación, el embrión es implantado en el útero.
- **Transferencia intrafallopial de cigoto.** De manera similar a la transferencia intrafallopial de gametos, un cigoto se introduce quirúrgicamente en las trompas de Falopio.
- **Donación de óvulos.** Una mujer dona sus óvulos y estos son fertilizados en el laboratorio con el esperma del padre; luego el cigoto es implantado en el útero de la madre.
- **Donación de embrión.** La pareja interesada recibe un embrión, proveniente de otra pareja, que fue fertilizado en vitro.
- **Alquiler de vientre.**  
En este caso una mujer acepta por contrato llevar en su vientre el embrión o el cigoto de otra mujer; también puede donar un óvulo y ser inseminada por vía intrauterina.



### ÉTICA Y REPRODUCCIÓN ASISTIDA

En los procesos de reproducción asistida, muchos de los cigotos se pierden en el procedimiento: los embriones que no se implantan pueden congelarse, pero también pueden destruirse. Incluso, algunos embriones que ya han sido implantados son sacrificados luego de la detección de anomalías genéticas, lo que algunas personas consideran más bien como prácticas eugenésicas (mejoramiento de la raza siguiendo normas exclusivamente biológicas). Este aspecto de la reproducción asistida ha sido criticado duramente, ya que algunas personas creen que atenta contra el derecho a la vida.

### 2. Analiza la problemática y reflexiona.

- En la actualidad un bebé podría tener hasta cinco padres: una madre donadora de un óvulo, un padre donador de espermatozoides, otra madre que alquila su vientre para mantener el feto los nueve meses y los dos padres que van a criar el bebé. ¿Crees que esta situación podría ofrecer complicaciones tanto al niño como a los distintos padres? ¿Por qué?
- ¿Crees que la aplicación de las técnicas de reproducción asistida deben ser controladas mediante leyes? ¿Qué personas deberían ser las responsables de elaborar estas leyes: juristas, sacerdotes, biólogos, médicos, políticos...? **Explica** por qué.
- **Reúnanse** en un grupo con algunos compañeros y **discutan** los distintos métodos de la reproducción asistida. ¿Se justifica su empleo? ¿Su uso plantea algún problema de tipo ético?
- En el artículo "Etica y reproducción asistida" se menciona el problema que ofrece la destrucción de embriones que no son utilizados en la fecundación in vitro. ¿Por qué crees que este aspecto ofrece un problema desde el punto de vista ético? ¿Por qué se habla de "atentar contra el derecho a la vida"?
- La adopción de niños es también una posibilidad para aquellos que no pueden concebirlos. ¿Qué ventajas y qué desventajas presenta esta opción frente a las técnicas de reproducción asistida?
- **Explica:** ¿de qué manera puede afectar la esterilidad la vida de las personas?

# Actividades

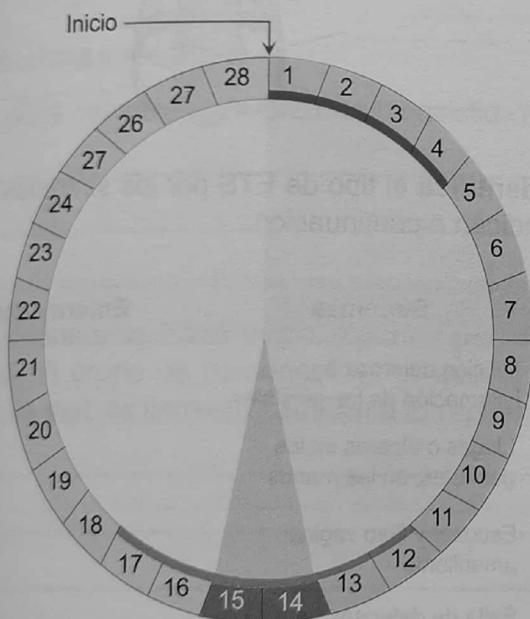
Controla tu aprendizaje

## RECUERDA

- Escribe la palabra que completa la idea.
  - La unión del óvulo con el espermatozoide se llama \_\_\_\_\_.
  - La fecundación ocurre en una de las \_\_\_\_\_ de la mujer.
  - Cuando el embrión está formado por una bola de células se denomina \_\_\_\_\_.
  - A partir del tercer mes de embarazo el embrión recibe el nombre de \_\_\_\_\_.
  - El ciclo menstrual se inicia con la \_\_\_\_\_.
  - Las hormonas sexuales femeninas son la \_\_\_\_\_ y los \_\_\_\_\_.

## COMPRENDE

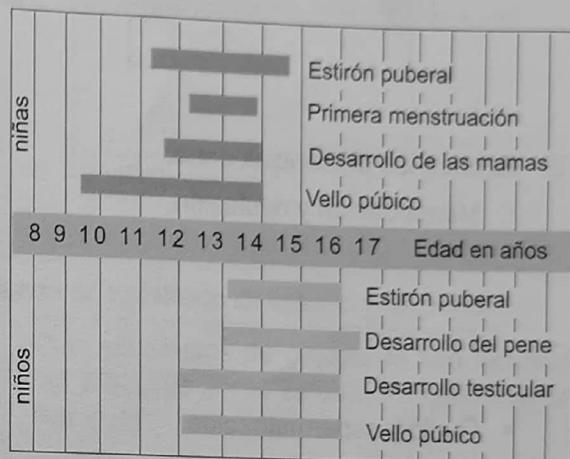
- Observa el ciclo y anota.



- día de inicio de menstruación \_\_\_\_\_.
- fecha de ovulación \_\_\_\_\_.
- días fértiles \_\_\_\_\_.
- hormona que inicia el ciclo \_\_\_\_\_.
- hormona abundante en los primeros 14 días \_\_\_\_\_.
- hormona abundante en los 14 días finales \_\_\_\_\_.

## APLICA

- Analiza los siguientes gráficos que muestran las edades de los cambios que sufren los niños y niñas durante la pubertad y responde.
  - ¿Cuál es el primer cambio que experimentan las niñas en la pubertad? ¿Y los niños?
  - ¿Quiénes empiezan a experimentar cambios primero, los varones o las mujeres?
  - Ordena cronológicamente los cambios que experimentan los niños y las niñas.



- Completa el cuadro.

Hormona	Lugar de producción	Acción
Fólico estimulante		
Estrógeno		
Luteinizante		
Progesterona		



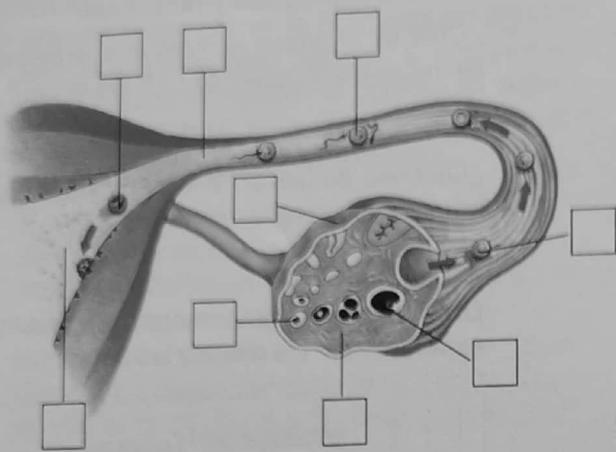
## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

- Elabora en tu cuaderno una ilustración que represente cada una de las etapas del desarrollo embrionario y nómbralas.
- Investiga sobre la clonación humana y escribe un informe de una página.

# Evaluación de competencias

## COMPETENCIAS CONCEPTUALES Y PROCEDIMENTALES

1. Observa la ilustración y coloca la letra del órgano donde corresponda.



2. Explica las diferencias entre:

- Menstruación y ovulación.

---

---

- Óvulo y espermatozoide.

---

---

- Conducto deferente y uretra.

---

---

- Embrión y feto.

---

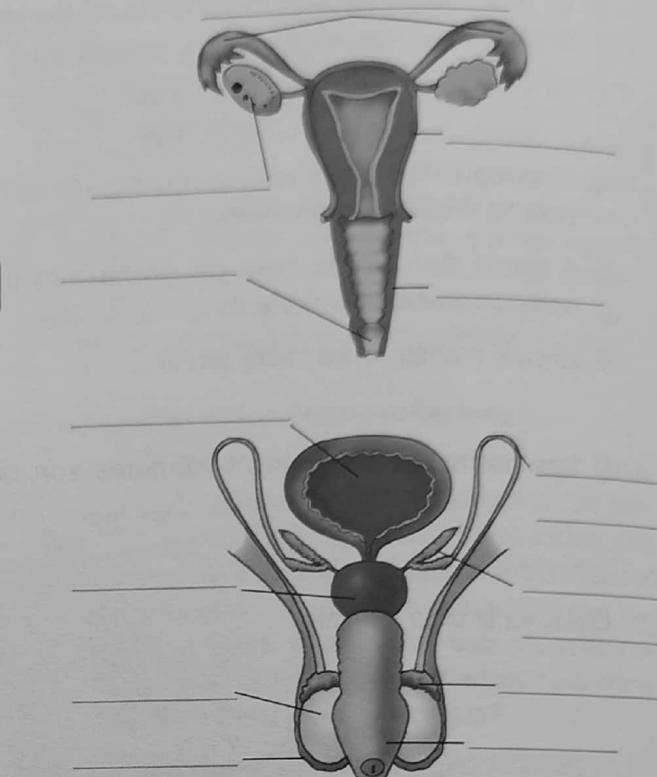
---

- Fecundación externa e interna.

---

---

3. Pon nombre a las partes que se señalan:



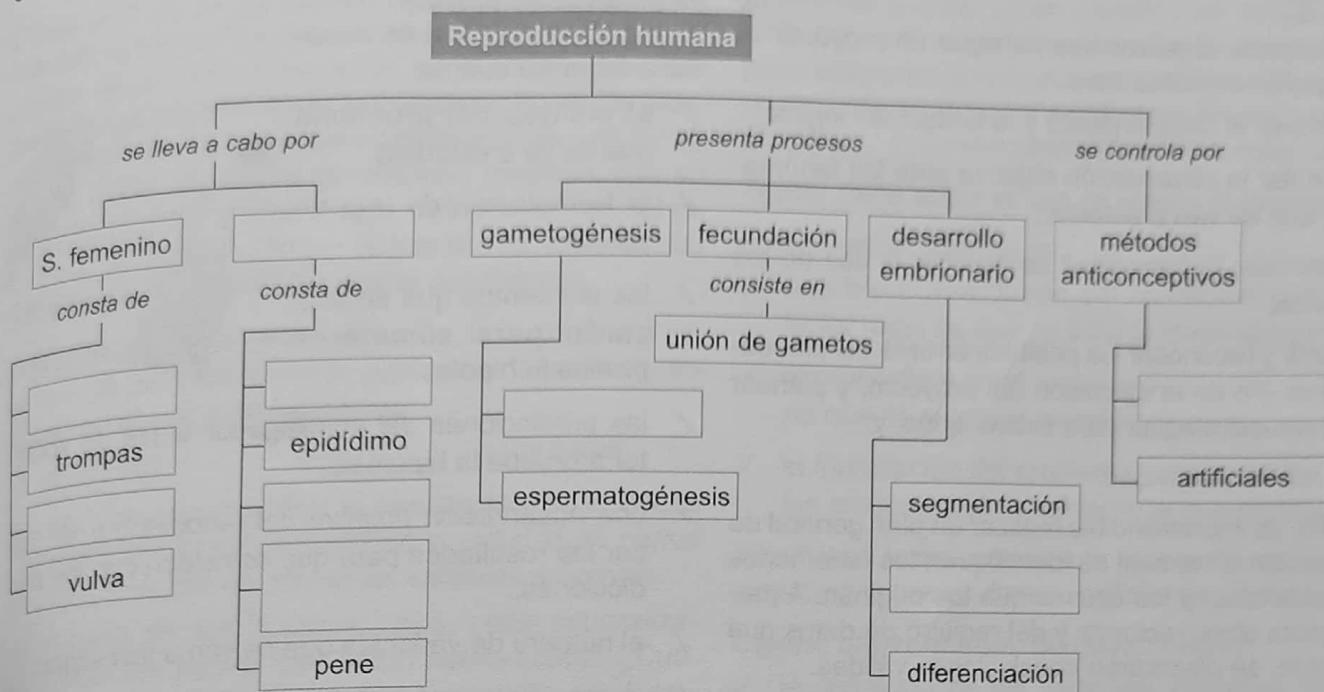
4. Identifica el tipo de ETS por los síntomas que se indican a continuación.

Síntomas	Enfermedad
Micción dolorosa e inflamación de los genitales	
Llagas o úlceras en los genitales, en las manos	
Escozor y flujo vaginal amarillento	
Falta de defensas para combatir enfermedades	

5. Define los siguientes términos.

- Gameto. \_\_\_\_\_
- Cigoto. \_\_\_\_\_
- Embrión. \_\_\_\_\_
- Feto. \_\_\_\_\_
- Placenta. \_\_\_\_\_
- Útero. \_\_\_\_\_

## 5. Completa el mapa del tema.

COMPETENCIAS ACTITUDINALES

## 1. Reflexiona y responde.

- ¿Qué opinas de la reproducción asistida?

---



---



---

- ¿Sientes rechazo hacia algunas personas o algún grupo de personas? ¿Por qué? ¿Crees que esto es correcto? Justifica tu respuesta.

---



---



---

- ¿Son importantes los adelantos de la ciencia y en tecnología relacionados con la reproducción de las personas? ¿Por qué?

---



---



---

- ¿Crees que es conveniente ser padres desde la adolescencia? ¿Por qué?

---



---



---

COMPETENCIAS METACOGNITIVAS

## 1. Piensa en tu método de estudio y responde.

- ¿Qué estrategias de estudio te han resultado más efectivas en el estudio de esta unidad? ¿Por qué?

---



---



---

- ¿Qué elementos de este libro te fueron más útiles en el estudio del tema de esta unidad? ¿Por qué?

---



---



---

- ¿En qué aspecto de tu método de estudio debes mejorar? ¿Por qué?

---



---



---



# TALLER DE CIENCIAS

## 1. ¿EN QUÉ CONSISTE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA?

Los principales objetivos que persigue un proyecto de investigación científica son:

- ✓ estimular el razonamiento y la deducción lógica;
- ✓ fomentar la observación objetiva ante los fenómenos que se van a estudiar;
- ✓ desarrollar la capacidad de análisis crítico de los hechos;
- ✓ asumir y reconocer los posibles errores del planeamiento y/o de la ejecución del proyecto, y planear nuevas estrategias para subsanarlos, y
- ✓ alentar la creatividad.

Para ello, es imprescindible realizar un plan general de organización en el cual se identifiquen los fenómenos (consecuencias) y las causas que los originan. A partir de estas observaciones y del registro de datos que se efectúe, se elaborarán conclusiones válidas.

Un proyecto de investigación es un medio adecuado de integración, ya que interviene en la formación de varios aspectos de la personalidad. Éste favorece:

- ✓ la autoestima;
- ✓ la toma de decisiones;
- ✓ la capacidad de escuchar a otros colegas que estudian el mismo fenómeno desde otros aspectos o puntos de vista;
- ✓ la voluntad, ya que, ante cualquier contratiempo, el proyecto no se abandona sino que es un estímulo más para seguir adelante.

Al adquirir confianza en el proyecto de investigación y al reconocer que pueden surgir errores subsanables, se internaliza la idea de que la ciencia es perfectible y que el principio de autoridad no existe.

Al someter a prueba las hipótesis se verifica, o no, la idea que generó el proyecto de investigación. Las hipótesis relacionan dos variables:

- ✓ la variable independiente (causa), y
- ✓ la variable dependiente (consecuencia).

Un proyecto de investigación científica se caracteriza, entonces, por plantear situaciones problemáticas, resolverlas por medio de la metodología científica experimental y cuidar que las variables que no están en estudio permanezcan constantes, de manera que no alteren los resultados experimentales.

## 2. CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA TENER EN CUENTA...

Al plantear un proyecto de investigación científica es necesario tener en cuenta:

- ✓ el planteo del problema que se va a estudiar;
- ✓ la formulación de una hipótesis;
- ✓ los elementos que se utilizarán para someter a prueba la hipótesis;
- ✓ las predicciones del investigador antes de someter a prueba la hipótesis;
- ✓ una observación objetiva del fenómeno y sin forzar los resultados para que coincidan con las predicciones;
- ✓ el número de variables que se van a investigar;
- ✓ la manera en que se va a trabajar con las variables independientes;
- ✓ los dispositivos de control que se usarán;
- ✓ la cantidad de veces que deberán repetirse las observaciones;
- ✓ el modo en que se recopilarán los datos;
- ✓ las técnicas que se usarán en el registro de la recolección de datos, y
- ✓ las instituciones a las que se podrá recurrir para obtener la información bibliográfica pertinente.

Luego de prever todas las circunstancias que se puedan presentar en el proyecto, es preciso redactar en forma clara y detallada cuál es el propósito de la investigación.

Para decidirse en la elección del proyecto de investigación científica, hay que tener en cuenta qué rama de la ciencia es de mayor interés para el trabajo y, dentro de ella, realizar una lista con todos los temas que resultan más atrayentes.

Es importante tener presente las posibilidades que ofrece el medio donde se vive o el lugar donde se encuentra la escuela; de vivir en una zona rural, sería interesante aprovechar las posibilidades que ésta ofrece, para averiguar, por ejemplo: *¿Cómo influye determinado tipo de dieta en el número de huevos que ponen las gallinas?*

### 3 UN EJEMPLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Luisa, amante de los perros, encontró un trabajo a su medida: todas las tardes pasea a estos animales por las plazas de su barrio. Una tarde, se le ocurrió tomar las pulsaciones por minuto en reposo de cada uno de ellos, y encontró que no todos tienen el mismo número. En algunos contó 55 latidos por minuto, mientras que en otros la cifra era mucho mayor: 155 por minuto. Tal diferencia la llevó a investigar cuáles son los factores que influyen en el pulso de los perros domésticos.

Antes de comenzar la investigación, Luisa hizo una lista con los posibles factores que —a su entender— influyen en el pulso de los perros:

- el tamaño       la raza       la salud

Decidió entonces registrar la frecuencia de los latidos por minuto de la mayor cantidad y variedad de perros posibles, teniendo en cuenta las variables anteriores.

- a) A partir de sus observaciones, ¿qué generalizaciones les parece que habrá hecho Luisa? ¿Cuáles son los datos que habrá registrado y qué métodos de recopilación habrá utilizado?
  - c) ¿Cuáles habrán sido sus predicciones? ¿Habrán coincidido éstas con el resultado que obtuvo al someter a prueba sus hipótesis?
  - d) ¿Qué tipos de gráfico habrá utilizado para registrar sus observaciones? ¿Qué técnicas habrá aplicado para analizar e interpretar la información?
  - f) ¿Cuáles fueron las causas y las consecuencias de su investigación?

#### 4. NUESTRA PROPIA INVESTIGACIÓN...

Lean las siguientes preguntas y luego ejemplifiquen las "Consideraciones básicas para tener en cuenta..." al planificar el proyecto de investigación.

- I. ¿Cómo influye el acto de fumar en la mecánica respiratoria?
  - II. ¿Cómo influye una dieta rica en lípidos en la arterosclerosis?

## 5. REALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Las venas y las arterias son vasos sanguíneos. Como ustedes conocen las funciones de cada uno de estos vasos, ¿pueden predecir cuál es la estructura del tejido con el que están formados? ¿Coincidirán sus predicciones con las conclusiones? **Diseñen** una experiencia para investigar al respecto.

## 6. REALIZACIÓN DE UN INFORME O COMUNICADO CIENTÍFICO

El informe o comunicado científico es necesario para ordenar y aclarar las ideas de quien lleva a cabo la experiencia y para que cualquiera que lo lea sepa en qué condiciones se realizó y a qué conclusiones se llegó en el proyecto de investigación. El informe debe incluir:

**Título.** Tema sobre el que se realiza el informe.

#### **Introducción.** Consta de:

- ✓ una breve descripción del contenido, para que el lector sepa de qué se trata la investigación;
  - ✓ el propósito u objetivo del experimento, el fenómeno que se quiere comprobar;
  - ✓ la formulación del problema, en la que se incluyen las preguntas que motivaron la investigación.

**Hipótesis.** Corresponde a la respuesta anticipada al problema y que se desea verificar con la experiencia.

**Diseño experimental.** Se deben incluir:

- ✓ la definición de las variables, definidas operacionalmente para asegurar que el lector comprenda su posible efecto en la experimentación;
  - ✓ la lista ordenada de los materiales utilizados;

**Resultados.** Se detallan las observaciones, mediciones y resultados de la experimentación. Las mediciones deben ser organizadas en tablas y/o representadas en gráficos.

**Interpretación de los resultados.** Este aspecto del informe es uno de los más importantes, ya que se pone a prueba la capacidad del investigador para encontrar las relaciones entre las variables. Una interpretación no es una descripción de datos, sino que trata de explicar el porqué y de relacionar las variables.

**Conclusiones.** Decidir si la hipótesis es válida o no, a la vista de los resultados y de su interpretación y señalar los aspectos que permiten aceptarla o rechazarla.

**Referencia bibliográfica:** Es la lista de textos, revistas y otras fuentes utilizadas para la elaboración de la introducción y la interpretación de los resultados. Por lo general, se ordena alfabéticamente e incluye:

- el autor o los autores;
  - la editorial;
  - el título;
  - el lugar y el año de edición.
  - las páginas consultadas;

✓ las páginas 11-12  
Una vez que hayan realizado su propio proyecto de investigación, **elaboren** un informe según los puntos anteriores mencionados.