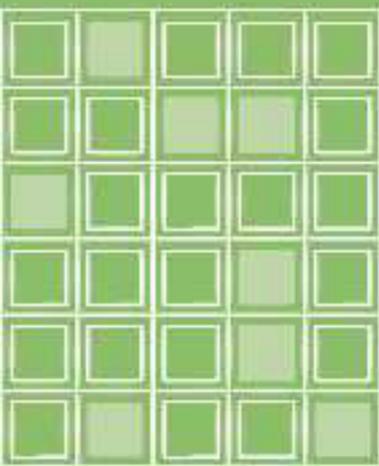
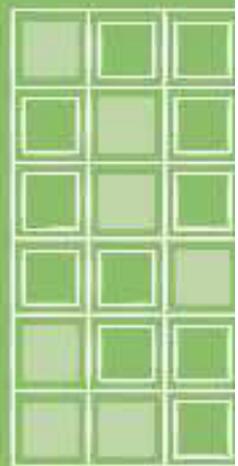




Bachillerato General Unificado



# BIOLOGÍA



**1.º Curso**  
TEXTO DEL ESTUDIANTE

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN



EL  
GOBIERNO  
DE TODOS



# Biología

## 1 BGU

# LNS



serie  
**Ingenios**

**ed**<sup>®</sup>  
EDITORIAL  
DON BOSCO

**edebé**

**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**  
Lenín Moreno Garcés

**MINISTRO DE EDUCACIÓN**  
Fander Falconí Benítez

**Viceministro de Educación**  
Álvaro Sáenz Andrade

**Viceministra de Gestión Educativa**  
Mónica Reinoso Paredes

**Subsecretaria de Fundamentos Educativos**  
Ruthy Intriago Armijos

**Subsecretaria de Administración Escolar**  
Mónica García Echeverría

**Directora Nacional de Currículo**  
María Cristina Espinosa Salas

**Director Nacional de Operaciones y Logística**  
Germán Lynch Álvarez

ISBN: 978-9942-23-015-7  
Primera impresión: agosto 2016  
Quinta impresión: junio 2018  
Impreso por: Medios Públicos EP

© Ministerio de Educación del Ecuador, 2018  
Av. Amazonas N34-451 y Atahualpa  
Quito, Ecuador  
www.educacion.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA - PROHIBIDA SU VENTA



**Editorial Don Bosco**  
**OBRAS SALESIANAS DE COMUNICACIÓN**

**Editorial Don Bosco**  
**OBRAS SALESIANAS DE COMUNICACIÓN**

Marcelo Mejía Morales  
**Gerente general**

Eder Acuña Reyes  
**Dirección editorial**

Paulina Hidalgo Miño  
**Adaptación y edición de contenidos**

Ruben Abad Godoy  
Eder Acuña Reyes  
**Creación de contenidos nuevos**

Luis Felipe Sánchez  
**Coordinación de estilo**

Luis Felipe Sánchez  
**Revisión de estilo**

Pamela Cueva Villavicencio  
**Coordinación gráfica**

Pamela Cueva Villavicencio  
**Diagramación**

Darwin Parra  
**Ilustración**

Darwin Parra  
**Diseño de portada e ilustración**

**En alianza con**

**Grupo edebé**  
Proyecto: Biología y Geología 3  
Educación Secundaria Obligatoria

Antonio Garrido González  
**Dirección general**

José Luis Gómez Cutillas  
**Dirección editorial**

María Banal Martínez  
**Dirección de edición de Educación Secundaria**

Santiago Centelles Cervera  
**Dirección pedagógica**

Juan López Navarro  
**Dirección de producción**

Equipo de edición Grupo edebé  
© grupo edebé, 2010  
Paseo San Juan Bosco, 62  
08017 Barcelona  
www.edebe.com

Este libro fue evaluado por la Universidad Internacional SEK, y obtuvo la certificación curricular del Ministerio de Educación el 30 de mayo de 2016.

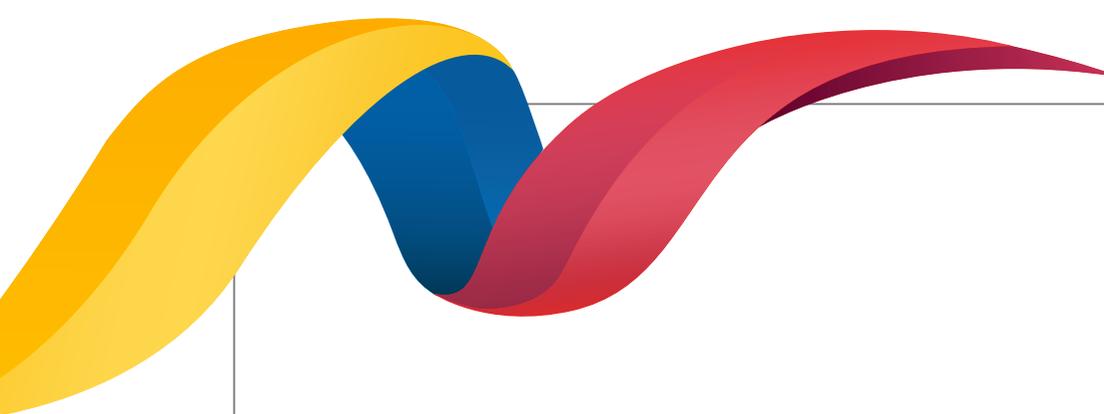
MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN



**Promovemos la conciencia ambiental en la comunidad educativa.**  
Hemos impreso el 8% de ejemplares con certificado de responsabilidad ambiental.

#### ADVERTENCIA

Un objetivo manifiesto del Ministerio de Educación es combatir el sexismo y la discriminación de género en la sociedad ecuatoriana y promover, a través del sistema educativo, la equidad entre mujeres y hombres. Para alcanzar este objetivo, promovemos el uso de un lenguaje que no reproduzca esquemas sexistas, y de conformidad con esta práctica preferimos emplear en nuestros documentos oficiales palabras neutras, tales como las personas (en lugar de los hombres) o el profesorado (en lugar de los profesores), etc. Sólo en los casos en que tales expresiones no existan, se usará la forma masculina como genérica para hacer referencia tanto a las personas del sexo femenino como masculino. Esta práctica comunicativa, que es recomendada por la Real Academia Española en su Diccionario Panhispánico de Dudas, obedece a dos razones: (a) en español es posible <referirse a colectivos mixtos a través del género gramatical masculino>, y (b) es preferible aplicar <la ley lingüística de la economía expresiva> para así evitar el abultamiento gráfico y la consiguiente ilegibilidad que ocurriría en el caso de utilizar expresiones como las y los, os/as y otras fórmulas que buscan visibilizar la presencia de ambos sexos.



## 2018: El valor del respeto

---

El inicio de un nuevo año escolar siempre nos produce ilusión. Todos los niños, niñas y adolescentes se preparan, no solo para estudiar y aprender, sino también para encontrarse con sus compañeros de aula. A veces nos topamos con caras nuevas en la clase, y eso es una buena señal, porque vemos que otros estudiantes se están integrando a nuestra institución educativa. Eso significa también que es una buena oportunidad para relacionarnos con personas distintas de las que ya conocíamos y así lograr nuevas amistades.

Sabemos que la escuela es un buen lugar para crecer y compartir muchas cosas positivas, y de vez en cuando también para enfrentar problemas. Ser solidarios y apoyar a quienes necesitan ayuda es un consejo que deberíamos seguir en la casa, la escuela y la comunidad.

El nuevo año escolar se abre como una experiencia que nos desafía y al mismo tiempo nos gratifica. Somos parte de la comunidad educativa, maestros, maestras, padres y madres de familia, representantes legales y parientes. Todos somos responsables de acompañarlos en el mejoramiento de su educación, en mejorar la calidad de sus conocimientos y en la experiencia de estudiar y aprender para crecer como mejores seres humanos y ciudadanos.

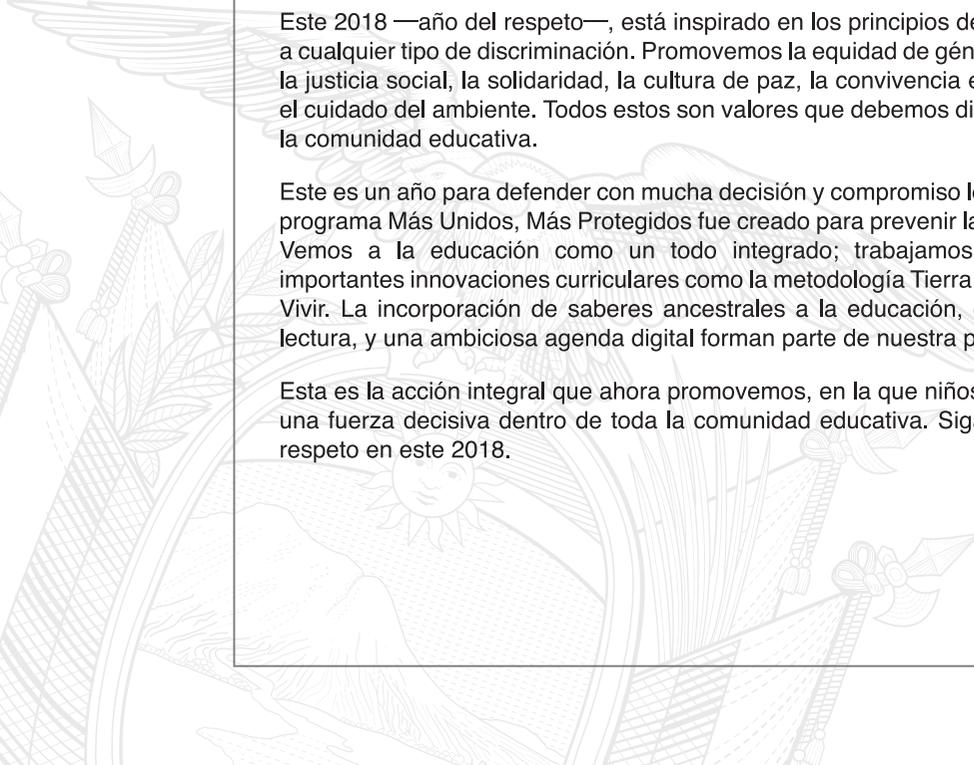
Un nuevo año escolar significa un trabajo dedicado a ampliar las relaciones positivas, a las que llamamos respeto. Nadie puede quedar fuera de esta práctica de todos los días en la escuela y la comunidad. Este valor de vida se opone radicalmente al desprecio y a la exclusión. Si queremos una educación justa, en la que todos podamos participar, el respeto hacia los otros significa aceptar sus propias formas de ser, sus características individuales, sociales, físicas y culturales; su manera de pensar y apreciar el mundo; sus costumbres y tradiciones; sus aptitudes y habilidades. Esta es la mejor propuesta que puede hacer el Ministerio de Educación al iniciar el nuevo año escolar.

El respeto hacia los demás significa el respeto a cada uno y cada una, a nosotros mismos. El respeto no acepta agresión alguna, ya sea física, psicológica o sexual. Implica reconocernos a nosotros mismos en las personas que nos rodean. Maestros y maestras, estudiantes y compañeras, somos todos seres humanos que tenemos los mismos derechos. Eso significa el derecho a tener nuestro propio punto de vista, el derecho a cambiar de opinión, a equivocarse, el derecho a crear un mundo propio en el cual vivir.

Este 2018 —año del respeto—, está inspirado en los principios de cero tolerancia al abuso y la violencia, a cualquier tipo de discriminación. Promovemos la equidad de género (igualdad entre hombres y mujeres), la justicia social, la solidaridad, la cultura de paz, la convivencia entre culturas y tradiciones diferentes, y el cuidado del ambiente. Todos estos son valores que debemos difundir y vivir a plenitud todos los días en la comunidad educativa.

Este es un año para defender con mucha decisión y compromiso los derechos de los estudiantes. Nuestro programa Más Unidos, Más Protegidos fue creado para prevenir la violencia dentro del sistema educativo. Vemos a la educación como un todo integrado; trabajamos para mejorar nuestro ambiente con importantes innovaciones curriculares como la metodología Tierra de Niñas, Niños y Jóvenes para el Buen Vivir. La incorporación de saberes ancestrales a la educación, el desarrollo de las artes, de la buena lectura, y una ambiciosa agenda digital forman parte de nuestra propuesta al iniciar el nuevo año escolar.

Esta es la acción integral que ahora promovemos, en la que niños, niñas y adolescentes participan como una fuerza decisiva dentro de toda la comunidad educativa. Sigamos caminando con buen paso y con respeto en este 2018.



**Fander Falconí**  
**Ministro de Educación**

## Presentación

Biología 1 BGU ahora mismo es una página en blanco que, como tú, posee un infinito potencial.

Te presentamos **Ingenios**, el nuevo proyecto de Editorial Don Bosco que hemos diseñado para impulsar lo mejor de ti y que te acompañará en tu recorrido por el conocimiento.

### **Ingenios.**

- Fomenta un aprendizaje práctico y funcional que te ayudará a desarrollar destrezas con criterios de desempeño.
- Propone una educación abierta al mundo, que se integra en un entorno innovador y tecnológico.
- Apuesta por una educación que atiende a la diversidad.
- Refuerza la inteligencia emocional.
- Refleja los propósitos del Ministerio de Educación que están plasmados en el currículo nacional vigente.
- Deja aflorar la expresividad de tus retos.
- Incorpora Edibosco Interactiva, la llave de acceso a un mundo de recursos digitales, flexibles e integrados para que des forma a la educación del futuro.
- Es sensible a la justicia social para lograr un mundo mejor.

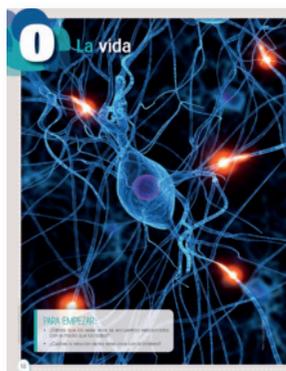
Biología1 BGU te presenta los contenidos de forma clara e interesante. Sus secciones te involucrarán en proyectos, reflexiones y actividades que te incentivarán a construir y fortalecer tu propio aprendizaje. Las ilustraciones, fotografías, enlaces a páginas web y demás propuestas pedagógicas facilitarán y clarificarán la adquisición de nuevos conocimientos.

Construye con **Ingenios** tus sueños.

### La vida (12 - 19)

0  
unidad  
temática

### Contenidos



- **Biología** (página 13)
  - Actividades
- **Reproducción** (página 16)
  - Actividades
- **Sistema inmune** (página 17)
- **Ecosistema** (página 18-19)
  - Actividades

# 1 unidad temática

## Origen de la vida (20 - 49)

### Contenidos



- El método científico (22)
- Microscopía (24)
- Origen y evolución del universo (27)
- Origen y evolución de la Tierra (28)
- Teorías sobre el origen de la vida (31)
- Otras teorías sobre el origen de la vida (36)
- Bioelementos y biomoléculas (37)
- Agua (38)
- Sales minerales (43)
- Biomoléculas orgánicas (44)

# 2 unidad temática

## Biomoléculas orgánicas y metabolismo (50 - 83)

### Contenidos:



- Glúcidos (52)
- Lípidos (56)
- Vitaminas (60)
- Proteínas (61)
- Enzimas (65)
- Ácidos nucleicos (70)
- Metabolismo (74)

# 3 unidad temática

## Evolución de la vida (84 - 119)

### Contenidos:



- El origen de las especies (86)
- El darwinismo (88)
- La especiación y las teorías actuales (95)
- Tipos de selección natural (97)
- Las pruebas de la evolución (103)
- La evolución humana (107)

**4**  
unidad  
temática

**Clasificación de los seres vivos (120 - 149)**

**Contenidos:**



- Los seres vivos (122)
- Los dominios y reinos de los seres vivos (124)
- Diversidad biológica (144)
- Diversidad genética (144)
- Diversidad específica (144)
- Diversidad ecológica (144)

**5**  
unidad  
temática

**Biología celular (148 - 181)**

**Contenidos:**



- Teoría celular (152)
- Origen de la célula (153)
- La célula (154)

**6**  
unidad  
temática

**Sistema digestivo y nutrición (182 - 215)**

**Contenidos:**



- El sistema digestivo (186)
- El sistema excretor (190)
- Nutrición (192)
- Biotecnología (206)

# Objetivos:

- Desarrollar habilidades de pensamiento científico a fin de lograr flexibilidad intelectual, espíritu indagador y pensamiento crítico, demostrar curiosidad por explorar el medio que les rodea y valorar la naturaleza como resultado de la comprensión de las interacciones entre los seres vivos y el ambiente físico (U1, U2, U3, U6).
- Comprender el punto de vista de la ciencia sobre la naturaleza de los seres vivos, su diversidad, interrelaciones y evolución; sobre la Tierra, sus cambios y su lugar en el universo, y sobre los procesos tanto físicos como químicos que se producen en los seres vivos y en la materia (U1, U2, U3, U5, U6).
- Resolver problemas de la ciencia mediante el método científico, con la identificación de problemas, la búsqueda crítica de información, la elaboración de conjeturas, el diseño de actividades experimentales, el análisis y la comunicación de resultados confiables y éticos (U1, U2, U3, U5, U6).
- Utilizar el lenguaje oral y el escrito con propiedad, así como otros sistemas de notación y representación, cuando se requiera (U1, U2, U3, U5, U6).
- Usar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como herramientas para la búsqueda crítica de información, el análisis y la comunicación de sus experiencias y conclusiones sobre los fenómenos y hechos naturales y sociales (U3, U4, U5).
- Comunicar información científica, resultados y conclusiones de sus indagaciones a diferentes interlocutores, valiéndose de diversas técnicas y recursos, con aplicación de la argumentación crítica y reflexiva y la justificación con pruebas y evidencias (U3, U4, U5).
- Comprender y valorar la historia del desarrollo científico, tecnológico y cultural relacionado con la acción que este ejerce en la vida personal y social (U3, U4).
- Usar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como herramientas para la búsqueda crítica de información, el análisis y la comunicación de sus experiencias y conclusiones sobre los fenómenos y hechos naturales y sociales (U2, U3, U5, U6).
- Reconocer y valorar los aportes de la ciencia para comprender los aspectos básicos de la estructura y el funcionamiento de su propio cuerpo, con el fin de aplicar medidas de promoción, protección y prevención de la salud integral (U3, U5).
- Resolver problemas de la ciencia mediante el método científico, con la identificación de problemas, la búsqueda crítica de información, la elaboración de conjeturas, el diseño de actividades experimentales, el análisis y la comunicación de resultados confiables y éticos (U3, U5).
- Apreciar la importancia de la formación científica, los valores y actitudes propios del pensamiento científico, y adoptar una actitud crítica y fundamentada ante los grandes problemas que hoy plantean las relaciones entre ciencia y sociedad (U5).
- Valorar los aportes de la ciencia para comprender de manera integral la estructura y funcionamiento de su propio cuerpo, con el fin de aplicar medidas de promoción, protección y prevención que lleven al desarrollo de una salud integral, buscando el equilibrio físico, mental y emocional (U3, U4).
- Comunicar, de manera segura y efectiva, el conocimiento científico y los resultados de sus indagaciones a diferentes interlocutores, mediante la argumentación analítica, crítica, reflexiva, y la justificación con pruebas y evidencias, al tiempo que escucha de manera respetuosa las perspectivas de otras personas (U4).

# Destrezas con criterios de desempeño

- Identificar los elementos y compuestos que formaban parte de la atmósfera primitiva así como los que conforman a los organismos vivos.
- Explicar los sustentos teóricos de científicos sobre el origen de la vida y refutar la teoría de la generación espontánea sobre la base de experimentos sencillos.
- Establecer las principales evidencias de las teorías científicas sobre la evolución biológica y analizar sobre el rol de la evolución con el proceso responsable del cambio y diversificación de la vida en la Tierra.
- Indagar y analizar la teoría de la abiogénesis que explica el origen de la vida e interpretar las distintas evidencias científicas.
- Indagar los procesos de abiogénesis de las moléculas y macromoléculas orgánicas en otros lugares del universo.
- Explicar los sustentos teóricos de científicos sobre el origen de la vida y refutar la teoría de la generación espontánea sobre la base de experimentos sencillos.
- Describir y comparar las características básicas de biomoléculas a partir de sus procesos de síntesis y diversidad de polímeros.
- Usar modelos y describir la estructura, diversidad y función de las biomoléculas que constituyen la materia viva, y experimentar con procedimientos sencillos.
- Analizar la acción enzimática en los procesos metabólicos a nivel celular y evidenciar experimentalmente la influencia de diversos factores en la velocidad de las reacciones.
- Evaluar las principales evidencias de las teorías científicas sobre evolución biológica.
- Argumentar sobre el rol de la evolución como el proceso responsable del cambio y diversificación de la vida en la Tierra.
- Analizar los procesos de variación, aislamiento y migración relacionados con la selección natural, y explicar el proceso evolutivo.
- Analizar la relación de las diversas formas de vida con el proceso evolutivo, y deducir esta relación con la recopilación de datos comparativos y los resultados de investigaciones de campo realizadas por diversos científicos.
- Indagar los criterios de clasificación taxonómica actuales y demostrar, por medio de la exploración, que los sistemas de clasificación biológica reflejan un ancestro común y relaciones evolutivas entre grupos de organismos y comunicar los resultados
- Analizar los tipos de diversidad biológica a nivel de genes, especies y ecosistemas, y plantear su importancia para el mantenimiento de la vida en el planeta.

## Unidades

1	2	3	4	5	6
✓					
✓					
✓					
✓					
✓					
✓					
	✓				
	✓				
	✓				
		✓			
		✓			
		✓			
			✓		
			✓		

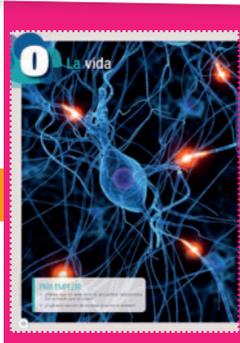
## Unidades

- Analizar la relación de las diversas formas de vida con el proceso evolutivo, y deducir esta relación con la recopilación de datos comparativos y los resultados de investigaciones de campo realizadas por diversos científicos.
- Describir los tipos de organización en las células animales y vegetales.
- Comparar experimentalmente las diferencias entre células y establecer semejanzas y diferencias entre organelos.
- Usar modelos y describir la estructura y función de los organelos de las células eucariotas y diferenciar sus funciones en procesos anabólicos y catabólicos.
- Explicar la estructura, composición y función de la membrana celular, para relacionarlas con los tipos de transporte celular, por medio de la experimentación, y observar el intercambio de sustancias entre la célula y el medio que le rodea.
- Analizar la acción enzimática en los procesos metabólicos a nivel celular y evidenciar experimentalmente la influencia de diversos factores en la velocidad de las reacciones.
- Analizar el funcionamiento de los sistemas digestivo y excretor en el ser humano y explicar la relación funcional entre estos sistemas con flujogramas.
- Analizar y evaluar buenas prácticas que contribuyen a mantener un cuerpo saludable, y elaborar un plan de salud que considere una alimentación balanceada de acuerdo con su edad y actividad.
- Indagar acerca de las enfermedades nutricionales y desórdenes alimenticios más comunes que afectan a la población ecuatoriana, diseñar y ejecutar una investigación en relación a estas y comunicar por diferentes medios las medidas preventivas en cuanto a la salud y nutrición.
- Indagar sobre el desarrollo de la biotecnología en el campo de la medicina y la agricultura e interpretar su aplicación en el mejoramiento de la alimentación y nutrición de las personas.

1	2	3	4	5	6
			✓		
				✓	
				✓	
				✓	
				✓	
					✓
					✓
					✓
					✓

# El proyecto de **Biología 1**

## Unidad 0



- Una unidad inicial para facilitar los nuevos aprendizajes.

## Para empezar



Activa tu conocimiento con el gráfico

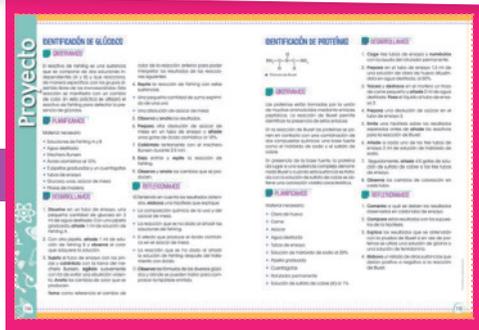
- Tu unidad arranca con noticias y temas que te involucran en los contenidos.

## Contenidos



- Aprendemos biología a través de actividades.

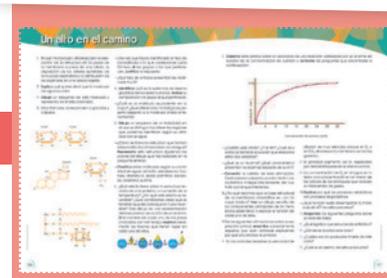
## Proyecto



- Propuesta de actividades interdisciplinarias, que promueven el diálogo y el deseo de nuevos conocimientos.

- Propuesta al final de cada quimestre

## Un alto en el camino



- Y además, se incluye una evaluación quimestral con preguntas de desarrollo y de base estructurada.

## Experimento



- Te convertirás en un joven biólogo.

## Zona Wifi

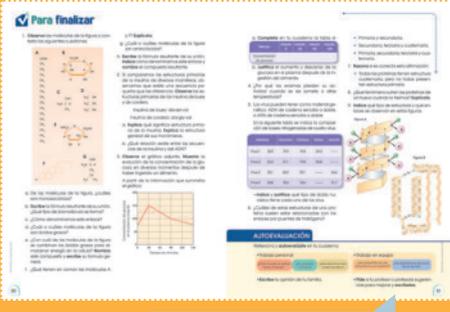


- Aprenderás la biología en relación con la sociedad.



Evaluando tus destrezas

## Para finalizar



Autoevaluación

## Resumen



- Síntesis de lo aprendido

¿Qué significan estos íconos?

Y TAMBIÉN:



TIC



Actividades:



Interdisciplinarias



Actividades Interactivas



Enlaces web



Videos



Perfiles Interactivos



Documentos



Presentaciones multimedia



Colaboratorios

Conéctate con: **Edibosco**  
Interactiva



# O

## La vida



### PARA EMPEZAR:

- ¿Sabías que los seres vivos se encuentran relacionados con el medio que los rodea?
- ¿Cuál es la relación de los seres vivos con la biósfera?

<https://goo.gl/ZZHL6N>

# I. BIOLÓGÍA

En primer lugar, debemos recordar que las **ciencias naturales** son aquellas que están relacionadas con la naturaleza y en las que aplicamos el **método científico**. Dentro de ellas incluimos **biología, geología, física y química**.

La **biología** es la ciencia que estudia a los **seres vivos**. Los organismos vivos están formados por una célula (unicelular) o más (pluricelular) relacionadas entre sí. La **célula** es, por tanto, la **unidad básica de vida**. Todos los seres vivos están compuestos por células y, dentro de ellas, ocurren las reacciones bioquímicas necesarias para que exista la vida.

Existen varias teorías sobre el origen de la vida como el creacionismo, la panspermia o la más aceptada por la comunidad científica en la actualidad: la evolución química. Por su parte consideramos que el universo se originó en el *big bang*.

## Tipos de célula

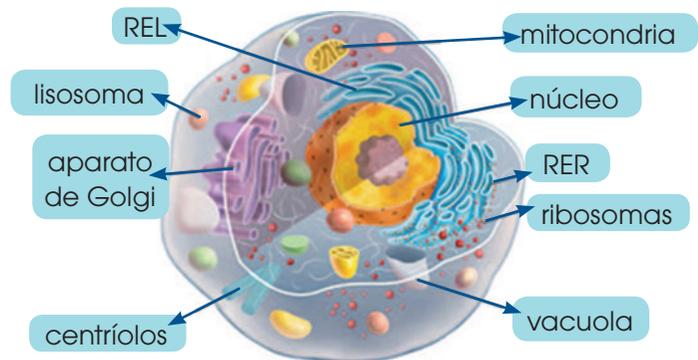
Principalmente, diferenciamos dos tipos de célula: las células **procariontas** (*pro-*: 'antes de' y *carion*: 'núcleo') y las **eucariotas** (*eu-*: 'verdadero' y *carion*: 'núcleo'). Las **células procariontas** son aquellas que no tienen un **núcleo** claramente definido ni delimitado por una membrana, mientras que las células eucariotas sí cuentan con este núcleo real y claramente definido por la membrana nuclear.

Los **organismos procariontas** son todos unicelulares aunque pueden llegar a formar colonias. Los organismos que forman parte de este grupo son las bacterias. Los organismos eucariotas pueden ser tanto unicelulares como pluricelulares, y dentro de ellos podemos encontrar **protistas, hongos, plantas y animales**.

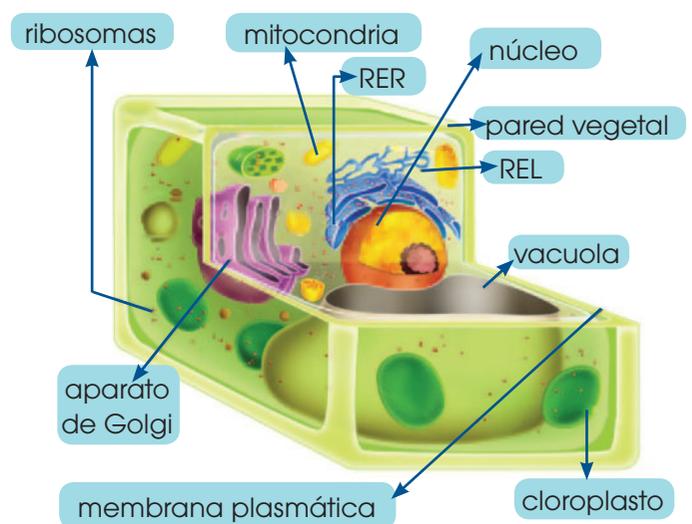
Existe una gran variedad de células eucariotas, pero generalmente distinguimos entre **células animales** y **vegetales**. A las células vegetales las diferenciamos de las anima-

les porque las primeras tienen una **pared celular** que les da protección y un aspecto más rígido; y porque poseen **cloroplastos**, en cuyo interior ocurre la fotosíntesis. Por su parte, las células animales, al contrario que las vegetales, poseen dos **centríolos** que formarán el centrosoma, que tiene un papel relevante en la división celular.

Hay otra enorme cantidad de orgánulos que existen en ambos tipos de célula y que cumplen funciones importantes. Todas las células deben tener una membrana plasmática que delimita y define la célula. Al medio interno que queda rodeado por la membrana plasmática y donde se encuentran los orgánulos lo conocemos como *citoplasma*. Al ser células eucariotas, tanto las células animales como las vegetales poseen un núcleo delimitado por la membrana nuclear y en cuyo interior se encuentra el material genético hereditario.



■ Célula eucariota animal

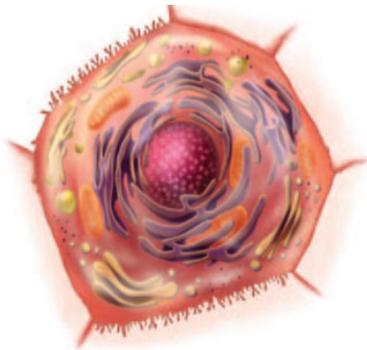


■ Célula eucariota vegetal

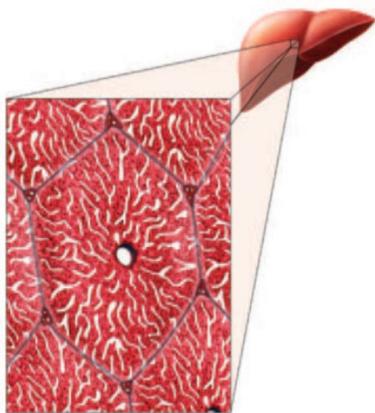
## Niveles de organización celular

A parte de los sistemas de endomembranas, existen otros orgánulos de papel muy relevante, como las mitocondrias, que aportan energía a la célula, los ribosomas que sintetizan proteínas o las vacuolas que almacenan agua. En algunos casos, pueden existir otras estructuras como cilios o flagelos, que intervienen en la movilidad de las células.

Las células se pueden agrupar formando estructuras más complejas como los tejidos y los órganos. Siendo así, debemos tener en cuenta los distintos niveles de organización:



■ Nivel celular. Hepatocito



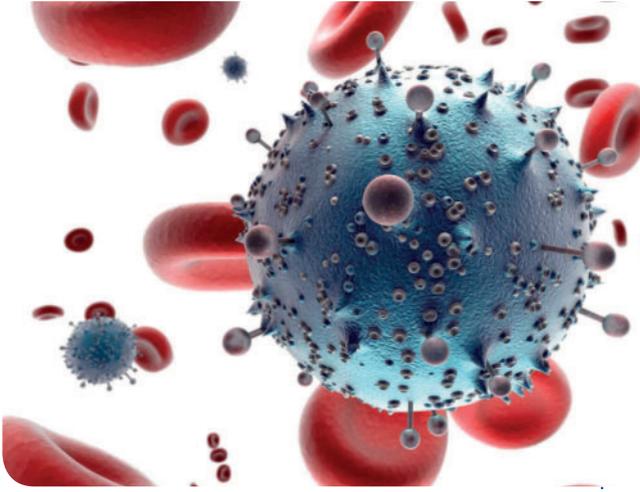
■ Nivel pluricelular. Hígado

Nivel de organización	Subniveles representativos
Nivel celular	<b>Célula:</b> Unidad fundamental de la vida. Hay seres vivos constituidos por una sola célula; son los organismos unicelulares. Por otra parte, están los organismos pluricelulares, en los que las células que los forman se especializan según la función que lleven a cabo. Ej.: hepatocito.
Nivel pluricelular	<b>Tejido:</b> Conjunto de células parecidas que realizan la misma función y tienen el mismo origen. Ej.: tejido hepático. <b>Órgano:</b> Conjunto de tejidos que funcionan coordinadamente en el desempeño de una función concreta. Ej.: hígado. <b>Sistema:</b> Grupo de órganos que participan conjuntamente en la realización de una función vital. Ej.: sistema digestivo. <b>Organismo pluricelular:</b> Ser vivo constituido por múltiples células organizadas en tejidos, órganos y sistemas. Ej.: atún.
Nivel poblacional	<b>Población:</b> Conjunto de individuos de la misma especie que conviven al mismo tiempo en un espacio determinado. Ej.: población de atunes en el Pacífico en el 2016. <b>Comunidad:</b> Conjunto de poblaciones de diferentes especies que establecen relaciones entre sí. Ej.: comunidad pelágica del Pacífico.
Nivel ecosistema	<b>Ecosistema:</b> Comunidad de poblaciones que viven en un mismo entorno físico y establecen diferentes tipos de relaciones entre todos sus integrantes. Ej.: ecosistema de aguas marinas templadas.

Todos los seres vivos, ya sean unicelulares o pluricelulares, cumplen con las tres funciones vitales: **nutrición, relación y reproducción.**

Mediante la nutrición, el ser humano toma alimentos y oxígeno del exterior, los transforma y obtiene materia y energía. La materia pasa a formar parte de su propio cuerpo; la energía hace posible que tengan lugar todas las actividades del organismo. Los sistemas que intervienen son los siguientes: **sistema digestivo, sistema respiratorio, sistema circulatorio y sistema excretor.**

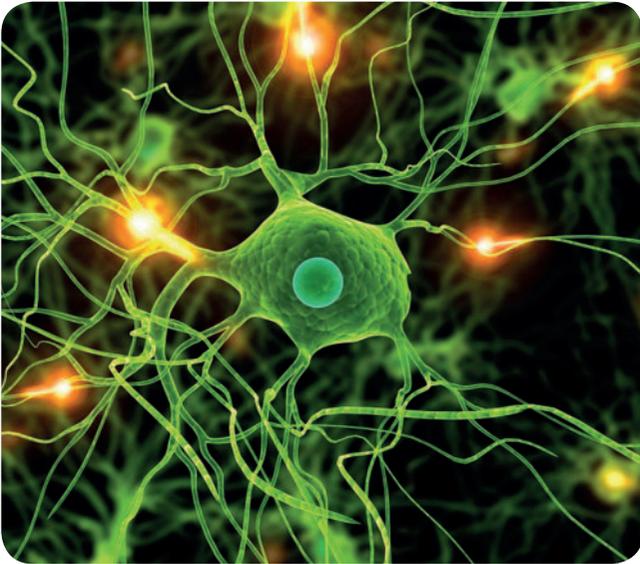
<http://goo.gl/5N2bv6>



Mediante la función de relación, percibimos información del exterior y del interior del cuerpo, analizamos esta información y emitimos la respuesta necesaria en cada momento. Los órganos y sistemas implicados en la relación son los **órganos de los sentidos** y los **receptores internos**, el **sistema nervioso**, el **aparato locomotor** y el **sistema endocrino**.

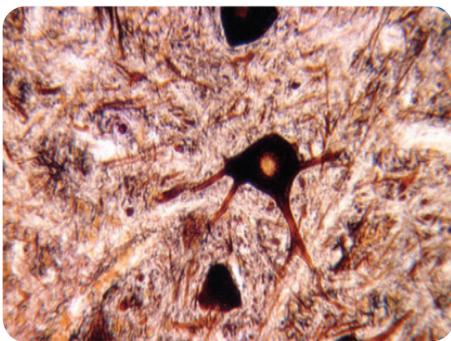
Mediante la función de reproducción, nacen nuevos individuos parecidos a sus progenitores. El sistema encargado de llevar a cabo esta función es el sistema reproductor.

<http://goo.gl/5N2bv6>



<http://goo.gl/5N2bv6>

1. **Observa** la siguiente fotografía que corresponde al tejido nervioso.



Tomado del texto Biología y Geología 3º ESO volumen I.

- a. **Busca** información y **explica** alguna característica de las células que constituye el tejido nervioso.

- b. **Explica** la función de este tejido.
- c. **Pon** ejemplos de su localización en el cuerpo humano.

2. **Clasifica** los siguientes órganos y partes del organismo según la función vital en la que intervienen: *estómago – ovarios – ojos – corazón – cerebro – hígado – trompas de Falopio – tráquea – riñón – próstata – arteria*.
3. ¿Qué diferencias existen entre la división celular de los organismos unicelulares y los organismos pluricelulares?

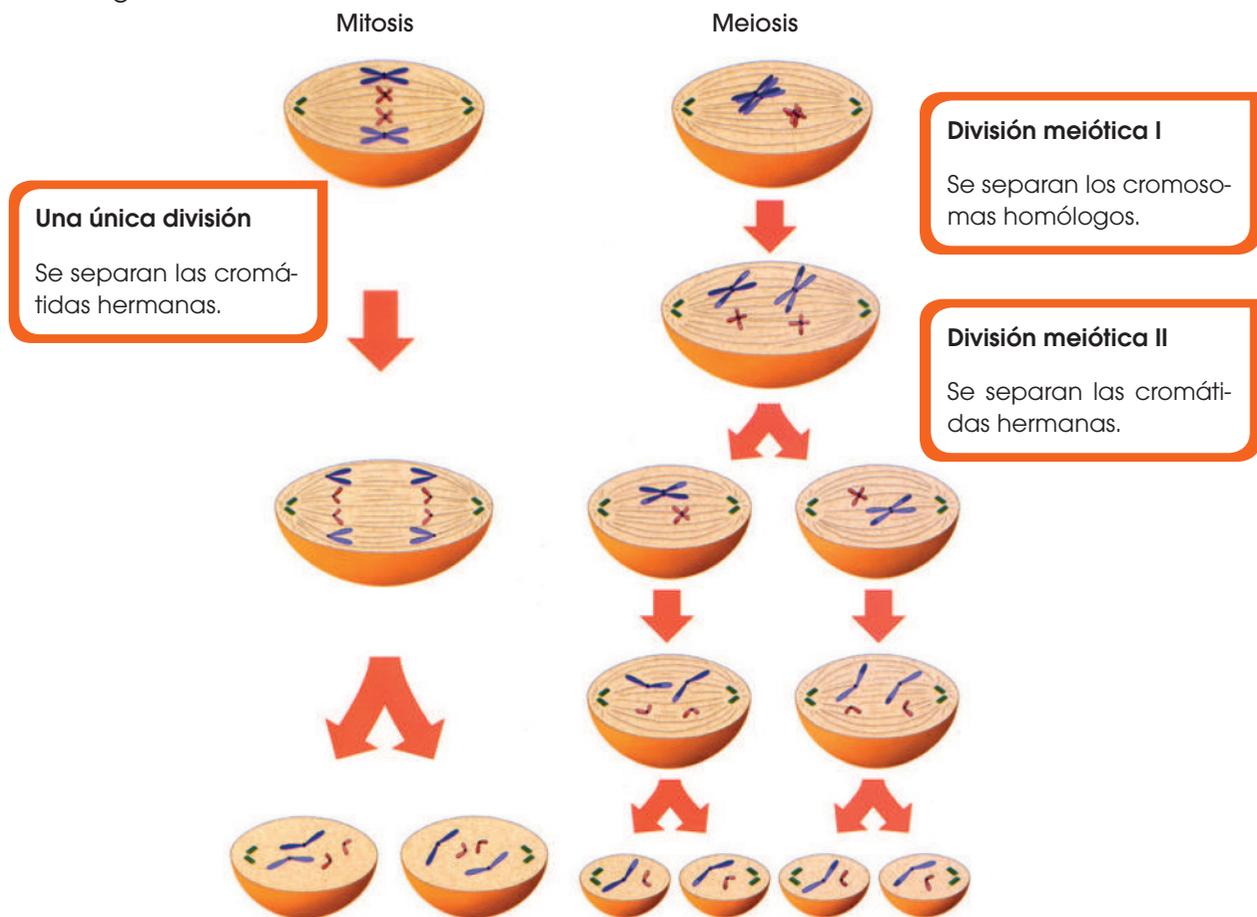
Actividades

Prohibida su reproducción

## 2. REPRODUCCIÓN

Es la función que asegura la supervivencia de una especie al dar lugar a nuevos individuos. En los organismos unicelulares, la **división celular** constituye el mecanismo básico de reproducción. En los organismos pluricelulares, sin embargo, la reproducción precisa de una serie de células, tejidos y órganos especializados para desarrollar esta función.

Las células pueden reproducirse mediante dos mecanismos diferentes, la **mitosis** y la **meiosis**. En la mitosis, una célula madre da lugar a dos células hijas idénticas a la madre e idénticas entre sí. De esta forma, los organismos unicelulares pueden crear clones de sí mismos para asegurarse la supervivencia, mientras que los organismos pluricelulares utilizan la mitosis para aumentar su tamaño y renovar células cuando es necesario. En la meiosis, sin embargo, una célula madre da lugar a cuatro células hijas con la mitad de la información y cada una diferente de las demás. De esta forma, se crean los **gametos**, células sexuales que permiten que exista la reproducción sexual entre organismos y se generen individuos con características diferentes, lo cual es muy importante para permitir la adaptación y evolución de los organismos.



<http://goo.gl/2fPbL0>

4. **Realiza** una tabla comparativa que señale las principales diferencias entre la división celular por mitosis y meiosis.
5. **Dibuja** de forma esquemática las fases de la mitosis y la meiosis prestando especial atención al comportamiento de los cromosomas durante estos procesos.

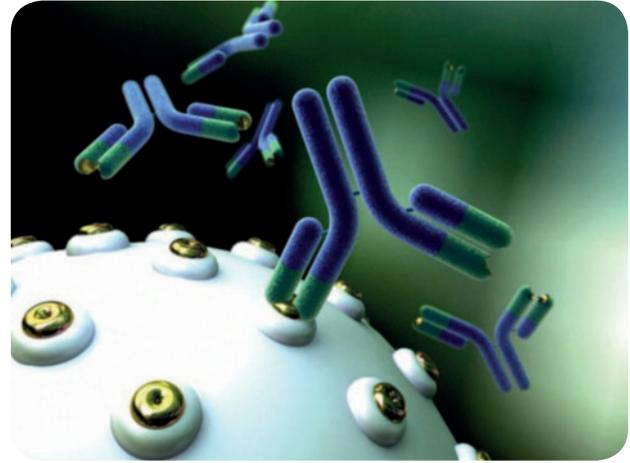
### 3. SISTEMA INMUNE

Dentro del sistema inmune podemos distinguir dos formas de actuación. Existe una respuesta inmune inespecífica que actúa como primera barrera defensiva del ser humano y la consideramos como parte del **sistema inmunitario innato**. Dentro de este, podemos encontrar las barreras superficiales como la piel, las lágrimas o las mucosas, o acciones como la tos y los estornudos. También incluimos en el sistema inmunitario innato a fenómenos como la **fiebre** o la **inflamación**, que suelen ser las primeras reacciones del cuerpo humano a una infección. Igualmente, existen unas células específicas llamadas *fagocitos* que engloban y eliminan cualquier partícula que nuestro cuerpo reconozca como extraña.

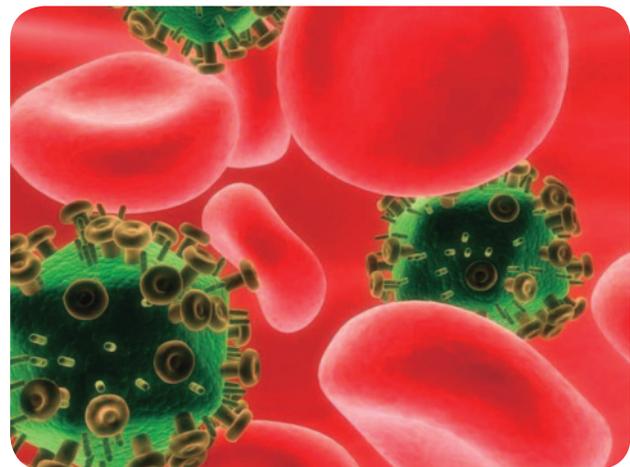
Por otro lado, existe el **sistema inmunitario adquirido**. En este caso, nuestro cuerpo es capaz de memorizar a los patógenos que nos atacan y es capaz de reaccionar de una forma mucho más específica ante la infección. En ella actúan los **anticuerpos**, que reconocen al antígeno y actúan de forma concreta para combatirlo.

Los seres humanos hemos sido capaces de desarrollar una serie de sustancias que nos ayudan a combatir las posibles infecciones que ocurren en nuestro cuerpo para facilitar la tarea del sistema inmune. Una de estas sustancias son los **antibióticos**, que ayudan a eliminar las bacterias que puedan causarnos alguna enfermedad. Sin embargo, está comprobado que las bacterias pueden adaptarse y evolucionar hasta crear **resistencias** a los antibióticos, por lo que no es conveniente tomarlos habitualmente.

Otra de las sustancias creadas por el ser humano para facilitar el trabajo del sistema inmune y estar más protegidos frente a infecciones son las vacunas. Las **vacunas** son preparadas con una pequeña cantidad de agentes que puedan causarnos una



<https://goo.gl/8jGG61>



<http://goo.gl/sbp0GL>

infección, generalmente debilitados. Al introducirla en nuestro cuerpo, este comienza a generar anticuerpos que puedan luchar contra la infección por lo que estaremos preparados ante una posible infección real.

El sistema inmune es, por tanto, un sistema de gran importancia en el ser humano, pero existen algunas enfermedades que atacan a este sistema. Estas enfermedades pueden ser muy graves ya que nos dejarían debilitados frente a otras infecciones. El ejemplo más claro de esto es el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida) que se puede adquirir a través del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).

## 4. ECOSISTEMA

El nivel de organización más alto en el que podemos agrupar a los seres vivos es el ecosistema. Un **ecosistema** consta de poblaciones de seres vivos que viven en un medio junto con las interacciones que ocurren entre ellos. Por tanto, el ecosistema es la suma del **biotopo** (espacio físico) y la **biocenosis** (seres vivos), y las relaciones que hay entre ellos.

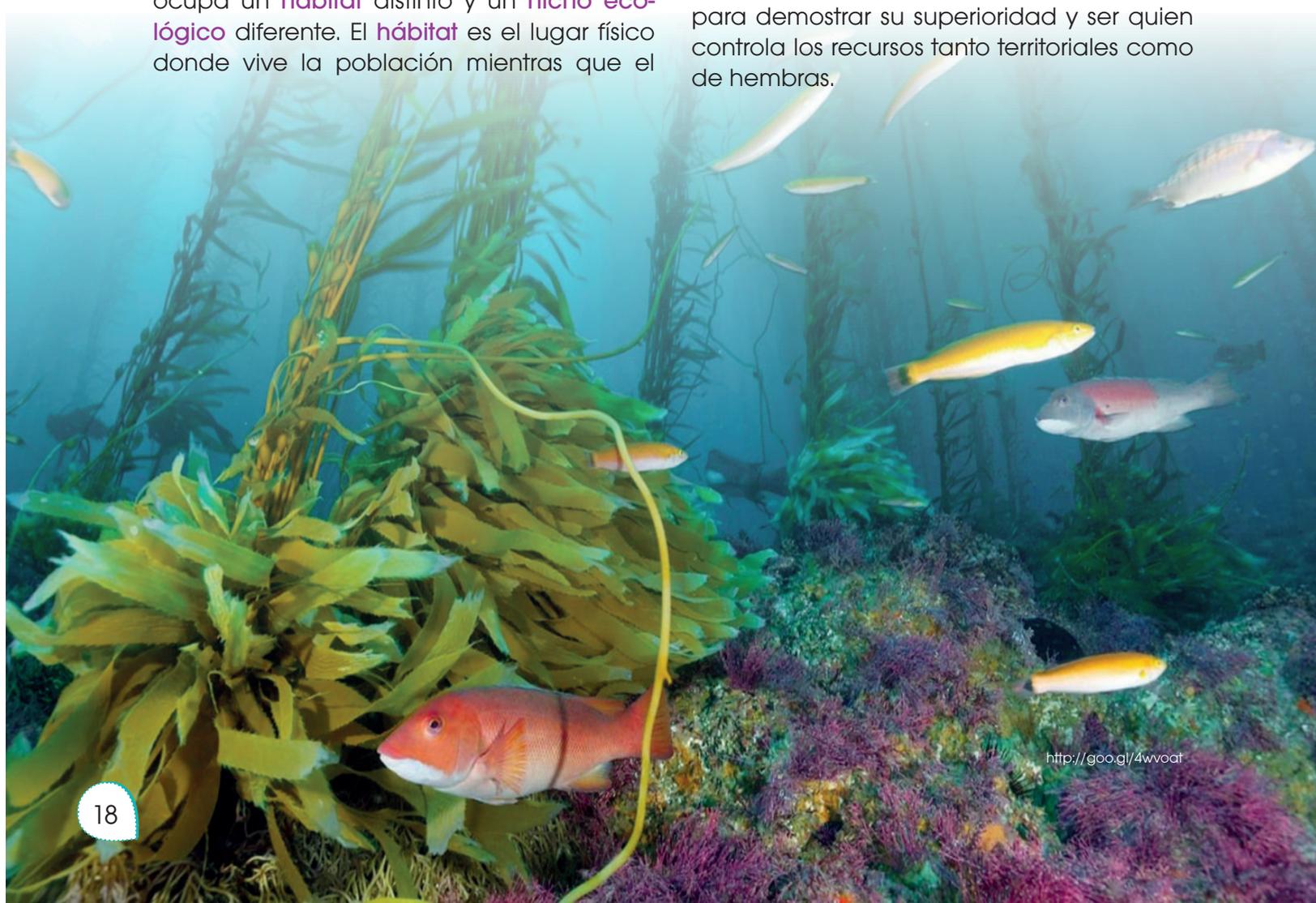
En el **biotopo** no debemos considerar únicamente el lugar donde viven los organismos de un ecosistema, sino que debemos tener en cuenta también los factores ambientales, que son las condiciones fisicoquímicas que caracterizan al medio. Los más relevantes son la temperatura, las precipitaciones, la luz, la salinidad o el pH.

La **biocenosis** está integrada por poblaciones de distintas especies. Cada **población** ocupa un **hábitat** distinto y un **nicho ecológico** diferente. El **hábitat** es el lugar físico donde vive la población mientras que el

**nicho ecológico** hace referencia al papel que cumple una especie en el ecosistema.

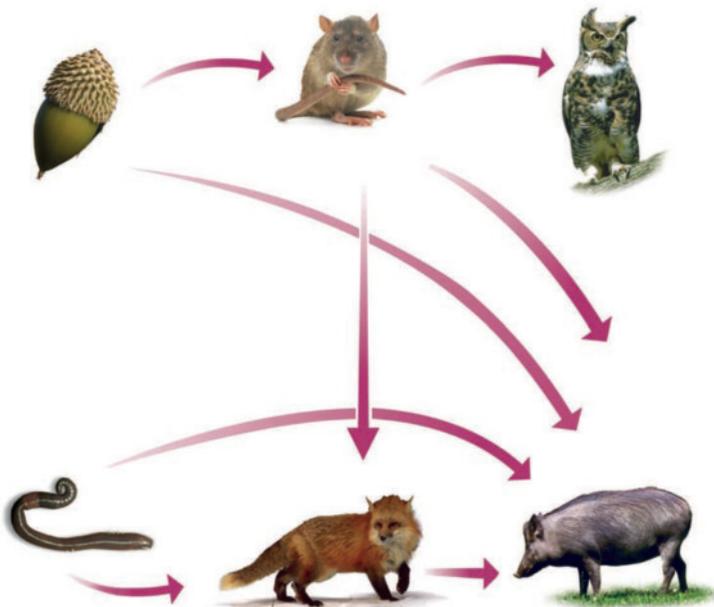
A la interacción que ocurre entre los organismos que habitan en un mismo ecosistema la podemos dividir entre **relaciones intraespecíficas** e **interespecíficas**. Las primeras son las que ocurren entre individuos de la misma especie, mientras que las interespecíficas se dan entre organismos de especies diferentes.

Las relaciones intraespecíficas más importantes son las **familiares, gregarias, jerárquicas** y **coloniales**. Todas estas relaciones permiten la colaboración entre los individuos y aportan algo positivo a la población como la obtención de alimento o la mejora de la reproducción. También pueden existir relaciones dentro de la misma especie en las que uno de los individuos sale perjudicado. Este es el caso de la **competencia** intraespecífica, que ocurre habitualmente como resultado de la lucha entre dos machos para demostrar su superioridad y ser quien controla los recursos tanto territoriales como de hembras.



<http://goo.gl/4wvoot>

Las relaciones interespecíficas más habituales son **mutualismo**, **simbiosis**, **depredación**, **parasitismo**, **comensalismo** y **competencia**. Tanto en **mutualismo** como en **simbiosis** todos los individuos obtienen un beneficio, con la única diferencia de que la segunda es más concreta y específica que la primera. En la depredación y el parasitismo uno de los individuos sale beneficiado y otro sale perjudicado. Se diferencian en que, en la **depredación**, el organismo perjudicado muere para que el beneficiado se alimente, mientras que, en el **parasitismo**, el parásito intenta no matar al hospedador para poder aprovecharse el máximo tiempo posible de él. El **comensalismo** es una relación en la que una especie sale beneficiada, mientras que no hay efecto sobre la otra especie. Por último, en la **competencia interespecífica**, las dos especies salen perjudicadas, ya que luchan por los mismos recursos.



Por otro lado, también podemos hablar de **relaciones tróficas** dentro de un ecosistema. Este tipo de relaciones se establecen dentro de un ecosistema para que haya una transferencia de energía y materia de un nivel a otro. Esto ocurre a través de la alimentación. Los distintos niveles tróficos que existen son **productores**, **consumidores primarios**, **consumidores secundarios** y **descomponedores**.

Los **productores** constituyen el primer nivel trófico. Son los encargados de introducir la energía y materia en el ecosistema, ya que son capaces de transformar materia inorgánica en materia orgánica gracias a la energía solar mediante la fotosíntesis. Los productores, por tanto, son siempre organismos **autótrofos**.

Los **consumidores** son organismos **heterótrofos** que obtienen energía alimentándose de otros organismos vivos. Los **consumidores primarios** son aquellos que se alimentan de los productores, es decir, son **herbívoros**. Los **consumidores secundarios** se alimentan de los consumidores primarios, por lo que son **carnívoros**.

Los **descomponedores** actúan sobre todos los niveles y se encargan de transformar la materia orgánica muerta en inorgánica, para que pueda volver a ser utilizada por los productores. Suelen ser bacterias y hongos.

Al paso de energía de un organismo a otro lo podemos representar mediante una cadena trófica. Sin embargo, lo habitual en un ecosistema es que haya varios productores distintos; y que un consumidor se alimente de distintos organismos en distintos niveles. De esta forma se crea una **red trófica**.

6. **Escribe** un ejemplo en el que podamos encontrar en la naturaleza: *relaciones intraespecíficas* y *relaciones interespecíficas*.
7. **Crea** una red trófica de al menos diez organismos de un ecosistema concreto y **señala** en ella los distintos niveles tróficos.

Actividades

# 1

# Origen de la vida

## CONTENIDOS:

1. El método científico
2. Microscopía
  - 1.1. Microscopía óptica
  - 1.2. Microscopía electrónica
3. Origen y evolución del universo
4. Origen y evolución de la Tierra
5. Teorías sobre el origen de la vida
  - 5.1. La generación espontánea
  - 5.2. Pasteur y los matracos de cuello de cisne
  - 5.3. Teoría de la evolución química
6. Otras teorías sobre el origen de la vida
7. Bioelementos y biomoléculas
8. Agua
  - 8.1. Composición y estructura molecular
  - 8.2. Propiedades fisicoquímicas del agua
  - 8.3. Funciones biológicas del agua
9. Sales minerales
10. Biomoléculas orgánicas



### Noticia:

#### ¿Cómo nos pudieron brindar los cometas los primeros «bloques» para ensamblar la vida?

Desde las hipótesis de Oparin pasando por los experimentos de Miller y Urey, la ciencia ha buscado con ahínco la pieza del rompecabezas que nos falta: la transformación de simples moléculas inorgánicas a orgánicas y cómo estas últimas constituyeron de algún modo los primeros organismos. Entre las cinco hipótesis principales que se trabajarán sobre el origen de la vida, la panspermia sigue siendo una de las más populares.

<http://goo.gl/5M9p9D>



### Web:

#### Rosetta y su cometa aportan nuevas pistas sobre el origen de la vida

La sonda europea Rosetta, que acompañó al cometa 67P en el punto más cercano al Sol de su trayectoria, está comenzando, según los astrofísicos, a dar pistas fascinantes que ayudan a comprender el origen de la vida en la Tierra.

<http://goo.gl/oCImZa>



### Película:

#### El origen de la vida en la Tierra

Este documental pretende explicar cómo se origina la vida en el planeta a partir de material inorgánico hasta constituir una célula viviente que es la entidad más compleja en este universo a pesar de estar compuesta de los mismos elementos que se encuentran en las cosas sin vida como una roca.

<https://goo.gl/0R3HPn>

## EN CONTEXTO:

Lee la noticia anterior y responde:

- ¿Cómo pudo llegar vida a la Tierra en los cometas?
- ¿Podemos decir que nuestros ancestros son extraterrestres?
- ¿En qué consiste la *teoría de la panspermia*?
- ¿Cómo crees que se originó la vida en nuestro planeta?

# I. EL MÉTODO CIENTÍFICO

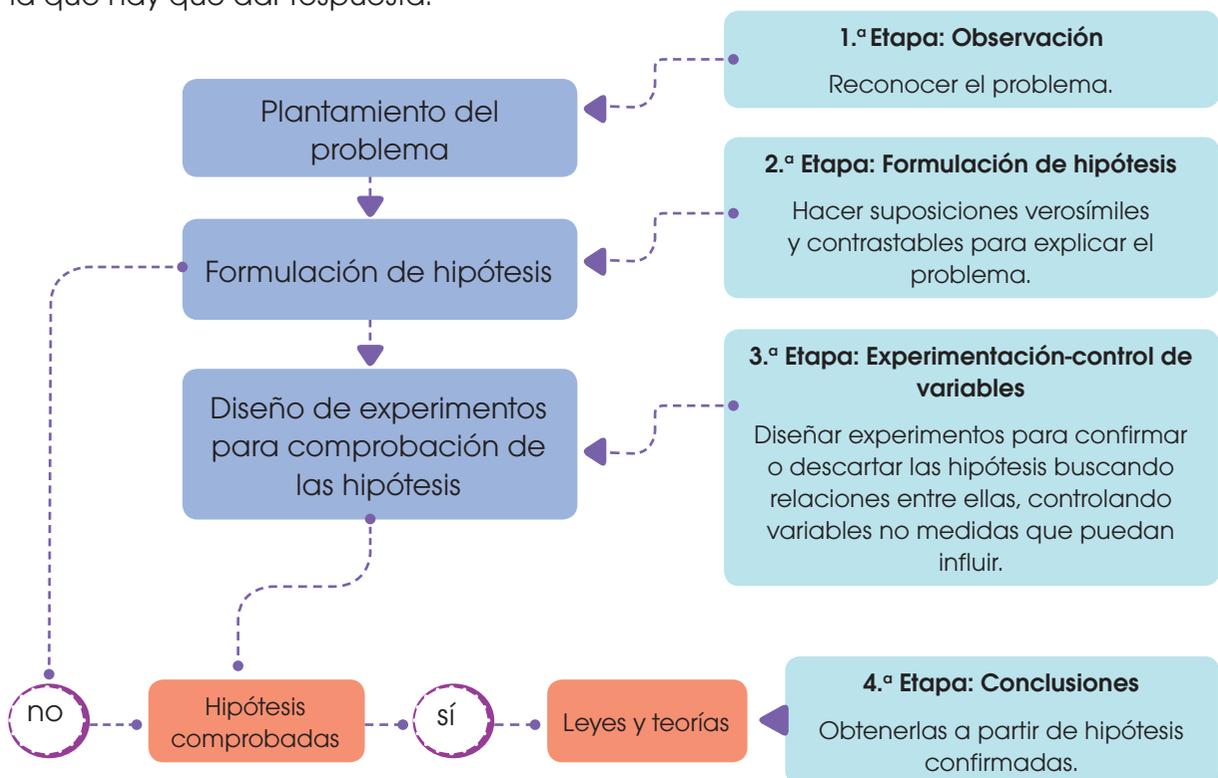
La biología, al igual que el resto de las ciencias naturales como la química, la física o la geología, pretende encontrar una explicación sobre cómo y por qué se dan los distintos procesos de la naturaleza; en el caso concreto de la biología, en los seres vivos.

Para esto, científicos han aceptado la necesidad de cumplir una serie de pasos para que las conclusiones a las que se lleguen sean válidas y aceptables. A estas etapas las conocemos como el *método científico*.

El **método científico** es un proceso sistemático basado en la observación y la experimentación, gracias al cual obtenemos conocimiento científico, y para llegar a este, es necesario seguir una serie de pasos:

- **Observación:** Reconocemos un problema al aplicar los sentidos a algún objeto o fenómeno natural.
- **Planteamiento del problema:** Planteamos el problema en forma de pregunta a la que hay que dar respuesta.

- **Formulación de hipótesis:** Hacemos suposiciones lógicas y que puedan ser contrastables para dar respuesta a la pregunta.
- **Experimentación:** Diseñamos experimentos que puedan confirmar o descartar la hipótesis planteada. En este punto es importante controlar las variables que puedan influir en el experimento.
- **Aceptación/refutación:** Si el experimento ha demostrado que la hipótesis no es válida, se ha refutado la hipótesis, por lo que debemos plantear una hipótesis nueva y seguir de nuevo todos los pasos. Si después del experimento la hipótesis se considera cierta, creamos una teoría.
- **Conclusión:** Una vez que hemos confirmado la hipótesis, redactamos una teoría o una ley que explique el problema inicial.



Gracias al método científico, podemos construir un conocimiento que explique cómo funciona el mundo natural, pero para aplicar este método de forma exitosa, hay que cumplir ciertos requisitos:

Para empezar, es importante eliminar los prejuicios. Esto significa que tenemos que ser lo más objetivos posible, sin permitir que nuestras ideas previas sobre un concepto afecten al análisis o a la experimentación. Debemos demostrar una actitud **imparcial**.

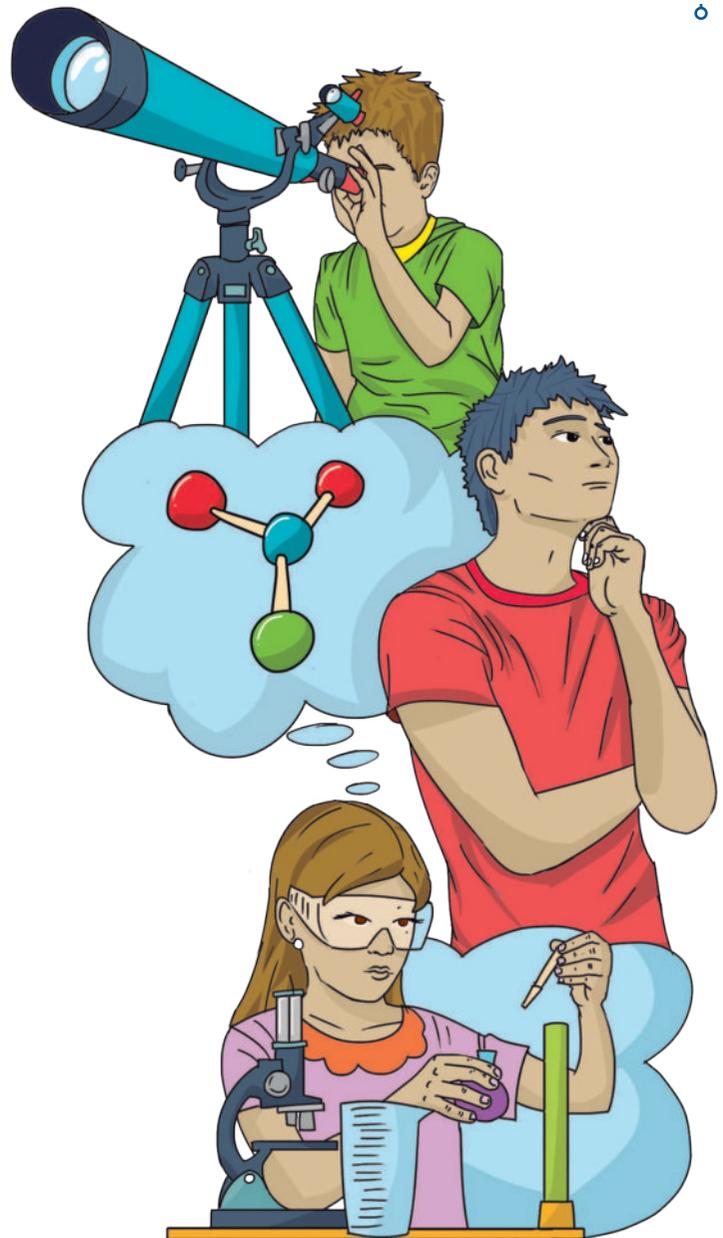
A la hora de plantear hipótesis y experimentos que prueben o refuten la hipótesis, es importante ser creativo para poder proponer ideas novedosas, pero siempre desde un razonamiento lógico y teniendo en cuenta que las hipótesis deben ser **comprobables mediante un experimento**, y que ese experimento pueda repetirse en distintas condiciones.

Durante la realización del experimento, hay que tener en cuenta todas las **variables** que puedan influir en el mismo. Una vez que tengamos claras las variables y cómo afecta cada una al fenómeno que se está estudiando, debemos controlarlas o reducirlas al mínimo para asegurarnos de que los datos que obtendremos del experimento estén más apegados a la realidad.

Al analizar los datos, es necesario ser honesto y no manipular el experimento ni modificar los datos para hacer que la hipótesis se cumpla. El análisis debe ser objetivo e imparcial.

Para finalizar, es importante tener la mente abierta a nuevas ideas. A lo largo de toda la historia de la ciencia, se han afirmado o descartando teorías y leyes sobre el entorno que nos rodea. Esto es algo normal, ya que, al mejorar la tecnología, podremos mejorar

la experimentación, y así podremos acercarnos más al conocimiento científico. No debemos pensar que una teoría es completamente cierta, sino que debemos asumir que es una forma de expresar, lo más acertadamente que podamos, un fenómeno natural; y que cabe la posibilidad de que no sea totalmente irrefutable.



1. **Observa** un fenómeno natural y somételo al método científico. Por ejemplo: ¿por qué llueve?
2. A lo largo de la historia se han aceptado muchas teorías que más tarde se ha comprobado que no eran ciertas. ¿Por qué ocurre esto?

## 2. MICROSCOPIA

Como ya vimos, en cualquier ciencia, para poder avanzar en el conocimiento que poseemos sobre el funcionamiento del mundo que nos rodea, es importante seguir una serie de procedimientos y aplicar el método científico a nuestra investigación. En concreto, dentro de la biología, uno de los puntos más relevantes es la observación, pero, la base de cualquier ser vivo, la célula, no es visible al ojo humano.

Para poder observar y estudiar células o estructuras más pequeñas que una célula, debemos utilizar técnicas como la microscopía.

### 1.1. Microscopía óptica

Esta técnica se basa en la observación de las células y los tejidos por medio del microscopio óptico. Este instrumento, ideado en el siglo XVII, abrió el camino de la investigación celular gracias a los estudios realizados por Robert Hooke y otros contemporáneos suyos. Hoy en día, aún continúa siendo muy útil, tanto en la investigación como en otros campos (microbiología, medicina...).

El microscopio óptico se basa en la capacidad de la luz para atravesar superficies muy finas. Contiene varias lentes que proporcionan un aumento de hasta 1500 veces y un poder de resolución de 0,2  $\mu\text{m}$ . Es preciso llevar a cabo una serie de operaciones sobre el material que se quiere observar, para obtener una **preparación**; es decir, una muestra tratada para conseguir el máximo rendimiento del microscopio.

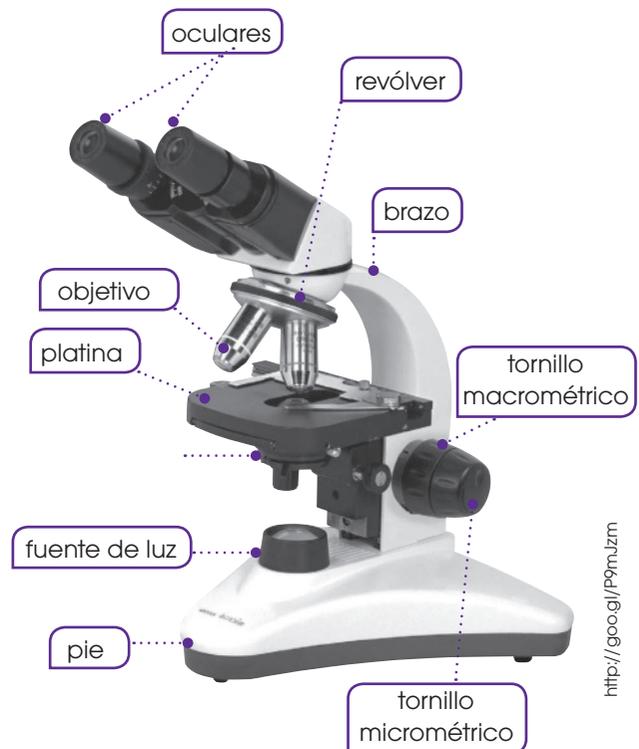
#### Elaboración de preparaciones

En la mayor parte de los casos, procedemos del modo siguiente:

- **Fijación:** Esta operación estabiliza los componentes celulares, con el objetivo de que su aspecto sea tan parecido como sea posible al del tejido vivo. Em-

pleamos formaldehído, ácido acético y alcohol etílico.

- **Deshidratación:** El agua es un componente muy abundante en la mayoría de los tejidos y conviene eliminarla de la muestra para facilitar las operaciones posteriores. Para ello, sumergimos la muestra en diversos baños de alcohol de graduación creciente hasta llegar al alcohol absoluto, que produce una deshidratación total.
- **Inclusión:** Los tejidos son, mayoritariamente, blandos y frágiles, por lo que resulta muy difícil hacer cortes finos sin estropear el material. Para evitar este problema, añadimos a la muestra una sustancia líquida que se interpone entre los componentes del tejido y que, después, se solidifica. Esta sustancia es, habitualmente, la parafina.



- **Corte:** Cortamos la muestra incluida en parafina y solidificada en láminas muy finas con el **microtomo**. Obtenemos cortes de 1 a 25  $\mu\text{m}$  de espesor que permiten el paso de la luz.

Existen distintos diseños de microtomo. En los modelos más sencillos, el corte se hace a mano con una cuchilla muy afilada. En otros casos, los microtomos incorporan automatismos y son más precisos.

- **Montaje:** Colocamos los cortes sobre un portaobjetos y cubrimos con **xileno** (o **xilol**), para eliminar el material de la inclusión y dejar la muestra lista para la acción de los colorantes.
- **Tinción:** Las células, en su estado natural, son transparentes e incoloras y resultan, por lo tanto, casi invisibles; por ello, requerimos la aplicación de colorantes.

Los colorantes presentan especificidad para unas sustancias concretas. De este modo, teñimos compartimentos celulares en los que predomina en su mayoría una determinada sustancia. La utilización de diversos tipos de colorantes sobre una célula permite distinguir distintos componentes celulares.

Una de las técnicas de tinción más usada es la aplicación de **hematoxilina** y **eosina** (H-E).

La **eosina** tiene carácter ácido y, por afinidad química, tiñe de color rosado las zonas de la célula en las que predomina el pH básico, fundamentalmente el citoplasma.

La **hematoxilina** es de carácter básico y tiñe de color azulado los componentes ácidos de la célula. Por ello, es útil para destacar zonas, como el núcleo y algunas regiones citoplasmáticas, debido a su contenido en ácidos nucleicos. Después de aplicar los colorantes, lavamos el exceso y colocamos un cubreobjetos sobre la muestra.

- **Conservación:** En el caso de las preparaciones que queremos conservar, sellamos el cubreobjetos con sustancias, como el bálsamo del Canadá, que evitan la entrada de aire y la putrefacción de la muestra.

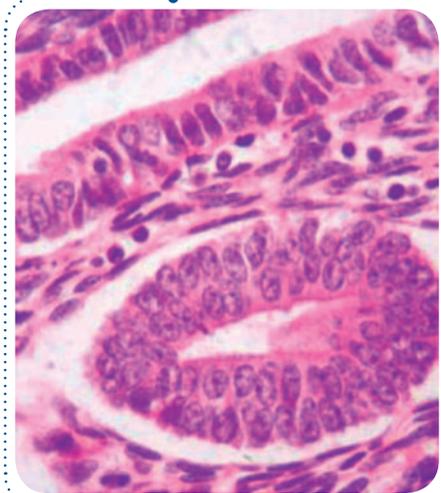
Otra técnica habitual en microscopía óptica es el frotis, que llevamos a cabo con sustancias líquidas o semilíquidas, como la sangre, que extendemos sobre un portaobjetos formando una capa fina. A continuación, realizamos los procesos de fijación, deshidratación y tinción, y podemos observar la preparación sin necesidad de cubreobjetos.

Algunos colorantes y partes u orgánulos que tiñen	
Colorante	Componentes celulares teñidos
Orceína-acética	Cromosomas
Verde-Yodo	Cromatina
Verde-Jano	Mitocondrias
Safranina	Paredes celulares de celulosa
Azul de toluidina	Coloración general con elevado contraste



<https://goo.gl/8jG651>

■ El microtomo de rotación puede hacer cortes de 1 a 25 μm de espesor.



<http://goo.gl/7Z0j3g>

■ Hematoxilina

### Observación mediante contraste de fases



Fotografía de espermatozoides a cuatrocientos aumentos hecha al microscopio de contraste de fases.

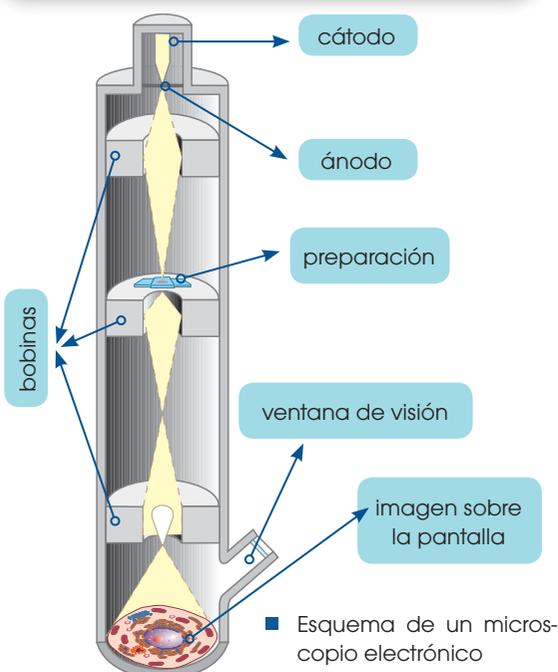
La observación al microscopio siguiendo las pautas anteriores implica la muerte de los tejidos. Por tanto, observamos células de las cuales no es posible distinguir las características propias de su actividad.

La observación de células vivas es posible mediante el microscopio de contraste de fases.

Este es un microscopio óptico que se basa en los diferentes índices de refracción que presentan las partes de una muestra transparente y sin teñir. Mediante una serie de dispositivos especiales, el microscopio de contraste de fases permite transformar las diferencias de refracción en diferencias de luminosidad.

Las muestras permanecen vivas y, por ello, podemos observar los movimientos celulares y las corrientes citoplasmáticas.

La incorporación de cámaras de video altamente sensibles a la luz permite grabar imágenes de las células en plena actividad.



## 1.2. Microscopía electrónica

Esta técnica se basa en la utilización de haces de electrones en lugar de luz. Existen distintos tipos de microscopios electrónicos.

El microscopio electrónico de transmisión permite la observación detallada del interior de las células.

La sustitución de la luz por electrones proporciona un poder de resolución de hasta  $10 \text{ \AA}$ ; es decir, la distancia mínima entre dos puntos próximos que pueden verse separados es de  $10 \text{ \AA}$ . El número de aumentos puede llegar a  $10^6$  veces, valores muy superiores a los que se consiguen con el microscopio óptico.

Obtenemos las imágenes del modo siguiente:

- Los electrones se producen en un filamento de tungsteno que constituye el cátodo y que está situado en la parte superior de un cilindro de unos dos metros de longitud. Para evitar que los electrones se dispersen al colisionar con las moléculas y los átomos de aire, mantenemos el vacío en el interior del cilindro.
- Los electrones son atraídos hacia una placa con carga positiva, el **ánodo**. Entre el ánodo y el cátodo aplicamos una diferencia de potencial que aumenta la energía cinética de los electrones.
- En el ánodo existe un pequeño orificio. Cuando los electrones lo atraviesan, obtenemos un haz fino de electrones.
- Unas bobinas electromagnéticas actúan como lentes (condensadora, objetivo y de proyección) y enfocan el haz de electrones.

Colocamos la muestra en el interior del cilindro. Al atravesar la muestra, los electrones reducen su velocidad de distinta manera según las características de la parte de la muestra que atraviesan. Finalmente, inciden sobre una pantalla fluorescente, donde producen un punto luminoso cuya intensidad es directamente proporcional a la velocidad de los electrones.

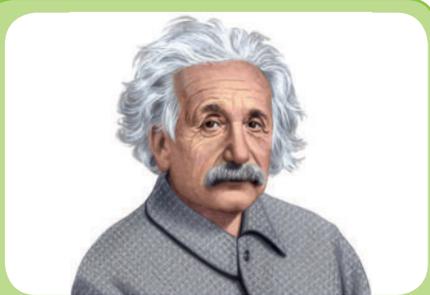
<http://goo.gl/5Fg51F>

### 3. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO

Hace cientos de miles de años, con temperaturas de unos miles de grados, los electrones fueron frenados lo suficiente como para ser capturados por los núcleos atómicos, que originaron los primeros átomos completos. La materia así creada se asoció 1000 millones de años después, formó protogalaxias, compuestas por estrellas que en su interior sintetizaron núcleos atómicos pesados, como carbono, nitrógeno, hierro... A partir de los productos de estas protogalaxias, se formaron nuevas generaciones de galaxias, como la Vía Láctea.

Según las últimas teorías sobre el origen del universo, este se habría originado entre 15 000 y 20 000 millones de años a partir de la expansión de un único punto de temperatura y densidad infinitas en lo que conocemos como el *big bang*. Este punto o singularidad inicial contendría toda la materia y la energía que constituyen nuestro universo, y su expansión marcaría el inicio del tiempo y el espacio.

<https://google/nj4yYmb>



La conocida fórmula  $E = mc^2$ , descubierta a principios del s. XX por **Albert Einstein**, relaciona dos conceptos que hasta el momento habían estado completamente separados: la *energía* y la *materia*. La materia no es más que una forma condensada de energía, y, por lo tanto, puede generarse a partir de ella.

#### Y TAMBIÉN:

Los **quarks** son partículas subnucleares, que existen asociados y forman compuestos llamados *hadrones*. Los **protones** y los **neutrones**, que son un tipo de hadrones, están formados por la asociación de tres quarks.

El otro tipo de partículas subnucleares que constituye la materia son los **leptones**, como el electrón o los neutrinos.

<b>0</b>	Singularidad de la gran explosión inicial <i>Big bang</i> Leyes de la física exóticas y desconocidas
<b>10<sup>-43</sup> segundos</b>	Era de la teoría de la gran unificación. El equilibrio entre materia y antimateria se decanta a favor de la materia.
<b>10<sup>-35</sup> segundos</b>	Era electrodébil, dominada por quarks y antiquarks.
<b>10<sup>-10</sup> segundos</b>	Era de los hadrones y leptones. Los quarks se asocian formando protones, neutrones y otras partículas.
<b>1 segundo</b>	Los protones y neutrones se combinan formando núcleos de hidrógeno, helio, litio y deuterio.
<b>3 minutos</b>	La materia y la radiación se acoplan y se forman los primeros átomos estables.
<b>1000 millones de años</b>	Cúmulos de materia forman quásares, estrellas y protogalaxias. En el interior de las estrellas comienzan a sintetizarse núcleos más pesados.
<b>15 000 millones de años</b>	Se forman nuevas galaxias con sistemas solares alrededor de las estrellas. Los átomos se enlazan entre ellos para formar moléculas.

A continuación, vamos a ver los fenómenos que estas teorías suponen que tuvieron lugar desde lo que se considera el inicio del tiempo y del universo. A medida que se producía la expansión, la temperatura disminuyó, hasta alcanzar los 100 000 millones de grados aproximadamente tres minutos después del inicio de la expansión. Este descenso abrió la posibilidad de la condensación de la energía en partículas subatómicas, quarks en primer lugar, que acabaron asociándose en protones, neutrones, mesones y bariones. Unos tres minutos después del *big bang*, estas partículas dieron lugar a los núcleos atómicos más ligeros.

Prohibida su reproducción

## 4. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA TIERRA

Mucho después del origen del universo, la materia creada chocaba y se fusionaba generando estructuras cada vez mayores llamadas *planetesimales*, las cuales seguían chocando entre sí para originar planetas. De esta manera, hace aproximadamente 4500 millones de años, se formó la **Tierra**.

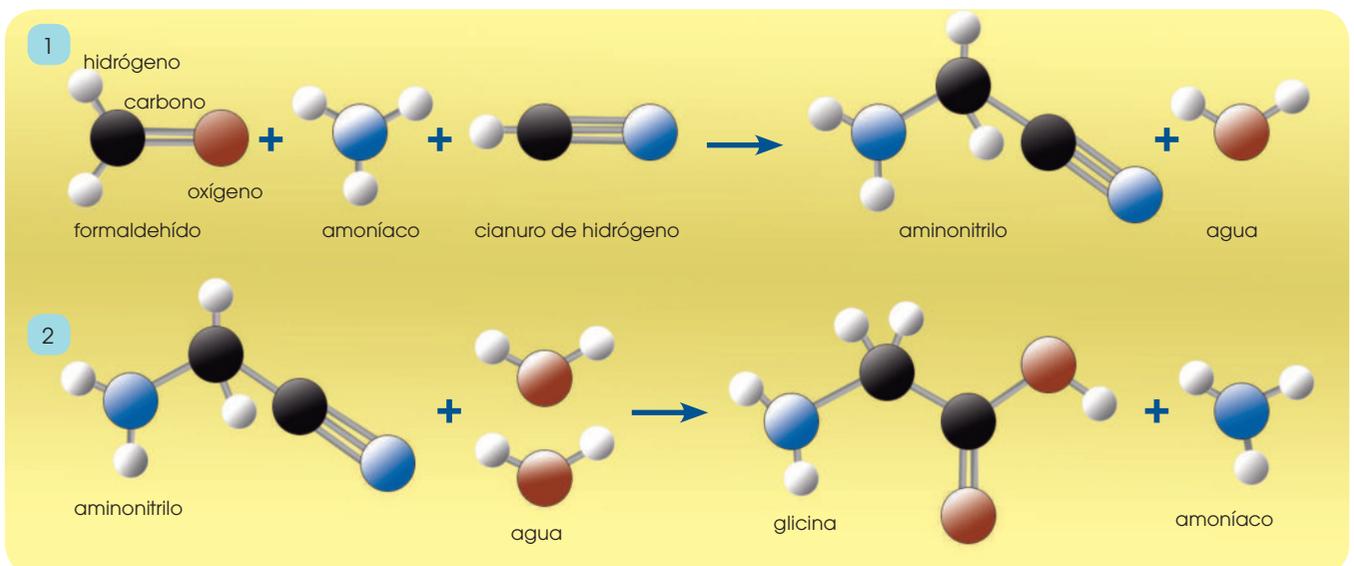
A medida que los protoplanetas chocaban entre ellos en el proceso de formación de la Tierra primitiva, la energía liberada por los impactos, así como la desintegración de los elementos radioactivos, incrementaron la temperatura, y provocaron que los materiales que formaban el planeta se fundieran. De esta manera, se produjo una segregación durante la cual los componentes más pesados se desplazaron hacia el centro por efecto de la gravedad, mientras que los más ligeros quedaron en las capas exteriores.

Poco a poco, estos materiales fueron enfriándose y solidificándose, y produjeron una delgada corteza. La dinámica interna del planeta condujo a una serie de episodios volcánicos continuados, durante los cuales se liberaron al exterior los gases generados por el magma, tales como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , compuestos de nitrógeno y vapor de agua. Este último se condensó en la atmósfera, y originó una capa nubosa de gran potencia, que

precipitó en forma de lluvia sobre la superficie y originó los océanos.

En la Tierra primitiva, con una atmósfera reductora, pobre en oxígeno, podrían haberse formado una gran variedad de compuestos orgánicos. Algunos científicos afirman que, solo con la energía que se libera actualmente en la Tierra en forma de relámpagos, las reacciones en la atmósfera habrían podido formar en 100 000 años materia orgánica suficiente como para cubrir la superficie de la Tierra con un espesor de un metro. Estas moléculas, arrastradas por la lluvia, se acumularían en los océanos, que quedarían convertidos en una suspensión de materia orgánica: algo parecido a un caldo, el caldo primigenio.

A partir de este punto, se iniciaría un proceso de evolución química, a través del cual las moléculas orgánicas se irían perfeccionando, creando un sistema de autorreplicación basado en los ácidos nucleicos (ADN y ARN). De este modo, las moléculas orgánicas crearían un entorno propio en el que se aislarían gracias a capas de sustancias grasas o lípidos, que delimitarían los primeros protoorganismos.



Estos primeros organismos, semejantes a las bacterias actuales, se alimentarían de la materia orgánica presente en el agua de los océanos hasta que esta dejó de ser abundante. Entonces, obligados a buscar nuevas estrategias de obtención de nutrientes, un grupo de seres vivos descubriría una reacción que habría de cambiar radicalmente el aspecto del planeta: la **fotosíntesis**.

La captación de  $\text{CO}_2$  y la liberación a la atmósfera de  $\text{O}_2$  por parte de los organismos autótrofos tendrá una serie de consecuencias que marcarán la evolución del planeta y de sus pobladores.

#### El descenso de la concentración atmosférica de $\text{CO}_2$ provoca:

- Disminución del efecto invernadero
- Bajada de las temperaturas en la superficie del planeta
- Futuras glaciaciones a escala local y planetaria

#### El incremento de la concentración atmosférica de $\text{O}_2$ produce:

- Cambio de la química planetaria: reacciones de oxidación
- Extinción de los organismos anaerobios o regresión a hábitats marginales
- Posibilidad de metabolismos aerobios, más rentables energéticamente, y con ellos posibilidad del paso a la pluricelularidad
- Formación de la capa de ozono y protección de la superficie de los rayos ultravioletas; se hace posible la colonización de la Tierra fuera de los océanos

Si observamos las atmósferas de los otros dos planetas interiores que disponen de ella, Venus y Marte, observaremos que se basan fundamentalmente en  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ , tal y como se supone que era la primitiva atmósfera terrestre. La Tierra es el único planeta que conocemos con un porcentaje de oxígeno atmosférico cercano al 20 %, producto de la actividad de los seres vivos.

## Métodos de datación y eras geológicas

La datación de los acontecimientos geológicos que se han sucedido en el planeta Tierra se ha realizado de diversas maneras. En primer lugar cabe diferenciar entre la *datación relativa* y la *datación absoluta*.

La **datación relativa** nos informa que materiales son más antiguos que otros, pero no nos dice cuáles son sus edades. Por ejemplo, podemos saber que un fósil A situado en un estrato horizontal por encima de otro, es más moderno que otro fósil B contenido en el estrato inferior, pero no obtenemos información de cuál es su edad.

Para realizar una **datación absoluta** se utilizan actualmente métodos de radiocronología. Estos métodos se basan en la capacidad de desintegración de los isótopos radiactivos de diferentes elementos. Los elementos radiactivos o padres se desintegran y dan lugar a los elementos radiogénicos. Así, en una determinada roca, a partir del momento en que se forma y a medida que pasa el tiempo, aumenta el porcentaje de los elementos radiogénicos y disminuye el de los radiactivos. Si conocemos la tasa de desintegración del elemento radiactivo en cuestión y los porcentajes en los que aparece en la roca junto con sus elementos hijos, podremos inferir la época de formación de dicha roca.



■ Datación relativa

### Eras geológicas de la historia de la Tierra

Era	Período	Época	Inicio hace (M. A.)	
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,01	
		Pleistoceno	1,8	
	Terciario	Neógeno	Plioceno	5
		Mioceno	22,5	
	Paleógeno	Oligoceno	37,5	
		Eoceno	54,5	
Paleoceno	65			
Mesozoico	Cretácico	Superior	100	
		Inferior	141	
	Jurásico	Malm	160	
		Dogger	176	
		Lias	195	
	Triásico	Superior (Keuper)	212	
		Medio (Muschelkalk)	223	
		Inferior (Buntsandstein)	230	
	Paleozoico	Pérmico	Superior	251
Inferior			280	
Carbonífero		Superior	325	
		Inferior	245	
Devónico		Superior	360	
		Medio	370	
		Inferior	395	
Silúrico		Superior	423	
		Inferior	435	
Ordovícico		Superior	450	
		Inferior	500	
Cámbrico		Superior	515	
	Medio	540		
	Inferior	570		
Precámbrico	Algónquico		2650	
	Arcaico		4600	

Isótopo padre	Productos hijos estables	Vida media (millones de años)
U <sup>238</sup>	Pb <sup>236</sup> y He	4,5
U <sup>235</sup>	Pb <sup>207</sup> y He	0,71
Th <sup>232</sup>	Pb <sup>208</sup> y He	14
Rb <sup>84</sup>	Sr <sup>87</sup>	51
K <sup>40</sup>	Ar <sup>40</sup> , Ca <sup>40</sup>	1,3

#### La datación por carbono-14

Uno de los métodos de determinación de la edad de las sustancias orgánicas por radiocronología es el método del carbono-14. Este es un isótopo radiactivo del carbono que se origina en las capas altas de la atmósfera y que es incorporado a lo largo de la vida por plantas y animales. Se mantiene una proporción constante entre el carbono-14 y el carbono-12 ordinario.

A partir de la muerte del organismo, la cantidad de carbono-14 empieza a disminuir, porque se detiene su incorporación a la vez que va desintegrándose y da lugar a carbono-12. Conociendo la relación que existe entre *carbono-14* y *carbono-12* en una muestra de materia orgánica, podemos conocer de forma muy precisa la fecha de la muerte del organismo. El carbono-14 tiene una vida media muy breve (5730 años) y, por ello, solo es aplicable a muestras de menos de 40 000 años de antigüedad.

Cuando una roca ígnea se solidifica, se forman minerales que atrapan isótopos radiactivos, los cuales iniciarán su desintegración hacia los elementos hijos estables. Los isótopos más utilizados en datación geológica son los de la tabla adjunta. La datación de las rocas nos permite establecer una escala de tiempo geológico sobre la cual situar los acontecimientos y etapas por los cuales ha pasado el planeta. Las eras y períodos en los que se divide la historia de la Tierra no tienen la misma duración, ya que esta escala se estableció en función de las formas de vida fósiles presentes en las diferentes rocas, y se determina posteriormente la datación absoluta de las mismas.

3. **Comenta** el impacto de la aparición de los organismos fotosintéticos sobre el planeta.

**Solución.** La aparición de organismos fotosintéticos tuvo una gran repercusión sobre el planeta ya que fueron ellos quienes provocaron que la atmósfera tenga un alto contenido en O<sub>2</sub> y bajo en CO<sub>2</sub>. Esto provocó que los organismos anaerobios se extinguieran o vieran su distribución muy reducida mientras que los organismos aerobios se convirtieron en más aptos evolutivamente hablando. Además, producían energía de forma más rentable, lo que les permitió convertirse en pluricelulares. Por otro lado, el oxígeno en la atmósfera permitió la formación de la capa de ozono, la cual filtra la radiación ultravioleta, lo que permitió a los seres vivos salir del agua y colonizar la superficie terrestre.

## 5. TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

Existen varias hipótesis de cómo se generó la vida en nuestro planeta. A continuación, repasaremos algunas de ellas.

Una de las teorías planteadas sobre el origen de la vida es el creacionismo, donde se propone que todos los seres vivos provienen de un creador divino. Sin embargo, esta teoría no se puede probar a través del método científico.

### 5.1 La generación espontánea

La palabra *biología* proviene del griego *bíos* que significa 'vida' y *logos* que significa 'estudio'. Por lo tanto, podemos definir a la **biología** como la ciencia que estudia los seres vivos. Ya hemos visto la principal teoría sobre el origen de la Tierra, pero ¿cuándo y cómo apareció la vida?

Durante la Edad Media y hasta el siglo XVI predominaba la idea de que los seres vivos eran creados por un poder divino. Sin embargo, ya en el siglo XVII, comenzó a tomar fuerza una idea que ya había surgido en pueblos de la Antigüedad: que los organismos vivos aparecían por generación espontánea. La teoría de la **generación espontánea** mantiene el pensamiento de que ciertos seres vivos, como insectos, gusanos o ratones, se originan de forma repentina a partir de materia inorgánica.

En 1668, Francesco Redi realizó un experimento con el objetivo de refutar la teoría de la generación espontánea. Para ello, puso carne en descomposición en distintas bandejas, una de ella tapada con una tapa, otra cubierta por una tela y otra totalmente descubierta. Según la teoría de la generación espontánea las larvas aparecerían de forma repentina, pero Redi demostró que las larvas solo aparecían en la carne sin tapar, ya que en el resto las moscas no podían depositar los huevos.



<https://goo.gl/Kw77fJ>

4. **Contesta:** Ya has visto anteriormente en qué consiste el método científico. ¿Crees que los experimentos de Redi siguen este método? ¿Por qué?
5. **Plantea** un experimento que cumpla con todos los requisitos del método científico que refute la teoría de la generación espontánea.

Actividades

Prohibida su reproducción



Louis Pasteur (1822 - 1895)

Es uno de los científicos más reconocidos a nivel mundial. Además de haber realizado el experimento que refutó la teoría de la generación espontánea, logró grandes avances en el campo de la microbiología y la química. Fue el creador de la técnica de la pasteurización, relacionó por primera vez los microorganismos con las enfermedades infecciosas y contribuyó al desarrollo de las vacunas como método de prevención de enfermedades. El Instituto Pasteur que se inauguró en 1888 en honor a Louis Pasteur es una de las instituciones referentes en la investigación de enfermedades infecciosas.

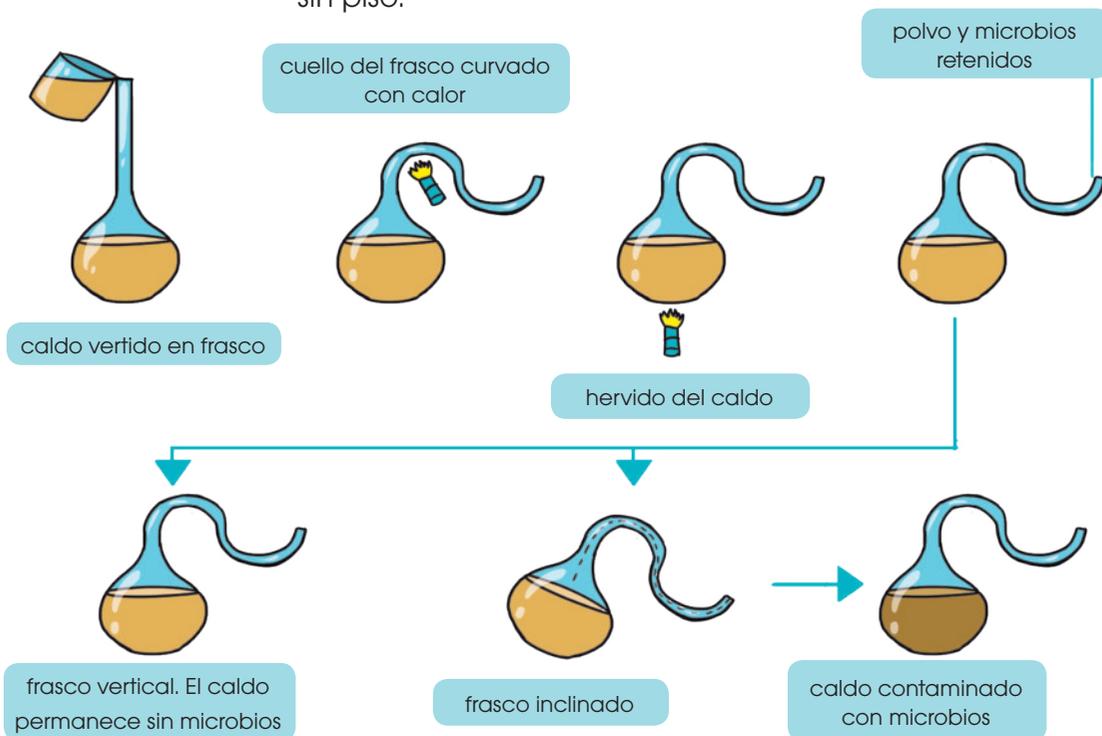
## 5.2. Pasteur y los matraces de cuello de cisne

Con el experimento de Redi, quedó en evidencia que los organismos macroscópicos no podían surgir por generación espontánea, pese a ello, durante el siglo XVIII aún se creía en la generación espontánea de los microorganismos. Según las creencias de la época, simplemente poniendo sustancias en descomposición en un lugar cálido, los microorganismos aparecían en el caldo de cultivo. La controversia duró hasta 1864 cuando Louis Pasteur presentó su experimento en el cual demostró que los microorganismos están presentes en el aire y no se generan de forma espontánea.

En sus experimentos, Pasteur utilizó matraces de cuello de cisne, matraces modificados para conseguir que pasara el oxígeno (solo indispensable para la vida) pero que impidían que las bacterias pasaran ya que quedaban atrapadas en las curvas del cuello del matraz.

Pasteur demostró que si hervía el líquido de los matraces y no se manipulaba el cuello, no aparecía ningún organismo. Sin embargo, si se giraba el matraz o se rompía el cuello del mismo, aparecían microorganismos en el caldo de cultivo, pero no porque se generaran espontáneamente, sino porque estos se encuentran en el aire.

Después de este experimento, quedó claro para toda la comunidad científica que los organismos no aparecían de forma repentina y la teoría de la generación espontánea quedó totalmente sin piso.



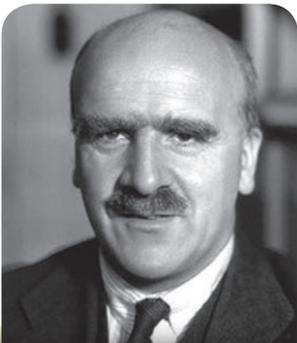
<http://goo.gl/1s0XgA>



**Aleksandr Ivanovich Oparin  
(1894 - 1980)**

Fue un biólogo ruso que realizó grandes avances en el campo del origen de la vida. Fue un gran estudioso de la teoría de la evolución de Darwin y, en 1923, publicó el libro *El origen de la vida*. Sus teorías se enfrentaron desde el primer momento a una fuerte oposición pero, años más tarde, con el apoyo de la experimentación, han sido aceptadas como hipótesis válidas.

<http://goo.gl/2xvYDZ>



**John Burdon Sanderson  
Haldane (1892 - 1964)**

Fue un biólogo británico considerado, junto con Oparin, el padre de las teorías modernas sobre el origen de la vida. Fue un fuerte defensor de las teorías de la selección natural como mecanismo de evolución. Propuso el principio de Haldane, donde afirma que el tamaño de los seres vivos define la complejidad de sus órganos internos.

<https://goo.g/2MfMfr>

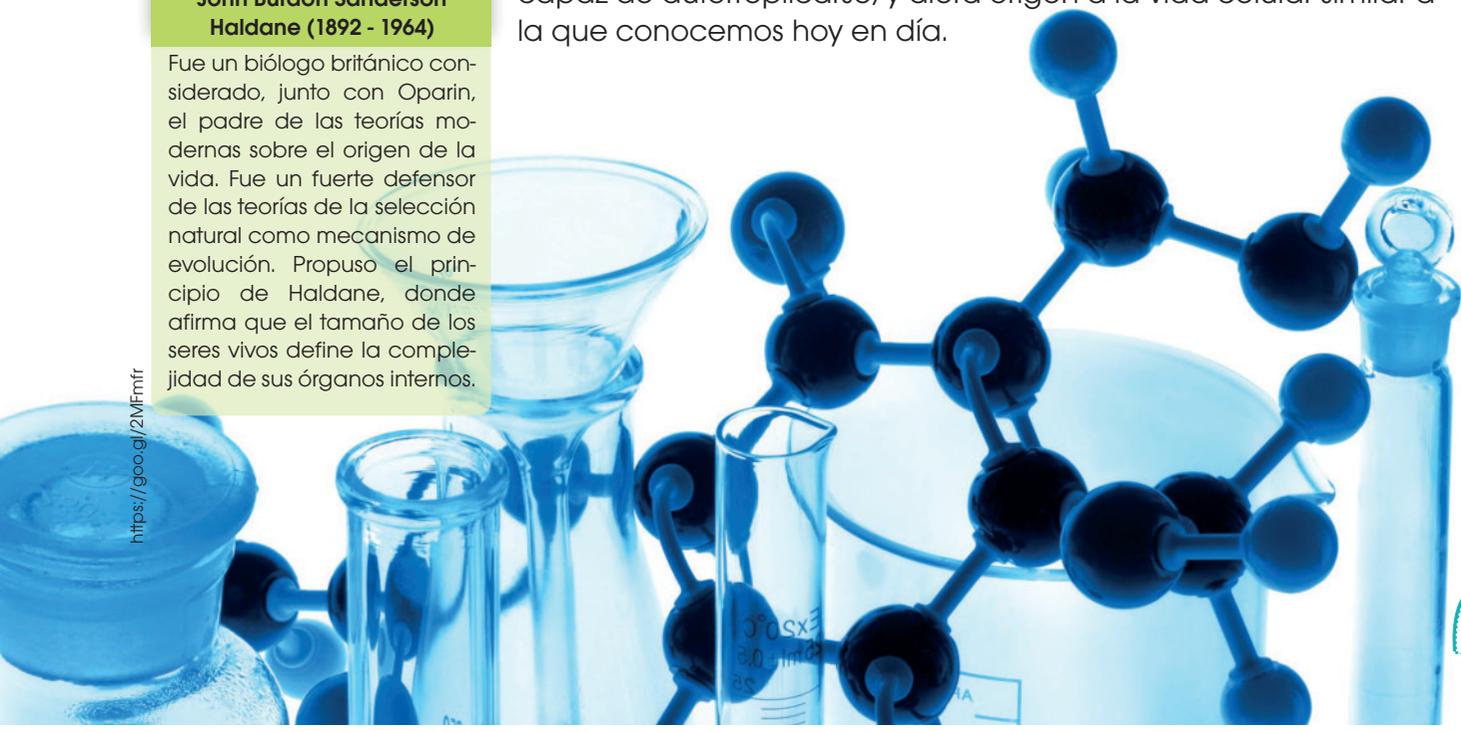
### 5.3. Teoría de la evolución química

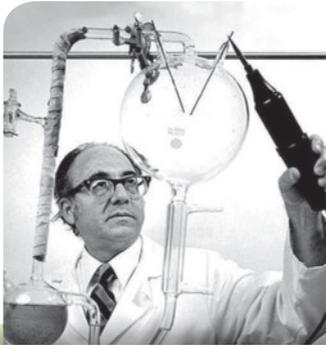
Después de los experimentos de Pasteur, quedó claro que la vida no aparecía de forma espontánea, pero seguía sin existir una teoría clara que explicara el posible origen de la vida. Esto fue así hasta 1924 cuando A. I. Oparin y J. B. S. Haldane, de forma independiente, propusieron un marco teórico en el que la vida tuvo que desarrollarse en la Tierra, gracias al cual ya podrían realizarse experimentos que aceptaran o refutaran la teoría.

Tanto **Oparin** como **Haldane** propusieron la idea de que, para conocer cómo se originó la vida en la Tierra, debían plantearse las condiciones que existían en la Tierra en ese momento, es decir, hace aproximadamente 3500 millones de años. Estas condiciones eran totalmente diferentes a las que conocemos actualmente, ya que existía una atmósfera reductora (sin oxígeno libre o con muy poco oxígeno), altas temperaturas y grandes cantidades de descargas eléctricas en forma de rayos.

Haldane fue el primero en hablar de un **caldo primordial**, haciendo referencia al océano que cubriría gran parte de la Tierra en aquella época. En ese caldo, aparecería una enorme cantidad de moléculas orgánicas formadas a partir de moléculas inorgánicas, simplemente desde la energía que se liberaba sobre la Tierra. Del mismo modo, Oparin propuso que las altas temperaturas junto con la radiación ultravioleta y las descargas eléctricas que ocurrían en la atmósfera debido a las tormentas, provocarían una reacción química de los compuestos inorgánicos que darían lugar a los compuestos orgánicos. Esto es lo que conocemos como la *evolución química*.

Las grandes moléculas orgánicas que se formaron por evolución química debieron seguir evolucionando en moléculas más complejas, hasta que quedara rodeada por una membrana, fuera capaz de autorreplicarse, y diera origen a la vida celular similar a la que conocemos hoy en día.





<http://goog.gl/Zuw2Cz>

**Stanley L. Miller (1930 - 2007)**

Químico y biólogo estadounidense conocido por sus estudios sobre el origen de la vida. Sus estudios iniciaron una división nueva de la biología: la exobiología.

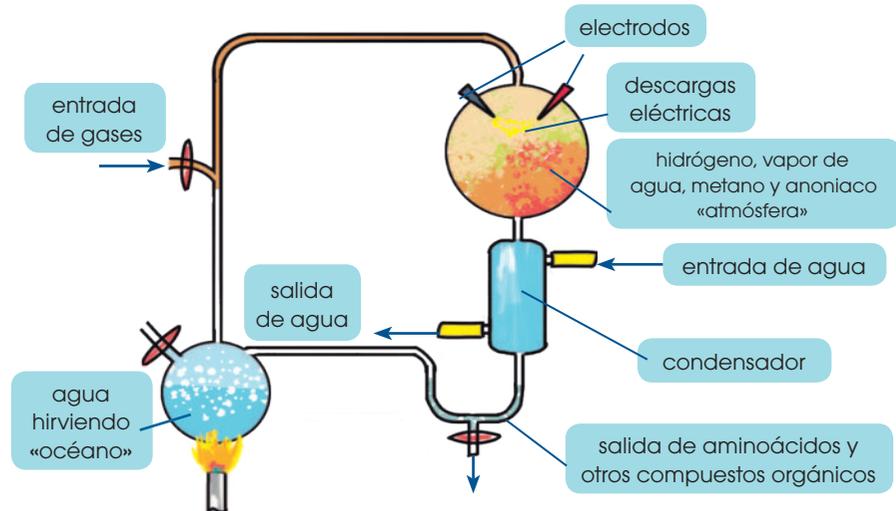
La **exobiología** es la rama de las ciencias biológicas que se ocupa del estudio de la existencia de vida en otros lugares del universo aparte de la Tierra. Relacionada con la astronomía, la cosmología, la biología, la astrofísica, etc., busca responder cuestiones fundamentales: ¿Qué es la vida? ¿Cómo evoluciona? ¿Hay vida en otros lugares del universo?

Miller fue profesor de Química en la Universidad de California a partir de 1958. Posteriormente, fue director de un grupo de investigación del centro especializado en exobiología de la NASA. Obtuvo numerosos reconocimientos a su trabajo, entre ellos la Medalla Oparin.

Las teorías propuestas por Oparin y Haldane no fueron totalmente aceptadas por la comunidad científica, en vista de que recordaban demasiado a la teoría de la generación espontánea. Sin embargo, en 1953, se llevó a cabo un experimento que demostró la viabilidad de la teoría de la evolución química.

Basándose en las teorías de Oparin y Haldane, el científico Stanley L. Miller ideó un experimento que simulara las condiciones terrestres de hace 3 500 millones de años para comprobar si era posible la aparición de moléculas orgánicas a partir de inorgánicas.

Para ello Miller mezcló en un recipiente cerrado los gases que supuestamente existían en la atmósfera primitiva: metano, amoníaco, hidrógeno y vapor de agua. Esta mezcla de gases fue sometida a temperaturas de 80 °C y sobre ella se aplicaron descargas eléctricas durante una semana. Pasado este tiempo, se observó que, disueltos en agua, aparecían varios aminoácidos, moléculas constituyentes de las proteínas. En experimentos posteriores, se descubrió que también se podía obtener uracilo y citosina, moléculas que forman parte del ADN y ARN.



Gracias a este experimento, se concluyó que, si las condiciones de la Tierra eran realmente las que se habían reproducido, la síntesis de compuestos orgánicos a partir de elementos y compuestos inorgánicos sencillos era posible.

Muchos científicos han rechazado esta teoría, puesto que es muy posible que las condiciones en la Tierra primitiva no fueran las planteadas en el experimento de Miller. Sin embargo, durante la segunda mitad del siglo XX se han realizado numerosos experimentos que han modificado las condiciones iniciales, como el experimento realizado por Joan Oró en 1960, en el que, a partir de cianuro de hidrógeno (constituyente de las nubes interestelares y los núcleos de los cometas), obtuvo adenina, compuesto de gran importancia en el ADN.

Aún existen muchos interrogantes sobre las condiciones de la Tierra hace miles de millones de años, pero sí sabemos con seguridad que puede existir una evolución química que forme moléculas orgánicas a partir de inorgánicas, y esto es uno de los posibles orígenes de la vida en nuestro planeta.

Prohibida su reproducción

Una vez que se hubieran formado las moléculas orgánicas, estas deberían quedar rodeadas por una membrana que las aislara del medio externo y deberían ser capaces de autorreplicarse, pero ¿cómo puede ocurrir esto?

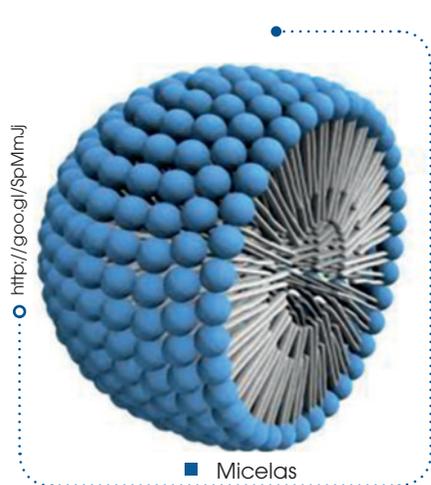
### ¿Cómo sucede un aislamiento entre un medio externo y uno interno?

El aislamiento del medio exterior proporciona cierta protección frente a los efectos adversos del entorno, y esto permite que en el medio interno se mantengan concentraciones elevadas de componentes que de otra manera se difundirían y dispersarían. Las sustancias, cuando se hallan en mayor concentración pueden reaccionar más rápido y aumentar su eficacia en la producción de polímeros y otros tipos de reacciones químicas.

En sus experiencias, Oparin observó que, cuando se mezclan con agua, algunos polímeros forman unas pequeñas gotitas (de hasta quinientas micras de diámetro), denominadas *coacervados* o *micelas*. Estas microsferas sirven para imaginar el comportamiento de gotitas similares que pudieron haberse producido.

Actualmente, las teorías se dirigen a la búsqueda de moléculas que combinen en su estructura una parte hidrofóbica y una parte hidrofílica. Estas moléculas, en contacto con el agua, forman vesículas membranosas (sacos llenos de líquido) que crecen y se dividen.

### ¿Cómo se originó la capacidad de reproducción?



Este punto es aún confuso. Si las vesículas contuvieran alguna molécula con capacidad informativa, estaríamos ante el precursor de una célula. La capacidad reproductiva debió desarrollarse paralelamente a la capacidad de sintetizar sustancias y la de obtener energía para la construcción de las propias estructuras.

El flujo de información genética, tal como funciona hoy día, es el paso de ADN a ARN y de este a proteínas. Y aunque se necesita ADN para producir proteínas, también necesitamos para transcribir, traducir, replicar, etc. Por tan-

to, ¿qué macromolécula fue primero: las proteínas o el ADN?

Según diversas hipótesis, el ARN surgió antes que el ADN y las proteínas en las primeras etapas de la evolución. El ARN controlaría la traducción de proteínas, y el ADN sería posterior. Así se intenta explicar de qué modo se obtuvieron las que se consideran las primeras células: seres similares a las células procariotas.

Sin embargo, estas teorías solo son respuestas provisionales. Con toda seguridad, el desarrollo de nuevas líneas de investigación puede modificar cualquiera de los planteamientos anteriores y posiblemente nos acerquemos, cada vez más, al conocimiento del origen de la vida.



## 6. OTRAS TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

A pesar de que actualmente el paradigma sobre el origen de la vida aceptado por la mayoría de la comunidad científica se basa en las teorías de Oparin, existe aún mucha controversia y se mantienen otras posibles hipótesis que darían respuesta a la pregunta ¿cómo se inició la vida en la Tierra?

Dentro de estas hipótesis, hay muchas que sitúan el origen de la vida en algún punto del universo lejano a la Tierra, planteando que la vida en nuestro planeta proviene del exterior y habría llegado a la Tierra a través de cometas o meteoritos. El ejemplo más representativo de estas hipótesis es la **panspermia**, que propone que formas de vida microscópicas o moléculas orgánicas llegaron a la Tierra a través de meteoritos y, una vez en nuestro planeta, evolucionaron hasta convertirse en las formas de vida que conocemos actualmente.

A favor de esta teoría se han encontrado, en restos de meteoritos, estructuras que podrían haber sido causadas por organismos microscópicos. Además, se ha demostrado que algunas bacterias son capaces de sobrevivir largos períodos en el espacio exterior.



<http://goo.gl/ZPH6Zx>

La parte negativa de estas teorías es que realmente no dan una respuesta a cómo se originó la vida, simplemente sitúan el inicio de esta en un escenario lejano a la Tierra.

9. **Investiga** acerca de la posibilidad de que exista vida fuera de la Tierra.
10. **Contesta:** ¿Crees que la existencia de vida extraterrestre sería una prueba a favor de la teoría de la panspermia?
11. Imagina que la teoría de la panspermia es cierta. De la misma forma que llegó vida a la Tierra, pudo llegar a otros planetas. ¿Cómo crees que podría haber evolucionado la vida en otros planetas? ¿Hasta qué punto se parecerían los organismos de la Tierra a los de otros planetas?

Actividades

# 7. BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS

El análisis de la composición de los seres vivos nos muestra que los elementos químicos que los constituyen son los mismos que componen el resto de la materia de nuestro planeta, de nuestra galaxia y del universo. Sin embargo, la proporción en la que se encuentran los distintos elementos es diferente en los seres vivos y en la materia inanimada.

Los elementos que predominan en los seres vivos son el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). A estos elementos los conocemos como **bioelementos primarios**, ya que son los elementos indispensables para formar las moléculas que conforman la materia viva y constituyen aproximadamente el 96 % de la misma.

En los seres vivos, encontramos, en un porcentaje mucho menor, otros elementos que consideramos **bioelementos secundarios**. Estos son necesarios para mantener el equilibrio osmótico y para realizar el metabolismo, por lo que son indispensables para la vida. Los bioelementos secundarios son calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl), magnesio (Mg), hierro (Fe) y yodo (I).

Por último, encontramos los **oligoelementos**, que se encuentran en proporciones mucho más bajas y no en todos los seres vivos, pero que tienen un papel importante. Algunos de estos oligoelementos son el flúor (F), el cobre (Cu), el zinc (Zn) o el cobalto (Co).

Los bioelementos establecen entre ellos múltiples y complejas combinaciones, que dan lugar a las **biomoléculas**, moléculas que constituyen a los seres vivos.

Existen dos tipos de biomoléculas: orgánicas e inorgánicas. Las **biomoléculas orgánicas** son los glúcidos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Todas ellas son sustancias basadas en la unión de numerosos átomos de carbono y las estudiaremos en la próxima unidad.

Aunque las biomoléculas orgánicas constituyen una parte importante de los seres vivos, existen dos **biomoléculas inorgánicas** de gran relevancia para la vida: el agua y las sales minerales.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																														
1	<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>H</td><td colspan="15"></td><td>He</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>Li</td><td>Be</td><td colspan="14"></td><td>B</td><td>C</td><td>N</td><td>O</td><td>F</td><td>Ne</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>Na</td><td>Mg</td><td colspan="14"></td><td>Al</td><td>Si</td><td>P</td><td>S</td><td>Cl</td><td>Ar</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>K</td><td>Ca</td><td>Sc</td><td>Ti</td><td>V</td><td>Cr</td><td>Mn</td><td>Fe</td><td>Co</td><td>Ni</td><td>Cu</td><td>Zn</td><td>Ga</td><td>Ge</td><td>As</td><td>Se</td><td>Br</td><td>Kr</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>Rb</td><td>Sr</td><td>Y</td><td>Zr</td><td>Nb</td><td>Mo</td><td>Tc</td><td>Ru</td><td>Rh</td><td>Pd</td><td>Ag</td><td>Cd</td><td>In</td><td>Sn</td><td>Sb</td><td>Te</td><td>I</td><td>Xe</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>Cs</td><td>Ba</td><td>La</td><td>Hf</td><td>Ta</td><td>W</td><td>Re</td><td>Os</td><td>Ir</td><td>Pt</td><td>Au</td><td>Hg</td><td>Tl</td><td>Pb</td><td>Bi</td><td>Po</td><td>At</td><td>Rn</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>Fr</td><td>Ra</td><td>Ac</td><td>Rf</td><td>Db</td><td>Sg</td><td>Bh</td><td>Hs</td><td>Mt</td><td>Ds</td><td>Rg</td><td>Cp</td><td>Uut</td><td>Fl</td><td>Uup</td><td>Lv</td><td>Uus</td><td>Uuo</td> </tr> </table>																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	H																He	2	Li	Be															B	C	N	O	F	Ne	3	Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cp	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																														
1	H																He																																																																																																																																																																														
2	Li	Be															B	C	N	O	F	Ne																																																																																																																																																																									
3	Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																																																																																																																																									
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																																																																																																																																													
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																																																																																																																																																													
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																																																																																																																																																													
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cp	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo																																																																																																																																																																													

Metales de transición interna

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Cerio	Praseodimio	Neodimio	Prometio	Samario	Europio	Gadolinio	Terbio	Disprosio	Holmio	Erbio	Tulio	Itterbio	Lutecio
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Torio	Protactinio	Uranio	Neptunio	Plutonio	Americio	Curio	Berquellio	Californio	Einsteinio	Fermio	Mendelevio	Nobelio	Laurencio

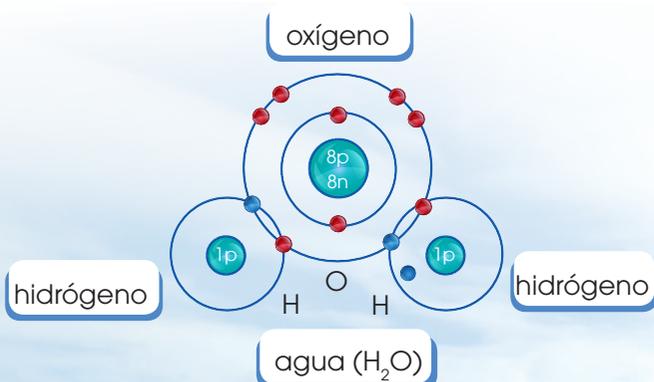
## 8. AGUA

El **agua** es la sustancia más abundante en los seres vivos, ya que constituye alrededor del 70 % de su masa. Debido a su estructura molecular, presenta propiedades que la hacen imprescindible para el desarrollo de la vida.

### 8.1. Composición y estructura molecular

La molécula de agua ( $H_2O$ ) está formada por el enlace covalente entre un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, y se caracteriza por:

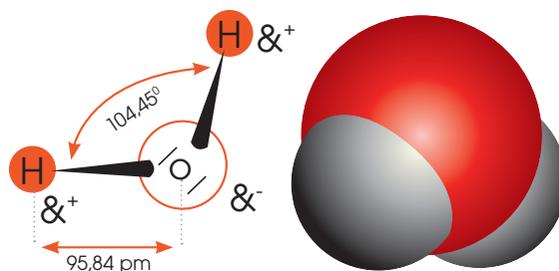
- **Compartición de dos electrones:** La compartición de electrones permite mantener una configuración estable.



- Distribución de los electrones en una molécula de agua

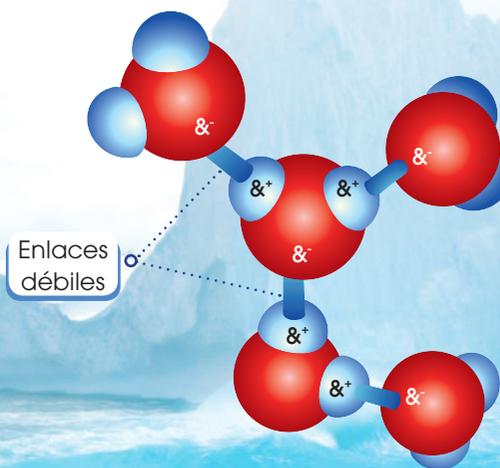
- **Polaridad de la molécula:** El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, por lo que atrae hacia su núcleo a los electrones del hidrógeno. Esto produce un reparto desigual de las cargas, por lo

que la molécula de agua se convierte en un **dipolo eléctrico** en el que el oxígeno cuenta con carga negativa y los hidrógenos con carga positiva.



- Dipolo en una molécula de agua

- **Formación de puentes de hidrógeno:** La atracción entre los átomos de hidrógeno y de oxígeno de diferentes moléculas de agua debido a su diferencia de carga forma un tipo de enlace débil que lo conocemos como *puente de hidrógeno*.



- Puentes de hidrógeno entre varias moléculas de agua

## 8.2. Propiedades fisicoquímicas del agua

Gracias a su composición y estructura molecular, el agua presenta unas propiedades fisicoquímicas que la convierten en una sustancia indispensable para la vida. A continuación, veremos las principales propiedades fisicoquímicas del agua y su utilidad para los seres vivos:

- **Elevada tensión superficial**

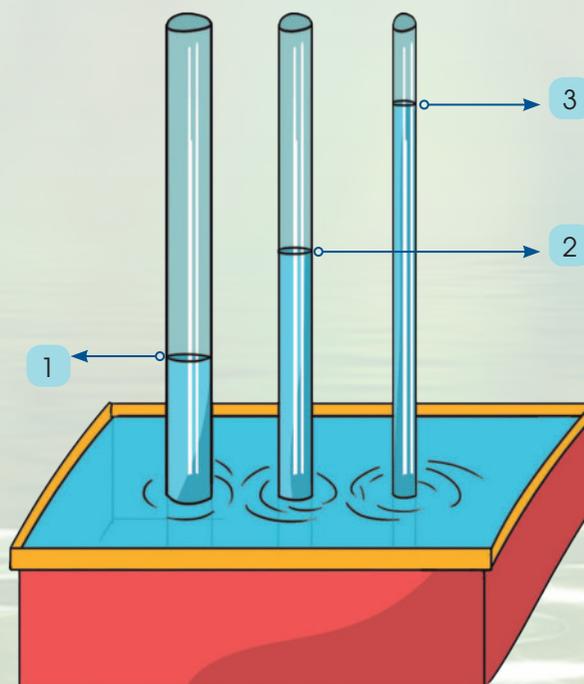
La fuerte cohesión entre las moléculas de agua, causada por los puentes de hidrógeno, provoca que el agua tenga una elevada tensión superficial. Esto se traduce en que las masas de agua, en su superficie, se comportan como una fina película elástica que puede soportar el peso de pequeñas partículas. Muchos insectos son capaces de aprovecharse de esta situación y viven caminando sobre el agua, ya que se desplazan sobre ella sin romper su tensión superficial.

- **Capilaridad**

Gracias a su tensión superficial y a la adhesión de las moléculas, el agua también presenta la propiedad de la capilaridad. Este fenómeno consiste en el ascenso del agua sin gasto energético a través de tubos estrechos. Cuando menor sea el diámetro del tubo, más ascenderá el agua. Este proceso, que podemos comprobar viendo cómo se comporta el agua en un sorbete, es muy importante en los seres vivos, ya que ayuda a los sistemas circulatorios y es el fenómeno gracias al cual las plantas pueden absorber agua subterránea desde las raíces y transportarla hasta las hojas sin consumir energía.



■ Insecto (*Gerris lacustris*)



■ Ascenso del agua por capilaridad en tubos de distintos tamaños. Cuando más estrecho sea el tubo, más ascenderá el agua.

<http://goo.gl/2sp4oF>

- **Elevado calor específico**

La capacidad calorífica específica, es decir, la cantidad de calor necesaria para aumentar 1 °C la temperatura de un kilogramo de una sustancia, es muy elevada en el caso del agua, porque los numerosos puentes de hidrógeno que se establecen entre sus moléculas limitan el movimiento de estas y atrasan el incremento de la agitación térmica. El calor específico del agua es de 1 caloría/gramo · °C, o lo que es lo mismo: 4186 julios/gramo · °C. Esto es más alto que el de cualquier otra sustancia similar al agua.

De este modo, cuando el agua se calienta, la temperatura asciende lentamente, porque no todo el calor se utiliza para aumentar el movimiento de las moléculas, sino que una parte se invierte en romper los puentes de hidrógeno. El descenso de 1 °C también se produce lentamente, en vista de que supone la pérdida de una importante cantidad de calor, la misma que se ha utilizado para producir este incremento.

Por este motivo, el agua desempeña un papel de vital importancia en la regulación de la temperatura de los seres vivos, porque es capaz de absorber y almacenar gran cantidad de calor aumentando muy poco su temperatura. Igualmente, esta propiedad hace que los océanos regulen la temperatura de la Tierra y mantengan un ambiente favorable para el desarrollo de la vida.

- **Gran poder disolvente**

Debido a la polaridad de las moléculas, el agua tiene la capacidad de disolver distintas sustancias ya sean iónicas o polares.

Las sustancias iónicas, como la sal (cloruro de sodio), están formadas por iones, átomos cargados positiva o negativamente. Cloruro de sodio:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ +$

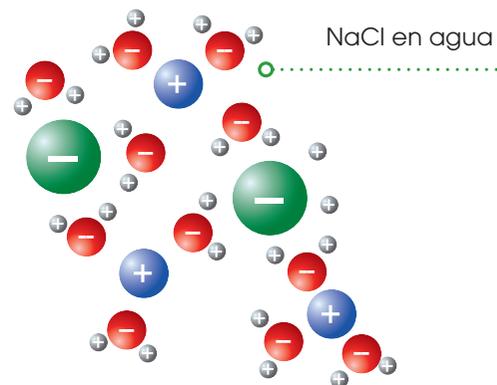
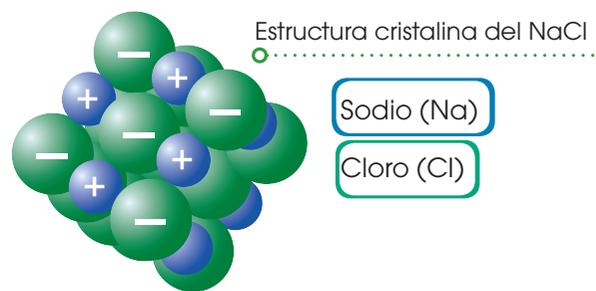
$\text{Cl}^-$ . En contacto con el agua, los iones se separan y quedan rodeados por las moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ , así se provoca la disolución de la sustancia iónica en agua.

Las **sustancias polares** son aquellas que tienen zonas con carga de distinto signo, pero no forman iones. Sustancias, como algunos glúcidos o proteínas, son polares y pueden disolverse en agua, ya que se establecen puentes de hidrógeno entre ellas y el agua y quedan rodeadas por moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ .

Esta propiedad es muy importante para la vida, ya que moléculas grandes pueden disolverse y transportarse a través de los sistemas circulatorios de los seres vivos, disueltos en la sangre o en la savia de las plantas.

A las sustancias iónicas y polares que tienen afinidad con el agua y se pueden disolver en ella, las conocemos como **hidrófilas**; pero del mismo modo existen sustancias **hidrófobas**, sustancias apolares que repelen el agua como los lípidos.

El agua disuelve los compuestos iónicos.



■ Moléculas de agua rodeando iones de sodio y cloro

## • Densidad

El valor máximo de densidad del agua se obtiene a 4 °C, cuando se establecen numerosos puentes de hidrógeno entre sus moléculas. En este punto, consideramos la densidad del agua como 1 kg/dm<sup>3</sup>, o lo que es lo mismo, cada litro de agua tiene una masa de un kilogramo. A medida que aumentamos o disminuimos la temperatura del agua desde los 4 °C, su densidad disminuye. Esto es lo que permite que el hielo (agua a 0 °C) flote sobre el agua en estado líquido.

Este hecho será muy importante para la vida ya que, en épocas de frío, los lagos y lagunas quedarán congelados pero solo en su superficie, puesto que el agua congelada flota sobre el agua líquida y permite que en la profundidad siga existiendo vida.

## • Bajo grado de ionización

Por lo general, solo una pequeña proporción de las moléculas de agua tienden a ionizarse, es decir, uno de los átomos de hidrógeno se separa para combinarse con otra molécula de agua y esto da lugar al ion hidronio (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) y al ion hidroxilo (OH<sup>-</sup>).

Cuando una sustancia iónica o polar se disuelve en agua, se altera la cantidad de iones y eso provoca que se modifique el pH. La mayoría de los procesos biológicos dependen del pH y su variación puede alterar el correcto funcionamiento de los organismos.

Como el agua tiene un bajo grado de ionización, es necesario que en los seres vivos existan otros compuestos que actúan como tampón, es decir, mantienen el pH estable.

Aunque el agua no puede actuar como tampón, es importante que existan pequeñas cantidades de iones hidronio e hidroxilo, ya que estas son importantes para llevar a cabo algunas reacciones que ocurren en la célula.



<http://google.com/AzLdaf>

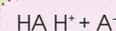


<http://google.com/8MMu1E>

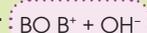
El agua forma parte de diversas soluciones, entre las que destacan por su importancia biológica las soluciones tampón, porque mantienen constante el pH del medio intracelular y extracelular.

Las **soluciones tampón** están formadas por ácidos débiles o bases débiles, es decir, ácidos y bases que no se ionizan completamente cuando se disuelven en agua.

Cuando las soluciones tampón están formadas por ácidos débiles, estos pueden ionizarse y dar lugar a iones hidrógeno y a un ion aceptor de protones, es decir, una base. La reacción es reversible.



Cuando las soluciones tampón están formadas por bases débiles, como resultado de la ionización, se obtienen iones hidroxilo y un ion dador de protones, es decir, un ácido. La reacción también es reversible.



6. **Explica** cómo influye la polaridad de las moléculas de agua en las siguientes propiedades:

- Cohesión y adhesión
- Capacidad calorífica específica elevada

- Gran capacidad disolvente

7. ¿Por qué el hielo flota sobre el agua líquida?

8. **Explica** qué ocurre si a una solución que tiene un pH 7 se le añade HCl.

### 8.3. Funciones biológicas del agua

El agua desempeña unas funciones biológicas decisivas en los procesos vitales. Estas funciones se relacionan con las propiedades anteriores.

Funciones	Propiedades
<p><b>Distribuye sustancias.</b></p> <p>Algunas sustancias, como las sales minerales, circulan hacia las partes aéreas de las plantas y se distribuyen por ellas, gracias al desplazamiento del agua por los vasos conductores.</p>	<p>La ascensión del agua por los vasos conductores es posible por <b>capilaridad</b>, es decir, por la combinación de la <b>cohesión</b> y la <b>adhesión</b> de las moléculas de agua.</p> <p>Debido a la atracción que ejercen las paredes del vaso conductor sobre las moléculas de agua, estas se adhieren a su superficie y avanzan en sentido ascendente. El resto de las moléculas que constituyen la columna de agua se mueve por cohesión.</p>
<p><b>Modera la temperatura interna de los seres vivos.</b></p> <p>El contenido en agua de los seres vivos amortigua las variaciones de su temperatura interna como consecuencia de cambios bruscos de la temperatura ambiental, o por la producción de calor durante el metabolismo. Este efecto moderador favorece el desarrollo de las reacciones metabólicas.</p>	<p>El agua necesita absorber mucho calor para aumentar 1 °C su temperatura. Del mismo modo, para que esta descienda 1 °C, se ha de desprender de una gran cantidad de calor.</p> <p>El lento ascenso o descenso de la temperatura del agua se debe a su elevada capacidad <b>calorífica específica</b>.</p>
<p><b>Permite la vida bajo la superficie helada de lagos y océanos.</b></p> <p>La capa de hielo que se forma en los lagos y los océanos durante el invierno no impide que, por debajo de ella, en el agua líquida, vivan numerosos organismos. El hielo actúa como aislante térmico y, como no se acumula en el fondo, no supone un obstáculo para el desarrollo de la vida.</p>	<p>A temperaturas inferiores a los 4 °C, la <b>densidad</b> del agua disminuye en vez de aumentar. De esta manera, el hielo flota sobre el agua líquida.</p>
<p><b>Actúa como disolvente.</b></p> <p>La disolución de sustancias en el citoplasma permite su transporte y su participación en las reacciones metabólicas.</p>	<p>Las moléculas de agua tienden a separar numerosos compuestos por su elevada <b>capacidad disolvente</b>.</p> <p>Los enlaces de las sustancias se debilitan por la atracción que se establece entre cargas opuestas.</p>
<p><b>Participa en diversas reacciones.</b></p> <p>En las células tienen lugar numerosas reacciones y en algunas de ellas el agua actúa como reactivo. En estas reacciones, denominadas <b>reacciones de hidrólisis</b>, se rompen enlaces de las moléculas por adición de H<sup>+</sup> o OH<sup>-</sup>.</p>	<p>Algunas moléculas de agua tienen tendencia a ionizarse, es decir, a separarse del oxígeno al que se unen covalentemente para unirse con otro átomo de oxígeno al que están unidas por puentes de hidrógeno.</p> <p>Los iones resultantes son atraídos por otros compuestos, de modo que rompen algunos enlaces existentes y forman nuevos.</p>

9. **Haz** un informe sobre el agua en el que se traten los puntos siguientes:

- Importancia
- Composición y estructura molecular
- Propiedades
- Funciones

## 9. SALES MINERALES

Las sales minerales forman parte de los seres vivos y, aunque se encuentran en cantidades muy pequeñas en comparación con el agua o las biomoléculas, tienen funciones muy importantes en las reacciones metabólicas, en la regulación de estas o como constituyentes celulares.

Las sales más abundantes en los seres vivos son los cloruros, los fosfatos y los carbonatos de calcio, sodio, potasio y magnesio.

### Características

Las **sales minerales** son sustancias formadas por un catión procedente de una base y un anión procedente de un ácido. Distinguiremos dos tipos de sales minerales:

- **Insolubles:** Se encuentran formando un precipitado que no se disocia. Por ejemplo, el fosfato cálcico,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .
- **Solubles:** Se encuentran disociadas en iones, como en el caso del cloruro sódico,  $\text{NaCl}$ .

### Funciones

Las funciones de las sales minerales dependen de su solubilidad en el agua.

- Las **sales insolubles** tienen función estructural, ya que, por ejemplo, los fosfatos y los carbonatos de calcio son componentes de huesos y conchas de los animales.
- Las **sales solubles** se ionizan en sus iones correspondientes, los cuales tienen diversas funciones en las células. Por ejemplo, la transmisión del impulso nervioso depende del intercambio de iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  entre el medio intracelular y el extracelular a través de la membrana plasmática.

### Ósmosis

La presencia de sales disueltas en el agua condiciona el movimiento de las moléculas de agua a través de la membrana plasmática para igualar las concentraciones. Este movimiento es un caso especial de transporte pasivo y lo llamamos **ósmosis**. Así, las moléculas de agua atraviesan la membrana plasmática desde la disolución de menor concentración, **disolución hipotónica**, hacia la de mayor concentración, la **disolución hipertónica**. Cuando el paso del agua iguala las dos concentraciones, las disoluciones reciben el nombre de **isotónicas**.

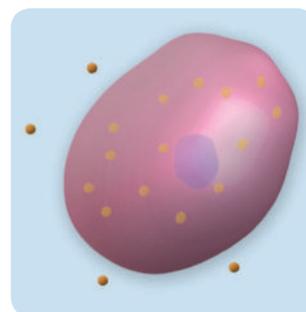
Este movimiento del agua a través de la membrana **plasmática** puede producir que algunas células se arruguen por una pérdida excesiva de agua, que conocemos como *plasmólisis*, o bien que se inflen por un aumento también excesivo en el contenido celular de agua, fenómeno que llamamos **turgencia**. Para evitar estas dos situaciones, de consecuencias desastrosas para las células, estas poseen mecanismos para expulsar el agua o los iones mediante un transporte que requiere gasto de energía.

### Y TAMBIÉN:

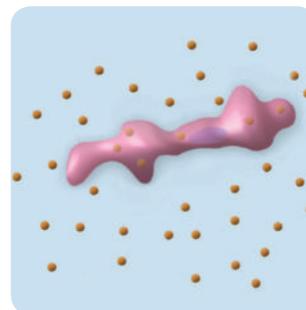


La **difusión** es el transporte de sustancias a través de la membrana que se da a favor del gradiente de concentración. No requiere de aporte energético, pero si las moléculas que atraviesan la membrana son de gran tamaño (ciertas proteínas, por ejemplo), es necesaria la participación de transportadores de membrana.

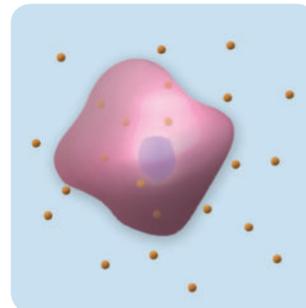
La **diálisis** es un caso de difusión selectiva a través de membrana, en el que solo la atraviesan moléculas pequeñas.



■ Disolución hipotónica



■ Disolución hipertónica



■ Disolución isotónica

## 10. BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

Junto con el agua y las sales minerales, las **biomoléculas orgánicas** son los componentes fundamentales de la materia viva. Las biomoléculas orgánicas están formadas principalmente por **carbono** (C) y tienen funciones muy diversas en los seres vivos: estructurales, energéticas, de control en reacciones metabólicas, etc.

La vida, tal y como la conocemos, está basada en el carbono, y este es el único elemento que sirve como esqueleto de las biomoléculas que conforman a todos los organismos. La principal característica que hace que el carbono sea tan relevante es su configuración electrónica que permite que forme cuatro enlaces covalentes simples muy estables, e igualmente podría crear enlaces dobles e incluso triples. De esta forma, los átomos de carbono pueden crear cadenas lineales, ramificadas o cíclicas muy estables sobre las que se van situando otros grupos funcionales, formados en su mayoría por hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N).

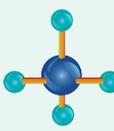
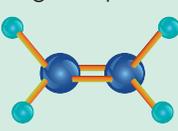
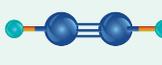
$-\text{OH}$	Hidroxilo	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \\   \\ -\text{CO}- \end{array}$	Cetona	$-\text{NH}_2$	Amina
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \\   \\ -\text{CHO} \end{array}$	Aldehído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \\ -\text{COOH} \end{array}$	Ácido carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \\   \\ -\text{CONH}_2 \end{array}$	Amina

Lo que permite que el carbono pueda formar los cuatro enlaces tan estables, es que sus cuatro electrones de valencia se disponen en una configuración electrónica especial que da lugar al **carbono excitado** (C\*).

Configuración electrónica del carbono en su estado normal: **C:  $1s^2 2s^2 2p^2$** .

Configuración electrónica del carbono excitado: **C\*:  $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$** .

Gracias a esta configuración, los orbitales del carbono hibridan y pueden formar los distintos enlaces tal como se representa en la tabla.

Hibridación	Formada por	Forma en el espacio	Ángulos	Tipos de enlaces C-C
$sp^3$	un orbital s y tres orbitales p	Tetraédrica 	$109^\circ$	sencillos
$sp^2$	un orbital s y dos orbitales p	Trigonal-planar 	$120^\circ$	dobles
$sp$	un orbital s y un orbital p	Lineal 	$180^\circ$	triples

10. El **silicio** es un elemento con propiedades muy similares al carbono. De hecho, muchos investigadores dedican su trabajo a comprobar si podría existir vida basada en el silicio de una forma similar a la vida que conocemos basada en el carbono. **Investiga** sobre los puntos a favor y en contra que existen sobre la posibilidad de encontrar o crear vida basada en el silicio y **debate** esta posibilidad con tus compañeros y compañeras en clase.



# Experimento



## Tema:

Contenido de agua de la materia viva

## Investigamos:

El agua es la sustancia más abundante en los seres vivos. Cuando calentamos una muestra de materia viva, se produce la evaporación del agua que contiene, y queda un residuo llamado *materia seca*. En esta práctica determinaremos la cantidad de agua que contiene una muestra por la diferencia de peso antes y después de calentarla.

## Objetivo:

- Aplicar técnicas sencillas para la determinación del contenido de agua en la materia viva.

## Materiales:

- Un bisturí
- Un mechero bunsen
- Un tubo de ensayo
- Una pinza de madera
- Una hoja de papel de filtro
- Una balanza
- Una papa mediana en trozos
- 100 g de carne
- Diez garbanzos

## Proceso:

1. **Pesen** un tubo de ensayo vacío y **anoten** su peso ( $P_1$ ).
2. **Sequen** con papel de filtro los trozos de papa y **córtenlos** con el bisturí en trozos más pequeños.
3. **Pongan** los trozos de la muestra en el tubo de ensayo y **pésenlo** de nuevo. **Anoten** el valor de su peso ( $P_2$ ).

4. **Calculen** el peso de la muestra ( $P_3 = P_2 - P_1$ ).
5. **Sujeten** el tubo de ensayo con la pinza de madera y **caliéntenlo** suavemente con la llama del mechero Bunsen.
6. **Retiren** el tubo de ensayo de la llama cuando la muestra adquiera un color tostado homogéneo.
7. **Observen** qué pasa en las paredes del tubo de ensayo.
8. **Esperen** a que se enfríe el tubo de ensayo y **pésenlo** de nuevo. **Anoten** el resultado ( $P_4$ ).
9. **Calculen** el peso del agua evaporada ( $P_5$ ) y el peso de la materia seca ( $P_6$ ). A partir de estos valores, **calculen** el porcentaje que contiene la muestra estudiada.
10. **Repitan** el proceso con el resto de muestras y **comparen** los resultados.

## Cuestiones:

11. **Completen** una tabla como la siguiente con los resultados obtenidos con las muestras investigadas.

	Papa	Carne	Garbanzo
$P_1$			
$P_2$			
$P_3$			
$P_4$			
$P_5$			
$P_6$			
%H <sub>2</sub> O			

12. **Expliquen** a qué se deben las diferencias en el contenido de agua de las distintas muestras. La materia seca obtenida, ¿es orgánica, mineral o bien de ambos tipos?



## Resumen

1. Método Científico
2. Microscopía
3. Biomoléculas



En **biología**, como en el resto de las ciencias naturales, seguimos el **método científico** para crear conocimiento. En este método cumplimos una serie de etapas: **observación, formulación de hipótesis, experimentación y conclusión**.

Los avances en microscopía y el planteamiento del método científico han hecho que las teorías se vayan modificando a lo largo de los años. Las primeras teorías sobre el origen de la vida se basaban en la **generación espontánea**. Gracias a los experimentos de **Redi** y, años más tarde, de **Pasteur**, la teoría de la generación espontánea quedó totalmente refutada.

Actualmente existen distintas teorías sobre el origen de la vida, pero la más aceptada es la teoría de **Oparin y Haldane**, que contó con mucho más apoyo después de los experimentos de **Miller**. Esta teoría se basa en las condiciones primitivas de la Tierra y en una **evolución química** de los compuestos inorgánicos en compuestos orgánicos, que son la estructura esencial de la vida.

La **Tierra se formó hace unos 4500 millones de años** y sus condiciones eran totalmente diferentes a las que existen actualmente. Las temperaturas eran mucho más elevadas, a la superficie del planeta llegaba gran cantidad de energía en forma de radiación ultravioleta y tormentas eléctricas, y la composición de gases de la atmósfera apenas contenía oxígeno libre.

En esas condiciones, hace unos **3500 millones de años se originó el primer organismo**

**vivo**, como resultado de la evolución química de compuestos inorgánicos en orgánicos y el hecho de que esos compuestos orgánicos quedaron aislados del ambiente con la capacidad de autorreplicarse.

Existen distintas **biomoléculas** de extrema importancia para los seres vivos. Las moléculas orgánicas están basadas en el carbono, mientras que las inorgánicas, no. Las biomoléculas orgánicas más importantes son los glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Las **biomoléculas inorgánicas** básicas son el **agua** y las **sales minerales**.

El **agua** es la molécula más importante para que exista la vida. La composición media de los seres vivos es de un 70 % de agua, y sus **propiedades fisicoquímicas** la hacen indispensable para la vida. Estas propiedades son una elevada tensión superficial, **capilaridad**, alto calor **específico**, gran capacidad **disolvente**, tendencia a **ionizarse** y una **densidad** mayor del agua en estado líquido que en estado sólido. Gracias a esto, el agua desempeña funciones biológicas decisivas en los procesos vitales.

Las **sales minerales** se encuentran en una cantidad mucho menor que el agua, pero son indispensables para la vida. Pueden ser solubles o insolubles. Las sales solubles forman iones y estos son importantes para muchas funciones celulares como transmitir el impulso nervioso. Las sales insolubles tienen función estructural y crean huesos o conchas en los animales.



**BLOG**

## Bioelementos y biomoléculas

El análisis químico de la materia viva revela que los seres vivos están formados por una serie de elementos y compuestos químicos.

Los elementos químicos que forman parte de la materia viva se denominan bioelementos, que, en los seres vivos, forman biomoléculas, que podemos clasificar en:

- Inorgánicas
- Orgánicas

En cualquier ser vivo se pueden encontrar alrededor de setenta elementos químicos, pero no todos son indispensables ni comunes a todos los seres.

## La importancia del agua para la vida

El agua es una biomolécula inorgánica. Se trata de la biomolécula más abundante en los seres vivos. En las medusas, puede alcanzar el 98 % del volumen del animal y en la lechuga, el 97 % del volumen de la planta. Estructuras como el líquido interno de animales o plantas, embriones o tejidos conjuntivos suelen contener gran cantidad de agua.

<http://goo.gl/Rx4ubP>



**SOCIEDAD**

## El origen de la vida

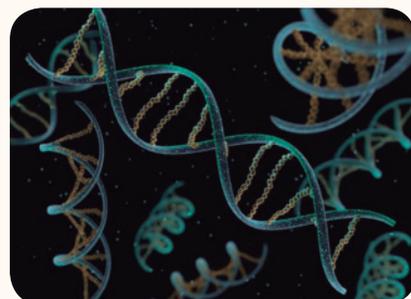
Hasta el momento actual la ciencia no ha sido capaz de dar una explicación sobre lo que es la vida, aparte de estudiar sus características y sus manifestaciones. Además de explicar lo que es la vida, ha habido otro problema que ha preocupado al hombre desde siempre, y es el origen de la vida, ¿de dónde viene?, ¿cómo se ha formado?. Para explicar esto han existido dos grandes corrientes de pensamiento, la generación espontánea, idea que perduró hasta finales del siglo XIX, cuando L. Pasteur la rebatió, y, modernamente, la teoría del origen químico de la vida y la teoría del origen extraterrestre. Mira el siguiente *link*: <http://goo.gl/8gxUR9>.

**SENTIDO CRÍTICO**

Para mirar el documental del canal *Historia sobre el origen de la vida*, **ingresa** a: <https://goo.gl/SqxrWa>.



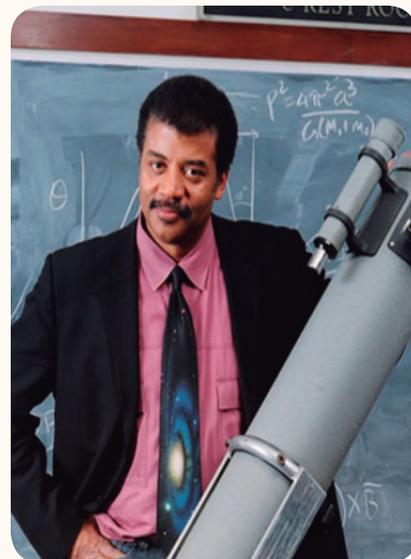
<https://goo.gl/INes28>



<http://goo.gl/2lWwWj>

**SI YO FUERA**

Un **astrofísico**, estudiaría el origen, formación y evolución del universo, los planetas o las estrellas. Buscaría respuestas a las preguntas que se genera el ser humano sobre el origen de los conceptos naturales, desde el origen de la vida y la posibilidad de vida extraterrestre hasta el estudio de agujeros negros o materia oscura. Para ello, necesitaría conocer conceptos de física, biología, química, geología y matemáticas.



<http://goo.gl/KrNzzx>

Prohibida su reproducción

# Para finalizar

1. **Indica** si los siguientes enunciados son verdaderos (V) o falsos (F), **justifica** tu respuesta en caso de que sean falsos.

- Redi refutó la teoría de la generación espontánea completamente gracias a sus experimentos con los matraces de cuello de cisne.
- Oparin propuso la teoría de la evolución química para dar respuesta a la aparición de las primeras moléculas orgánicas.
- La teoría de la panspermia fue comprobada gracias a los experimentos de Miller.

2. **Completa** el siguiente cuadro:

	Biomoléculas orgánicas	Biomoléculas inorgánicas
¿Qué son?		
¿Cuáles son?		
¿Qué bioelementos las forman?		
¿Qué funciones tienen?		

## Química

3. **Indica** la respuesta correcta y **corrige** aquellas características del carbono que sean incorrectas.

El carbono tiene unas propiedades que le permiten formar el esqueleto de las moléculas orgánicas porque:

- Sus enlaces covalentes son los enlaces químicos más fuertes que se conocen.
- Puede formar enlaces covalentes y enlaces iónicos.
- Puede unirse a una gran variedad de átomos.

- En el espacio tridimensional, sus enlaces covalentes se disponen de forma muy irregular.

4. ¿Por qué el carbono, y no el silicio, es el principal elemento que conforma las biomoléculas?

## Química

5. ¿Cuál de estos elementos no corresponde a la propiedad o función que le sigue? Razona la respuesta.

- **Carbono:** Forma el esqueleto de los compuestos orgánicos.
- **Hidrógeno:** Es muy electronegativo.
- **Nitrógeno:** Es uno de los bioelementos más abundantes.

6. **Une** con una línea las siguientes propiedades del agua con su papel para la vida.

Poder disolvente

Permite que algunos organismos caminen sobre el agua.

Capilaridad

Permite regular la temperatura de los organismos.

Tensión superficial

Permite a las plantas absorber agua desde las raíces.

Calor específico

Permite transportar sustancias en la sangre o la savia.

7. ¿Por qué el agua forma gotas casi esféricas en la superficie de un auto recién encerado?

8. ¿Crees que podría existir la vida sin agua? **Justifica** tu respuesta.

9. ¿Por qué el agua forma enlaces de hidrógeno? **Dibuja** la estructura del agua en los tres estados de la materia.
10. Si el hielo tuviese una densidad más grande que el agua, ¿qué sucedería en los lagos que se hielan?
11. **Busca** información y **explica** cómo los óxidos de nitrógeno que provienen de los tubos de escape de los autos pueden alterar el pH del agua de lluvia.  
—¿Qué efectos pueden producir en los vegetales?
12. Las esporas y las semillas tienen un 10 % de agua mientras que, en el cerebro humano, representa un 86 %. Razona a qué crees que se debe esta diferencia. **Cita** algún órgano que tenga un bajo contenido de agua.

13. Una de las propiedades fisicoquímicas del agua permite que se mantengan la forma y el volumen de las células. Razona de qué propiedad se trata. Para determinar la cantidad de agua de dos alimentos diferentes, la lechuga y el jamón, un grupo de estudiantes ha hecho el siguiente experimento:

- Primero, han pesado los alimentos.
- Más tarde, los han colocado dentro de una estufa de secado a 60 °C.
- Por último, los han ido pesando cada día.

En la siguiente tabla, podemos ver los resultados que han obtenido:

	Peso inicial	1.º día	2.º día	3.º día	4.º día	5.º día	6.º día
Lechuga	11 g	4 g	2,7 g	1,9 g	1,5 g	1,1 g	1,0 g
Jamón	34 g	18 g	15 g	15 g	11,6 g	10,8 g	10,4 g

- a. **Calcula** el porcentaje (%) de agua de los alimentos. **Representa** los resultados de la tabla en dos gráficas y **compara** la forma de ambas.
- b. **Explica** resumidamente la importancia biológica de las propiedades del agua en los seres vivos.
- c. Teniendo en cuenta que en el ser humano los glóbulos rojos presentan una concentración salina del 9 por 1000, **explica**:
- Qué sucedería si a una persona se le inyectara por vía intravenosa una solución salina del 3 por 1000.
  - Qué sucedería si a una persona se le inyectara por vía intravenosa una solución salina del 15 por 1000.

## AUTOEVALUACIÓN

Reflexiona y **autoevalúate** en tu cuaderno:

### • Trabajo personal

¿Qué tema me ha resultado más fácil y cuál más difícil de comprender?

¿He cumplido mis tareas?

¿Qué aprendí en esta unidad temática?

### • Trabajo en equipo

¿He compartido con mis compañeros y compañeras?

¿He respetado las opiniones de los demás?

- **Escribe** la opinión de tu familia.

- **Pide** a tu profesor o profesora sugerencias para mejorar y **escríbelas**.

# 2

## Biomoléculas orgánicas y metabolismo

### CONTENIDOS:

1. Glúcidos
  - 1.1 Monosacáridos
  - 1.2 Oligosacáridos
  - 1.3 Polisacáridos
2. Lípidos
  - 2.1 Lípidos saponificables
  - 2.2 Lípidos insaponificables
3. Vitaminas
4. Proteínas
  - 4.1 Aminoácidos
5. Enzimas
6. Ácidos nucleicos
  - 6.1 ADN
  - 6.2 ARN
7. Metabolismo
  - 7.1 El anabolismo
  - 7.2 El catabolismo
  - 7.3 Fotosíntesis



### Noticia:

¿Los desechos humanos transformados en vitaminas, plástico y comida? Sí, la NASA ya trabaja en ello.

Es interesante ver cómo siguen surgiendo proyectos que buscan aprovechar los desechos humanos, transformándolos ya sea en combustible, o como en este caso, en materia prima para la elaboración de herramientas e inclusive como comida y vitaminas para los astronautas.

<http://goo.gl/4lxymY>



### Películas:

**Proteínas, los robots de la vida**

William Haseltine, uno de los principales implicados en la secuenciación del genoma humano, y hasta hace pocas semanas director de la empresa Human Genome Sciences, pronostica que dentro de diez años, por solo mil dólares, podremos secuenciar nuestro genoma individual. Con él, cada vez que los investigadores descubran alteraciones genéticas implicadas en enfermedades, podremos averiguar nuestra predisposición a tal enfermedad.

<https://goo.gl/UMsWfy>



### Web:

**Señales de que se necesitan vitaminas**

Las autoridades sanitarias advierten que, con adoptar una dieta normal y bien equilibrada, no tendremos que ingerir suplementos.

<http://goo.gl/t4ttBe>

## EN CONTEXTO:

Lee la noticia anterior y responde:

- ¿Qué es la *materia prima*?
- ¿Qué diferencias hay entre la *materia orgánica* y la *inorgánica*?
- ¿Cómo se pueden transformar desechos en alimento?
- ¿Cómo se alimentan y excretan los astronautas en el espacio?

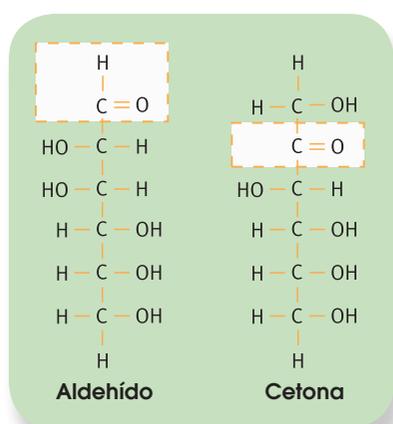


# I. GLÚCIDOS

Como ya hemos visto en la primera unidad, las **biomoléculas orgánicas** son aquellas moléculas que forman parte de los seres vivos y están constituidas por un esqueleto de carbono. Estas son los **glúcidos**, **lípidos**, **proteínas** y **ácidos nucleicos**. A continuación, vamos a ver las características, clasificación, propiedades y funciones biológicas de cada uno de ellos.

Los **glúcidos** son biomoléculas orgánicas formadas por carbono, oxígeno e hidrógeno. Constituyen un grupo de sustancias muy extenso y variado y en algunas ocasiones los conocemos como *hidratos de carbono* o, simplemente, *azúcares*. Químicamente son polihidroaldehydos o polihidroxicetonas (un grupo aldehído o un grupo cetona y numerosos grupos hidroxilo) o bien compuestos formados por la unión de moléculas de este tipo.

Solemos distinguir tres grandes grupos de glúcidos: los monosacáridos, los oligosacáridos y los polisacáridos.



## 1.1. Monosacáridos

Los **monosacáridos** son los glúcidos más sencillos, formados por una cadena de entre tres y siete átomos de carbono. Según este número, los clasificamos en triosas, tetrosas, pentosas, hexosas o heptosas.

Los monosacáridos, por lo general, son solubles en agua, blancos y de sabor dulce. Son las sustancias que utiliza la célula para obtener energía. Cuando ocurre una reacción química, se produce la ruptura de unos enlaces y la formación de enlaces nuevos. Si los enlaces que se rompen tienen más energía que los que se forman, se libera energía. Esto ocurre

cuando los monosacáridos reaccionan con el oxígeno, generan moléculas con enlaces de menor energía y, por lo tanto, producen energía.

Los monosacáridos poseen una fórmula química  $(CH_2O)_n$ ; sustituimos  $n$  por el número de carbonos. Por ejemplo, una hexosa tiene seis átomos de carbono; su fórmula será  $(CH_2O)_6$  o lo que es lo mismo  $C_6H_{12}O_6$ , ya que contienen seis átomos de carbono, doce átomos de hidrógeno y seis átomos de oxígeno.

El monosacárido más representativo es la **glucosa**. Está formada por seis átomos de carbono y es utilizada como fuente de energía básica por muchos seres vivos. Es el monosacárido más abundante en la naturaleza y se encuentra en la fruta y en la miel. Otros monosacáridos importantes son la ribosa, la fructosa o la galactosa.

1. La fórmula de los monosacáridos es  $(CH_2O)_n$ , donde  $n$  es el número de átomos de carbono. **Escribe** la fórmula molecular de una triosa, una tetrosa, una pentosa, una hexosa y una heptosa.

**Solución:**

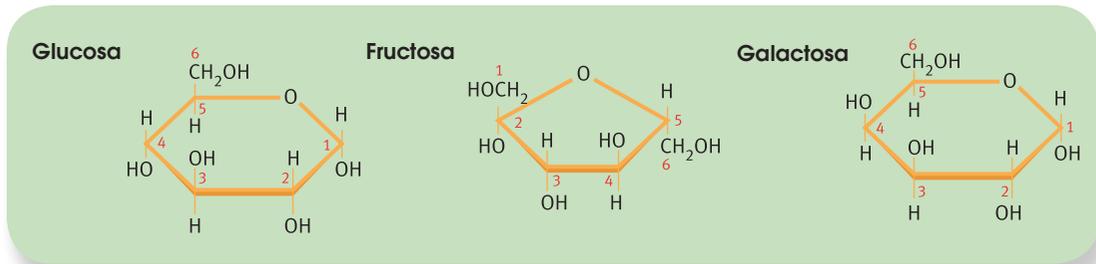
Triosa:  $C_3H_6O_3$

Pentosa:  $C_5H_{10}O_5$

Heptosa:  $C_7H_{14}O_7$

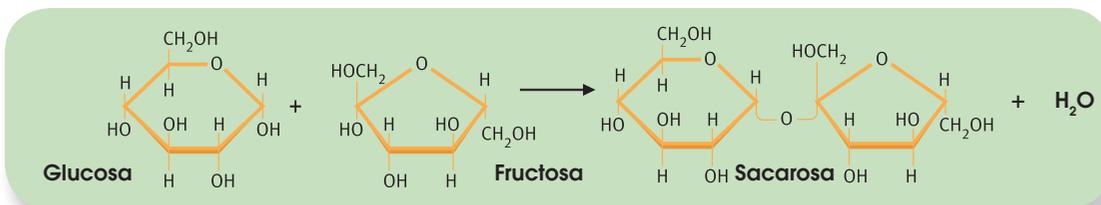
Tetrosa:  $C_4H_8O_4$

Hexosa:  $C_6H_{12}O_6$



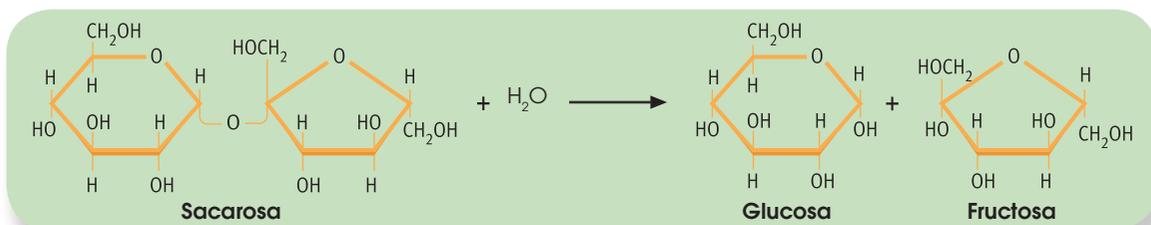
## 1.2. Oligosacáridos

Los **oligosacáridos** son glúcidos compuestos por la unión de dos a diez monosacáridos, los cuales se unen mediante enlaces O-glucosídicos. Al igual que los monosacáridos, son dulces y solubles en agua. Los oligosacáridos formados por dos monosacáridos reciben el nombre de **disacáridos**; y los constituidos por tres, **trisacáridos**.

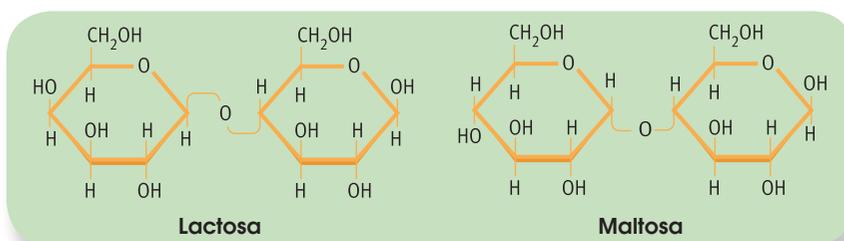


El enlace **O-glucosídico** se realiza entre el carbono de un grupo hidroxilo de un monosacárido y el carbono del grupo aldehído o cetona del siguiente monosacárido, con lo que se crea, además, una molécula de agua.

De la misma forma que podemos formar un enlace O-glucosídico, este puede romperse mediante una reacción de hidrólisis. Añadiendo  $H_2O$ , un disacárido puede dar lugar a dos monosacáridos libres. Esta reacción de **hidrólisis** provoca la ruptura del enlace O-glucosídico y, por tanto, la liberación de energía. Por esto, los oligosacáridos, al igual que los monosacáridos, cumplen la función de **aporte energético** en los seres vivos.



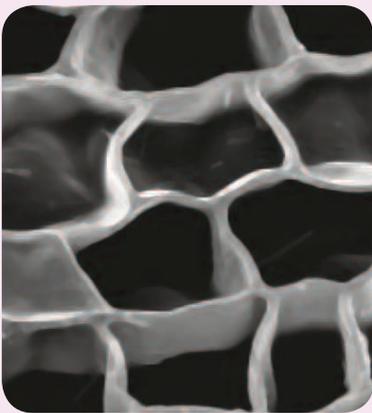
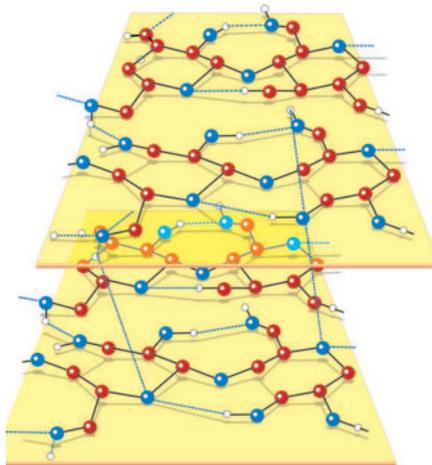
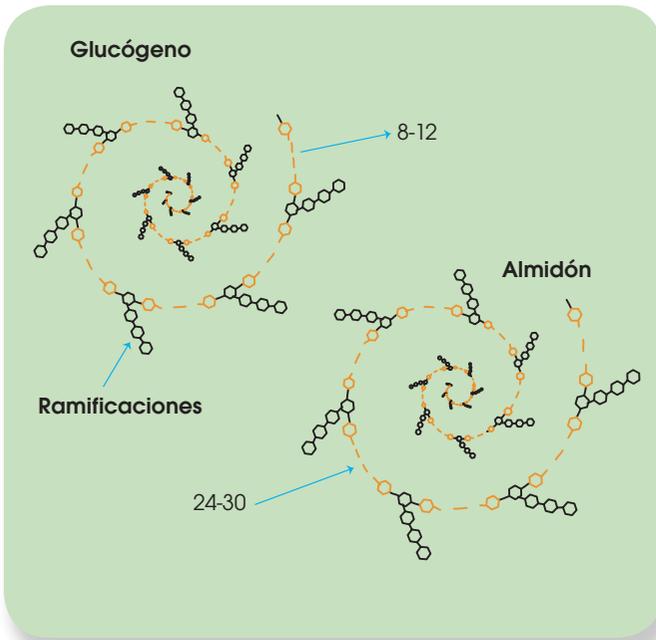
La mayoría de los oligosacáridos representativos en los organismos vivos son disacáridos, entre los que destacan la **sacarosa** (glucosa + fructosa) que obtenemos de la caña de azúcar o la remolacha, y es el azúcar que consumimos habitualmente; la **lactosa** (galactosa + glucosa) que se encuentra exclusivamente en la leche o la **maltosa** (2 glucosas). Sus funciones son siempre energéticas.



### 1.3. Polisacáridos

Una sustancia formada por varias moléculas menores la conocemos como polímero, mientras que cada una de las pequeñas moléculas que forman el polímero reciben el nombre de *monómero*. Esto ocurre en el caso de los **polisacáridos**, compuestos por un gran número de monosacáridos unidos entre ellos por enlaces O-glucosídicos.

Los polisacáridos se forman como largas cadenas lineales o ramificadas. Si en estas cadenas se repite siempre el mismo monosacárido hablamos de un *homopolisacárido*, mientras que si intervienen distintos tipos de unidades, hablamos de un *heteropolisacárido*.



Estructuras de celulosa. Paredes celulares de células vegetales vistas al microscopio electrónico de barrido. 800x

Al contrario que los monosacáridos y los oligosacáridos, los polisacáridos no tienen sabor dulce ni son solubles en agua. Por este motivo, cumplen principalmente un **papel estructural** en los seres vivos, aunque también actúan a menudo como **reserva de energía**.

Los polisacáridos con función de reserva más representativos son el **almidón** y el **glucógeno**. El almidón es la sustancia de reserva energética propia de las plantas y se encuentra de forma abundante en las semillas y los tubérculos. Está formado por la unión de miles de moléculas de glucosa. Por otro lado, el glucógeno cumple la misma función que el almidón, pero en los animales. Se encuentra de manera muy abundante tanto en el hígado como en los músculos. Al igual que el almidón, el **glucógeno** es un polímero de miles de moléculas de glucosa. La diferencia entre ellos es que el almidón tiene ramificaciones cada 24-30 glucosas mientras que las ramificaciones en el glucógeno ocurren cada 8-12.

En cuanto a los polisacáridos con función estructural, los más representativos son la **celulosa** y la **quitina**. La celulosa forma la pared celular de las células vegetales y es un polímero formado por glucosa. En este caso, varias cadenas se unen entre sí por puentes de hidrógeno, lo que otorga mayor estabilidad al polisacárido. Por su parte, la quitina forma los exoesqueletos de algunos animales como insectos y crustáceos, así como la pared de las células de los hongos; y se trata de un polisacárido de N-acetilglucosamina.

2. **Compara** las estructuras del almidón, glucógeno, celulosa y quitina: ¿Observas alguna relación entre la estructura y la función de cada glúcido?
3. **Realiza** un esquema para clasificar los glúcidos en función de su composición, los glúcidos en función de su composición, características, propiedades y funciones.

Glúcido	Estructura	Características y propiedades	Funciones	Ejemplos	Representación
Monosacárido	$(\text{CH}_2\text{O})_n = \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blancos al cristalizar</li> <li>• Sabor dulce</li> <li>• Solubles en agua</li> </ul>	Energética	glucosa fructosa galactosa	
Oligosacárido	Unión de dos a diez monosacáridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blancos al cristalizar</li> <li>• Sabor dulce</li> <li>• Solubles en agua</li> </ul>	Energética	sacarosa lactosa maltosa	
Polisacárido	Estructura lineal con gran cantidad de monosacáridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cristalizan</li> <li>• No son solubles</li> <li>• No tienen sabor dulce</li> </ul>	Reserva y estructural	almidón glucógeno celulosa quitina	

<https://goo.gl/N1fhFc>

## 2. LÍPIDOS

Los **lípidos** son un grupo de biomoléculas orgánicas, compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, aunque en ocasiones pueden presentar otros elementos como nitrógeno, fósforo o azufre.

Constituyen un grupo muy amplio con gran diversidad de estructuras y funciones, pero todos tienen algo en común de vital importancia para los organismos vivos: no son solubles en agua.

Al ser un grupo tan extenso y variado, no existe una clasificación clara para los lípidos, y los podemos catalogar de distintas maneras en función de distintos criterios. La división más común dentro de este grupo es la de los lípidos **saponificables** e **insaponificables**.

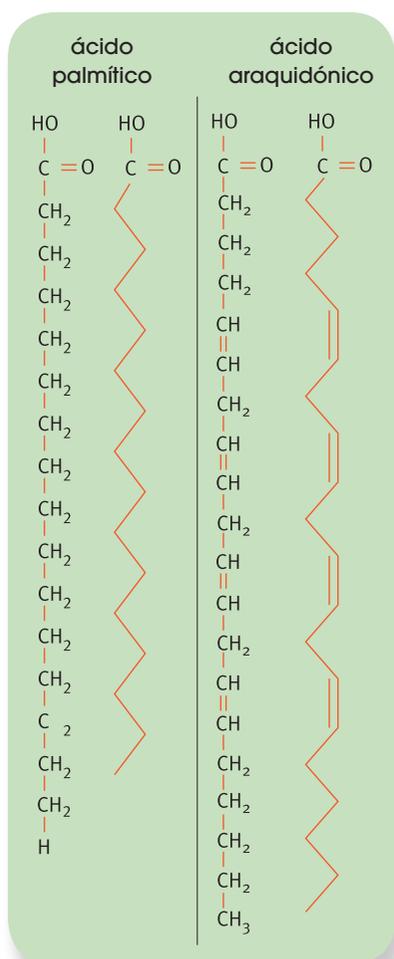
### 2.1. Lípidos saponificables

La **saponificación** es un proceso químico en el que un lípido puede dar un jabón. A los lípidos que pueden provocar este tipo de reacción los conocemos como lípidos saponificables, y dentro de ellos encontramos lípidos saponificables simples: **ácidos grasos**, **acilglicéridos** y **ceras**; y lípidos saponificables compuestos: **fosfolípidos** y **glucolípidos**.

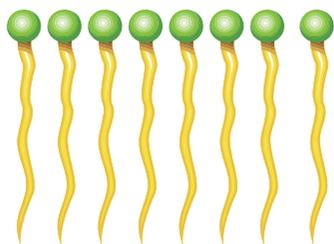
#### Ácidos grasos

Son la estructura básica de los lípidos. Son cadenas largas formadas por átomos de carbono con un grupo carboxilo (-COOH) en el extremo. Los ácidos grasos pueden ser **saturados** si todos los enlaces entre los carbonos son sencillos o **insaturados** si tienen algún doble enlace entre los carbonos. Igualmente, pueden ser **monoinsaturados** si solo poseen un doble enlace y **poliinsaturados** si tienen más de uno.

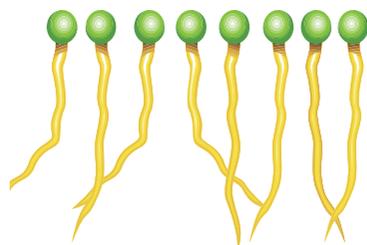
Los ácidos grasos se unen entre sí hasta formar agrupaciones compactas. Las insaturaciones provocan doblamientos en las cadenas por lo que los ácidos grasos insaturados forman agrupaciones menos compactas. Esto provoca que los ácidos grasos insaturados sean algo más solubles que los saturados, y que tengan un punto de fusión más bajo, lo que hace que a temperatura ambiente (25 °C) los ácidos grasos insaturados sean líquidos; mientras que los saturados, sólidos.



- Fórmula desarrollada y representación esquemática de moléculas de ácidos grasos



- Ácidos grasos saturados



- Ácidos grasos insaturados

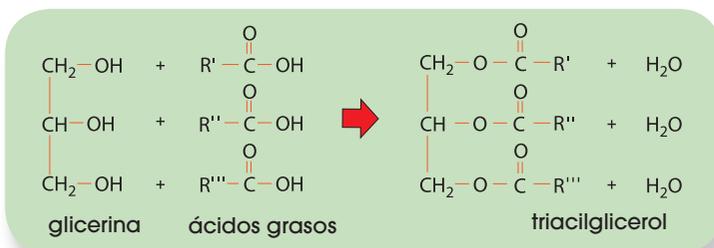


<http://goo.gl/ejGrid>

Los **ácidos grasos** son moléculas anfipáticas, lo que significa que tienen una zona hidrófila (con afinidad por el agua) y otra zona hidrófoba (que repele el agua). Esta propiedad es la que permite que se formen micelas o bicapas lipídicas, como la membrana plasmática. Como veremos más adelante, esta propiedad es de vital importancia para permitir la existencia de las células tal y como las conocemos actualmente.

## Acilgliceroles

Los **acilgliceroles** (o **acilglicéridos**) son derivados de los ácidos grasos y constituyen el tipo de lípido más abundante. Reciben comúnmente el nombre de *grasas*. Los más habituales son los triacilgliceroles (o triglicéridos), compuestos por tres ácidos grasos y una molécula de glicerina. Los triglicéridos formados por ácidos grasos saturados son sólidos a temperatura ambiente y los conocemos como *grasas*, mientras que los compuestos por ácidos grasos insaturados son líquidos y los conocemos como *aceites*.



Son sustancias insolubles en agua y su función, al igual que la de los ácidos grasos, es de reserva energética. Aunque los glúcidos son la principal fuente energética debido a que su oxidación es una vía muy rápida de obtención de energía, los lípidos son

una importante reserva, ya que liberan mayor cantidad de energía que los glúcidos. Sin embargo, debido a su naturaleza insoluble, son mucho más complicados de transportar y utilizar por los seres vivos, por lo que quedan relegados como fuentes de reserva energética.

## Ceras

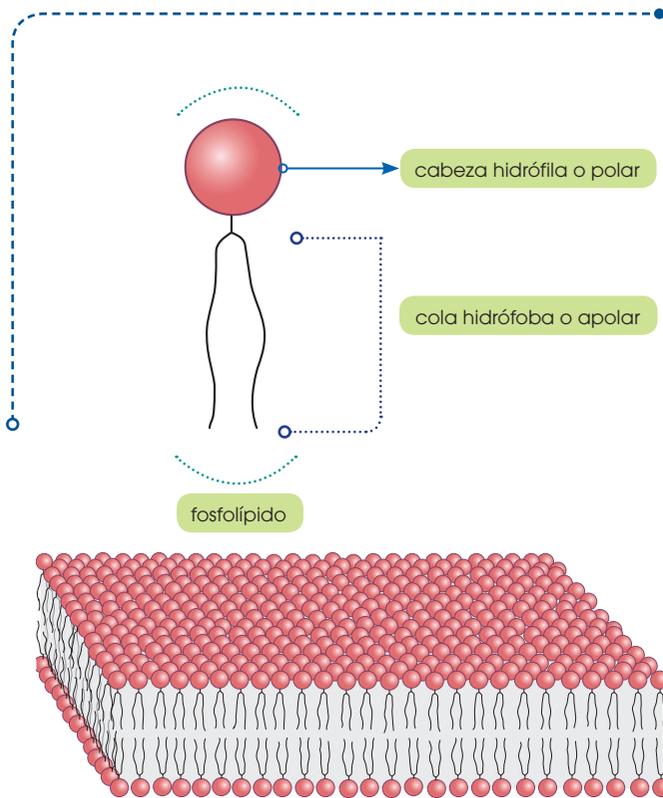


Las ceras también son lípidos derivados de los ácidos grasos. Igual que los anteriores, son insolubles en agua, y presentan un punto de fusión aún más elevado. Además de actuar como fuente de reserva energética, las ceras suelen tener otras funciones como la de impermeabilizar y proteger diversos órganos tanto animales (piel, pelos y plumas) como vegetales (hojas y frutos).

Las ceras suelen tener otras funciones como la de impermeabilizar y proteger diversos órganos tanto animales (piel, pelos y plumas) como vegetales (hojas y frutos).

<http://goo.gl/04QlaF>





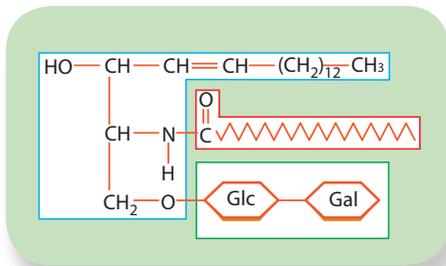
## Fosfolípidos

Los fosfolípidos son lípidos que contienen un grupo fosfato. Están formados por una molécula de glicerina, dos ácidos grasos y una molécula de ácido fosfórico. Tienen función estructural, principalmente forma parte de la membrana plasmática de las células. Forman una bicapa lipídica en la que las cabezas polares (grupos fosfatos) quedan hacia el medio mientras que las colas apolares (ácidos grasos) quedan hacia el interior.

Pese a que la función estructural como membrana plasmática es la más relevante de los fosfolípidos, también cumplen con otros papeles importantes como la activación de enzimas, el componente detergente de la bilis o la síntesis de sustancias de señalización celular.

## Glucolípidos

Los glucolípidos son lípidos que contienen uno o varios monosacáridos, normalmente glucosa o galactosa. Son muy abundantes en la cara externa de las membranas plasmáticas que conforman el glicocálix, zona de reconocimiento celular y recepción de antígenos.



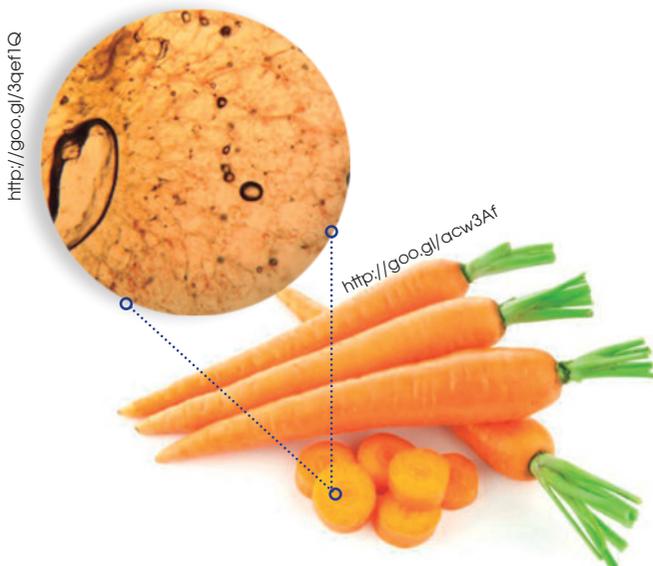
■ Molécula de glucolípidio neutro

## 2.2. Lípidos insaponificables

Los lípidos insaponificables no producen la reacción de saponificación. Dentro de este grupo, hay tres tipos de lípido representativos: los terpenos, los esteroides y las prostaglandinas.

### Terpenos

Son un tipo de lípido que puede presentar muchas modificaciones. Suelen tener estructuras multicíclicas que difieren mucho entre sí. Son los principales constituyentes de los aceites esenciales de las plantas y flores. También dan coloración a algunos órganos vegetales y participan en la síntesis de vitaminas A, E y K. Por ejemplo, el caroteno, encargado de dar el color anaranjado a la zanahoria, es un terpeno.



■ El caroteno, encargado de dar el color anaranjado a la zanahoria

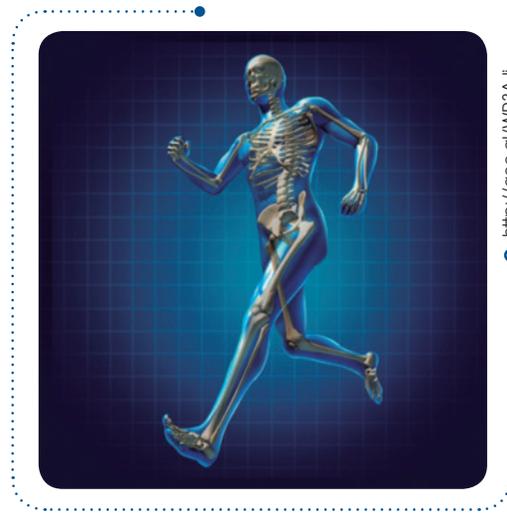
## Esteroides

Los **esteroides** son lípidos con gran diversidad de funciones importantes en los seres vivos. El más representativo es el colesterol, que forma parte de las membranas plasmáticas y a partir del cual se sintetizan las hormonas esteroides.

Estas hormonas son los corticoides, las hormonas sexuales masculinas (andrógenos y testosterona), las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) y la vitamina D que cumple funciones de mineralización del hueso que ayuda al desarrollo del sistema óseo.

## Prostaglandinas

También conocidas como *eicosanoides*, son lípidos que participan como hormonas en la reacción inflamatoria mediante la vasodilatación, la regulación de la temperatura corporal o favoreciendo el desprendimiento del endometrio durante la menstruación.



■ Sistema óseo saludable

<http://goo.gl/WR3AJI>

## El colesterol y la aterosclerosis

Existen proteínas específicas que transportan distintos tipos de lípidos, como triacilgliceroles, fosfolípidos y colesterol, y que forman unos complejos llamados *lipoproteínas*.

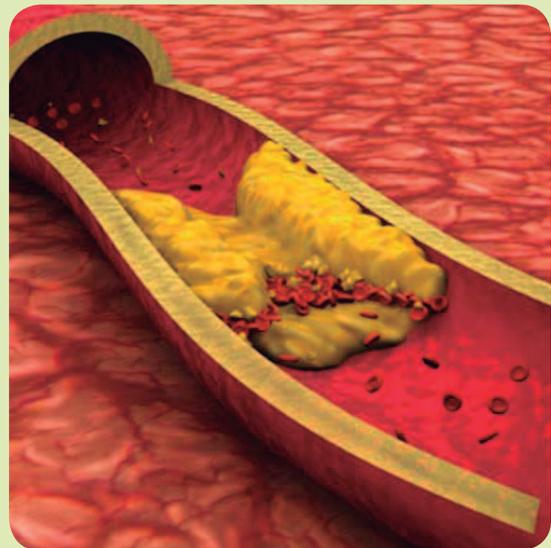
Estos complejos tienen forma esférica y en su parte interior se concentran los lípidos, mientras que las proteínas se sitúan en la superficie.

Las lipoproteínas presentan diferentes densidades según los lípidos y los aminoácidos que contengan. De este modo, distinguimos cuatro clases de lipoproteínas:

- **Quilomicrones:** Su densidad es muy baja y contienen una cantidad elevada de triacilgliceroles.
- **Lipoproteínas de muy baja densidad** (*very low-density lipoproteins, VLDL*): Están constituidas, principalmente, por triacilgliceroles.
- **Lipoproteínas de baja densidad** (*low-density lipoproteins, LDL*): Contienen, principalmente, colesterol.
- **Lipoproteínas de alta densidad** (*high-density lipoproteins, HDL*): Contienen muchas proteínas y un bajo nivel de colesterol.

En muchas ocasiones, una concentración elevada de colesterol en la sangre se relaciona con un trastorno cardiovascular muy frecuente que conlleva graves complicaciones clínicas, la **aterosclerosis**. Este trastorno consiste en una acumulación de lípidos, principalmente colesterol, en las paredes internas de las arterias.

El colesterol que tiene efectos perjudiciales para la salud es el que forma parte de las LDL, ya que estas lipoproteínas penetran fácilmente en la pared de las arterias y liberan el colesterol. En cambio, el colesterol de las HDL no resulta perjudicial, porque se transporta hasta el hígado, donde es metabolizado. Así, pues, es importante que la concentración de colesterol de las LDL no supere los valores que se indican en el recuadro.



<http://goo.gl/xH0OA9>

Los **niveles deseables de lípidos plasmáticos** para la población general son:

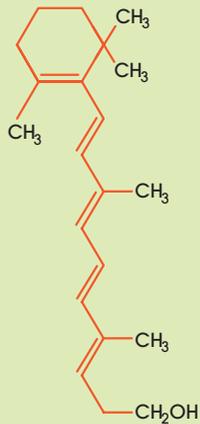
Colesterol total .....	< 5,2 mmol/l
Triacilgliceroles .....	< 2,3 mmol/l
cLDL (colesterol de las LDL) .....	< 3,8 mmol/l
cHDL (colesterol de las HDL) .....	> 0,9 mmol/l

## 3. VITAMINAS

Existe una serie de compuestos imprescindibles para todos los seres vivos conocidos como *vitaminas*. Son un grupo muy heterogéneo y algunas son de naturaleza lipídica, pero otras no.

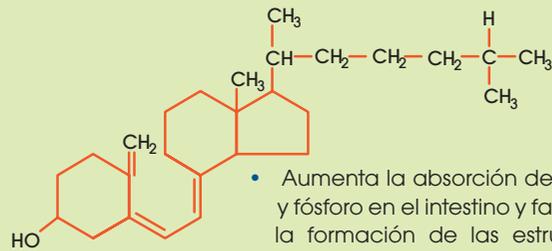
Las vitaminas de composición lipídica derivan del isopreno, un compuesto intermedio en la vía de síntesis del colesterol. Son compuestos **liposolubles**, es decir, se disuelven en medios grasos, y la mayor parte tiene numerosas funciones. A continuación, mostramos algunos ejemplos:

### Vitamina A<sub>1</sub>



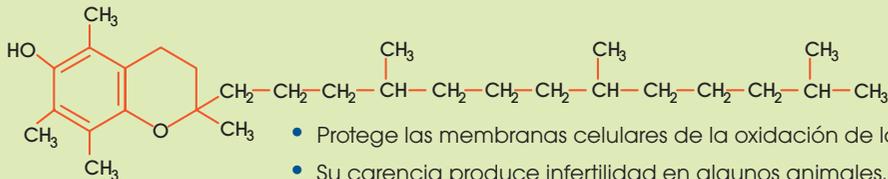
- Participa en la formación de los pigmentos visuales y mantiene la estructura del tejido epitelial.
- Su carencia causa xerofthalmia (sequedad de la conjuntiva), alteraciones en la piel y ceguera nocturna.
- Se encuentra en la yema de huevo, las verduras, el hígado de bacalao, la mantequilla y las zanahorias.

### Vitamina D<sub>3</sub>



- Aumenta la absorción de calcio y fósforo en el intestino y favorece la formación de las estructuras óseas.
- Su carencia produce raquitismo en los niños y osteomalacia en los adultos. Los síntomas de estas enfermedades son el reblandecimiento y la deformación de los huesos.
- Se encuentra en los aceites de hígado de pescado, la leche entera de vaca...

### Vitamina E



- Protege las membranas celulares de la oxidación de los lípidos.
- Su carencia produce infertilidad en algunos animales.
- Se encuentra en los aceites vegetales, la leche, los huevos y verduras.

Existe otro gran grupo de vitaminas, no derivadas del isopreno, que se caracterizan por ser **hidrosolubles**. Entre estas vitaminas destacan, por su importancia en los organismos:

- **Vitamina B<sub>1</sub>**: Interviene en la oxidación de los glúcidos. Su carencia causa beriberi, enfermedad cuyos síntomas son debilidad muscular, pérdida de reflejos, confusión mental e insuficiencia cardíaca. Se encuentra en los cereales, las legumbres y las verduras.
- **Vitamina B<sub>2</sub>**: Participa en la respiración celular. Su carencia produce alteraciones de la piel y las mucosas, y trastornos del crecimiento. Se encuentra en los huevos, la leche, el hígado y las frutas.
- **Vitamina B<sub>5</sub>** y **vitamina B<sub>6</sub>**: Intervienen en las reacciones metabólicas de las biomoléculas.

No se han observado alteraciones debidas a la falta de B<sub>5</sub>. La carencia de B<sub>6</sub> provoca anemia y convulsiones.

La vitamina B<sub>5</sub> se encuentra en la mayoría de los alimentos; la B<sub>6</sub> en los cereales y los frutos secos.

- **Vitamina B<sub>12</sub>**: Participa en la síntesis de ADN y en la maduración de los eritrocitos. Su carencia causa trastornos neurológicos. Se encuentra en la carne.
- **Vitamina C**: Actúa como antioxidante en las reacciones de óxido-reducción del metabolismo y se encarga de proteger las mucosas. Su carencia produce escorbuto, cuyos síntomas son inflamación de las encías e hinchazón de las articulaciones. Se encuentra en vegetales frescos y frutas, especialmente los cítricos.

## 4. LAS PROTEÍNAS

Las proteínas son las biomoléculas orgánicas más abundantes en las células. Todas las proteínas contienen carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno; además, la mayoría contiene azufre y, algunas, fósforo, hierro, cinc y cobre.

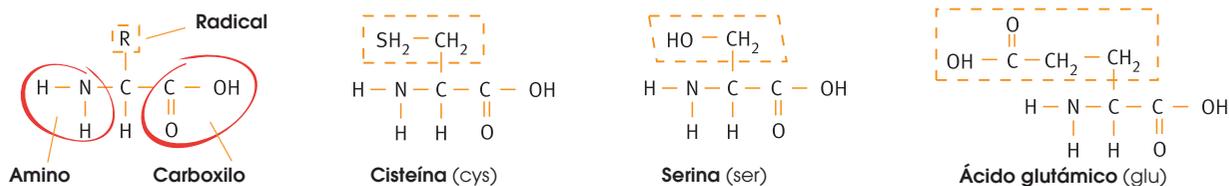
**Composición:** Las proteínas son grandes moléculas formadas por la unión de subunidades más pequeñas llamadas **aminoácidos**.

Existen 20 aminoácidos diferentes y todos tienen una estructura básica idéntica: un grupo **amino**, un grupo **carboxilo** y un carbono central unido a un **radical** que varía de un aminoácido a otro.

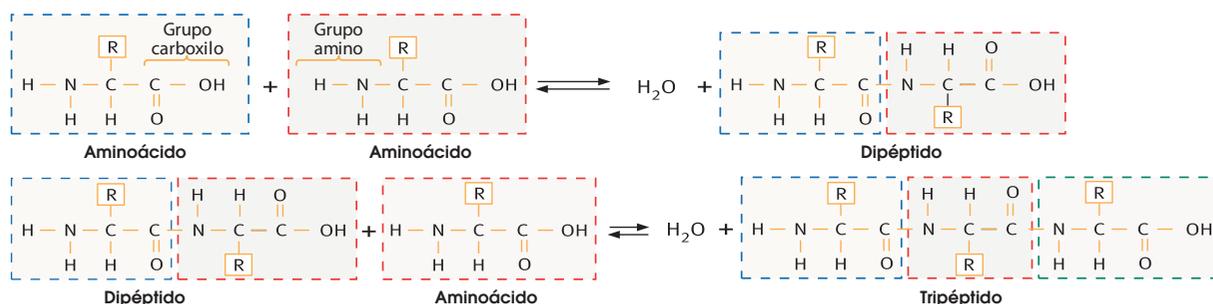


<http://goo.gl/pubD/41>

En los mamíferos, los aminoácidos esenciales son aquellos que no pueden ser sintetizados por las células y han de formar parte, necesariamente, de la dieta.



El enlace se produce entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el amino del siguiente; esta unión libera una molécula de agua. Este enlace es covalente y se denomina **enlace peptídico**. Debido a ello, a las moléculas formadas las podemos denominar también **polipéptidos**.



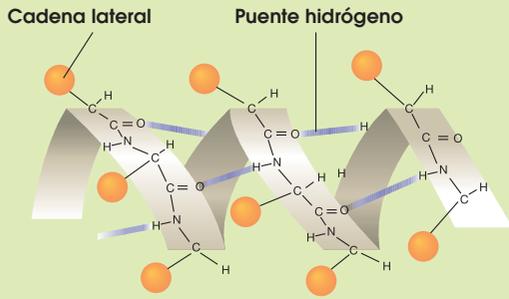
**Características:** Las proteínas forman soluciones coloidales que pueden precipitar en coágulos, al añadir sustancias ácidas o básicas, o cuando se calientan; así sucede con la **albúmina** del huevo. Algunas pueden cristalizar, como el citocromo, que transporta electrones en las reacciones que se producen durante la respiración celular.

### Y TAMBIÉN

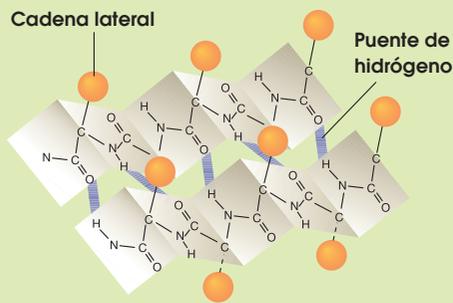
Al término *proteína* lo solemos utilizar para indicar estructuras tridimensionales de miles de aminoácidos.

**Polipéptido** indica compuestos de muchos aminoácidos.

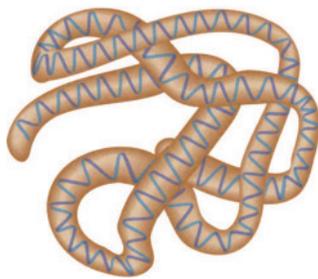
Por esta razón, a nivel práctico, los términos *polipéptido* y *proteína* son intercambiables.



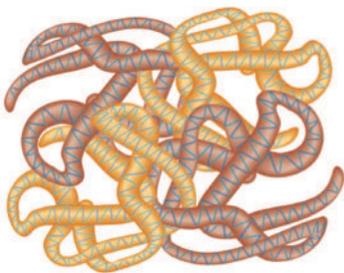
La **hélice**  $\alpha$  es una estructura helicoidal característica de las proteínas que forman estructuras resistentes. Un ejemplo es la queratina, proteína que encontramos en el cabello, las uñas y las plumas.



La **conformación**  $\beta$  es una estructura plana que se pliega en forma de zigzag, y es característica de las proteínas que forman filamentos suaves y flexibles. Un ejemplo es la fibroína, que se encuentra en la seda.



■ Estructura terciaria



■ Estructura cuaternaria

**Clasificación:** Las proteínas se pueden clasificar en dos grandes grupos: *proteínas simples* y *proteínas conjugadas*.

- Las **proteínas simples** u **holoproteínas** están formadas exclusivamente por cadenas de polipéptidos; por tanto, su hidrólisis produce únicamente aminoácidos. Entre las holoproteínas más conocidas están las del grupo de las albúminas.
- Las **proteínas conjugadas** o **heteroproteínas** están formadas por cadenas de péptidos unidas a otro tipo de compuestos que reciben el nombre de *grupo prostético*. Si el grupo prostético es un glúcido; la heteroproteína la denominamos *glucoproteína*; si es una sustancia lipídica recibe el nombre de *lipoproteína*. En la organización en el espacio de una proteína, podemos distinguir cuatro niveles o estructuras que son sucesivamente más complejos. Estas estructuras son:
- **La estructura primaria:** Es la secuencia de aminoácidos que se suceden en la cadena, uno a continuación de otro. Esta estructura determina la estructura tridimensional de la proteína. Se representa de la siguiente manera:

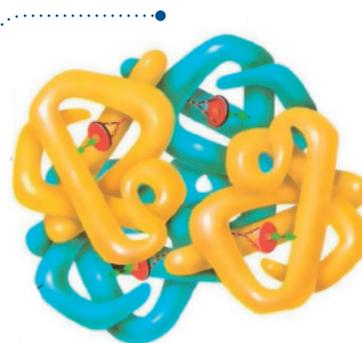
Ala-Cys-Leu-Val-Lys-Ser

- **La estructura secundaria:** Se da cuando la cadena de aminoácidos se pliega sobre sí misma, se establecen puentes de hidrógeno en diferentes partes de la molécula y esta adquiere una estructura tridimensional. Existen dos tipos de estructura secundaria: la hélice  $\alpha$  y la conformación  $\beta$ .
- **La estructura terciaria.** Se da en aquellas proteínas en que la estructura secundaria se pliega sobre sí misma. Los enlaces más importantes que mantienen la estructura terciaria son los puentes de hidrógeno entre cadenas laterales y los puentes disulfuro entre aquellas zonas de la proteína en las que existen átomos de azufre. Un ejemplo es la mioglobina en los músculos de los vertebrados.
- **La estructura cuaternaria:** Está constituida por varias cadenas polipeptídicas que se unen mediante enlaces no covalentes, para formar una gran proteína. Un ejemplo es la hemoglobina que contiene los eritrocitos de la sangre.

Cuando las proteínas son sometidas a la acción del calor o a valores de pH extremos, pierden su configuración tridimensional y, por tanto, sus propiedades físicas y sus funciones biológicas. A este proceso lo conocemos con el nombre de *desnaturalización* de la proteína.

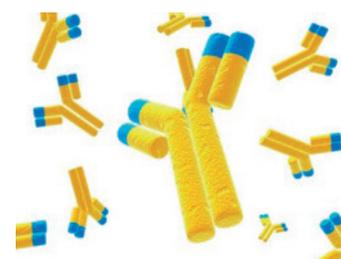
Las posibilidades de combinación en cuanto al número y tipo de aminoácidos que se unen en las cadenas son muy numerosas. De ahí la gran variedad de funciones que desempeñan las proteínas.

Funciones	Ejemplos
Estructural	Colágeno que forma los huesos y los tendones; queratina del pelo, las uñas y las plumas.
De reserva	Ovoalbúmina de la clara de huevo; caseína de la leche.
De regulación	Hormonas como la del crecimiento o la insulina.
De control metabólico	Enzimas como la glucógeno-sintasa.
Defensiva	Anticuerpos para combatir las infecciones.
Transportadora	Hemoglobina de la sangre.
Contráctil	Miosina de los músculos.



■ Estructura cuaternaria de la hemoglobina

<http://goo.gl/WW91bE>



■ Anticuerpo

<http://goo.gl/S1J7fv>



■ Hélice de colágeno

<http://goo.gl/rvxp14>

Cada proteína tiene una secuencia de aminoácidos concreta. De ella depende que la molécula se pliegue correctamente, es decir, que adquiera su correcta **conformación**.

Cualquier error en la posición de los aminoácidos puede provocar que la proteína no se pliegue correctamente y, por tanto, que no tenga la estructura tridimensional que le permite realizar su función. Esto puede alterar el funcionamiento de todo el organismo. Por este motivo, el análisis de la secuencia de aminoácidos puede ayudar en el desarrollo de pruebas diagnósticas y terapias eficaces. Por ejemplo, el cambio de un aminoácido por otro en la molécula de hemoglobina provoca la anemia falciforme.

En la **anemia falciforme** los glóbulos rojos están deformados porque el aminoácido cambiado respecto a la hemoglobina normal hace que la molécula se pliegue de manera incorrecta. Los glóbulos rojos son más frágiles y se rompen con facilidad, lo que provoca la anemia.

Hemoglobina normal



Hemoglobina



Prohibida su reproducción

## 4.1. Aminoácidos

Como hemos visto, las proteínas son polímeros formados por **aminoácidos**. En muchos casos estos aminoácidos no pueden ser sintetizados por el organismo y es necesario adquirirlos a través de la dieta; a estos los consideramos *aminoácidos esenciales*. Los veinte aminoácidos que se encuentran en la naturaleza son los siguientes:

- **Alanina (Ala):** Es un aminoácido no esencial. Es de gran importancia ya que es uno de los más usados en la síntesis de proteínas.
- **Valina (Val):** Es un aminoácido esencial. Es la responsable de la anemia falciforme cuando se encuentra en lugar del glutamato.
- **Glicina (Gly):** Es el aminoácido más pequeño. No es esencial puesto que el cuerpo humano se encarga de sintetizarla. Actúa como neurotransmisor.
- **Leucina (Leu):** Es uno de los aminoácidos esenciales y consumirlo en la dieta reduce la degradación del tejido muscular.
- **Isoleucina (Ile):** Tiene una composición idéntica a la leucina, pero con una disposición diferente. Es esencial y la podemos adquirir a través del huevo, pavo, pollo y pescado. Forma la hemoglobina y regula los niveles de azúcar en sangre.
- **Prolina (Pro):** No es esencial. Forma parte de la cadena de colágeno y permite que exista flexibilidad en las inmunoglobulinas.
- **Fenilalanina (Phe):** Esencial. Ayuda a la memoria y el aprendizaje. La obtenemos a través de carnes rojas, pescados, huevos y productos lácteos.
- **Tirosina (Tyr):** No esencial. Precursor de adrenalina y dopamina.
- **Triptófano (Trp):** Esencial. Induce el sueño y reduce la ansiedad.
- **Serina (Ser):** No esencial. Ayuda al metabolismo de las grasas.
- **Treonina (Thr):** Esencial. Forma el colágeno y ayuda a mantener la cantidad de proteínas necesarias en el cuerpo. Se ingiere a través de aves y pescados.
- **Cisteína (Cys):** No esencial. Funciona como antioxidante.
- **Metionina (Met):** Esencial. Absorbe la acumulación de grasas en el hígado y las arterias. La ingerimos a través de semillas de sésamo, nueces y otras semillas de plantas.
- **Asparagina (Asn):** No es esencial pero la podemos ingerir en los productos lácteos.
- **Glutamina (Gln):** No esencial. Muy abundante en los músculos ya que los construye y previene su desgaste.
- **Lisina (Lys):** Esencial. Garantiza la absorción de calcio. Muy abundante en legumbres.
- **Arginina (Arg):** Esencial. Refuerza el sistema inmune previniendo la formación de tumores.
- **Histidina (His):** Esencial. Se encuentra en la hemoglobina. Necesario para el crecimiento de tejidos.
- **Aspartato (Asp):** También llamado *ácido aspártico*. No es esencial. Aumenta la resistencia y reduce la fatiga.
- **Glutamato (Glu):** También llamado *ácido glutámico*. No es esencial. Actúa como neurotransmisor.



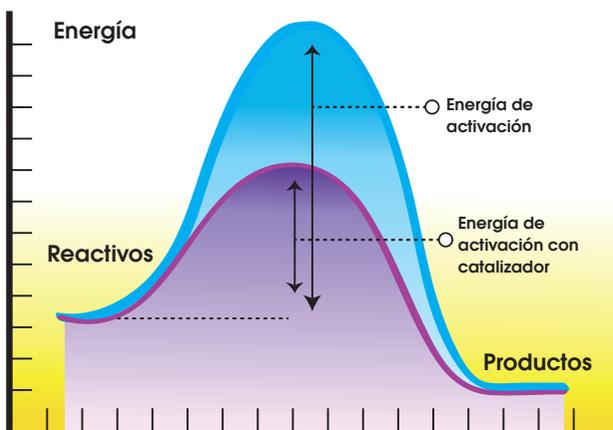
<http://goo.gl/cnqEbc>

## 5. ENZIMAS



Las **enzimas** son un tipo específico de proteína que actúan como **catalizadores** biológicos o biocatalizadores. Su función es la de aumentar la velocidad de reacción sin modificar la reacción ni afectar a su equilibrio.

Las reacciones químicas necesitan una cierta cantidad de energía para iniciarse. Es lo que conocemos como *energía de activación*. Esta energía permite romper los enlaces de las moléculas que reaccionan y crean otros nuevos. En el laboratorio, a esta energía la podemos obtener aumentando la temperatura o a través de descargas eléctricas, pero en las células esto no es posible, por lo que es necesaria la acción de las en-



zimas que consiguen disminuir la energía de activación, y facilitar que ocurra la reacción.

Las enzimas, como el resto de proteínas, están formados por cadenas polipeptídicas. La conformación tridimensional de estas hace que se formen varias invaginaciones, y en ellas es donde se encuentra el sitio activo.

El **sitio activo** es una zona del enzima especializado en la unión sobre los reactivos. Estos reactivos (o sustrato) se modifica durante el curso de la reacción para dar lugar a los productos. Los enzimas tienen una afinidad determinada por distintos reactivos y a esto lo conocemos como *especificidad*. Algunos enzimas son específicos de un solo tipo de sustrato mientras que en otros casos pueden ayudar en la reacción de distintos sustratos, aunque siempre similares.

Los enzimas reciben normalmente un nombre en función del sustrato al que se unen o del tipo de reacción que catalizan. Por ejemplo, la ATP sintasa cataliza la reacción de síntesis del ATP, y la malato deshidrogenasa cataliza una reacción de oxidación-reducción en la que el malato es el sustrato.

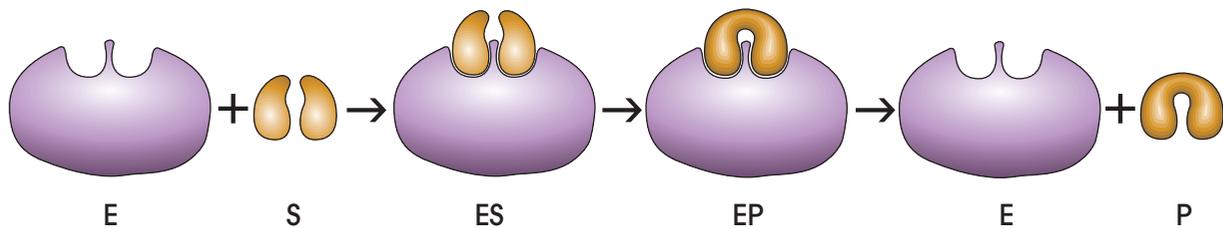
Los principales tipos de enzimas son los siguientes:

- **Oxidoreductasas:** Cataliza reacciones de oxidación-reducción.
- **Transferasas:** Cataliza reacciones de transferencia de grupos.
- **Hidrolasas:** Cataliza reacciones de hidrólisis, es decir, rotura de enlaces por incorporación de una molécula de agua.
- **Liasas:** Cataliza reacciones de rotura de enlaces sin incorporar agua.
- **Isomerasas:** Cataliza reacciones de transferencia de grupos para formar isómeros.
- **Ligasas:** Cataliza reacciones que provocan la unión de moléculas.

## Mecanismo de acción

El conjunto de procesos por medio de los cuales los enzimas catalizan las reacciones, recibe el nombre de *mecanismo de acción* y depende de la composición, de la estructura de los enzimas, y también de la especificidad que tienen por el sustrato.

En este dibujo vemos representado el mecanismo de acción de un enzima.

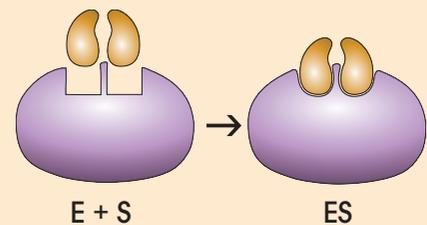


E es el enzima; S, el sustrato, y P, el producto, es decir, el sustrato modificado. ES es el compuesto resultante de la interacción entre el enzima y el sustrato, y lo denominamos *complejo enzima-sustrato*; mientras que EP es el complejo enzima-producto, formado por el enzima y el producto. En estas reacciones podemos distinguir tres etapas: formación del complejo ES, modificación del sustrato y disociación del complejo EP. En estas fases, suelen producirse los fenómenos siguientes:

### Formación del complejo ES

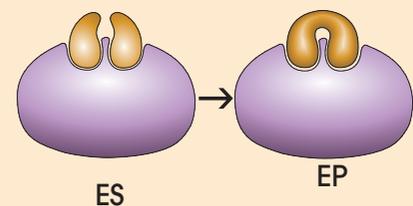
- El encuentro entre las moléculas de enzima y de sustrato se ve favorecido por una **orientación** adecuada de estas moléculas.
- A continuación, se establecen múltiples **enlaces débiles** entre el enzima y el sustrato, lo que origina el complejo ES. La finalidad de algunos de estos enlaces es situar el sustrato en una posición óptima para la acción catalizadora.

La unión del sustrato puede producir un cambio temporal en la conformación del enzima, lo que favorece la formación de un mayor número de enlaces.



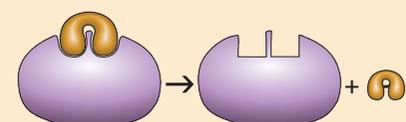
### Modificación del sustrato

- Una vez formado el complejo ES, se produce la **catálisis** del sustrato. Esta catálisis se puede ver favorecida por diversos factores; por ejemplo:
  - La tensión a la que está sujeto el sustrato por su unión al sitio activo del enzima favorece la rotura de enlaces.
  - En el sitio activo existen aminoácidos con capacidad para ceder o captar átomos, protones o electrones.
- Como consecuencia de la transformación del sustrato se obtiene el producto, el cual se mantiene unido al enzima, y se origina el complejo EP.



### Disociación del complejo EP

- En el complejo EP las moléculas de enzima y de producto se unen mediante enlaces débiles.
- El complejo EP se disocia y se obtienen el producto y el enzima libre.
- El enzima libre puede unirse a otra molécula de sustrato.



## Cinética enzimática

Para conocer más detalladamente el mecanismo de acción de los enzimas, estudiamos la velocidad de las reacciones que catalizan y los factores que modifican esta velocidad. A este estudio lo denominamos *cinética enzimática*.

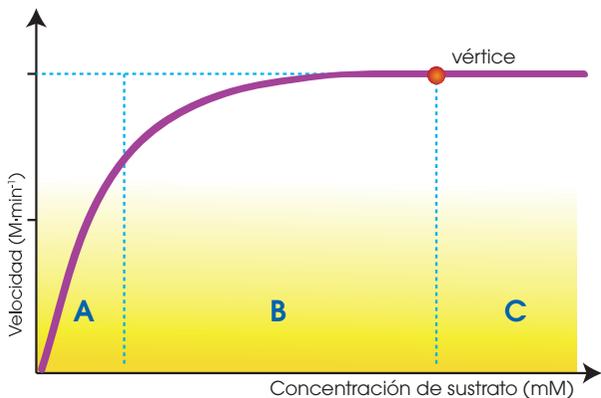
La velocidad máxima que alcanza una reacción depende de la concentración de enzima y la de sustrato. Mientras la concentración de enzima se mantiene constante, la de sustrato cambia a medida que se transforma en producto.

Por este motivo, la concentración de sustrato es un factor que modifica la velocidad a lo largo de la reacción. Otros factores importantes son la temperatura, el pH y la presencia de inhibidores.

A continuación, explicamos, con la ayuda de gráficas, cómo estos factores modifican la velocidad de la reacción.

### La concentración de sustrato

La siguiente gráfica muestra la variación de la velocidad de reacción respecto a la variación de la concentración de sustrato.



En la mayoría de las reacciones catalizadas por enzimas, la relación entre la velocidad y la concentración de sustrato describe una curva, en la que distinguimos tres etapas:

**A.** La velocidad aumenta linealmente con el incremento de la concentración de sustrato.

**B.** El incremento de la concentración de sustrato produce un aumento mucho menor de la velocidad.

**C.** Si la concentración de sustrato es muy elevada, el incremento de la velocidad es despreciable y consideramos que la velocidad tiene un valor constante. En esta etapa, la velocidad alcanza el valor máximo.

Las diferencias de velocidad en cada una de estas etapas se explican por el predominio de una de las formas posibles del enzima: en forma libre, sin combinar con el sustrato; o en forma combinada, formando el complejo enzima-sustrato.



<http://google/79s1E>

### Severo Ochoa

Médico asturiano (Luarca, 1905 - Madrid, 1993) doctorado por la Universidad Complutense de Madrid. Desarrolló la mayor parte de su carrera en Estados Unidos debido a la guerra civil española primero y después a la Segunda Guerra Mundial.

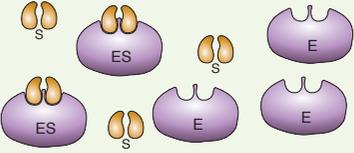
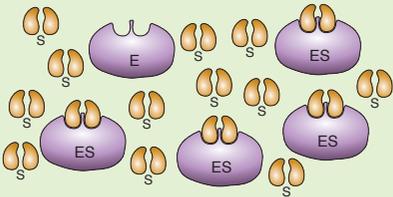
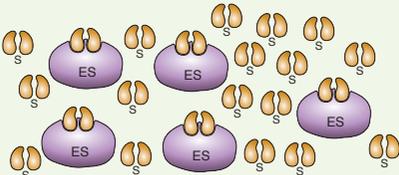
Sus estudios se centraron en el metabolismo celular, concretamente en el mecanismo de acción de varios enzimas relacionados con el metabolismo energético de la célula. Sin embargo, su descubrimiento más reconocido fue el aislamiento del enzima ARN polimerasa, que permitió la síntesis del ARN en el laboratorio. Por este trabajo obtuvo el Premio Nobel de Medicina de 1959, compartido con el científico Arthur Kornberg.

### Y TAMBIÉN:

La velocidad de una reacción catalizada por enzimas es entre 10<sup>10</sup> y 10<sup>14</sup> veces superior a la de la misma reacción no catalizada. La actividad de un enzima se mide por la velocidad de la reacción que cataliza, es decir, la velocidad a la que desaparece el sustrato o la velocidad a la que aparece el producto.

En ambos casos, la unidad es el **M·min<sup>-1</sup>** (micromol por minuto, esto es, 10<sup>-6</sup> moles por minuto).

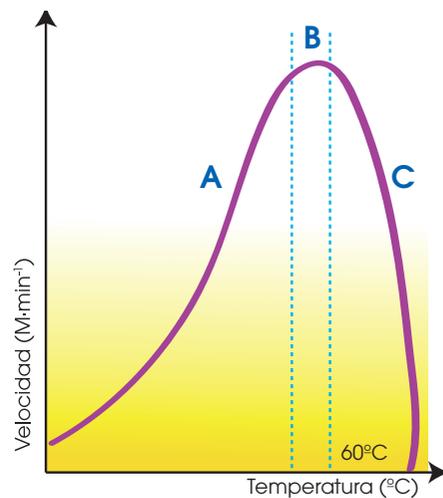
Aunque durante toda la reacción el enzima se encuentra en las dos formas, la concentración de ambas es diferente según la etapa de la reacción.

Etapas	Concentración de enzima	Velocidad
<p><b>Etapa A</b></p> 	<p>La concentración de enzima libre es mayor que la de complejo enzima-sustrato.</p>	<p>La velocidad es muy alta porque se forman complejos ES con mucha facilidad, debido a la disponibilidad de enzima libre.</p>
<p><b>Etapa B</b></p> 	<p>La concentración de complejo enzima sustrato aumenta y la de enzima libre disminuye.</p>	<p>La velocidad aumenta poco porque cada vez hay menos moléculas de enzima libre para reaccionar con las moléculas de sustrato.</p>
<p><b>Etapa C</b></p> 	<p>La concentración de complejo enzima-sustrato es muy elevada y la de enzima libre es muy reducida.</p>	<p>La gran mayoría de las moléculas de enzima están en forma de complejo ES. Aunque la concentración de sustrato continúe aumentando, no puede unirse al enzima hasta que no se forme el producto y el enzima quede libre. En esta etapa se dice que el enzima está saturado y por ello la velocidad de reacción no aumenta.</p>

### La temperatura

La gráfica de la izquierda representa el efecto de la temperatura sobre la velocidad de la reacción. En ella se distinguen tres etapas:

- A.** La velocidad de la reacción aumenta con la temperatura.
- B.** La velocidad alcanza su valor máximo, que corresponde a la temperatura óptima.
- C.** En la mayoría de los enzimas, la velocidad de la reacción empieza a descender a partir de los 60 °C aproximadamente.



El aumento de la temperatura produce un incremento de la energía cinética de las moléculas. Esta favorece los choques entre las moléculas de enzima y de sustrato, y la inestabilidad de los enlaces. De este modo, se favorece la actividad enzimática y aumenta la velocidad de reacción hasta que llega al valor máximo.

## El pH

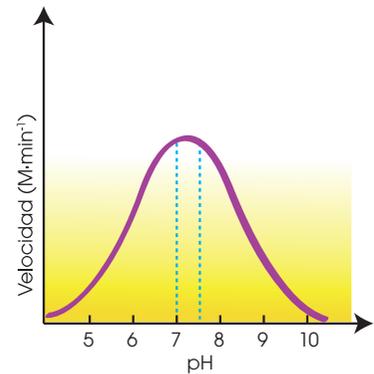
Los valores de pH modifican la actividad de los enzimas. Para la mayoría de enzimas, la representación de la variación de la velocidad de reacción respecto a la variación de pH da una curva como la de la derecha.

Podemos observar que el pH óptimo se sitúa entre 7 y 7,5. En el caso de pH extremos, por debajo de 4 y por encima de 10, los enzimas se desnaturalizan.

Algunos enzimas desarrollan su actividad máxima en valores extremos de pH, porque es el valor del medio donde se localizan.

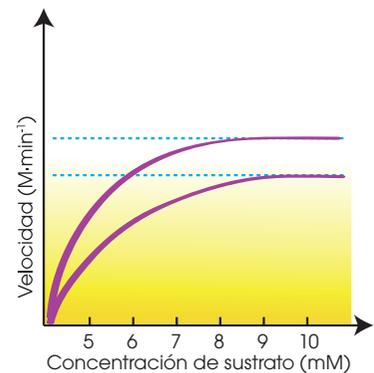
Es el caso de la pepsina, un enzima que participa en la digestión y que tiene un pH óptimo en torno a 2.

Los cambios de pH modifican el estado de ionización de los grupos funcionales, sobre todo los del enzima. Por ello, pequeñas variaciones de pH producen cambios de velocidad notables.



## Los inhibidores

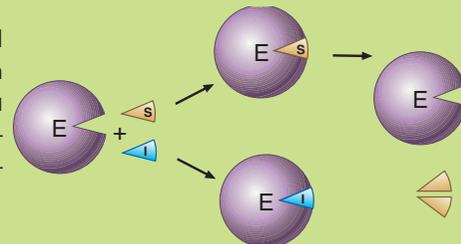
En las células hay unas sustancias, en algunos casos parecidas al sustrato, que se caracterizan porque pueden unirse al enzima de forma reversible y producir una disminución de la velocidad de la reacción. Estas sustancias que interfieren en la actividad de los enzimas son los inhibidores.



En la gráfica de la derecha se representa la actividad catalizadora de un enzima sin inhibidor y en presencia de este. Los inhibidores se clasifican en competitivos y no competitivos:

### Inhibidor competitivo

El inhibidor y el sustrato compiten por la forma libre del enzima. El inhibidor es muy parecido al sustrato. Cuando la concentración de sustrato es baja, el inhibidor se une al sitio activo del enzima y forma el complejo enzima-inhibidor. Si la concentración de sustrato aumenta, el inhibidor se separa del enzima, el cual recupera su actividad.

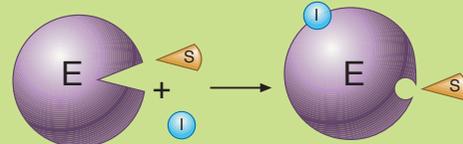


### Inhibidor no competitivo

El inhibidor interacciona con el enzima libre o con el complejo enzima-sustrato, en una zona distinta al sitio activo.

Esta interacción produce una disminución de la actividad enzimática, independientemente de si el sustrato está unido al sitio activo o no.

En algunos casos, el inhibidor es un metabolito de la propia célula, como veremos más adelante en el apartado de los enzimas reguladores.



## 6. ÁCIDOS NUCLEICOS

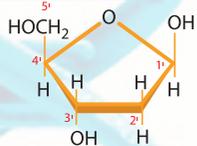
Los **ácidos nucleicos** son biomoléculas formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo. Contienen la información necesaria para la síntesis de proteínas.

Son polímeros formados por la unión de unas unidades llamadas *nucleótidos*. Los **nucleótidos** están formados a su vez por la unión de un glúcido (pentosa) una **base nitrogenada** y ácido fosfórico. Al compuesto formado por la **pentosa** y la base nitrogenada lo conocemos como *nucleósido* y, al unirle a este el ácido fosfórico, se obtiene el *nucleótido*.

La pentosa que forma los ácidos nucleicos puede ser ribosa o desoxirribosa. La ribosa formará el **ARN** (ácido ribonucleico) mientras que la desoxirribosa origina el **ADN** (ácido desoxirribonucleico).

La base nitrogenada es un compuesto cíclico formado por cadenas de carbono y grupos amina o amida y los clasificamos en purinas y pirimidinas. Las purinas son la **adenina (A)** y la **guanina (G)**, mientras que las pirimidinas son la **timina (T)**, **citocina (C)** y **uracilo (U)**. Adenina, guanina, timina y citosina forman parte del ADN mientras que en el ARN la timina es sustituida por uracilo.

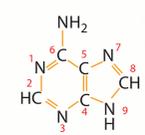
### Pentosa



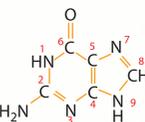
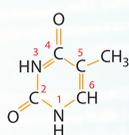
Desoxirribosa

### Bases

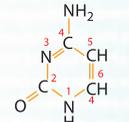
Adenina



Timina

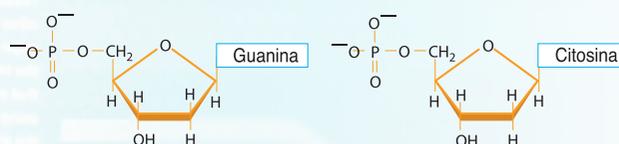
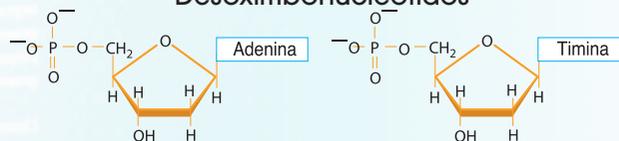


Guanina

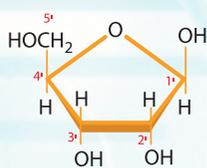


Citosina

### Desoxirribonucleótidos



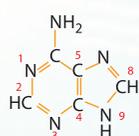
### Pentosa



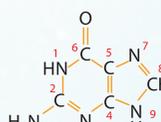
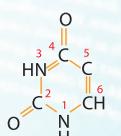
Ribosa

### Bases

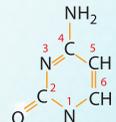
Adenina



Uracilo

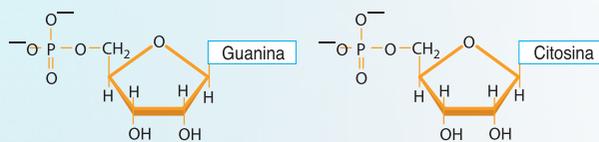
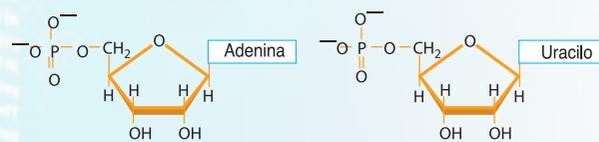


Guanina



Citosina

### Ribonucleótidos



## 6.1. ADN

El **ADN** (**ácido desoxirribonucleico**) es un ácido nucleico formado por nucleótidos de desoxirribosa conocidos como *desoxirribonucleótidos*. Habitualmente, se encuentra en forma de doble cadena aunque algunos virus poseen una cadena sencilla de ADN.

Para formar la doble cadena, existe una **complementariedad** entre las bases nitrogenadas, emparejándose siempre la adenina con la timina y la guanina con la citosina. Entre la primera pareja, se establecen dos puentes de hidrógeno mientras que en la pareja guanina-citosina se establecen tres.

Esta ley de complementariedad de bases hace que las bases nitrogenadas queden hacia dentro de la cadena de ADN unidas por puentes de hidrógeno, lo que otorga una gran estabilidad a la molécula.

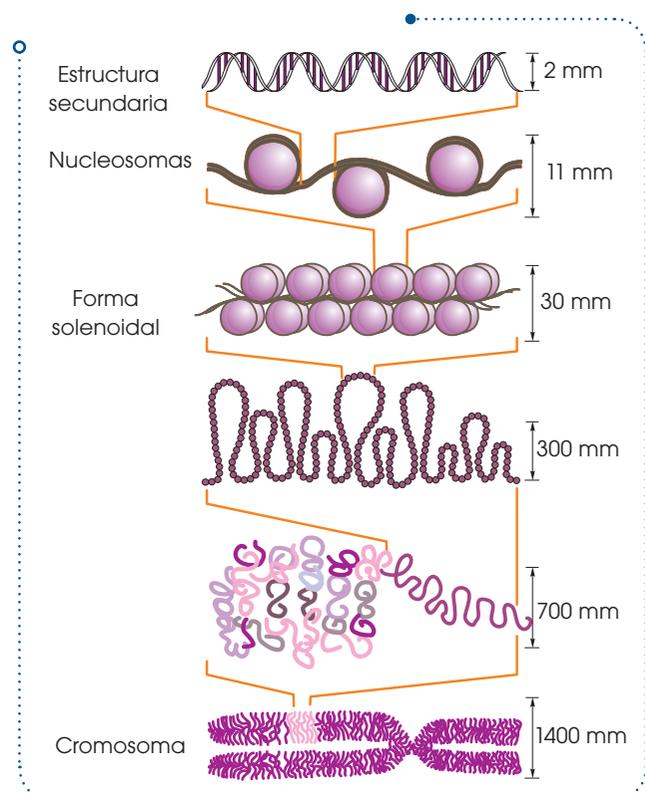
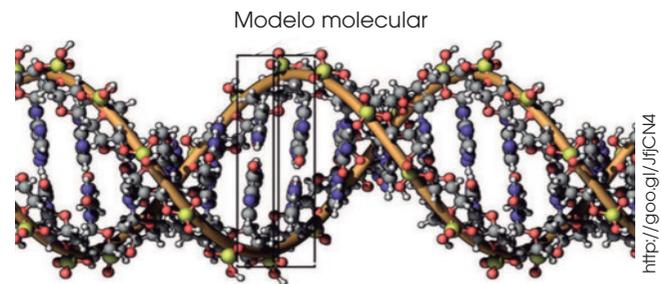
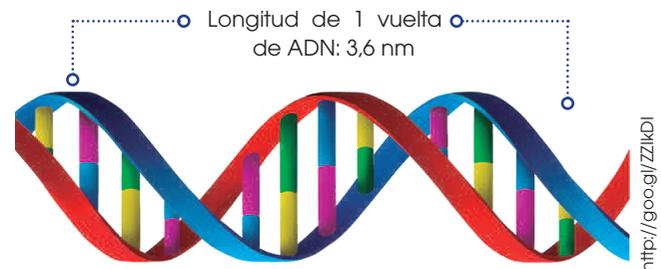
Las cadenas de ADN tienen **polaridad**, es decir, dos extremos claramente diferenciados. En uno de los extremos aparece el grupo fosfórico del último nucleótido y a este extremo lo conocemos como 5' (porque está unido al carbono C5'); mientras que en el otro extremo aparece un grupo OH ligado al carbono C3', y lo denominamos *extremo 3'*.

Al formarse la doble cadena, estas, además de ser complementarias siguiendo la ley de complementariedad, se disponen de forma **antiparalela**, es decir, el extremo 3' de una cadena queda enfrente al extremo 5' de la otra.

La secuencia de nucleótidos de la doble cadena dispuestos de forma complementaria y antiparalela se enrolla sobre sí misma y forma unos largos tirabuzones helicoidales. Esto es lo que conocemos como la *estructura de doble hélice*.

A esta doble hélice la consideramos la *estructura secundaria del ADN*, pero este puede compactarse mucho más. Gracias a unas proteínas denominadas *histonas* el

ADN se enrolla y da lugar a unas estructuras denominadas *nucleosomas*, los cuales pueden empaquetarse generando lo que se conoce como el *superenrollamiento del ADN*. Estas estructuras se van compactando hasta formar los  **cromosomas**.

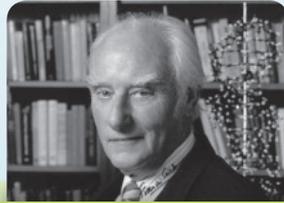


El descubrimiento de la estructura del ADN se debe a James Watson y Francis Crick con la ayuda de Rosalind Franklin quien consiguió fotografiar mediante rayos X la molécula de ADN.

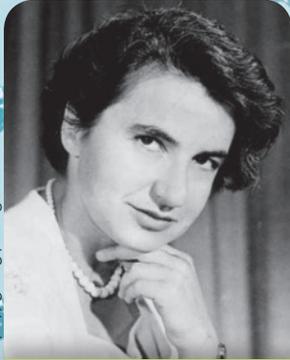


**James Watson**

James Watson (1928) y Francis Crick (1916 - 2004) fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina en 1962 por el descubrimiento de la estructura de la molécula de ADN y su importancia para la transferencia de la información en la materia viva.



**Francis Crick**



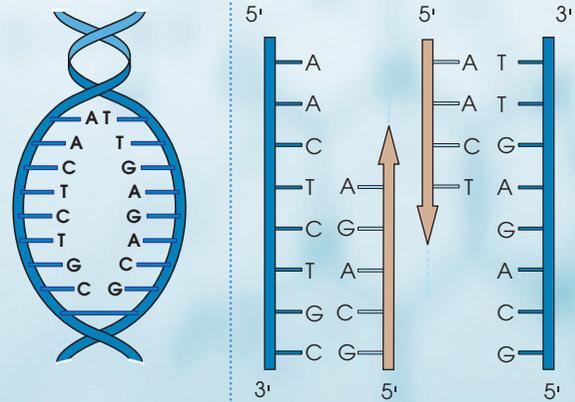
**Rosalind Franklin**

Rosalind Franklin (1920 - 1958) fue una química inglesa que consiguió fotografiar la molécula de ADN mediante difracción de rayos X. Una de estas fotografías llegó a Watson y Crick, quienes la utilizaron para formular su teoría de la doble hélice. Rosalind murió a causa de enfermedades provocadas por las repetidas exposiciones a radiación.

El ADN participa en procesos imprescindibles para la vida. Es el que contiene la información sobre cómo se sintetizarán las proteínas. Es el portador de la **información genética** y, por lo tanto, se tiene que duplicar para poder pasar la información a las células hijas. Este proceso recibe el nombre de **replicación**. En el momento en que una célula se divide para dar lugar a dos células hijas, el ADN se duplica con el objetivo de transferir la misma información a las dos células resultantes.

El ADN posee la información para crear las proteínas de un ser vivo. En función de la secuencia de nucleótidos de ADN que contenga un organismo, se crearán una serie de proteínas que harán que cada

organismo se desarrolle de forma diferente. Sin embargo, el ADN no puede traducirse directamente a proteína, por lo que es necesario otro proceso intermedio. A este proceso lo conocemos como **transcripción**, y en él, a partir de la cadena de ADN, se crean pequeñas cadenas de ARN, las cuales ya pueden ser leídas y traducidas a proteínas.



La doble hélice se desespiraliza por la acción de varios enzimas.

Se sintetiza una cadena complementaria a cada una de las cadenas existentes, siguiendo la ley de complementariedad de bases.



Se obtienen dos dobles cadenas idénticas a la original, formadas por una cadena preexistente y otra acabada de sintetizar.



## 6.2. ARN

El **ARN** (**ácido ribonucleico**) es el otro tipo de ácido nucleico presente en los seres vivos. Se diferencia del ADN por estar formado por una ribosa en vez de desoxirribosa y por presentar uracilo en lugar de timina.

Hay tres tipos principales de ARN. El ARN mensajero (**ARNm**), el ARN de transferencia (**ARNt**) y el ARN ribosómico (**ARNr**), los cuales se distinguen por su estructura y su función:

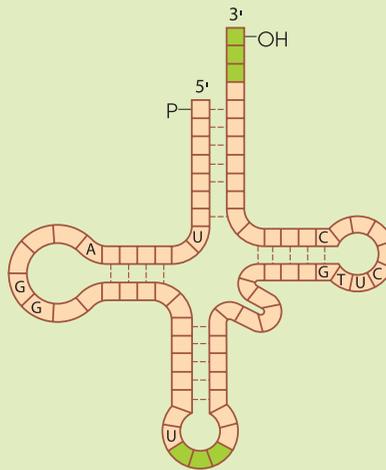
### ARN mensajero (ARNm)

Se sintetiza a partir del ADN.

El ARNm se encarga de transportar la información que contiene el ADN hasta los ribosomas, paso imprescindible para la síntesis de proteínas.



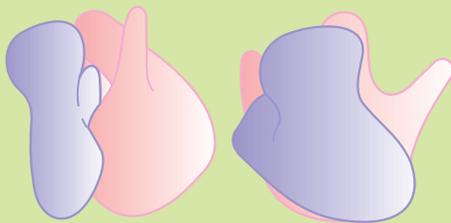
### ARN de transferencia (ARNt)



Suelen ser moléculas muy pequeñas que transportan los aminoácidos hasta las cadenas proteicas en la secuencia que determina el ARNm.

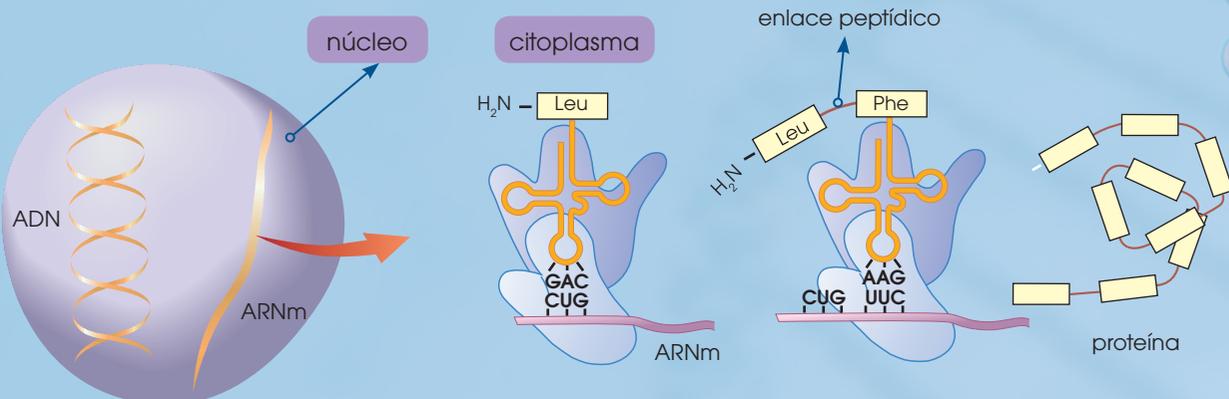
La unión entre los ARNt y los aminoácidos que transportan se establece mediante enlaces covalentes.

### ARN ribosómico (ARNr)



El ARN ribosómico es el más abundante de todos los ARN. Las moléculas de ARNr están asociadas a proteínas constituyendo los ribosomas.

Aunque las estructuras son muy variables y cada uno posee una función determinada, el papel del ARN, en general, es siempre el de **sintetizar las proteínas** siguiendo la información marcada por el ADN mediante el proceso llamado **traducción**. Para esto, el ARNm se crea como una copia complementaria del ADN (transcripción) y llega hasta los ribosomas (ARNr) donde es leído. En este proceso, el ARNt va uniendo distintos aminoácidos en función de la secuencia marcada por el ARNm, y de esta forma, se crean las cadenas de aminoácidos que dan lugar a las proteínas.



## 7. METABOLISMO

Al conjunto de reacciones químicas catalizadas por enzimas que ocurren en el interior de las células de los seres vivos lo conocemos como **metabolismo**.

Las reacciones metabólicas se encuentran en su mayor parte totalmente interrelacionadas constituyendo las rutas o vías metabólicas, de modo que el producto de la primera reacción es el sustrato de la siguiente, y así sucesivamente. La mayoría de las reacciones de las rutas metabólicas están catalizadas por diferentes enzimas que funcionan coordinadamente.

Según su metabolismo, los seres vivos pueden dividirse en cuatro grupos: **fotoautótrofos**, **fotoheterótrofos**, **quimioautótrofos** y **quimioheterótrofos**. Esta clasificación depende de dos conceptos, la fuente de energía y la fuente de carbono que utiliza cada organismo. Los organismos fotótrofos obtienen la energía de la luz solar mientras que los quimiotrofos consiguen esa energía a partir de reacciones químicas. Por otro lado, los heterótrofos incorporan carbono al alimentarse de otros seres vivos mientras que los autótrofos son capaces de producir su propia materia orgánica a partir de la materia inorgánica.

El siguiente cuadro resume las características de estos cuatro grupos:

Tipo de organismo	Fuente de energía	Fuente de carbono	Ejemplo
Fotoautótrofo	Luz solar	Materia inorgánica	Plantas, algas y cianobacterias
Fotoheterótrofo	Luz solar	Materia orgánica	Bacterias purpúreas no del azufre
Quimioautótrofo	Reacción química	Materia inorgánica	Bacterias nitrificantes
Quimioheterótrofo	Reacción química	Materia orgánica	Animales, protozoos, hongos y algunas bacterias

En el metabolismo distinguimos dos fases: fase de síntesis o **anabolismo** y fase de degradación o **catabolismo**.

## 7.1. El anabolismo

Es el conjunto de reacciones que tiene como objetivo la síntesis de moléculas complejas a partir de moléculas sencillas. Requieren de un gasto de energía. Las moléculas que se forman mediante el anabolismo son moléculas con gran cantidad de energía en sus enlaces tales como glúcidos y lípidos.

## 7.2. El catabolismo

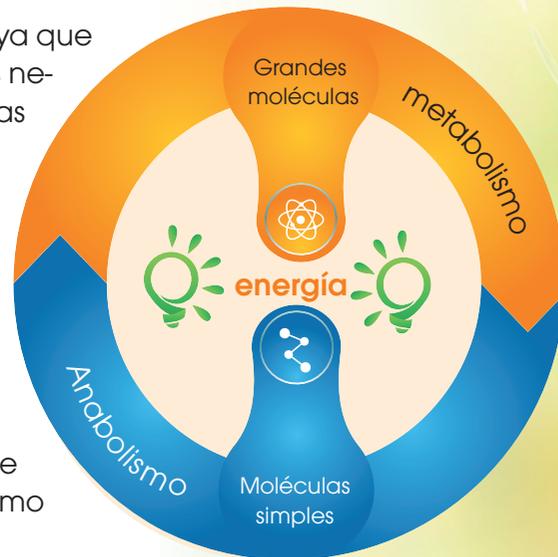
Es el conjunto de reacciones que tiene por objetivo la obtención de energía a través de la degradación de moléculas complejas. Liberan energía. Las moléculas complejas que se degradan suelen ser muy ricas en energía como glúcidos o lípidos.

Ambas fases están íntimamente relacionadas ya que la energía que se obtiene en el catabolismo es necesaria para que ocurran las reacciones propias del anabolismo.

Existe mucha diversidad tanto en las rutas anabólicas como en las rutas catabólicas; sin embargo, los dos procesos más importantes en este aspecto son la fotosíntesis y la respiración celular.

La fotosíntesis es un proceso anabólico que consiste en la obtención de glucosa a partir de energía lumínica y moléculas inorgánicas como el  $H_2O$  y el  $CO_2$ .

La respiración celular es un proceso catabólico en el cual una molécula de glucosa se va degradando a través de una serie de reacciones bioquímicas (glucólisis) hasta obtener piruvato. El piruvato sufre otra serie de reacciones catabólicas en el denominado *ciclo de Krebs*. A lo largo de todas estas reacciones se obtiene gran cantidad de energía.

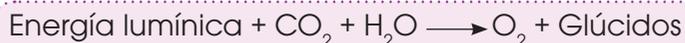


- Una cadena de ADN consta de los siguientes nucleótidos: ATTCGCTGCA. **Escribe** la secuencia complementaria de ADN de esa cadena y la secuencia de ARN en la que se transcribiría.
- Compara** las funciones de ADN y ARN y **explica** brevemente qué ácido nucleico consideras el más importante.
- ¿Qué diferencias existen entre un organismo autótrofo y uno heterótrofo? ¿Y entre un organismo fotótrofo y uno quimiótrofo? **Pon** un ejemplo de cada uno.
- ¿Crees que uno de los sistemas de obtención de energía y carbono es mejor que otro? **Justifica** tu respuesta.

### 7.3. Fotosíntesis

Los organismos fotoautótrofos obtienen mediante la fotosíntesis la materia que será utilizada en procesos posteriores. Aunque los vegetales no son los únicos seres fotosintéticos en el ecosistema del planeta, la importancia cuantitativa de la fotosíntesis vegetal es enorme. Su objetivo consiste en obtener moléculas orgánicas (glúcidos) a partir de moléculas inorgánicas (CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O). Para realizar la fotosíntesis se necesita:

- Moléculas transportadoras de electrones que están relacionadas con los pigmentos y pueden ser proteínas o bien compuestos lipídicos. Estas moléculas captan los electrones desprendidos y los transportan hasta el aceptor final, una sustancia denominada NADP<sup>+</sup> (nicotinamina adenina dinucleótido fosfato).
- Un espacio cerrado para que los electrones activados pasen de una molécula a otra sin dispersarse. El cloroplasto es este espacio cerrado; contiene la clorofila, las moléculas transportadoras y las aceptoras; así la eficacia en la transferencia de electrones es máxima. En conclusión, en las células vegetales se dan las circunstancias que permiten la fotosíntesis, cuya fórmula global es la siguiente:



En el desarrollo de la fotosíntesis distinguimos dos fases:

#### Fase dependiente de la luz

- Es imprescindible la presencia de luz.
- Se produce en la membrana de los tilacoides.

- Se capta la energía lumínica, que se invierte en:
  - Activar la clorofila para que se desprendan electrones.
  - Romper moléculas de agua.

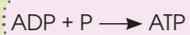


Los electrones (e<sup>-</sup>) pasan a la clorofila para reponer los que se han desprendido, y también a las moléculas transportadoras.

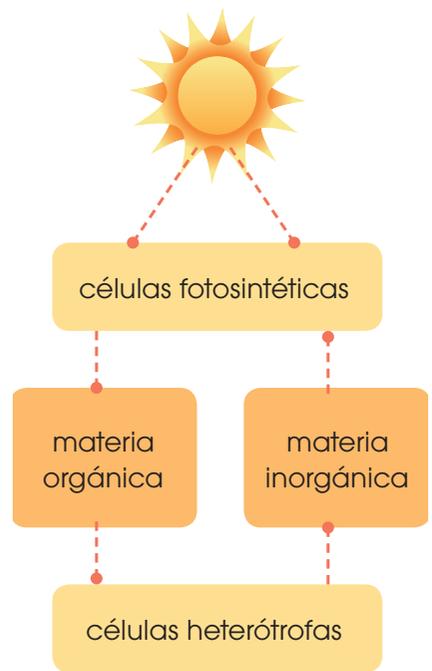
- Cuando llegan al NADP<sup>+</sup> junto a los protones (H<sup>+</sup>) forman NADPH.



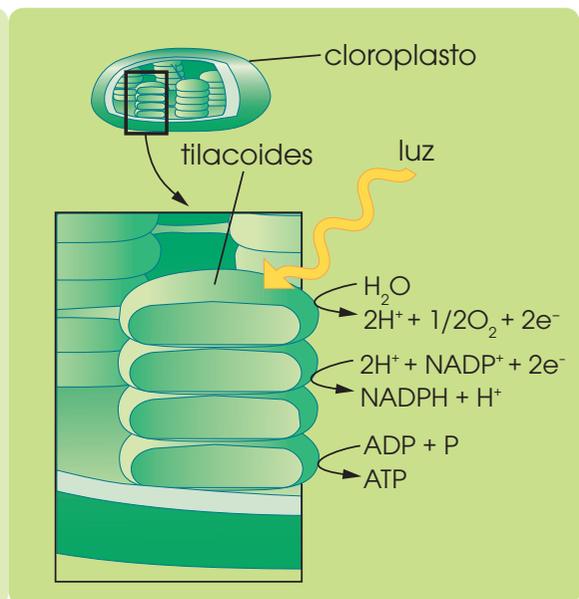
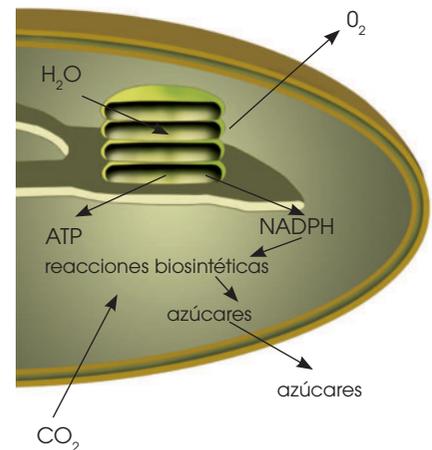
- Paralelamente al proceso anterior se sintetiza ATP; este proceso se activa mediante la circulación de los protones (H<sup>+</sup>).



Estas moléculas contienen en sus enlaces la energía química procedente de los electrones activados.



- En último término, la energía del Sol es la fuente de energía para todos los seres vivos.

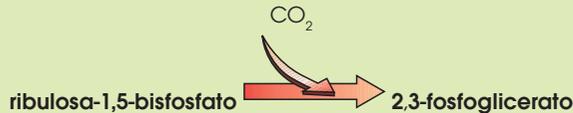


## Fase independiente de la luz

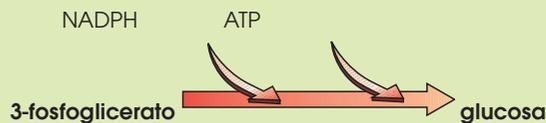
- No requiere la presencia de luz.
- Tiene lugar en el **estroma del cloroplasto**. A esta fase también la llamamos **fijación del carbono**.

En ella, el  $\text{CO}_2$  atmosférico se incorpora, mediante un conjunto de reacciones biosintéticas, a pequeños compuestos de carbono para formar glucosa.

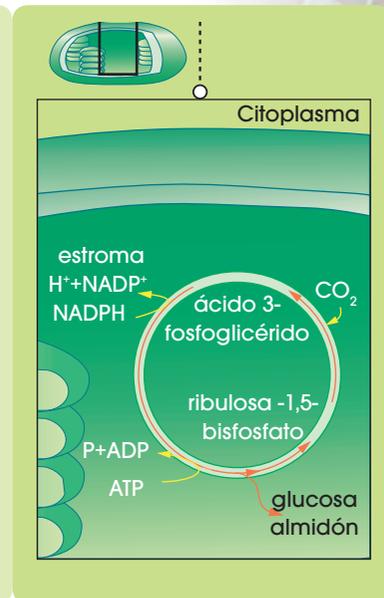
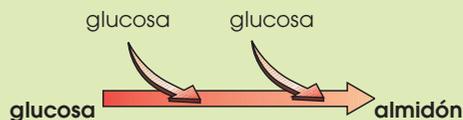
- A partir de un compuesto de 5 átomos de carbono, denominado **ribulosa-1,5-bis-fosfato** y una molécula de  $\text{CO}_2$ , se obtienen dos moléculas de 3-fosfoglicerato.



- A partir de los compuestos de tres carbonos que se obtienen, se encadenan diversas reacciones químicas en las que se gastan NADPH y ATP, obtenidos en la fase dependiente de la luz, para obtener una molécula de glucosa.



- Esta molécula de glucosa se polimeriza y origina almidón.



Los glúcidos obtenidos de la fijación del carbono se utilizan, además, en la síntesis de otras biomoléculas: aminoácidos, lípidos y nucleótidos.

## La respiración celular

En las células vegetales, el proceso de respiración celular tiene lugar a partir de la glucosa obtenida en la fotosíntesis. En las células animales, se lleva a cabo a partir de la glucosa ingerida en los alimentos. En ambos tipos de células, el proceso se desarrolla con las mismas características.

El objetivo de la respiración es la obtención de ATP y NADH (nicotinamina adenina dinucleótido), que pueden trasladarse por la célula proporcionando energía a las diferentes actividades celulares.

La respiración necesita:

- Monómeros de las grandes biomoléculas, principalmente **glucosa**.
- Moléculas transportadoras de electrones, principalmente proteínas, que constituyen una cadena por donde circulan los electrones: la cadena respiratoria. La sustancia que finalmente acepta los electrones es el **oxígeno**.
- Un espacio cerrado ya que, también en este caso, se produce transferencia de electrones. Este espacio es la **mitocondria**.

En suma, tanto en las células vegetales como en las animales, tiene lugar la respiración celular, cuya ecuación química global es:



De modo simplificado, las reacciones que tienen lugar durante la respiración son las siguientes:

### En el citoplasma:

- Mediante la ruta de la **glucólisis**, la glucosa se convierte en piruvato, obteniéndose dos moléculas de ATP.

### En la mitocondria:

- El piruvato obtenido en la glucólisis penetra en la mitocondria y se transforma en Acetil - CoA y  $CO_2$ .
- El Acetil-CoA entra en una ruta cíclica: el **ciclo de Krebs**, generándose ATP, NADH,  $CO_2$  y  $H_2O$ .

La degradación con oxígeno recibe el nombre de **aeróbica** y produce el máximo rendimiento energético. En algunos casos la degradación se produce sin oxígeno, es decir, de manera **anaeróbica**. Es el caso de la reacción que tiene lugar en las células musculares cuando se ven sometidas a un esfuerzo extremo que provoca una demanda de oxígeno superior a la cantidad que proporciona el aparato circulatorio.

Por ello se produce una degradación sin oxígeno o **fermentación**. El piruvato no entra en la mitocondria y, en el citoplasma, se transforma en lactato. El rendimiento energético de esta reacción es menor que si tuviera lugar mediante oxígeno, ya que el lactato todavía contiene energía química en sus enlaces.



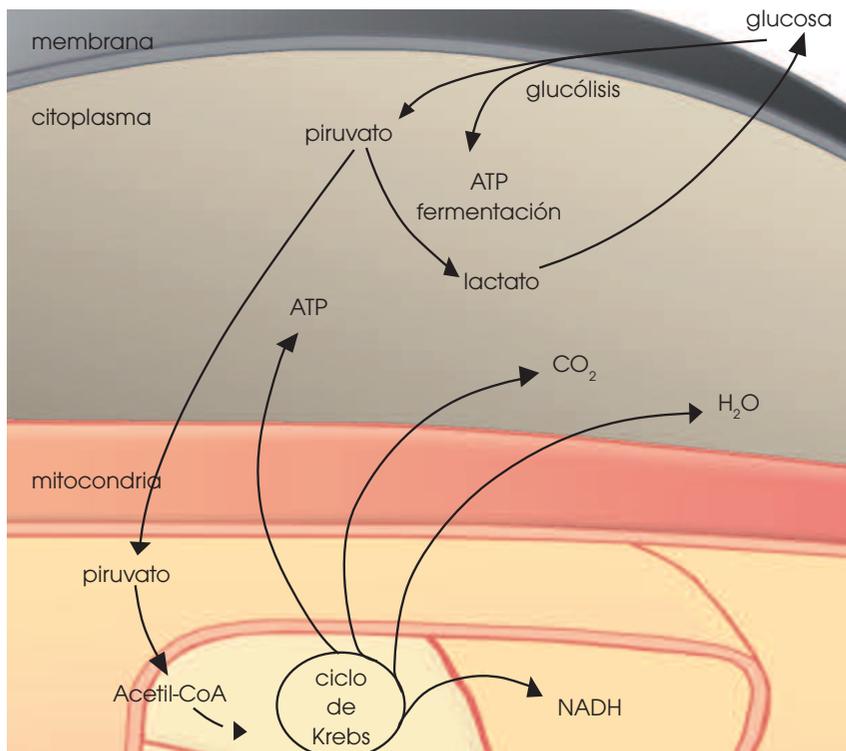
<http://goo.gl/RRvmbN>

**Hans Adolf Krebs**

El médico Hans Adolf Krebs (Hildesheim, Alemania, 1900 - Oxford, 1981) identificó en colaboración con el bioquímico Kurt Henseleit, el conjunto de reacciones químicas conocidas posteriormente con el nombre de *ciclo de la urea*.

En 1935 fue nombrado profesor y director del Departamento de Bioquímica en Sheffield (Inglaterra), y comenzó sus trabajos sobre el metabolismo celular, fundamentalmente en la transformación de los nutrientes en energía.

El grupo de Krebs descubrió la acción catalizadora del citrato, que condujo al conocimiento definitivo del llamado *ciclo del ácido cítrico* o *ciclo de Krebs*. Albert Lipmann, con su estudio sobre el coenzima A, completó el conocimiento de dicho ciclo, y ambos recibieron en 1953 el Premio Nobel de Medicina. Este ciclo es la vía fundamental para la degradación de la mayoría de los compuestos orgánicos.





# Experimento



## Tema:

Liberación de  $O_2$  y consumo de  $CO_2$  durante la fotosíntesis

## Investigamos:

En la fase dependiente de la luz se produce la fotólisis de una molécula de agua y, como consecuencia, se libera  $O_2$  y  $H^+$ . Por otro lado, en la fase independiente de la luz o ciclo de Calvin tiene lugar la reducción del  $CO_2$  y, como consecuencia, se sintetizan glúcidos.

## Objetivo:

- Aplicar técnicas sencillas para la determinación del contenido de agua en la materia viva.

## Materiales:

- cinco ramas de *Hygrophila*
- una cucharada de bicarbonato de sodio
- 250 ml de agua destilada
- dos embudos
- dos tubos de ensayo
- una barra de plastilina
- dos vasos de precipitados de 600 ml
- una cuchara

## Proceso:

1. **Llenen** el vaso de precipitados con agua destilada y **añadan** una cucharada de bicarbonato de sodio.
2. **Coloquen** en el vaso de precipitados varias ramas de *Hygrophila*.
3. **Pegu en** en la parte ancha del embudo dos o tres bolitas de plastilina.
4. **Cubran** las ramas con el embudo. Este debe apoyarse sobre las bolas de plastilina permitiendo la comunicación entre el agua del vaso y la del interior del embudo. La parte estrecha del embudo ha de quedar cubierta por el agua del vaso de precipitados.
5. **Llenen** con agua destilada un tubo de ensayo. Taparlo con el dedo pulgar e invertirlo y, de este modo, sumergirlo en el agua del vaso.
6. **Quitén** el dedo pulgar y situar el tubo en la parte estrecha del embudo, evitando que entre aire en el tubo. (En caso de que entre aire, volver a repetir este proceso.)
7. **Sitúen** el montaje a la luz solar durante cinco o seis horas.
8. **Preparen** un montaje idéntico y **colóquenlo** en la oscuridad.
9. **Observen** y **anoten** los resultados transcurridas 24 horas.

## Cuestiones:

10. Antes de obtener los resultados, **elaboren** una hipótesis que explique:
  - En cuál de los dos montajes se libera  $O_2$ .
  - Cómo se demuestra la presencia de  $O_2$ .
  - En cuál de los dos montajes se reduce  $CO_2$ .
  - Por qué se añade bicarbonato de sodio al agua del vaso de precipitados.
  - Si existe alguna relación entre la liberación de  $O_2$  y la reducción de  $CO_2$ .
11. Transcurridas las 24 horas, **expliquen** las diferencias entre el montaje que ha permanecido a la luz y el que ha estado en la oscuridad.



## Resumen

### 1. Biomoléculas orgánicas

Las principales **biomoléculas orgánicas** son los glúcidos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos.

Los **glúcidos** son biomoléculas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Su función principal es energética y estructural, aunque, en ocasiones, también actúan como moléculas de reserva.

Los clasificamos en función de la cantidad de monómeros que formen el polímero. Los glúcidos más sencillos son los **monosacáridos**, tienen función energética y el más destacado es la glucosa. Los **oligosacáridos** cuentan con entre dos y diez monosacáridos, también tienen función energética y los más representativos son la **sacarosa** y la **lactosa**. Los polisacáridos son polímeros de una gran cantidad de monosacáridos y pueden actuar como elementos estructurales como la **celulosa** o la **quitina** o como reserva de energía como el **almidón** y el **glucógeno**.

Los **lípidos** son biomoléculas con gran diversidad de composiciones y funciones. Los más básicos son los **ácidos grasos** que pueden ser saturados o insaturados. Como derivados de los ácidos grasos, existen otros lípidos como los **acilglicéridos**, con función de reserva energética o las **ceras**, con función estructural. Los **fosfolípidos** son lípidos muy importantes ya que conforman la membrana plasmática de la célula. Otros lípidos cumplen funciones de comunicación y algunos son considerados **vitaminas**.

Las **proteínas** son biomoléculas con gran diversidad de funciones. Están formadas por **aminoácidos** y presentan distintos niveles de estructura en función de cómo se encuen-

tren las cadenas. Sus funciones van desde estructural, como el **colágeno**, a transportadora como la **hemoglobina**, pasando por funciones inmunológicas, como las **inmunoglobulinas**.

Un tipo muy específico de proteína son las **enzimas**, que ayudan a catalizar las reacciones metabólicas que ocurren en la célula. Las enzimas se unen al sustrato a través del **sitio activo** para reducir la **energía de activación** de una reacción, permitiendo que esta ocurra más rápido. Su función depende de muchos factores como la temperatura, el pH o la concentración de sustrato.

Los **ácidos nucleicos** son las biomoléculas que contienen la información genética y permiten que se sinteticen las proteínas. Están formados por nucleótidos de ribosa (ARN) o desoxirribosa (ADN) unidas a bases nitrogenadas que son la **adenina**, **guanina**, **citocina**, **timina** y **uracilo**. El **ADN** forma una **doble hélice complementaria** y **antiparalela** que contiene en su secuencia de nucleótidos la información para la síntesis de proteínas. Esta información se transfiere en pequeños fragmentos de **ARN** que pueden ser leídos y traducidos a proteína.

Al conjunto de reacciones bioquímicas que ocurren en la célula lo denominamos **metabolismo**. Si en las reacciones se sintetiza materia orgánica gracias a un gasto de energía se habla de **anabolismo**. El ejemplo más común de este tipo de reacción es la fotosíntesis. Si por el contrario lo que ocurre es la degradación de materia orgánica con el objetivo de desprender energía, nos referimos al **catabolismo**. Esto ocurre en la respiración celular.



BLOG

## ¿Los desechos humanos transformados en vitaminas, plástico y comida? Sí, la NASA ya trabaja en ello.

Es interesante ver cómo siguen surgiendo proyectos que buscan aprovechar los desechos humanos, transformándolos ya sea en combustible, o como en este caso, en materia prima para la elaboración de herramientas e inclusive como comida y vitaminas para los astronautas.

La NASA acaba de anunciar que han dado autorización a la Universidad de Clemson, además de un presupuesto de 200 000 dólares, para que sus investigadores trabajen y desarrollen procesos que hagan posible que los desechos puedan ser reutilizados, sobre todo dentro de las misiones espaciales en la ISS. Más información en el siguiente *link*: <http://goo.gl/h0hefP>.



<http://goo.gl/P9UD7b>

SOCIEDAD

## Señales de que se necesitan vitaminas

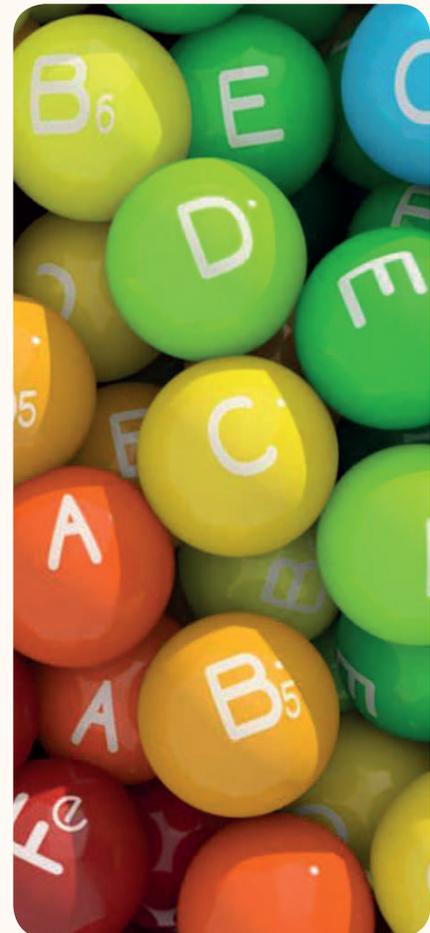
Las autoridades sanitarias advierten que, con adoptar una dieta normal y bien equilibrada, no tendremos que ingerir suplementos.

Las **vitaminas** son micronutrientes esenciales que el cuerpo necesita en pequeñas cantidades para realizar sus diversas funciones. Estas se dividen en dos grupos: las solubles en agua (vitaminas del complejo B y C) y las vitaminas liposolubles (A, D, E y K).

Se necesitan pequeñas cantidades de vitamina A, vitamina D, vitamina E y vitamina K para mantener una buena salud. El cuerpo no necesita estas vitaminas todos los días y los almacena en el hígado y el tejido adiposo (grasa) cuando no se utilizan. Las autoridades sanitarias advierten que con adoptar una dieta normal y bien equilibrada no tendremos que ingerir suplementos. **Visita** el siguiente *link*: <http://goo.gl/W28XdL>.

SENTIDO CRÍTICO

En el siguiente enlace, encontrarás un documental sobre las proteínas, los robots de la vida: <https://goo.gl/3WqXHT>.



<http://goo.gl/dtDKAO>

SI YO FUERA...

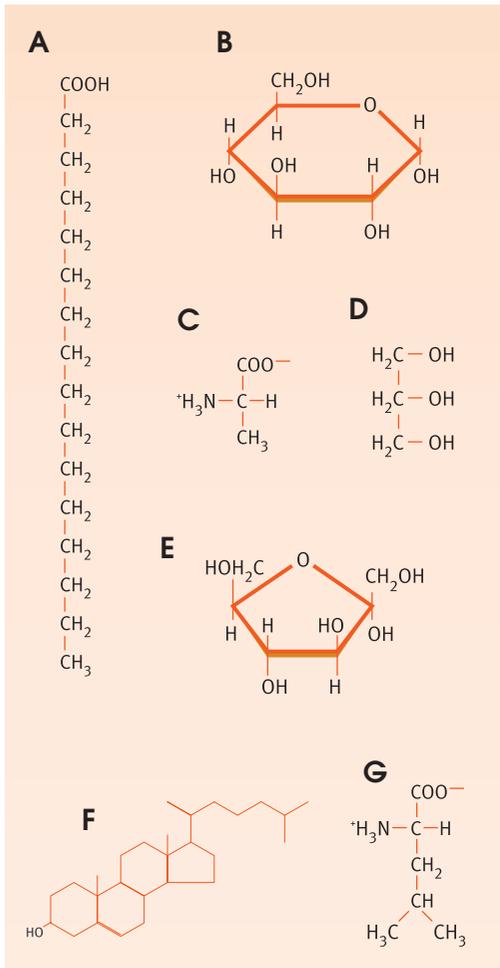
Un **bioquímico**, me especializaría en el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los organismos vivos a nivel molecular. Realizaría investigaciones de carácter tecnológico mediante técnicas avanzadas como electroforesis o PCR. Estudiaría entre otras cosas, el ADN y su composición.



<https://goo.gl/VhwsDp>

# Para finalizar

1. **Observa** las moléculas de la figura y contesta las siguientes cuestiones:



- De las moléculas de la figura, ¿cuáles son monosacáridos?
- Escribe la fórmula resultante de la unión de los monosacáridos presentes en la figura. ¿Qué tipo de biomolécula se habrá formado?
- ¿Qué tipo de biomolécula se forma?
- ¿Cómo denominamos este enlace?
- ¿Cuál o cuáles moléculas de la figura son ácidos grasos?
- ¿Con cuál de las moléculas de la figura se combinan los ácidos grasos para almacenar energía en la célula?

**Nombra** este compuesto y **escribe** su fórmula general.

- ¿Qué tienen en común las moléculas A y F? **Explicalo**.
- ¿Cuál o cuáles moléculas de la figura son aminoácidos?
- Escribe** la fórmula resultante de su unión. **Indica** cómo denominamos este enlace y nombra el compuesto resultante.

2. Si comparamos las estructuras primarias de la insulina de diversos mamíferos, observamos que existe una secuencia pequeña que las diferencia. **Observa** las estructuras primarias de la insulina de buey y de cordero.

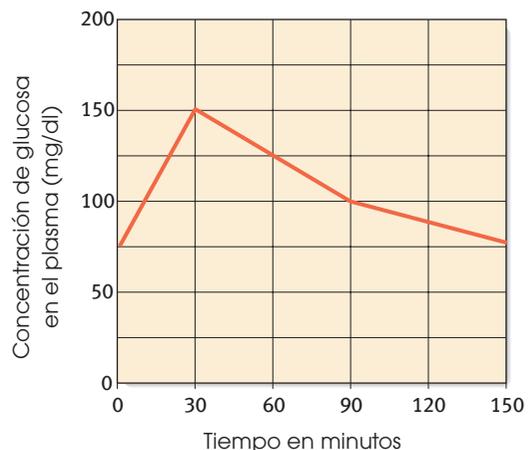
Insulina de buey: ala-ser-val

Insulina de cordero: ala-gly-val

- Explica** qué significa *estructura primaria de la insulina*. **Explica** la estructura general de sus monómeros.
- ¿Qué relación existe entre las secuencias de la insulina y del ADN?

3. **Observa** el gráfico adjunto. **Muestra** la evolución de la concentración de la glucosa en diversos momentos después de haber ingerido un alimento.

A partir de la información que suministra el gráfico:



a. **Completa** en tu cuaderno la tabla siguiente:

Tiempo	minuto 0	minuto 30	minuto 90	minuto 150
Concentración de glucosa				

b. **Justifica** el aumento y descenso de la glucosa en el plasma después de la ingestión del alimento.

- ¿Por qué los enzimas pierden su actividad cuando se les somete a altas temperaturas?
- Los virus pueden tener como material genético: ADN de cadena sencilla o doble, o ARN de cadena sencilla o doble.

En la siguiente tabla se indica la composición de bases nitrogenadas de cuatro virus:

	Adenina	Guanina	Citosina	Timina	Uracilo
Virus 1	30,9	19,9	19,8	29,4	----
Virus 2	23,3	21,1	19,8	35,8	----
Virus 3	23,1	20,2	29,1	----	34,6
Virus 4	30,8	18,6	18,6	----	31,7

—**Indica y justifica** qué tipo de ácido nucleico tiene cada uno de los virus.

6. ¿Cuáles de estas estructuras de una proteína suelen estar relacionadas con los enlaces por puentes de hidrógeno?

- Primaria y secundaria.

## AUTOEVALUACIÓN

Reflexiona y **autoevalúate** en tu cuaderno:

- Trabajo personal

¿Qué tema me ha resultado más fácil y cuál más difícil de comprender?

¿He cumplido mis tareas?

¿Qué aprendí en esta unidad temática?

- Trabajo en equipo

¿He compartido con mis compañeros y compañeras?

¿He respetado las opiniones de los demás?

- **Escribe** la opinión de tu familia.

- **Pide** a tu profesor o profesora sugerencias para mejorar y **escríbelas**.

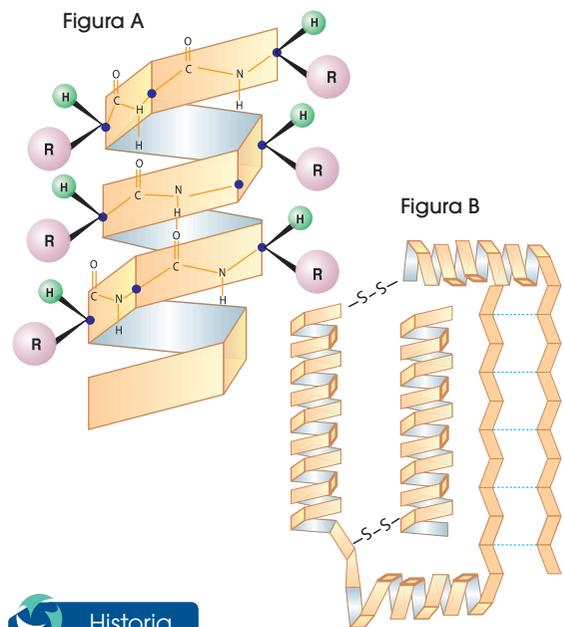
- Secundaria, terciaria y cuaternaria.
- Primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

7. **Razona** si es correcta esta afirmación:

- Todas las proteínas tienen estructura cuaternaria, pero no todas presentan estructura primaria.

8. ¿Qué fenómeno sufren las proteínas de un huevo cuando lo freímos? **Explicalo**.

9. **Indica** qué tipo de estructura y qué enlaces se observan en estas figuras.



Historia

10. **Responde:**

“Durante los siglos XVI y XVII era muy común que los marineros padecieran enfermedades relacionadas con la falta de vitaminas como el escorbuto. ¿Cuáles son las causas por las que el escorbuto era tan común entre los marineros?”

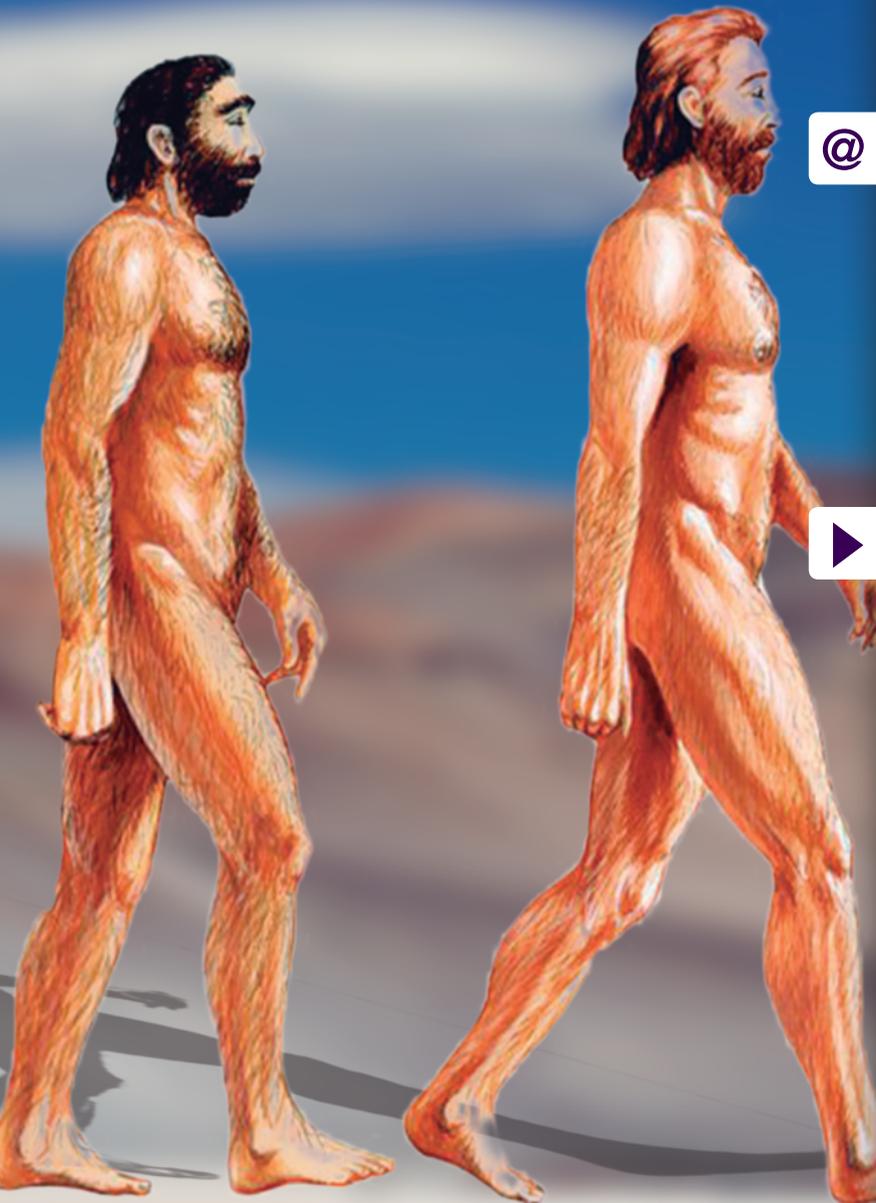
# 3

## Evolución de la vida



### CONTENIDOS:

1. El origen de las especies
  - 1.1. Fijismo y catastrofismo
  - 1.2. El lamarckismo
2. El darwinismo
  - 2.1. La teoría de Darwin
  - 2.2. El viaje del Beagle
  - 2.3. El neodarwinismo
3. La especiación y las teorías actuales
  - 3.1. El gradualismo
  - 3.2. El puntualismo
4. Tipos de selección natural
  - 4.1. Selección normalizadora
  - 4.2. Selección disruptiva
  - 4.3. Selección direccional
  - 4.4. Proceso de especiación
  - 4.5. Deriva génica
  - 4.6. Selección natural vs. selección artificial
5. Las pruebas de la evolución
  - 5.1. El registro fósil
  - 5.2. La anatomía comparada
  - 5.3. La embriología comparada
  - 5.4. La comparación del ADN
  - 5.5. La biogeografía
6. La evolución humana
  - 6.1. La hominización
  - 6.2. La capacidad craneal y la cultura
  - 6.3. El origen del ser humano actual



### Noticia:

**El manglar:** un bioma pequeño, pero megadiverso

Este tipo de bioma formado por árboles (mangle) son tolerantes a la sal, ya que ocupan la zona intermareal, que está cercana a las desembocaduras de cursos de agua dulce de las costas de latitudes tropicales de la Tierra. Así, entre las áreas mayor extensión de manglar se incluyen estuarios y zonas costeras.

<http://goo.gl/cy2LKd>



### Web:

#### Descubrimiento de las islas Galápagos

Las islas Galápagos fueron descubiertas accidentalmente el 10 de marzo de 1535, por el obispo español fray Tomás de Berlanga mientras realizaba una expedición hacia el Perú. Sin embargo, existen investigaciones que argumentan que las islas fueron descubiertas por nativos de América del Sur mucho antes de la Conquista española.

<http://goo.gl/VlzoJ7>



### Video:

En el siguiente documental corto se habla sobre la biodiversidad en términos generales y cómo nos proporciona todos los recursos que necesitamos en nuestra vida cotidiana.

<https://goo.gl/Xgx9DC>

## EN CONTEXTO:

**Lee** la noticia anterior y **responde**:

¿Cuál fue la travesía original de fray Tomás de Berlanga? A pesar de que él fue el descubridor oficial de las islas Galápagos, ¿cuáles colonos de América del Sur ya se encontraban en Ecuador y pudieron haber sido los posibles descubridores?

Del documental corto sobre la biodiversidad y a base de los conocimientos previos adquiridos, explica:

- ¿Qué beneficios sociales nos podría estar brindando la biodiversidad?
- ¿Cuál es la importancia ambiental, económica y social de la biodiversidad?

# I. EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

A lo largo de la historia de la biología, siempre ha habido científicos que se han preguntado sobre el origen de la gran diversidad de especies.

En la antigua Grecia, pensadores como Anaximandro ya se planteaban el origen de las especies. Pero fue durante los siglos XIX y XX cuando se elaboraron más teorías al respecto.

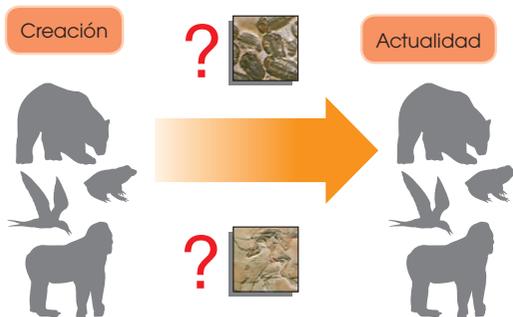


<http://goo.gl/9fCCSj>

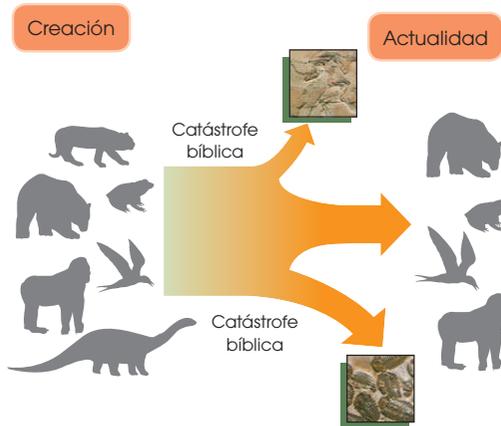
Georges Cuvier (1769 - 1832)

Muchas veces estas teorías estaban más influidas por las creencias religiosas de la época que basadas en observaciones científicas exhaustivas. Ello conllevó numerosos problemas e incluso el descrédito de algunos científicos en desacuerdo con esas creencias.

A continuación, vamos a conocer algunas de estas teorías.



■ Esquema de la teoría fijista



■ Esquema de la teoría catastrofista

## 1.1. El fijismo y el catastrofismo

Ambas teorías estaban basadas en la interpretación literal de la *Biblia*. Decimos que son teorías creacionistas, porque consideraban que todos los seres vivos que existían en la Tierra tenían su origen en la Creación divina.

### La teoría fijista

Según la teoría fijista, todas las especies tienen su origen en la Creación bíblica y se han mantenido tal y como fueron creadas hasta la actualidad. La teoría fijista fue aceptada durante muchos años como válida. La teoría fijista no podía explicar, entre otras cosas, la existencia de fósiles de muchas especies diferentes a las especies actuales.

### La teoría catastrofista

Según la teoría catastrofista, hubo extinciones de algunas especies que coincidieron con las catástrofes descritas en la *Biblia*. Estas catástrofes explicarían la existencia de fósiles de especies que ya no existen.

Georges Cuvier (Francia, 1769-1832), uno de los naturalistas más conocidos de su época, fue el principal defensor de esta teoría. Según Cuvier, después de cada catástrofe, el espacio dejado por las especies extintas era ocupado por especies procedentes de otros lugares geográficos.

1. ¿Qué diferencias existen entre la *teoría fijista* y la *teoría catastrofista*?  
— ¿Cuál de las dos justifica la existencia de fósiles? ¿Cómo la justifica?
2. **Explica** por qué en la actualidad ni el fijismo ni el catastrofismo están aceptados científicamente.  
— ¿Qué pruebas aportarías para rebatir ambas teorías?

Actividades

## 1.2. El lamarckismo

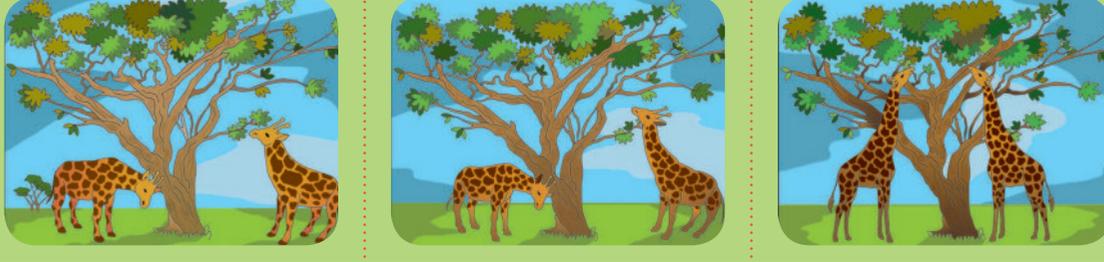
Esta teoría toma el nombre de Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck. En 1809 **Lamarck** publicó su obra *Filosofía zoológica*, considerada la primera **teoría evolucionista** de la historia científica moderna.

Las **teorías evolucionistas** son todas aquellas teorías que proponen la diversidad actual de especies como fruto de cambios sucesivos en especies anteriores.

La teoría de Lamarck se puede resumir en los siguientes tres puntos:

- Todas las especies actuales proceden de otras especies anteriores, a partir de las cuales se han originado mediante cambios sucesivos.
- Estos cambios se han producido por un esfuerzo intencionado de los organismos, dirigido a mejorar ciertas cualidades. Estas cualidades mejoradas serán los llamados caracteres adquiridos.
- Los caracteres adquiridos a lo largo de la vida de un organismo que resultan beneficiosos pasarán a sus descendientes.

El siguiente ejemplo hipotético esquematiza la teoría de Lamarck:



Los antecesores de las jirafas actuales serían unos animales de cuello corto parecidos a los okapis actuales.

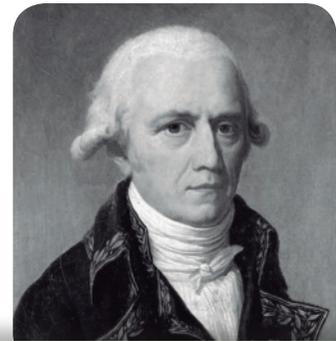
Cuando escasea el alimento, los individuos se esfuerzan para llegar a las capas de follaje más altas. De esta manera se les alarga el cuello.

El carácter «cuello largo» pasa a los descendientes que, a su vez, alargarán más el cuello, y así sucesivamente hasta las jirafas actuales.

3. ¿Por qué la teoría de Lamarck es *evolucionista*?

**Solución:** Hasta 1809 todas las teorías proponían que las especies existentes habían existido desde la creación y siempre habían sido iguales. Sin embargo, en esa fecha Lamarck propuso una teoría en la que se considera que las especies cambian a lo largo del tiempo en función del ambiente. A esto se le llama evolución y por eso la teoría de Lamarck es evolucionista.

4. ¿Por qué el alargamiento del cuello de las jirafas por el esfuerzo continuado no pasará a sus descendientes? ¿Qué tipos de cambios pueden pasar a los descendientes?



<http://goo.gl/ixCAGb>

**Jean Baptiste de Monet**  
(1744 - 1829) caballero de Lamarck

### Y TAMBIÉN:



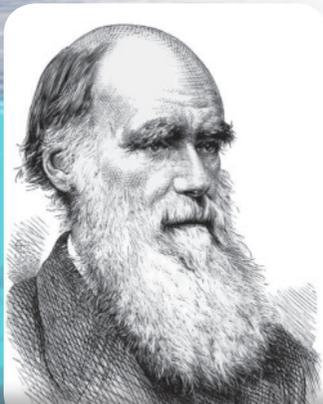
Félix de Azara (Barbuñales, Huesca, 1742-1821) fue militar, ingeniero y naturalista. Durante su destino en Paraguay, realizó una extensa descripción de centenares de especies de la fauna de aquella zona.

Azara, igual que otros naturalistas y científicos predarwinianos, se planteó la posibilidad de que las especies pudiesen evolucionar. Su obra, traducida al francés, parece que fue conocida por Darwin.



<https://goo.gl/4pFmGx>

Las islas Galápagos, en el océano Pacífico, fueron una de las escalas del viaje de Darwin que más marcaron sus investigaciones. Permaneció en ellas poco más de dos semanas durante el otoño de 1835.



<http://goo.gl/PXFEbtd>

Charles Darwin

## Críticas al lamarckismo

En su época, Lamarck fue duramente atacado, especialmente por Cuvier. Los motivos por los que entonces se rechazó su teoría fueron:

- Lamarck no aportó las pruebas necesarias, imprescindibles para sustentar cualquier teoría.
- Los científicos de la época consideraban que existen muchos caracteres que a los organismos no les es posible fomentar voluntariamente, como por ejemplo, el color del pelaje.

Actualmente, no se aceptaría la teoría de Lamarck por dos razones:

- Los caracteres que pasan a la descendencia son los caracteres heredables cuya información se encuentra en el ADN organizada en genes. Los organismos no pueden inducir cambios voluntariamente sobre el ADN y, por tanto, no hay intencionalidad en la evolución.
- Los cambios físicos y fisiológicos que puede favorecer un organismo no afectan al ADN y, por tanto, no pasarán a sus descendientes.

## 2. EL DARWINISMO

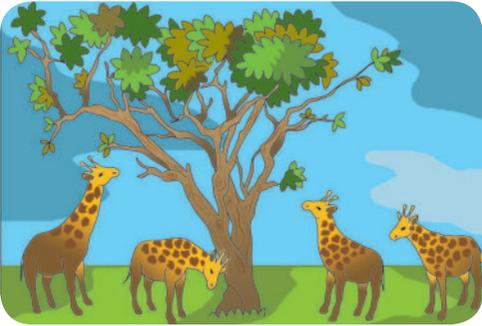
Charles Darwin (Shrewsbury, 1809 - Down, 1882) es uno de los científicos más conocidos e influyentes de la historia de la biología. Darwin destacó por sus grandes dotes como observador naturalista.

### El viaje de Darwin

Después de abandonar los estudios de Medicina, Darwin emprendió un viaje alrededor del mundo a bordo del Beagle que duró cinco años (1831-1836). Durante este viaje llevó a cabo numerosas expediciones a tierra firme, en el transcurso de las cuales:

- Observó las variaciones de diferentes poblaciones cercanas en el espacio, pero separadas por barreras geográficas, como las poblaciones de pinzones en las islas Galápagos.
- Elaboró detalladas descripciones de toda la flora y la fauna que iba estudiando.
- Tomó muestras de fósiles, animales y vegetales. Ej.: huesos de Megaterium que encontró en Sudamérica.

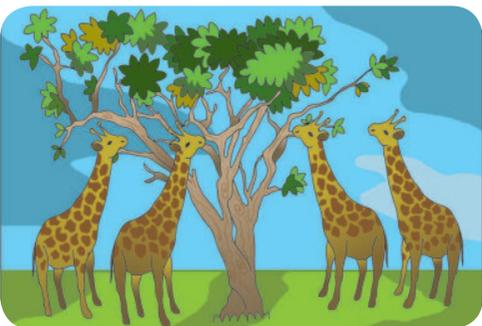
El siguiente ejemplo esquematiza la teoría de Darwin:



Los antecesores de las jirafas actuales formaban una población con cierta variabilidad para el carácter «longitud del cuello»; ciertos individuos tenían el cuello más largo.



Cuando escasea el alimento, los individuos con el cuello más largo llegan mejor a las capas superiores del follaje. Están mejor adaptados.



Los individuos con el cuello más largo se reproducirán con mayor facilidad y dejarán más descendientes, aumentando su proporción en la siguiente generación. La selección natural seguirá actuando generación tras generación hasta dar lugar a las jirafas actuales.

Posteriormente, dedicó su vida al estudio de las notas y las muestras recopiladas. Todos los datos que iba obteniendo de su estudio apuntaban hacia una teoría evolucionista. En 1858, un joven científico llamado Alfred Russel Wallace remitió sus teorías evolucionistas a Darwin. Viendo los numerosos puntos en común de las dos investigaciones, decidieron publicar conjuntamente sus opiniones en la revista de la Sociedad Linneana.

Un año después, en 1859, Darwin publicó su obra *El origen de las especies*, en la que exponía ampliamente **la teoría sobre la evolución de las especies**.

## 2.1. La teoría de Darwin

La teoría de la evolución de Darwin se asienta en tres puntos fundamentales:

- **La variabilidad:** Las poblaciones de seres vivos no son uniformes, sino que presentan cierta variabilidad, mayor o menor en función de la especie observada. En un ambiente estable con suficientes recursos, las poblaciones mantienen el número de individuos y conservan su variabilidad.
- **La adaptación:** Ante un cambio en el ambiente desfavorable a una especie, de entre toda la variabilidad existente, habrá algunos individuos que quizá presentarán unas características más adecuadas al nuevo ambiente. Estos individuos estarán mejor adaptados.
- **La selección natural:** Los individuos mejor adaptados se reproducirán más fácilmente y dejarán más descendencia. Esta descendencia heredará los caracteres que determinan una mejor adaptación. Si la selección se repite en cada generación durante miles de años, toda la población presentará el carácter que determina una mejor adaptación.



<http://goo.gl/reOccD>

Prohibida su reproducción

### Contexto sociocultural en la época de Darwin



<https://goo.gl/aGvw1Z>

Detalle de una pintura conmemorativa del primer centenario de Estados Unidos (1876). Se representan algunos avances del siglo XIX, como los progresos en la navegación y en las técnicas agrícolas.

El siglo XIX se caracteriza por las grandes transformaciones y contradicciones provocadas por la industrialización; las reivindicaciones y revoluciones burguesas, obreras y campesinas; la consolidación del capitalismo y el liberalismo, y el auge del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico.

La nueva sociedad surgida de la industrialización y el establecimiento de nuevas disciplinas científicas favorecieron el desarrollo intelectual y el afán de conocimiento.

A pesar de todo, el mundo de mediados del siglo XIX aún no estaba preparado para asimilar las ideas revolucionarias de Charles Darwin.

La difusión de las teorías de Darwin constituyó la primera gran polémica científica, ya que contradecía las creencias basadas en la interpretación literal de la Biblia sobre la creación del mundo y de los seres vivos, al mismo tiempo que equiparaba al ser humano con el resto de las especies en su origen y evolución. El desarrollo de estudios posteriores confirmó las ideas de Charles Darwin y dio pie al reconocimiento de la ciencia, en todos sus ámbitos, y de los científicos como pilares básicos para el progreso de las sociedades modernas.

### Críticas al darwinismo

En la sociedad científica de la época de Darwin, las teorías aceptadas sobre el origen de las especies eran creacionistas. La publicación de las teorías de Darwin causó un gran revuelo, siendo especialmente criticadas las teorías concernientes al origen del ser humano, ya que entraban directamente en conflicto con la teoría de la Creación divina bíblica.

Con el tiempo, la teoría de la evolución de Darwin fue aceptada y ha sido una de las aportaciones más influyentes en el campo de las ciencias de la vida.

No obstante, quedaron algunas preguntas que Darwin no pudo solucionar en su momento:

- ¿Cómo se generaba la variabilidad en la población de una determinada especie?
- ¿Cómo pasaban los caracteres de los progenitores a sus descendientes?

Debemos tener en cuenta que, pese a que los trabajos de Mendel fueron publicados en 1865, Darwin nunca llegó a conocerlos. No fue hasta más tarde cuando los conocimientos sobre genética permitieron dar respuesta a las preguntas que planteaba la teoría de Darwin.

5. ¿Por qué crees que Darwin tardó tanto en publicar su teoría sobre el origen de las especies?
6. **Enumera** al menos seis características que demuestren la variabilidad presente en la especie humana. Procura que alguna de ellas no sea una característica observable a simple vista.
7. ¿Cómo explicaría Darwin la evolución de las alas en los pingüinos? Utiliza un esquema como el que aparece en el libro para explicarlo.
8. **Explica** las diferencias entre la teoría lamarckista y la teoría de Darwin.

Actividades

<https://goo.gl/zp41n>

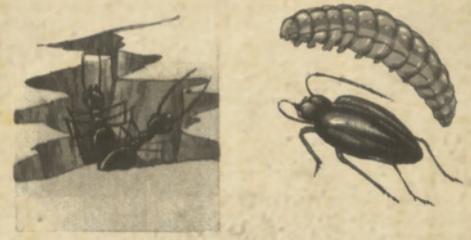
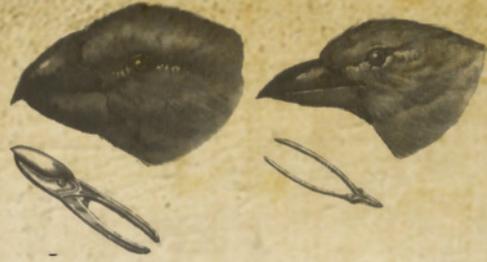
## Los pinzones de Darwin

Una de los animales que más llamó la atención de Darwin, durante su estadía en las islas Galápagos, fueron los **pinzones**. Darwin observó a las trece especies diferentes que existen en las islas, y todavía una especie más en el continente; y pudo comprobar que estas aves son muy similares entre sí excepto por la **forma y tamaño de su pico**.

## 2.2. El viaje del Beagle

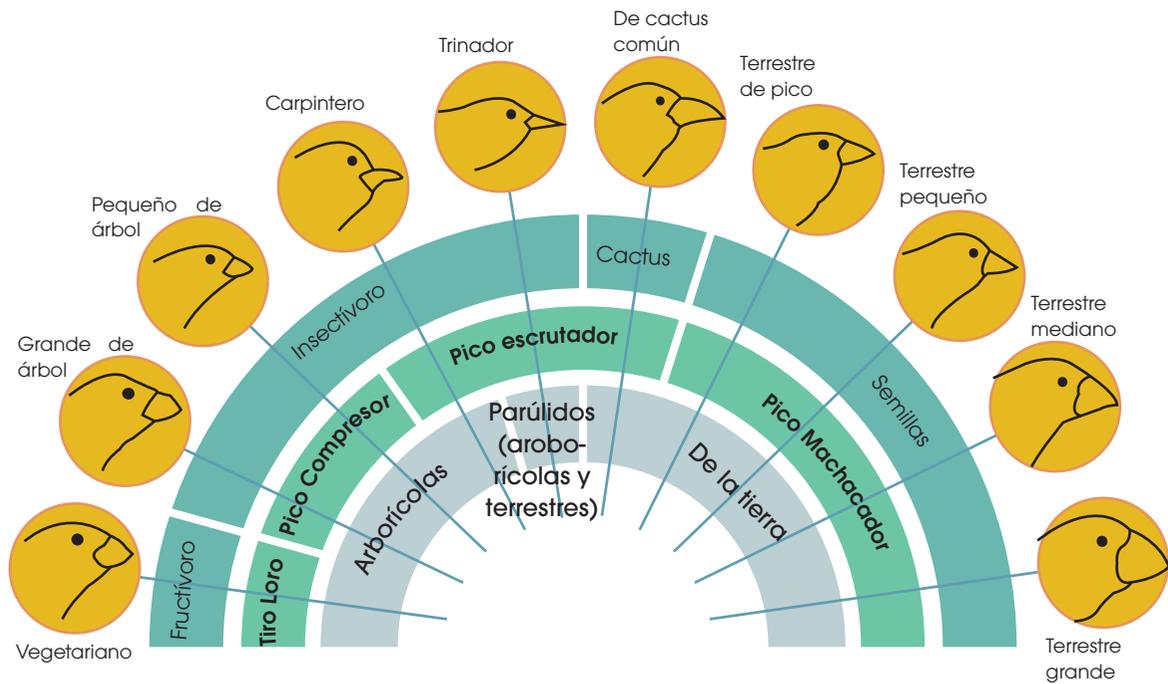
Poco después de graduarse en la Universidad de Cambridge, Charles Darwin fue invitado a embarcarse en el bergantín HMS Beagle para desempeñar labores de naturalista. Este barco realizó un viaje alrededor del mundo y sirvió a Darwin como herramienta para estudiar una gran variedad de paisajes, plantas, animales y accidentes geográficos.

El 27 de diciembre de 1831, el Beagle zarpó de Plymouth (Inglaterra) y no regresó hasta casi cinco años después, el 2 de octubre de 1836. El barco inició su travesía hacia Sudamérica, y recorrió gran parte de su costa, desde Bahía (Brasil) hasta las islas Galápagos (Ecuador) pasando por las costas de Uruguay, Argentina, Chile y Perú. La etapa americana del viaje duró cerca de cuatro años, después de los cuales, el Beagle se dirigió a Australia y Nueva Zelanda. Desde allí el viaje continuó por el sur de África hasta, finalmente, volver a Inglaterra.



<https://goo.gl/4g82fs>





A pesar de que todas estas especies forman parte del mismo grupo taxonómico y son muy cercanas entre sí, presentan una clara diferenciación en la estructura de su pico, lo cual se ha convertido en una de las pruebas más importantes a favor de la teoría darwinista de la evolución de las especies.

Después de numerosos estudios, se ha demostrado que la estructura del pico de los pinzones está directamente relacionada con la alimentación de cada uno de ellos y, por tanto, con los alimentos disponibles en cada isla del archipiélago de Galápagos.

De esta manera, existen pinzones que se alimentan de frutas, otros de insectos y otros de semillas. Los pinzones frugívoros tienen un pico similar al de un loro, preparado para romper los frutos; mientras que los que se alimentan de semillas tienen un pico grueso que les permite machacar las semillas con facilidad; mientras que los pinzones insectívoros tienen un pico más fino y alargado para alcanzar larvas o cazar insectos con facilidad.

Este hecho es un claro ejemplo para ilustrar las ideas de Darwin sobre la evolución de las especies. Unas aves, en principio similares, pero con cierta variabilidad entre sus individuos, se vieron sometidas a distintos ambientes (en cada isla existían distintas condiciones ambientales y diferentes alimentos disponibles). Esto provocó que los individuos con distintas características fueran **seleccionados** en las islas en las que el ambiente les era más favorable y fueran desapareciendo en el resto de islas. De esta forma, los pinzones que consiguieron sobrevivir lo hicieron porque se **adaptaron** al medio en el que se encontraban. Como estos individuos se adaptaron mejor, tuvieron más descendencia, con lo que sus características se seguían repitiendo en las siguientes generaciones. De esta forma, la **selección natural** fue actuando hasta dejar en cada isla solamente pinzones con características adecuadas para la supervivencia en cada una de ellas.

9. **Investiga** acerca de los pinzones de Darwin y **realiza** un cuadro comparativo que represente la forma y tamaño del pico de cada uno, qué come, en qué isla se encuentra y cuáles son los alimentos disponibles en la isla en la que habita.

## 2.3. El neodarwinismo

En 1900, dieciocho años después de la muerte de Darwin, se descubrieron los trabajos de Mendel. Este hecho, junto con los avances en los conocimientos sobre la reproducción celular, determinó el inicio del auge de la genética. Los conocimientos sobre genética fueron la clave para solucionar los interrogantes que planteaba la teoría de Darwin.

En la década de 1930 a 1940, diversos científicos incorporaron los conocimientos sobre genética a sus estudios y elaboraron la denominada *teoría neodarwinista* o *sintética*. Los neodarwinistas tomaron como base la teoría de Darwin, pero solucionaron los puntos para los que él no tuvo explicación, la variabilidad y la herencia, y ampliaron la teoría aplicando los nuevos descubrimientos en biología.

A continuación, veremos los mecanismos en los que se basa la evolución según la teoría sintética.

### Mecanismos evolutivos

Según la teoría sintética, los mecanismos más importantes de la evolución son la *mutación*, la *selección natural* y la *deriva génica*.



<http://goo.gl/76yTTB>

**Theodosius Dobzhansky**

T. Dobzhansky (Ucrania, 1900, EE. UU., 1975). Genetista que, junto a Ernst Mayr, G. L. Stebbins y G. G. Simpson, fundó la teoría sintética o neodarwinismo.

Desde la publicación en 1937 de su libro *Genética y el origen de las especies*, la teoría sintética se considera el principio general para el estudio de la evolución.

#### Mutación

La mutación es un cambio permanente en el ADN. Si el cambio afecta a un gen, da lugar a la aparición de nuevos alelos y, por tanto, a nuevos fenotipos. Es una fuente de **variabilidad**.

Las mutaciones se producen al **azar**, por lo que no siempre representan una ventaja adaptativa.

Si afectan al ADN de los gametos, se pueden heredar y así pasar a los descendientes.

#### Selección natural

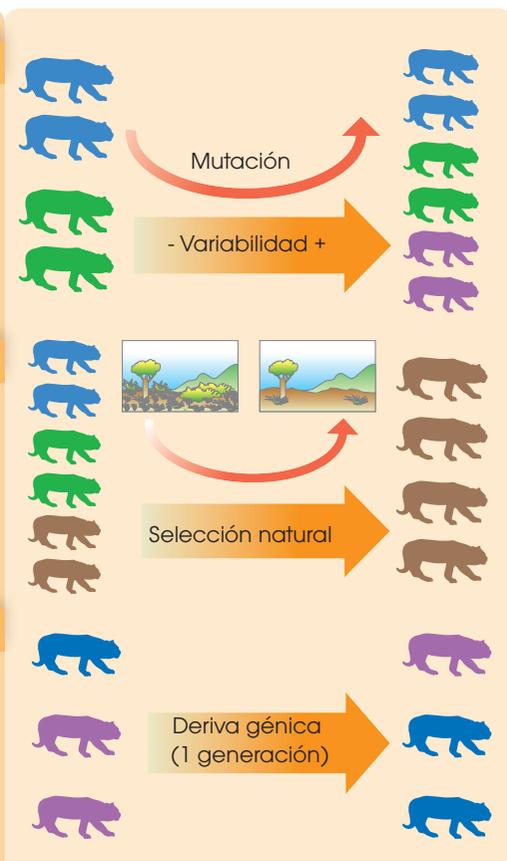
El número de individuos de la población de una determinada especie no puede crecer hasta el infinito, ya que los recursos del ambiente donde vive son limitados.

Normalmente, el número de individuos se mantiene constante hasta que un cambio en el entorno favorece el aumento del número de aquellos mejor adaptados. Este mecanismo es lo que conocemos como **selección natural**.

#### Deriva génica

La deriva génica es el cambio de proporción de un alelo de una generación a otra.

Puede dar lugar a la selección de un carácter aleatoriamente, es decir, sin que este carácter represente una ventaja aparente y sin que hayan variado las condiciones del entorno en el que se vive. Solo se da en poblaciones con un número reducido de individuos.



## Un ejemplo de la evolución

En el período de 1850 a 1900 la industrialización en Inglaterra promovió una evolución en la coloración de las alas de la mariposa del abedul *Biston betularia*. Esta evolución nos servirá de ejemplo para resumir la teoría neodarwinista.



- La coloración de las alas de la *Biston betularia* era blanca. Esta coloración le permitía pasar desapercibida sobre la corteza blanca de los abedules.
- En 1850 se describió un ejemplar de alas negras. Esta coloración se originó por mutación y aumentó la variabilidad de la población de mariposas del abedul.
- Las mariposas de alas negras tenían una desventaja: eran más visibles sobre la corteza blanca y, por tanto, más fáciles de detectar para sus depredadores.



- El aumento de las emisiones de humo por la creciente industria provocó el ennegrecimiento de la corteza de los abedules y, por tanto, un cambio en el ambiente de la *Biston betularia*.
- Las mariposas de alas blancas pasaron a ser muy visibles sobre la corteza negra, por lo que eran más vulnerables a sus depredadores.
- Las mariposas negras presentaban una ventaja al poder esconderse mejor, es decir, estaban mejor adaptadas al nuevo ambiente.



- El número de mariposas blancas disminuyó mucho, ya que, al ser más visibles a los depredadores, fueron cazadas en mayor proporción.
- Las mariposas negras podían protegerse mejor de sus depredadores y, por tanto, tenían mayor probabilidad de sobrevivir y también de dejar descendientes.
- Como consecuencia, el número de mariposas negras aumentó, ya que eran seleccionadas positivamente por la selección natural, por lo que dejaban más descendientes que habían heredado el nuevo alelo.

Este fenómeno evolutivo observado por primera vez en la mariposa del abedul se ha descrito posteriormente en otros artrópodos; es el llamado *melanismo industrial*. Este se define como el cambio de color predominante a consecuencia del cambio ambiental provocado por la actividad industrial.

10. ¿Qué mecanismos generan variabilidad en la población de una especie? **Explica** brevemente cada uno de ellos.
11. ¿Cómo se explicaría según la teoría sintética la evolución de las alas de los pingüinos? ¿Qué nuevas ideas aporta la teoría sintética respecto con la teoría de Darwin?

Actividades

### 3. LA ESPECIACIÓN Y LAS TEORÍAS ACTUALES

Las teorías actuales sobre el origen de las especies toman como base la teoría sintética de la evolución, pero difieren entre ellas sobre todo en lo relativo al momento y al cómo se da la aparición de nuevas especies.

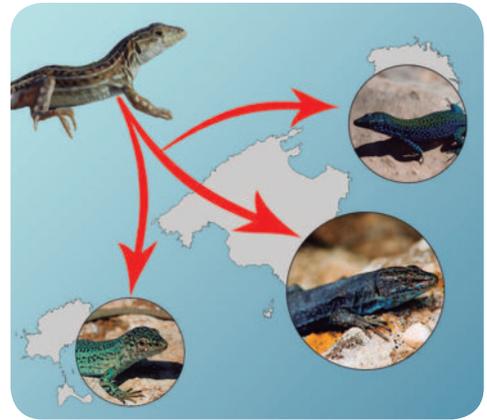
Una especie es un conjunto de individuos más o menos parecidos que son capaces de reproducirse entre ellos y dar lugar a descendencia fértil. El proceso de aparición de una nueva especie a partir de una preexistente es lo que llamamos *especiación*.

Para que se dé la especiación, deben producirse los siguientes fenómenos:

- Un grupo de individuos de una determinada población evoluciona diferenciándose del resto de la población.
- Ese grupo de individuos no puede reproducirse con la población inicial debido a que existe una separación física (ej.: vivir en dos islas diferentes) o temporal (ej.: épocas de fertilidad en distintas estaciones).
- Las diferencias son cada vez mayores, hasta que llega un momento en el que si se intentaran reproducir dos individuos de cada una de las poblaciones, no llegarían a reproducirse o no tendrían descendencia fértil. Ya se trata de dos especies diferentes.

Según la interpretación evolucionista del origen de las especies científicamente aceptada, todas las poblaciones de especies actuales provienen de otras especies ancestrales a partir de las cuales se han originado. La biodiversidad actual no es más que el resultado de la evolución por especiaciones sucesivas desde los primeros seres vivos que poblaron la Tierra hace 3850 millones de años.

La historia y el parentesco evolutivo de una especie se pueden representar mediante un esquema en forma de árbol llamado *cladograma*.



■ Especiación de la lagartija balear y la de las Pitiusas

#### Extinción y ser humano

Todas las especies están adaptadas a subsistir en un ambiente determinado. Si este entorno cambia y no existe ningún grupo de individuos de la población adaptado a los nuevos cambios, puede producirse la desaparición de la especie o extinción.

A lo largo de la historia de la Tierra, han existido numerosas extinciones de especies, algunas de ellas masivas. Una de las más conocidas es la extinción de los dinosaurios. Se cree que fue debida al aumento global de la temperatura del planeta producido por el impacto de un meteorito.

El ser humano es la única especie capaz de cambiar drásticamente su entorno. Esa capacidad implica una gran responsabilidad: modificar el entorno comporta variar el medio al que están adaptadas miles de especies de seres vivos. Actualmente, según datos de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), existen unas 17 300 especies en peligro de extinción, la mayoría de ellas debido a la actividad humana.

12. La mula es el animal híbrido resultado del cruce entre una yegua y un asno. Las mulas presentan características híbridas de asno y yegua, pero son estériles. **Responde** a las siguientes cuestiones:
- ¿Por qué el asno y la yegua no se consideran de la misma especie?
  - ¿Por qué no se considera una especie a la mula?

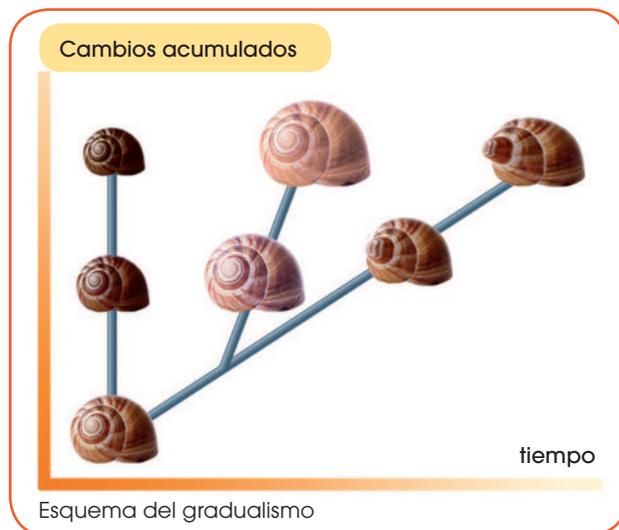
En la actualidad, las dos teorías sobre el origen de las especies son el gradualismo y el puntualismo. Ambas son evolucionistas.

### 3.1. El gradualismo

El gradualismo sostiene que:

- Una población de una especie determinada va acumulando cambios, fruto de la adaptación progresiva al entorno en el que vive.
- La acumulación de cambios lleva a la aparición de variedades y subespecies primero y a la especiación después.
- La aparición de nuevas especies es un proceso gradual que se da a lo largo de miles de años.

La principal crítica a esta teoría es la falta de fósiles de los hipotéticos pasos intermedios de muchas especies actuales. Los gradualistas defienden su postura sosteniendo que existieron ejemplares de los pasos intermedios pero que debido a las específicas condiciones de fosilización, se formaron fósiles de muy pocas especies.

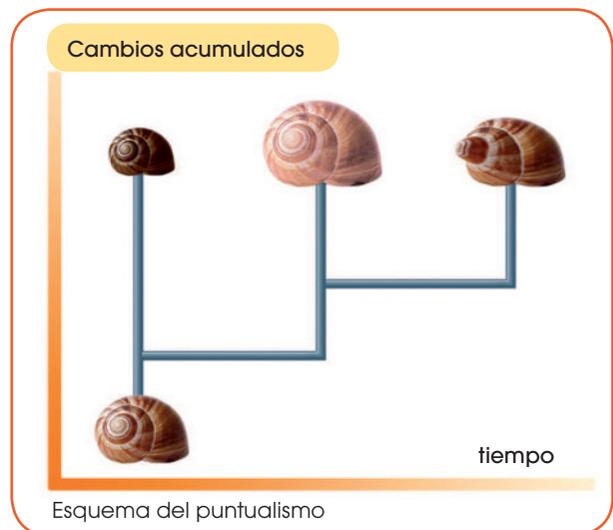


### 3.2. El puntualismo

La teoría puntualista o del equilibrio puntuado fue enunciada en 1972 por Stephen Jay Gould (EE. UU., 1941-2002) y Niles Eldredge (EE. UU., 1943). La teoría del equilibrio puntuado sostiene que:

- Una población de una especie determinada que vive en un ambiente que no varía se mantiene estable y sin cambios a lo largo del tiempo.
- La especiación se dará en una porción pequeña de esa población que, por motivos diversos, se ha quedado aislada en un ambiente diferente.
- Los cambios, lejos de ser graduales, se sucederán de forma brusca en un período corto de tiempo (cientos de años).

La teoría puntualista explicaría el hecho de no encontrar fósiles que muestren los cambios graduales. Los puntualistas sostienen su teoría como la principal, pero no excluyen que en determinados casos se pueda dar el modelo gradualista.



13. **Explica** las principales diferencias entre la teoría gradualista y la teoría puntualista.
14. ¿Cómo explica la teoría puntualista la ausencia de fósiles de las formas intermedias?
15. La teoría de Darwin, ¿era gradualista o puntualista? **Justifica** tu respuesta.

## 4. TIPOS DE SELECCIÓN NATURAL

La selección natural es un proceso que actúa de forma inevitable sobre todos los seres vivos; pero no actúa siempre de la misma manera. Si la selección afecta a la distribución de la variabilidad dentro de una población podemos hablar de **selección normalizadora** o estabilizante, **selección disruptiva** y **selección direccional**.

### 4.1. Selección normalizadora

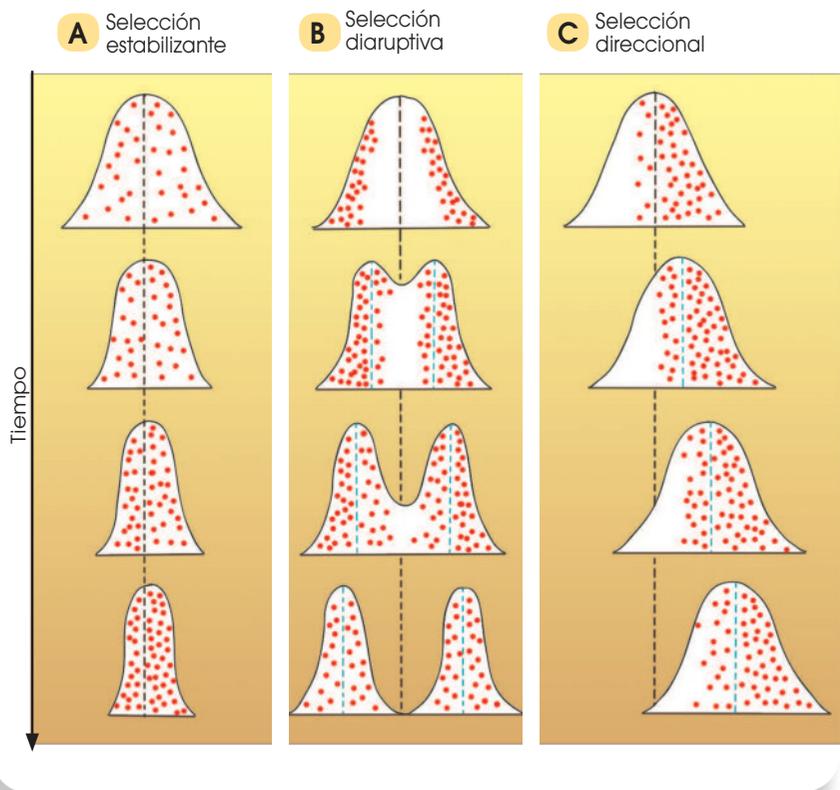
En este caso, los individuos que poseen una característica que les permite adaptarse mejor al medio son los que tienen rasgos **intermedios**; y el ambiente desfavorece a los individuos con características extremas. Por ejemplo, en un ambiente en el que salieran desfavorecidos tanto los individuos altos como los bajos, la población tendería a quedarse únicamente con individuos de talla mediana.

### 4.2. Selección disruptiva

Al contrario que en la normalizadora, este tipo de selección favorece los **extremos** a expensas de los individuos con características intermedias, y terminará creando dos especies distintas. Si tenemos en cuenta el ejemplo anterior, en este caso los individuos seleccionados serán tanto los altos como los bajos, y los individuos medianos terminarán por desaparecer.

### 4.3. Selección direccional

Este tipo de selección favorece el aumento de los individuos con una de las características extremas. Esto provocará que, con el paso del tiempo, todos los individuos cambien hacia el extremo favorable mientras que todos los demás dejarán de existir. Siguiendo con el ejemplo anterior, en un ambiente, lo más favorable puede ser una talla alta. Si esto ocurre, la población terminará por estar formada únicamente por individuos altos mientras que los bajos y medianos no existirían.



16. **Busca** un ejemplo diferente al propuesto por el libro con el que puedas explicar los tres tipos de selección en un ambiente determinado.

## 4.4. Proceso de especiación

Es posible que nunca lleguemos a conocer con total seguridad todos los fenómenos que intervienen en la evolución de las especies, pero lo que está claro es que el proceso de evolución provoca que existan nuevas especies. A este fenómeno lo conocemos como *especiación*.

**Aislamiento reproductivo:** Para que los procesos de selección natural terminen generando nuevas especies, debe existir un **aislamiento reproductivo** entre grupos de individuos. En el momento en que dos grupos no pueden reproducirse entre ellos, se impide un intercambio de material genético, lo que provoca que los grupos aislados se diferencien entre ellos convirtiéndose en distintas especies.

El aislamiento reproductivo puede ocurrir de diversas formas, puede ser temporal o per-

manente; y puede ocurrir por la aparición de barreras geográficas o simplemente por causas ecológicas o de comportamiento de las especies. A continuación, vamos a ver los principales mecanismos de aislamiento:

**Aislamiento geográfico:** Una barrera geográfica como la aparición de una cordillera o un río separa a un grupo de individuos e impide que se reproduzcan entre ellos.

**Aislamiento etológico o sexual:** Grupos de individuos ocupan el mismo territorio pero por factores de comportamiento se rechazan sexualmente.

**Aislamiento ecológico o en el hábitat:** Grupos que viven en el mismo territorio pero en hábitats o ambientes distintos, por lo que no van a reproducirse entre ellos.

**Aislamiento temporal o estacional:** Grupos de individuos que ocupan el mismo territorio pero sus períodos reproductivos son en épocas distintas del año, por lo que será imposible que se apareen entre sí.

### Mecanismo de especiación

En función de cómo se establecen las barreras, el tiempo que demora la especiación y el papel que juega el fenómeno de selección natural, los procesos de especiación pueden dividirse en dos grandes grupos: la **especiación por divergencia** y la **especiación instantánea**.

La **especiación por divergencia** es aquella en la que el aislamiento reproductivo ocurre de forma gradual. Dentro de esta categoría de especiación distinguimos varios modelos: alopátrico, simpátrico y parapátrico.

**Especiación alopátrica:** En este caso, lo primero que ocurre es la aparición de una barrera geográfica que divide a la población original en dos grupos de individuos. En principio, todos los individuos podrían reproducirse entre sí, pero la barrera es la que lo impide.

Población original



El río sube dividiendo a la población efectivamente



Transcurrido mucho tiempo, los individuos a cada lado de la barrera geográfica solo se habrán reproducido entre ellos y en cada lado se habrán fomentado características diferentes, hasta el punto en el que los dos grupos se convierten en especies distintas y ya no podrían volver a reproducirse entre ellos aunque se vuelvan a poner en contacto.

**Especiación simpátrica:** Aquí no existe ninguna barrera geográfica que separe a los individuos, sino más bien una barrera ecológica. Este tipo de barreras se crean por una diferenciación en el hábitat dentro de un mismo territorio. Por ejemplo, en América del Norte existe una especie de mosca en la que se diferencian dos grupos: unas que se alimentan de espino y otras que se alimentan de manzanos. Aunque son de la misma especie y viven en el mismo territorio, generalmente cada grupo de mosca se reproduce entre sí y no con las moscas del otro grupo. Con el paso del tiempo, estos dos grupos terminarán separándose en dos especies distintas y ya no será posible la reproducción entre ellas.

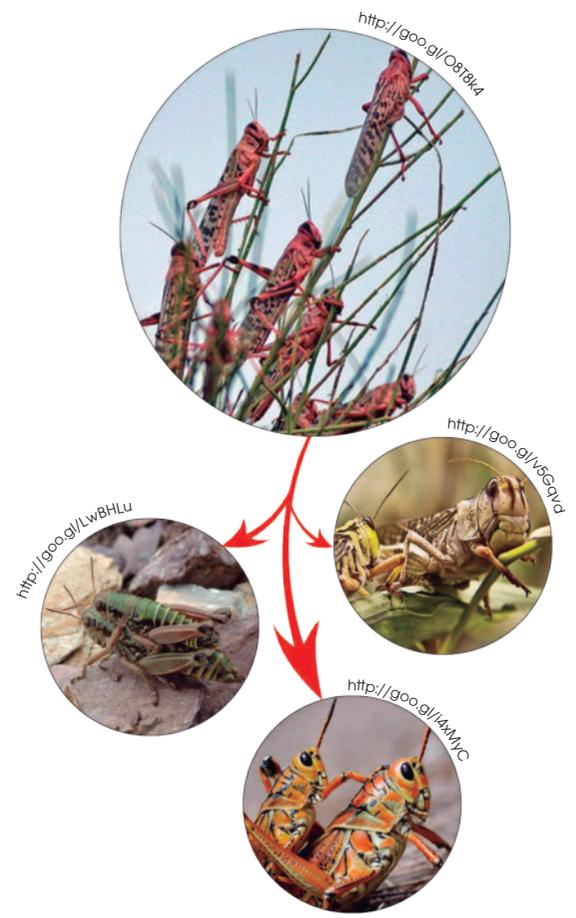
**Especiación parapátrico:** Este caso es similar a la especiación alopátrica pero no existe una barrera geográfica que separe a la población. Un grupo de individuos, en principio homogéneo, elige reproducirse únicamente con los individuos cercanos a ellos sin entrar en contacto con individuos que se encuentran en otra área de su territorio. Con el paso del tiempo, se forman grupos diferenciados que pueden llegar a convertirse en distintas especies en un mismo territorio y sin ningún tipo de barrera entre ellos.

La **especiación instantánea** se diferencia de la **especiación por divergencia** en que no necesita el paso del tiempo para que aparezcan distintas especies, sino que ocurre un cambio súbito. Este proceso es mucho más rápido pero puede durar mucho tiempo. La especiación por divergencia puede tardar miles de generaciones mientras que la instantánea puede requerir solamente una decena de generaciones.

Este tipo de especiación suele darse cuando ocurren fenómenos de deriva génica causados por el efecto fundador o por efectos de cuello de botella. A continuación, explicamos cada uno de ellos:



■ Especiación simpátrica



■ Especiación parapátrico

## 4.5. Deriva génica

La **deriva génica** es una fuerza que afecta al proceso evolutivo, pero diferenciado de la selección natural. Este fenómeno consiste en la **pérdida de diversidad** genética dentro de una población de forma azarosa, alterando la frecuencia de las características que aparecen en los individuos de un mismo grupo. Generalmente, actúa sobre las características menos frecuentes provocando que los caracteres frecuentes aparezcan siempre en todos los individuos. Esto provocaría una disminución de la diversidad en la población.

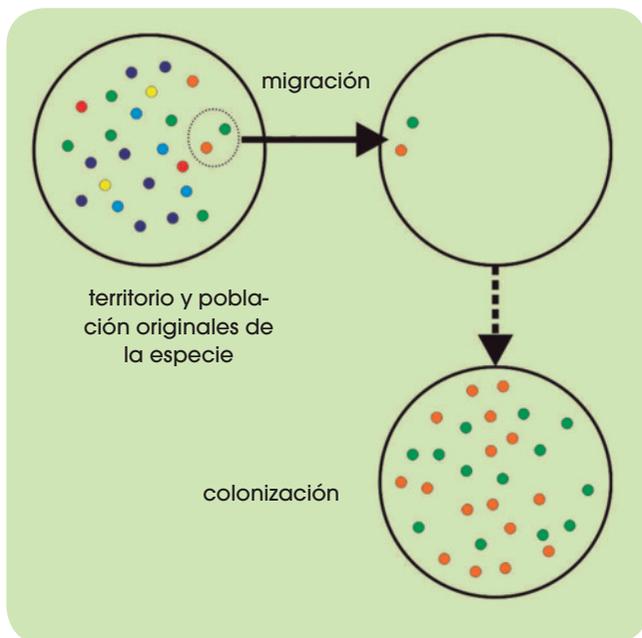
El efecto de la deriva génica es mucho más intenso en poblaciones pequeñas que en otras más grandes; y ocurre habitualmente cuando se dan situaciones de **efecto fundador** o **cuello de botella**.

### Efecto fundador

Si de una población grande se separan algunos individuos que van a crear una nueva población, la nueva comunidad solo tendrá la información genética de los individuos que la han fundado, por lo que su diversi-

dad genética será muy baja. Esto crea un riesgo, ya que si hay una característica negativa, se mantendrá en esa nueva población y habrá una alta probabilidad de que los individuos de esa población la expresen.

Un ejemplo claro del efecto fundador puede verse en algunas poblaciones humanas. Por ejemplo, los Amish son miembros de una orden que emigró de Alemania y Suiza a Estados Unidos y formaron una colonia de pocos individuos que presentan un alto porcentaje de consanguinidad, es decir, tienen descendencia entre familiares, y que permanecen aislados del resto de humanos. Los individuos de esta colonia presentan un alto porcentaje de una rara enfermedad en la que se combinan enanismo y polidactilia, esta enfermedad es común en esta población, pero muy rara en el resto del mundo.



■ Efecto fundador



## Cuello de botella

El efecto cuello de botella es otro fenómeno que puede fomentar la existencia de deriva génica. Este efecto consiste en la disminución drástica de una población por efectos distintos a la selección natural. Al quedar un bajo número de individuos, cualquier característica rara que presenten los supervivientes se expresará mucho en las siguientes generaciones; e igualmente se disminuye la diversidad.

## 4.6. Selección natural vs. selección artificial

<http://goo.gl/e1dLr>

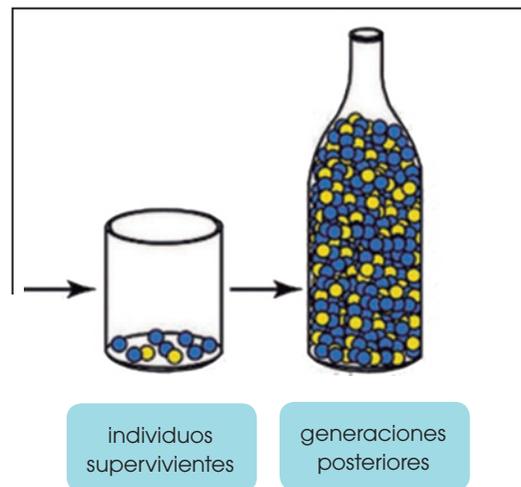
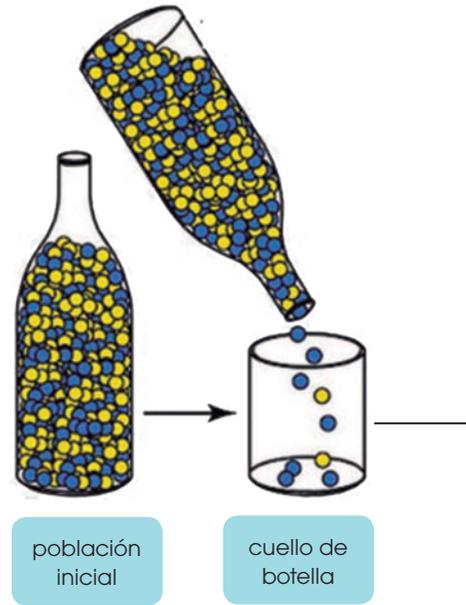


La selección natural es uno de los fenómenos que provoca la evolución y la aparición de nuevas especies. Este proceso que ocurre de forma natural también

puede ser algo forzado por el ser humano. A este fenómeno se le conoce como **selección artificial**, y los seres humanos llevamos mucho tiempo practicándola de forma consciente e inconsciente con la selección y cruces de distintos individuos en prácticas agrícolas y ganaderas.

En la selección artificial, somos los humanos los que decidimos las características que nos resultan beneficiosas y fomentamos su expresión en las siguientes generaciones, mientras que eliminamos las características que no nos son útiles.

Actualmente, la selección artificial se utiliza como técnica de control reproductivo para seleccionar las características de animales domésticos o de plantas cultivadas. En función de nuestras preferencias, dirigimos el proceso evolutivo ya sea de forma consciente porque determinamos qué individuos son los que queremos que se reproduzcan, o inconsciente, ya que en muchas ocasiones hacemos que plantas o animales domésticos se crucen entre sí sin tener el objetivo de obtener nuevas generaciones con las mismas características.



<http://goo.gl/oo4fTI>



<http://goo.gl/SBRGqT>

■ Vacas de ganadería seleccionadas por selección artificial

Prohibida su reproducción

El ejemplo más cercano de selección artificial por parte del ser humano se puede observar en las razas de perro que conocemos actualmente. El perro (*Canis lupus* subsp. *familiaris*) no es más que una subespecie del lobo (*Canis lupus*) que ha evolucionado por el proceso de selección artificial debido a la domesticación por parte del hombre.

El perro es posiblemente el primer animal domesticado por el hombre y, a lo largo de diez mil años de domesticación, hemos llegado a crear hasta 800 razas diferentes, todas ellas a partir de la selección artificial.

La selección artificial, sin embargo, tiene un riesgo, más aún en el caso de las razas de perro. La moda de poseer perros de raza pura hace que los cruces se realicen siempre entre individuos de la misma raza con lo que estamos provocando una deriva génica de forma artificial en la que disminuye la diversidad genética y, por ende, aumentamos el riesgo de que los perros que nacen tengan enfermedades hereditarias por la presencia de genes defectuosos.



<http://goo.gl/EgvhZc>

Prohibida su reproducción

## 5. LAS PRUEBAS DE LA EVOLUCIÓN

Como hemos visto, Darwin elaboró su teoría a partir de la observación de las especies en los diferentes ambientes y también a partir del estudio de fósiles. Desde entonces, los diversos científicos que han estudiado la evolución han tenido que encontrar pruebas que justificasen sus teorías.

Las principales pruebas de la evolución con las que contamos actualmente son el registro fósil, la anatomía comparada, los estudios de embriología comparada, los estudios de comparación de ADN y la biogeografía.

### 5.1. El registro fósil

El estudio de los fósiles ha permitido conocer las características de especies que dejaron de existir por uno de los siguientes motivos:

- Su hábitat cambió, y como no estaban bien adaptadas al nuevo hábitat, se extinguieron.
- Evolucionaron y dieron lugar a otras especies.

El registro fósil es una importante fuente de información para entender los cambios evolutivos de muchas especies, pero presenta ciertos problemas a la hora de interpretarlos.

- **Registro incompleto:** Como hemos visto en la primera unidad, para que se forme un fósil se tienen que dar unas condiciones muy específicas. Ello supone que no disponemos de fósiles de todas las especies que han existido y, por tanto, hay huecos en la interpretación de la evolución de muchas especies.

- **Dificultad en la datación:** Es muy importante datar un fósil para poder situarlo dentro de la historia evolutiva de una especie, pero no siempre es fácil hacerlo. Históricamente se ha utilizado la datación estratigráfica, basada en los estratos geológicos.

Actualmente, también se utilizan métodos fisicoquímicos, como la datación por carbono 14 (14C), que tiene un límite de datación de 70 000 años, o la datación por potasio 40 (40K), que se utiliza a partir de 100 000 años de antigüedad. El problema se da cuando la datación estratigráfica y la fisicoquímica no coinciden.

- **Tipo de restos fósiles:** Debido a las características del proceso de fosilización, mayoritariamente solo se conservan restos óseos, ya que raramente fosilizan las partes blandas de los organismos.



■ Fósil

<http://goo.gl/PztxxNU>

17. **Escoge** tres razas de perro e **investiga** su línea evolutiva para conocer cómo se creó cada raza por selección artificial.
18. En 1997 se encontraron restos fósiles de tres homínidos en la depresión de Afar, en Etiopía. Se determinó que se trataba de individuos de nuestra misma especie y se dataron los fósiles: tenían 160 000 años. ¿Crees que la datación se realizó por el método del 14C? **Justifica** tu respuesta.
19. **Explica** brevemente qué tipo de información nos proporciona el registro fósil y qué problemas presenta su interpretación.

Actividades

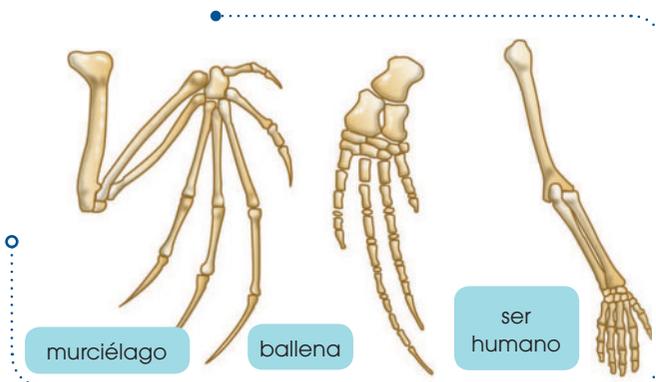
Prohibida su reproducción

## 5.2. La anatomía comparada

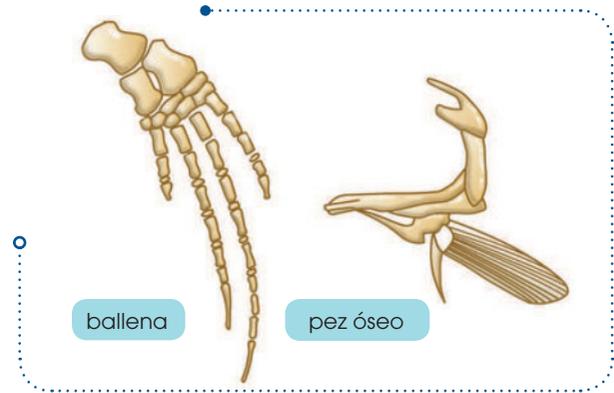
La actual diversidad de especies se ha generado por especiaciones sucesivas a partir de los primeros seres vivos. Por tanto, todos los seres vivos actuales estamos «emparentados» en mayor o menor grado.

Este hecho se puede demostrar mediante la anatomía comparada, que se encarga del estudio y comparación de órganos de diferentes especies. En anatomía comparada se distinguen tres tipos de órganos:

- **Órganos homólogos:** Son órganos de especies diferentes que presentan la misma estructura pese a ser utilizados para funciones distintas. Esto significa que comparten un antepasado común del cual heredaron la estructura del órgano. Son órganos homólogos las extremidades anteriores de los siguientes organismos:

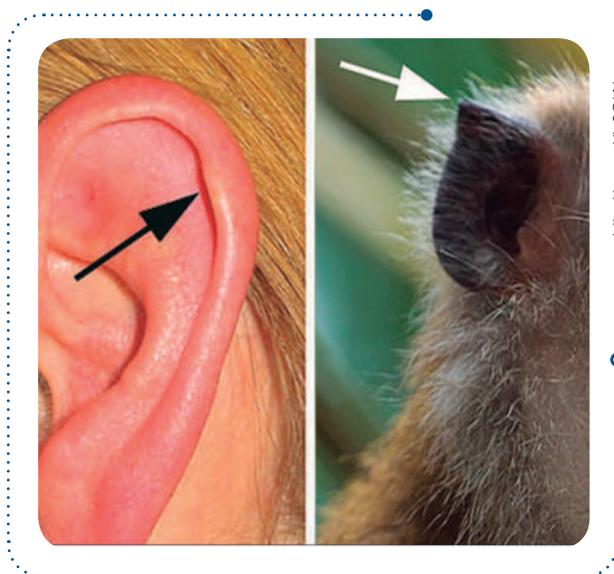


- **Órganos análogos:** Son órganos de especies diferentes que tienen distinta estructura, pero una forma similar, ya que son utilizados para la misma función. Los órganos análogos son una prueba de la adaptación del grupo de especies al medio donde viven. Las aletas de una ballena y un pez óseo son órganos análogos.



- **Órganos vestigiales:** Son estructuras que ya no se utilizan y que, a lo largo de la evolución de una especie, han quedado atrofiadas. Los órganos vestigiales son reminiscencias estructurales de órganos que eran útiles en los antepasados de una especie.

Un ejemplo de órgano vestigial es el tubérculo de Darwin en humanos, reminiscencia de la punta de la oreja que presentaría alguno de nuestros antepasados. En nuestros antepasados dicha punta sería parecida a la de los simios actuales.



20. **Di** a qué tipo de órganos pertenecen las siguientes estructuras. **Justifica** tus respuestas:

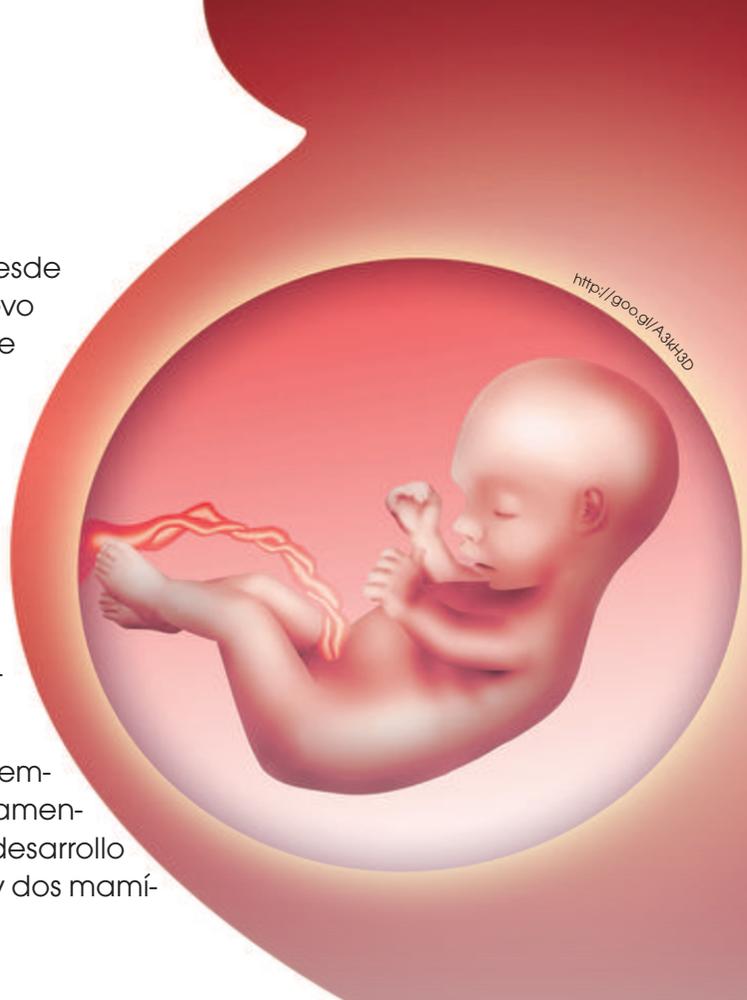
- La pata de un pato y la aleta de un pez
- La aleta de una ballena y el brazo del ser humano
- La pelvis reducida de los cetáceos

### 5.3. La embriología comparada

En los animales con reproducción sexual, desde la fecundación hasta el nacimiento del nuevo individuo, el embrión va sufriendo una serie de cambios. La modalidad de la biología que se encarga del estudio de esos cambios es la **embriología**.

Si comparamos el desarrollo de los embriones de diferentes especies de vertebrados, observaremos que en los primeros estadios los embriones son casi idénticos entre sí. Las diferencias se van acentuando según avanza el desarrollo embrionario.

Cuanto más tiempo tardan en diferenciarse los embriones de dos especies, más próximas evolutivamente estarán estas dos especies. Observemos el desarrollo embrionario de varias especies: un pez, un ave y dos mamíferos (el ser humano y el chimpancé).



<http://goo.gl/A3kH2D>

	Desarrollo embrionario de un pez	Desarrollo embrionario de un ave	Desarrollo embrionario de un chimpancé	Desarrollo embrionario de un ser humano
<p>En los primeros estadios, los cuatro embriones son casi iguales. Se puede observar que incluso los embriones de especies con respiración pulmonar presentan branquias.</p> <p>Las branquias han desaparecido y el embrión de pez y el de ave se distinguen perfectamente de los de mamífero.</p> <p>El embrión de chimpancé y el humano siguen siendo iguales.</p> <p>Hasta el final del desarrollo embrionario no se aprecian las diferencias entre chimpancé y ser humano.</p> <p>De ello podemos deducir que las especies ser humano y chimpancé estarán próximas evolutivamente.</p>				

<http://goo.gl/UFasgs>

21. En cada uno de estos grupos de tres animales, **señala** los dos que creas que tendrán un desarrollo embrionario más similar:

1	Cebra	Caballo	Tiburón
2	Rana	Tortuga	Salamandra
3	Atún	Tiburón	Delfín

22. **Fíjate** en los embriones finales de la ilustración. **Explica** las diferencias entre:

- El embrión de humano y el de pez
- El embrión de ave y el de pez
- El embrión de humano y el de chimpancé

Actividades

Prohibida su reproducción

## 5.4. La comparación del ADN

La información genética de todos los seres vivos está contenida en su ADN. Todos ellos comparten el mismo código genético y solo se diferencian por el número y el tipo de genes. Estas diferencias son debidas a que las especies van acumulando mutaciones como resultado del proceso evolutivo. Por tanto, dos especies se diferenciarán entre sí por el número y el tipo de mutaciones que han ido acumulando.

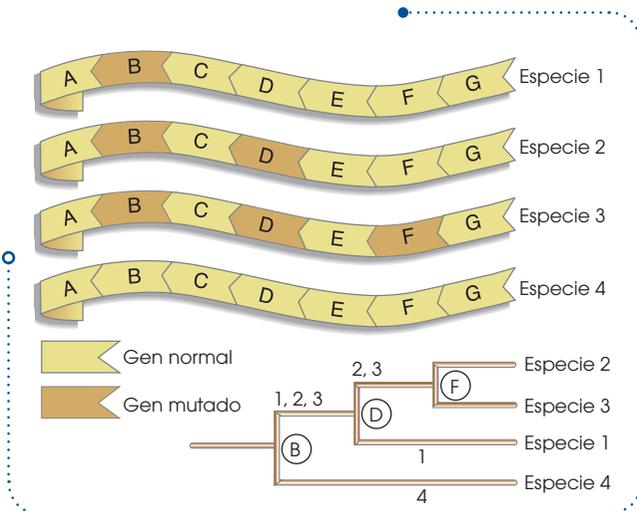
Las técnicas de ingeniería genética actuales permiten el análisis y secuenciación del ADN. Cuando se dispone de esta información, se puede comparar el material genético entre distintas especies. Así, dos especies evolutivamente cercanas presentarán menos diferencias en sus respectivas secuencias.

## 5.5. La biogeografía

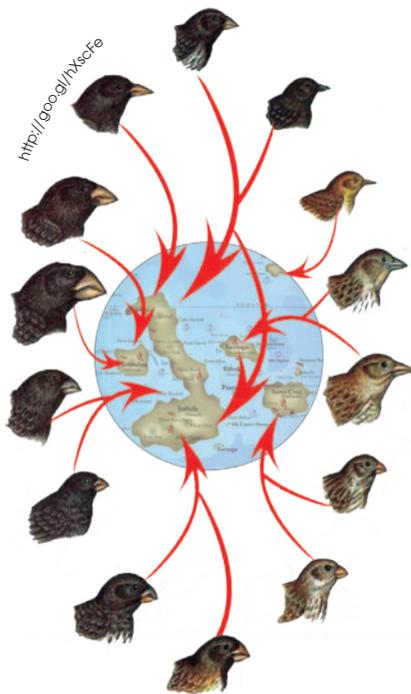
Parte de la biología estudia la distribución geográfica de las diferentes especies.

Frecuentemente, se han estudiado grupos de especies muy parecidas que viven en entornos cercanos, pero aislados entre sí. De su estudio se puede deducir que las diferencias entre estas especies son fruto de las sucesivas adaptaciones que los individuos han ido haciendo a los nuevos hábitats a partir de una única especie antecesora.

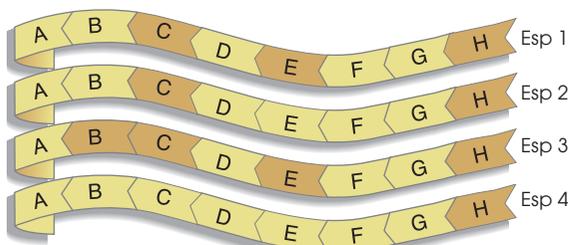
La biogeografía, como prueba de la evolución, ya la utilizó Darwin. En su viaje a bordo del Beagle estudió la distribución de las diferentes especies de pájaros pinzones (*Geospiza sp.*) de las islas Galápagos. De esta distribución dedujo que los cambios evolutivos se pudieron suceder como resultado de la adaptación a cada nuevo ambiente.



- Comparando el ADN de las especies 1, 2, 3 y 4, y analizando las mutaciones que comparten, se puede deducir que las especies más próximas (se separaron como especie más tarde) son la especie 2 y la especie 3.



23. El análisis de un fragmento de ADN de cuatro especies actuales distintas muestra las siguientes secuencias:



Cada letra corresponde a un gen diferente. Los genes sombreados son genes mutados. Teniendo en cuenta estos aspectos, **responde**:

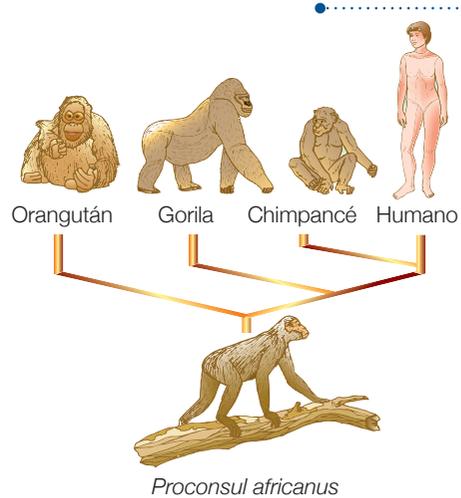
- ¿Qué dos especies son evolutivamente más cercanas?
- ¿Qué especie se separó antes del resto? **Justifica** tus respuestas.

## 6. LA EVOLUCIÓN HUMANA

El ser humano actual pertenece a la especie *Homo sapiens* y forma parte del gran grupo de los primates. De todos ellos, los más cercanos al ser humano son: el orangután (*Pongo sp.*), el gorila (*Gorilla sp.*) y el chimpancé (*Pan sp.*), ya que compartimos un antepasado común y una serie de características:

- Capacidad craneal elevada en comparación con su tamaño.
- Visión en tres dimensiones. Gran importancia de la visión comparados con otros mamíferos en los que predomina el sentido del olfato.
- Dedos pulgares oponibles en las cuatro extremidades. El ser humano ha perdido esta capacidad en los pulgares de los pies.
- Tendencia al bipedismo; solo es completo en el ser humano.
- Estructura y comportamiento en sociedad complejo.
- Período de cuidado de las crías muy prolongado.
- Ausencia de la cola presente en otros tipos de primates.

La única especie que actualmente existe del género *Homo* es el *Homo sapiens*, a la que se ha llegado después de un proceso evolutivo.



■ Árbol filogenético del género *Homo* y primates cercanos.

Llamamos *hominización* al conjunto de cambios que han dado lugar a la aparición del *Homo sapiens*.

### 6.1. La hominización

Entre los cambios evolutivos básicos del proceso de hominización, destacan la adquisición del bipedismo, el aumento de la capacidad craneal y el desarrollo de la cultura. A continuación, vamos a ver en detalle cada uno de ellos.

#### El bipedismo

Es la adquisición de la postura erguida sobre las extremidades posteriores. La anatomía comparada entre el ser humano y el chimpancé nos permitirá conocer los cambios y las ventajas que conlleva el bipedismo.

Chimpancé	Ser humano	Chimpancé	Ser humano	Chimpancé	Ser humano
<p>El peso del cuerpo recae en pies y piernas. Ello comporta un menor gasto energético en los desplazamientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acortan los dedos de los pies y el pulgar deja de ser oponible.</li> <li>• Las piernas se alargan y dejan de estar flexionadas.</li> </ul>		<p>Manos y brazos quedan libres, posibilitando el transporte de alimentos para compartir con las crías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se alargan los dedos de las manos para facilitar la manipulación.</li> <li>• Se acortan los brazos.</li> </ul>		<p>La cabeza se sitúa en la parte superior del eje central del cuerpo. Los bípedos pasan a tener un mayor alcance visual y a conocer mejor su entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La unión de la columna al cráneo tiene lugar en la base del cráneo.</li> </ul>	

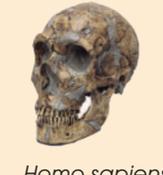
## 6.2. La capacidad craneal y la cultura

En la actualidad, consideramos relacionadas evolutivamente con el *Homo sapiens* las siguientes especies: *Australopithecus afarensis*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo antecessor* y *Homo neanderthalensis*. Todas ellas están extinguidas.

El proceso de hominización está asociado a un aumento progresivo de la capacidad craneal. De forma paralela y seguramente relacionado con ella, observamos la aparición y evolución de la cultura en el género

*Homo*. Desde un punto de vista biológico, la cultura es el conjunto de prácticas, comportamientos y sus manifestaciones que son transmisibles por aprendizaje y, por tanto, independientes de la genética.

En la siguiente tabla, aparecen las características craneales de estas especies relacionadas evolutivamente con el ser humano, así como las aportaciones culturales asociadas más relevantes.

Especie	Características generales	Aportación cultural
<p><i>Australopithecus afarensis</i></p>  <p><a href="http://goo.gl/jafEMG">http://goo.gl/jafEMG</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 4 a 2,5 millones de años.</li> <li>• Capacidad craneal: 450 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Grande en comparación al cráneo y proyectada hacia delante.</li> </ul>	
<p><i>Homo habilis</i></p>  <p><a href="http://goo.gl/vcCxB7">http://goo.gl/vcCxB7</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 2,5 a 1,6 millones de años.</li> <li>• Capacidad craneal: 645 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Más pequeña respecto al cráneo y menos proyectada hacia delante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrica utensilios sencillos.</li> </ul>
<p><i>Homo erectus</i></p>  <p><a href="http://goo.gl/kar66y">http://goo.gl/kar66y</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: de 1,8 millones a 300 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1000 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Proyectada hacia delante y con prominentes arcos sobre los ojos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierta organización social</li> <li>• Posible práctica de ritos funerarios</li> <li>• Domina el fuego.</li> </ul>
<p><i>Homo antecessor</i></p>  <p><a href="http://goo.gl/CELUX">http://goo.gl/CELUX</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 1 millón a 500 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1000 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Similar al <i>Homo erectus</i> pero con mandíbula más prominente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios de piedra pulida.</li> <li>• Práctica de ritos funerarios.</li> </ul>
<p><i>Homo neanderthalensis</i></p>  <p><a href="https://goo.gl/vWwpm">https://goo.gl/vWwpm</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 250 000 a 30 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1550 cm<sup>3</sup> (pero la corteza cerebral está menos desarrollada).</li> <li>• Cara: Vertical con arcos sobre los ojos de menor grosor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decora con pinturas rupestres.</li> </ul>
<p><i>Homo sapiens</i></p>  <p><a href="http://goo.gl/D2kVp">http://goo.gl/D2kVp</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: Desde hace unos 160 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1400 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Vertical con arcos sobre los ojos muy delgados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del lenguaje.</li> <li>• Evolución cultural compleja que va desde los primeros <i>Homo sapiens</i> nómadas a la organización actual.</li> </ul>

### 6.3. El origen del ser humano actual

Todos los seres humanos actuales descendemos de una primera población ancestral de *Homo sapiens* que apareció en la Tierra hace aproximadamente 160 000 años. La datación del registro fósil indica que durante miles de años los *Homo sapiens* convivieron con otras especies de *Homo*, como el *Homo neanderthalensis*.

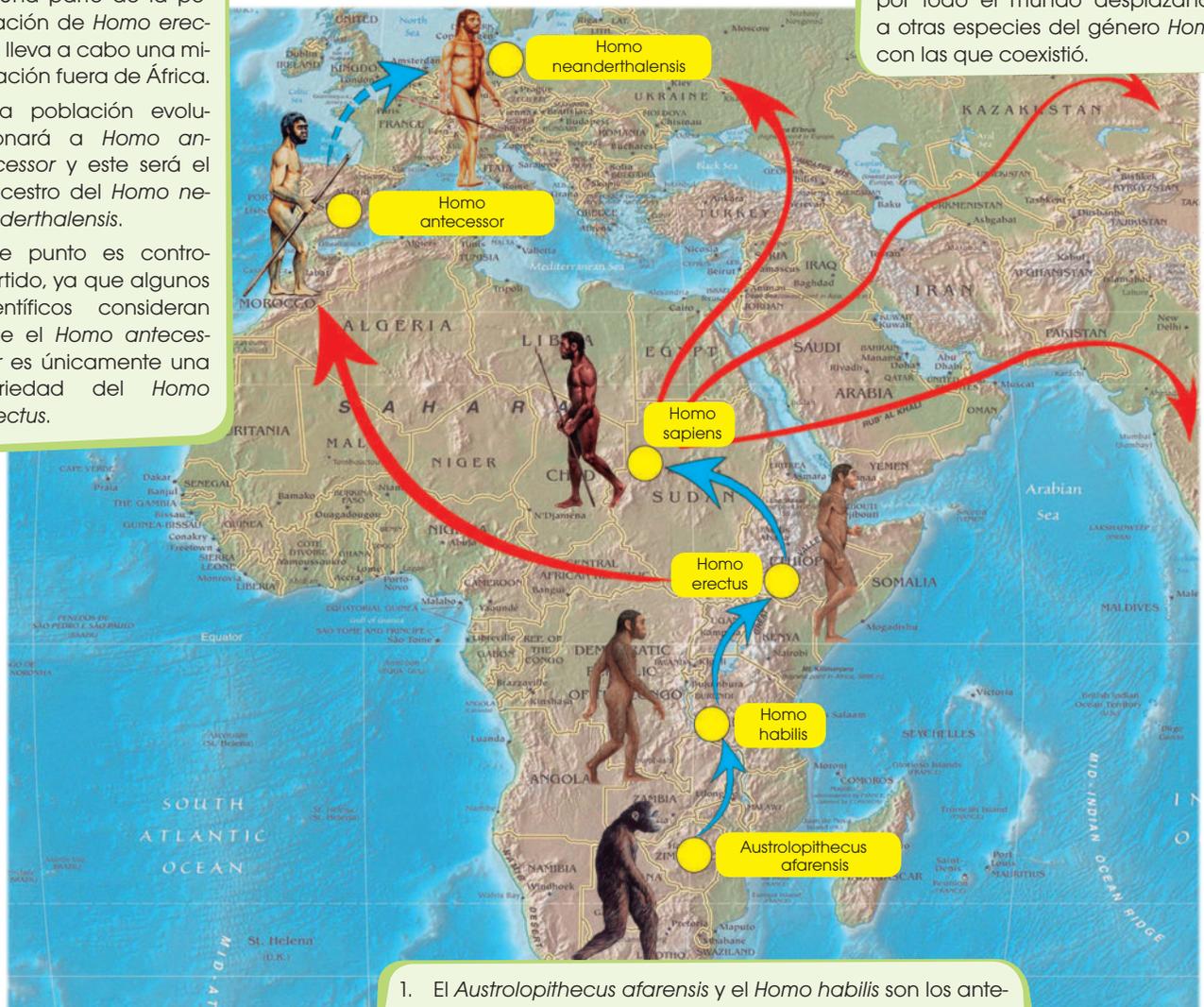
Este esquema representa la evolución humana y la expansión del *Homo sapiens* según las últimas teorías aceptadas por la mayor parte de la comunidad científica. Estas teorías combinan los datos que proporciona el registro fósil con los últimos estudios de comparación del ADN.

2. Una parte de la población de *Homo erectus* lleva a cabo una migración fuera de África.

Esta población evolucionará a *Homo antecessor* y este será el ancestro del *Homo neanderthalensis*.

Este punto es controvertido, ya que algunos científicos consideran que el *Homo antecessor* es únicamente una variedad del *Homo erectus*.

3. El *Homo sapiens* tiene su origen en África. Desde allí, y después de diversas migraciones, se extiende por todo el mundo desplazando a otras especies del género *Homo* con las que coexistió.



1. El *Australopithecus afarensis* y el *Homo habilis* son los antepasados del *Homo erectus*.

<http://goo.gl/0SQuJ4>

Los caracteres que se analizan para conocer la variabilidad humana se basan, principalmente, en el análisis de proteínas y en la comparación de secuencias de ADN, y su finalidad es reconstruir el proceso evolutivo experimentado por la humanidad.

Todos los seres humanos pertenecemos a la subespecie conocida como *Homo sapiens sapiens*. La variabilidad que caracteriza actualmente a las distintas poblaciones humanas es consecuencia de la adaptación de nuestra especie a los diferentes ambientes de nuestro planeta.

Prohibida su reproducción

Las características biológicas de nuestra especie se han mantenido prácticamente invariables desde hace 40 000 años; pero se ha producido una evolución muy importante que muchos especialistas denominan *evolución cultural*, determinada por la capacidad de aprender. El aprendizaje se realiza a partir de la información no genética (artística, científica, histórica, técnica...) que el ser humano recibe, tanto verticalmente de las generaciones que le precedieron como horizontalmente de sus contemporáneos, y de sus propias aportaciones. Este proceso ha modificado enormemente, sobre todo en las últimas décadas, el modo de vida de numerosas poblaciones humanas.

El futuro de la evolución humana es difícil de predecir, dado que la evolución cultural se produce a una velocidad muy superior a la de la evolución biológica. Además, hay que tener en cuenta que, a pesar de los grandes logros, existen dos graves problemas por resolver:

- El bienestar que proporciona el progreso no es accesible a todos los seres humanos.
- Las consecuencias del progreso, a menudo, influyen negativamente en el resto de los seres vivos y en el conjunto del planeta.

Nuestro objetivo, como seres conscientes de nuestra capacidad de evolucionar, debe ser conseguir una vida digna para todas las personas, en armonía con el medioambiente y con el resto de los seres vivos.



<http://goo.gl/z5tsx1>

### El color de la piel humana

Aunque todos los seres humanos pertenecemos a la misma especie, presentamos una gran diversidad fisonómica. El color de la piel es una de las características que más contribuye a la percepción de esta diversidad.

La diferente tonalidad de la piel es debida a la concentración variable de un pigmento, la melanina, que se sintetiza en unas células denominadas *melanocitos*.

Este pigmento es el responsable, no solo del color de la piel, sino también del color del cabello y del iris de los ojos. La distribución mundial del color de la piel se ha originado para regular los efectos de la radiación ultravioleta (UV).

Así, en aquellas zonas donde la radiación solar es muy intensa, la selección natural habría favorecido a aquellos individuos que presentaban genes que les conferían una pigmentación más oscura. De este modo se evitó, no solo la acción cancerígena de los UV, sino también la destrucción del ácido fólico, indispensable para el correcto desarrollo neurológico en el embrión. Del mismo modo, la escasez de rayos UV habría inducido una despigmentación generalizada para permitir que la exigua radiación solar pudiera penetrar y contribuir a la síntesis de vitamina D, esencial para la fijación de calcio en los huesos y dientes.

Según investigaciones recientes, la diferencia en la pigmentación humana depende de solo 4 o 5 genes (en nuestro genoma tenemos unos 35 000 genes).

24. **Enumera** las ventajas que aportó la adopción de la postura bípeda.
25. **Define** los siguientes términos: *hominización, cultura, bipedismo, capacidad craneal*.
26. **Ordena** cronológicamente los siguientes cráneos y **di** a qué especie puede pertenecer cada uno de ellos. **Justifica** tu respuesta.



Actividades



# Experimento



## Tema:

La historia evolutiva

## Investigamos:

Como hemos visto en la unidad, el estudio comparativo de la secuencia del ADN de diferentes especies nos puede ayudar a comprender mejor el grado de parentesco que tienen entre sí y nos puede permitir deducir el proceso evolutivo que ha conducido a la situación actual.

En este ejercicio, vas a tener que comparar el fragmento de ADN de 4 especies distintas que determina una parte de la síntesis de los ribosomas.

## Objetivo:

- Comprender el grado de parentesco que tienen los seres entre sí.

## Proceso:

1. **Observen** la secuencia de nucleótidos del fragmento de ADN de cada una de las cuatro especies que se han de estudiar.

Especie 1: ATCCGCCCCATTACC  
CGAATCCGAC

Especie 2: AGCCTATAGCTTAATC  
GCTTAATGC

Especie 3: CCCCTGCTATTAGCCG  
ATTGCCACT

Especie 4: CCGGCGCTTTACGCG  
ATTCGGTCGC

—**Realicen** los cuatro pasos que indicamos a continuación:

- a. **Alineamiento:** **Alineen** las secuencias para poder compararlas. Para ello, **utilicen** como base la secuencia de la especie 1, y **busquen** en las otras especies

los nucleótidos que sean comunes a la secuencia base. En su cuaderno, deberán reescribir las cuatro secuencias bien alineadas de modo que se produzca el mayor grado de coincidencia entre ellas.

- b. **Comparación:** **Localicen** las zonas conservadas, que no han variado a lo largo de la evolución a partir de la especie 1. Para ello, **marquen** en color rojo las zonas coincidentes entre las diferentes especies. Verán que habrá especies con más coincidencias y otras con más diferencias. En azul, **marquen** las mutaciones (cambios de nucleótidos) producidas.
- c. **Cálculo de la distancia genética:** Se trata de una estimación de la distancia filogenética entre las diferentes especies. Para ello, **cuenten** el número de mutaciones, es decir, de nucleótidos diferentes que hay entre las secuencias de las especies 2, 3 y 4 respecto a la 1.
- d. **Elaboración de un cladograma:** Permite representar la historia evolutiva y el parentesco entre las especies estudiadas. Para representar la distancia filogenética, **separen** el inicio de cada ramificación del límite derecho del esquema 1 cm por cada mutación producida.

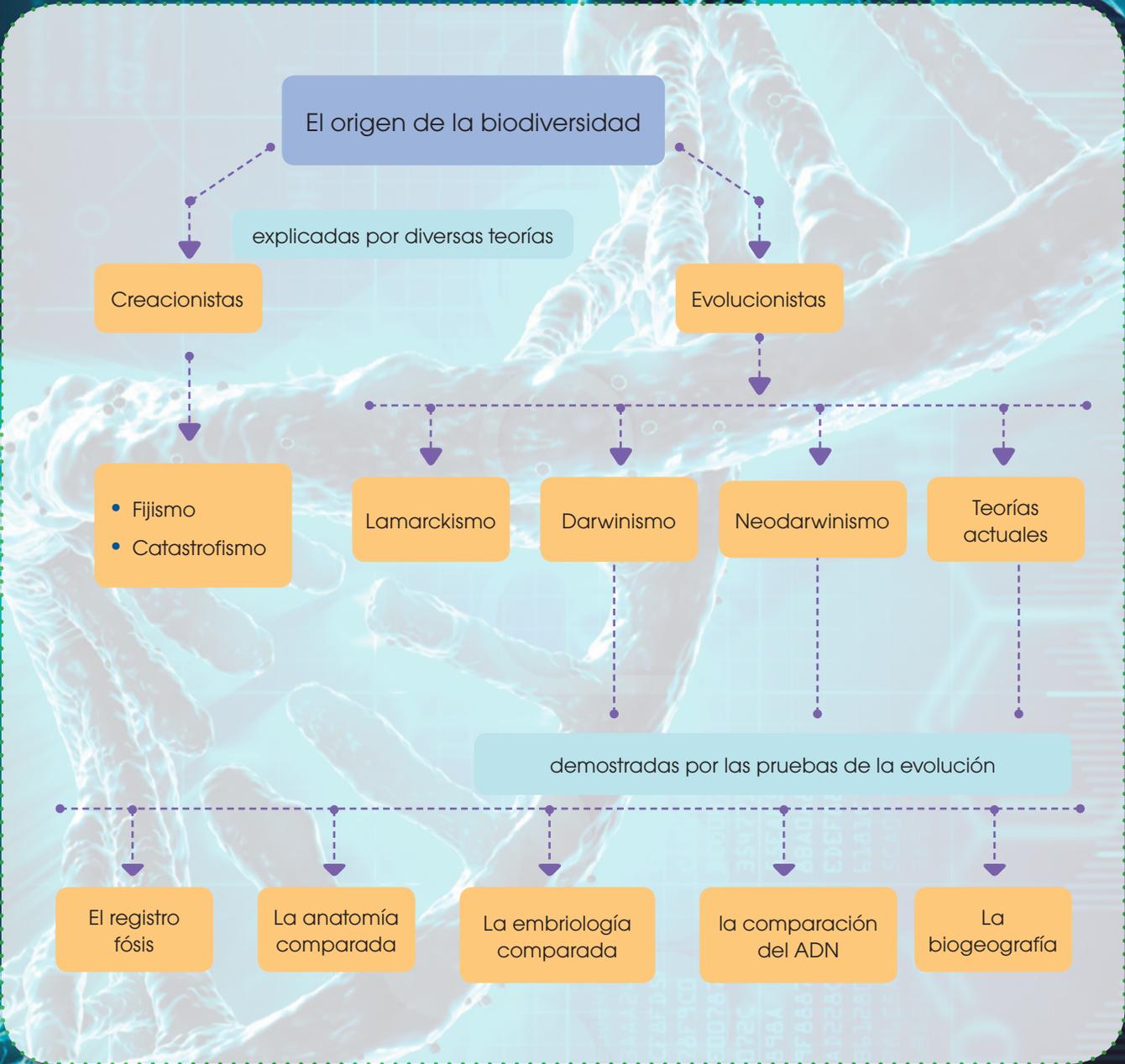
## Cuestiones:

2. Según el análisis realizado en estas secuencias y el cladograma que han elaborado, ¿qué especies se encuentran más emparentadas entre sí? **Justifiquen** su respuesta.
3. Un estudio científico real no consideraría suficiente este análisis para establecer una clasificación fidedigna de las especies estudiadas. ¿Qué creen que debería hacerse para mejorar la fiabilidad de nuestro estudio?



## Resumen

1. Teorías creacionistas
2. Teorías evolucionistas





### BLOG

## Un lagarto fósil hallado en Brasil da un vuelco a la evolución de estos reptiles



<http://goo.gl/o8DvIb>

Paleontólogos de la Universidad de Alberta (Canadá) han descubierto una nueva especie de lagarto, bautizada como *Gueragama sulamericana*, en el municipio de Cruzeiro do Oeste en el sur de Brasil, en los afloramientos rocosos de un desierto cretácico tardío de hace aproximadamente 80 millones de años. El estudio se publica en la revista *Nature Communications*. Esta nueva especie de lagarto es la primera del grupo conocido como *acrodonta* (cuyos dientes se fusionan en la parte superior de sus mandíbulas) hallada en América del Sur, lo que sugiere que los dos grupos de lagartos antiguos existentes del Viejo y Nuevo Mundo se distribuyeron por todo el planeta antes de la ruptura definitiva de Pangea. **Mira** el siguiente enlace: <http://goo.gl/gMmVxk>.

### SOCIEDAD

## Estudios niegan que la carne fuese relevante para la evolución de la especie humana

Dos estudios señalan que el ser humano comenzó a consumir carne 800 000 años antes de su evolución y que esta solo se produjo con el consumo de carbohidratos.

Desde los años 70, se ha consolidado como una verdad universal que el cerebro dio un paso de gigante en su evolución a partir del día en que el ser humano comenzara a comer carne y grasas, sobre todo de animales más grandes que él.

Sin embargo, unos huesos encontrados en Etiopía sugieren que los humanos comenzamos a comer carne de animales mayores mucho antes de lo que se pensaba, sin que por ello hubiéramos evolucionado. **Mira** en el siguiente enlace: <http://goo.gl/R05kQv>.

### SENTIDO CRÍTICO

En el siguiente enlace podrás encontrar un documental sobre Darwin y su teoría de la evolución de las especies: <https://goo.gl/oC8GKn>.

### SI YO FUERA

Un **naturalista**, viajaría y conocería nuevas formas de vida de varias especies, sus rasgos, sus características, su forma de alimentarse etc., para así seguir conociendo cada rincón de nuestro planeta.



<http://goo.gl/tswfA8>

# Para finalizar

1. **Explica** en qué se basa el cambio evolutivo según la teoría de Lamarck.

—¿Por qué no es posible la herencia de los caracteres adquiridos?

2. **Copia** este texto añadiendo los siguientes términos en el espacio correspondiente: *adaptación, deriva génica, genética, mutación, selección natural (x2), sintética, teoría, variabilidad*.

Darwin basó su explicación del proceso evolutivo en tres puntos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Dichos aspectos eran aceptables, pero surgía el problema de cómo explicar la variabilidad. Esto fue posible gracias a los conocimientos sobre \_\_\_\_\_ que permitieron el posterior desarrollo de la teoría neodarwinista o \_\_\_\_\_ que proponía tres mecanismos para explicar la evolución: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

3. **Indica** a qué teoría evolucionista corresponde cada una de las siguientes explicaciones de un ejemplo de evolución:

- Las extremidades de los antecesores terrestres de las focas fueron evolucionando hacia aletas para la natación gracias a las mutaciones que se produjeron y que fueron seleccionadas.
- La trompa de los elefantes evolucionó debido al esfuerzo de dichos animales al utilizarla para asir las hojas y ramas que constituían su alimento.
- Algunas especies de salamandras han evolucionado en períodos muy cortos a partir de especies ancestrales que no habían experimentado cambios durante millones de años.

4. En la mayoría de los archipiélagos del planeta, existen especies muy parecidas entre sí, pero que muestran pequeñas diferencias, y que suelen encontrarse en diferentes islas. **Explica** según las teorías

evolucionistas actuales a qué se debe este fenómeno.

5. **Indica** en cada uno de los siguientes casos si se trata de órganos homólogos, análogos o vestigiales. **Explica** en cada caso por qué se trata de una prueba de la evolución.

- El ala de una mosca y el ala de un colibrí.
- Las extremidades anteriores de un mono y de un elefante.
- La muela del juicio humana y las patas muy reducidas de algunos lagartos serpentiformes.
- La forma del cuerpo de un tiburón y la de un delfín.

6. El ser humano actual y el chimpancé tienen un 98,8 % de la secuencia de su ADN igual, y el 1,2 % restante es diferente. **Explica** cómo se ha llegado a este resultado y qué relación entre las dos especies podemos deducir de ello.

7. **Explica** mediante un ejemplo cómo el registro fósil puede constituir una prueba de la evolución.

## Lengua y Literatura

8. **Analiza** la siguiente lectura y **contesta** las preguntas.

### ¿Sigue evolucionando el ser humano?

(...) En 1859, Charles Darwin publicó *El origen de las especies*, un libro que transformó la percepción del mundo en relación con el desarrollo de la vida en la Tierra. Pero desde entonces, los científicos se han preguntado si los humanos se han sustraído de alguna forma del poder de la selección natural. No hay duda de que los humanos son una especie única en el reino animal. Hemos desarrollado tecnologías que nos han permitido resguardarnos de la furia del medioambiente, como ninguna otra especie ha podido.

(...) ¿Significa esto que, en un momento dado, los avances tecnológicos comenzaron a impedir nuestra evolución?

(...) Al descifrar la secuencia del genoma humano, los científicos han logrado encontrar pistas para responder a esta pregunta. Por medio de la comparación genética, los investigadores pueden determinar las diferencias entre los seres humanos y cuánto hemos evolucionado.

El color de la piel es el ejemplo más obvio, pero hay otros, como el metabolismo, que ha cambiado para permitirnos digerir alimentos que antes no se podían comer. El ejemplo más obvio es el de la lactosa, el azúcar que contiene la leche. Unos 10 000 años atrás, antes de que los humanos desarrollaran la agricultura y la ganadería, nadie podía digerirla más allá de los primeros años de edad. Pero hoy en día, los niveles de tolerancia de la lactosa en distintas partes del mundo ofrecen pistas sobre las diferencias en el desarrollo de la agropecuaria en los continentes. Mientras que el 99 % de los irlandeses, por ejemplo, la toleran; en el sudeste asiático, donde hay muy poca tradición agrícola, la tasa es de menos del 5 %.

(...) «Podemos mirar el ADN de diferentes individuos y tener una idea de cómo han llegado a ser lo que son», señala el doctor Pardis Sabeti, genetista de la Universidad de Harvard.

O sea, que es claro que la tecnología no nos impidió evolucionar en el pasado.

(...) Por su parte, el profesor Steve Jones, un genetista del University College London, recordó que «en tiempos de Shakespeare, solo uno de cada tres niños llegaba a los 21 años». «Todas esas muertes eran materia prima para la selección natural. Muchos de esos niños morían por los genes que portaban, pero hoy en día cerca del 99 % de los niños nacidos aquí sobreviven a esa edad», señala Jones.

(...) En el mundo en desarrollo, ¿sobre qué base podría actuar la selección natural?

(...) «Creo que (...) nuestra evolución continúa, que los fenómenos biológicos van a cambiar como producto de la cultura y simplemente no lo vemos porque estamos en medio de ese proceso en la actualidad», dijo Stephen Stearns, biólogo.

La tecnología puede haber detenido algunas fuerzas evolutivas como las enfermedades, pero eso no significa que los humanos hayan dejado de evolucionar. Por el contrario, en un mundo globalizado, con rápidos avances médicos y genéticos y con mayor poder de los seres humanos para determinar su futuro, factores más poderosos podrían desempeñar un papel importante.

El curso de nuestra evolución futura va a ser decidida tanto por la naturaleza como por nosotros mismos. Puede ser que nuestra evolución dependa menos de cómo el mundo nos cambia y más de nuestra gran habilidad para cambiar el mundo.

Extraído el 27 de enero de 2016 desde: <http://goo.gl/NhYGgS>.

- En el artículo se menciona *El origen de las especies*, de Charles Darwin, ¿cuál fue la mayor aportación de Darwin a la biología?
- Los humanos nos hemos sustraído de alguna forma del poder de la selección natural. ¿Qué significa esta afirmación? **Busca** en el texto un ejemplo que apoye esta afirmación.
- ¿Se ha producido algún caso de evolución humana en la historia reciente? **Explicalo**.
- Según los comentarios de los especialistas, ¿está evolucionando la especie humana?
- ¿Qué factores son ahora determinantes en nuestra evolución? ¿De qué va a depender nuestra evolución futura?

## AUTOEVALUACIÓN

Reflexiona y **autoevalúate** en tu cuaderno:

### • Trabajo personal

¿Qué tema me ha resultado más fácil y cuál más difícil de comprender?

¿He cumplido mis tareas?

¿Qué aprendí en esta unidad temática?

- **Escribe** la opinión de tu familia.

### • Trabajo en equipo

¿He compartido con mis compañeros y compañeras?

¿He respetado las opiniones de los demás?

- **Pide** a tu profesor o profesora sugerencias para mejorar y **escríbelas**.

## IDENTIFICACIÓN DE GLÚCIDOS

### OBSERVAMOS

El **reactivo de Fehling** es una sustancia que se compone de dos soluciones independientes (A y B) y que reacciona, de manera específica, con los grupos aldehído libres de los monosacáridos. Esta reacción se manifiesta con un cambio de color. En esta práctica **se utilizará** el reactivo de Fehling para detectar la presencia de glúcidos.

### 12 PLANIFICAMOS

Material necesario:

- 1 ml de solución de Fehling A
- 1 ml de solución de Fehling B
- 3 ml de agua destilada
- Un mechero bunsen
- 1 ml de ácido clorhídrico al 10 %
- Dos pipetas graduadas
- Un gotero
- Siete tubos de ensayo
- Una cucharada de glucosa
- Dos uvas
- Una cucharada azúcar de mesa
- Pinzas de madera

### D DESARROLLAMOS

1. **Disuelve**, en un tubo de ensayo, una pequeña cantidad de glucosa en 3 ml de agua destilada.
2. Con una pipeta graduada, **añade** 1 ml de solución de Fehling A.
3. Con otra pipeta, **añade** 1 ml de solución de Fehling B y **observa** el color que adquiere la solución.
4. **Sujeta** el tubo de ensayo con las pinzas y **caliéntalo** con la llama del me-

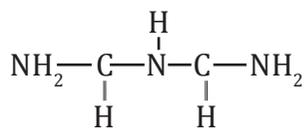
chero Bunsen, **agítalo** suavemente con tal de evitar una ebullición violenta. **Anota** los cambios de color que se producen.

5. **Toma** como referencia el cambio de color de la reacción anterior para poder interpretar los resultados de las reacciones siguientes:
6. **Repite** la reacción de Fehling con estas sustancias:
  - Una pequeña cantidad de zumo exprimido de una uva
  - Una disolución de azúcar de mesa
7. **Observa** y **anota** los resultados.
8. **Prepara** otra disolución de azúcar de mesa en un tubo de ensayo.
9. **Añade** unas gotas de ácido clorhídrico al 10 %.
10. **Caliéntalo** lentamente con el mechero Bunsen durante dos a tres minutos.
11. **Deja** enfriar y **repite** la reacción de Fehling.
12. **Observa** y **anota** los cambios que se producen.

### REFLEXIONAMOS

13. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, **elabora** una hipótesis que explique:
  - La composición química de la uva y del azúcar de mesa.
  - La reacción que se ha dado al añadir las soluciones de Fehling.
  - El efecto que produce el ácido clorhídrico en el azúcar de mesa.
  - La reacción que se ha dado al añadir la solución de Fehling después del tratamiento con ácido.
14. **Observa** las fórmulas de los diversos glúcidos y dónde se pueden hallar para comprobar la hipótesis emitida.

# IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS



■ Fórmula de Biuret

## OBSERVAMOS

Las proteínas están formadas por la unión de muchos aminoácidos mediante enlaces peptídicos. La reacción de Biuret permite identificar la presencia de estos enlaces.

En la reacción de Biuret las proteínas se ponen en contacto con una combinación de dos compuestos químicos: una base fuerte como el hidróxido de sodio y el sulfato de cobre.

En presencia de la base fuerte, la proteína da lugar a una sustancia compleja denominada Biuret y cuando esta sustancia es tratada con la solución de sulfato de cobre se obtiene una coloración violeta característica.

## 12 PLANIFICAMOS

Material necesario:

- Una clara de huevo
- 100 g carne
- Una cucharada de azúcar
- 5 ml de agua destilada
- Tres tubos de ensayo
- 2 ml de solución de hidróxido de sodio al 20 %
- Una pipeta graduada
- Un gotero
- Un marcador permanente
- 1 ml de solución de sulfato de cobre (iii) al 1 %

## DESARROLLAMOS

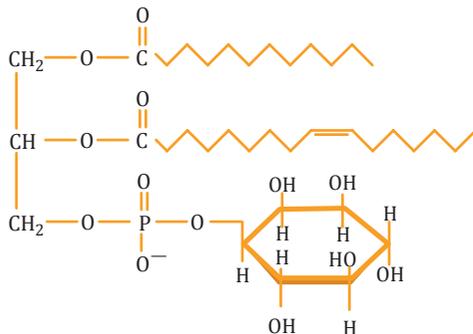
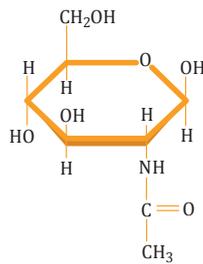
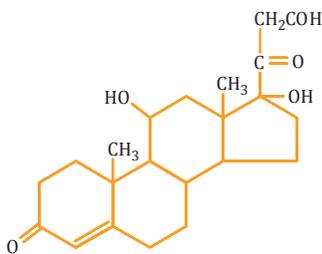
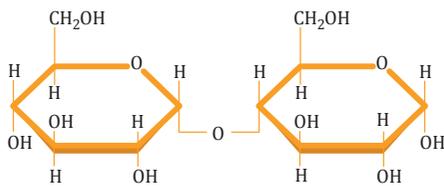
1. **Toma** tres tubos de ensayo y **numéralos** con la ayuda del rotulador permanente.
2. **Prepara** en el tubo de ensayo 1, 3 ml de una solución de clara de huevo diluyéndola en agua destilada, al 50 %.
3. **Trocea** y **deshace** en el mortero un trozo de carne pequeño y **añade** 2 ml de agua destilada. **Pasa** el líquido al tubo de ensayo 2.
4. **Prepara** una disolución de azúcar en el tubo de ensayo 3.
5. **Emite** una hipótesis sobre los resultados esperados.
6. **Añade** los reactivos para la reacción de Biuret.
7. **Añade** a cada uno de los tres tubos de ensayo 2 ml de solución de hidróxido de sodio.
8. Seguidamente, **añade** 4-5 gotas de solución de sulfato de cobre a los tres tubos de ensayo.
9. **Observa** los cambios de coloración en cada tubo.

## REFLEXIONAMOS

10. **Comenta** a qué se deben los resultados observados en cada tubo de ensayo.
11. **Compara** estos resultados con los supuestos de la hipótesis.
12. **Explica** los resultados que se obtendrán con la prueba de Biuret si en vez de proteínas se utiliza una solución de glicina o una solución de fenilalanina.
13. **Elabora** un listado de otras sustancias que darían positivo o negativo a la reacción de Biuret.

# Un alto en el camino

1. **Di** qué microscopio utilizarías para la observación de la estructura de los poros de la membrana nuclear de una célula, la disposición de las células epiteliales de la mucosa respiratoria y la distribución de los orgánulos en una célula vegetal.
2. **Explica** qué quiere decir que la molécula de agua es polar.
  - **Dibuja** un esquema de esta molécula y representa en él esta polaridad.
3. Estas fórmulas corresponden a glúcidos y a lípidos.



—Una vez que hayas identificado el tipo de biomolécula a la que corresponde cada fórmula, **di** los grupos a los que pertenecen. **Justifica** la respuesta.

—¿Qué tipo de enlaces presentan las moléculas A y D?

4. **Identifica** cuál es la sustancia de reserva glucídica de los seres humanos. **Indica** su composición y el grupo al que pertenece.

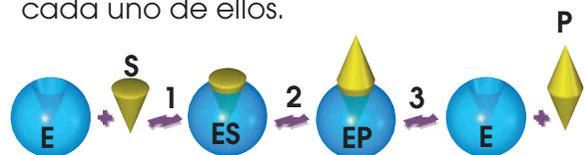
—¿Cuál es la molécula equivalente en la papa? ¿Qué diferencias morfológicas presenta respecto a la molécula citada anteriormente?

5. **Dibuja** un esquema de un fosfolípido en el que se distingan las diferentes regiones que podemos identificar según su afinidad con el agua.

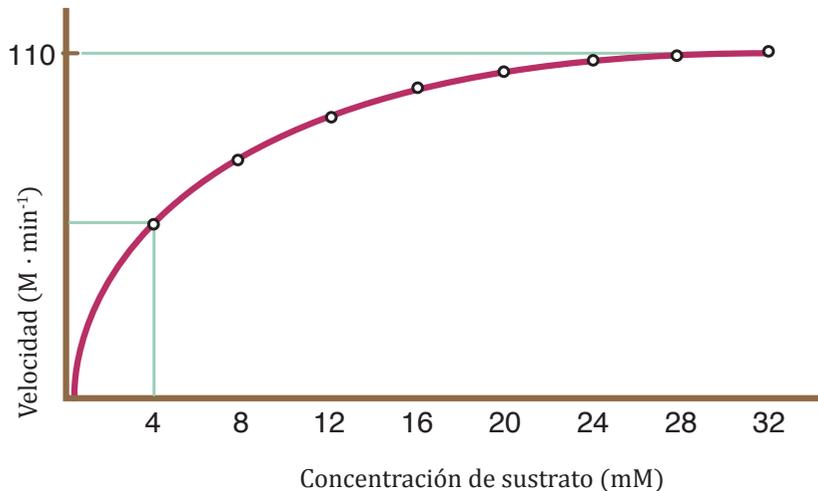
—¿Cómo se llama la estructura que forman estas moléculas al mezclarse con el agua? **Representa** esta estructura siguiendo las pautas del dibujo que has realizado en la pregunta anterior.

—**Clasifica** estas moléculas según su solubilidad en agua: almidón, testosterona, fructosa, vitamina K, ácido palmítico, sacarosa, colesterol, quitina.

6. ¿Qué efecto tiene sobre la estructura terciaria de una proteína un aumento de la temperatura? ¿Por qué este efecto es reversible? ¿Qué condiciones crees que se tendrían que dar para que no fuese reversible? Este dibujo es una representación del mecanismo de acción de un enzima. **Di** el nombre de cada uno de los pasos (indicados con números) y **explica** brevemente los hechos que tienen lugar en cada uno de ellos.



7. **Observa** esta gráfica sobre la velocidad de una reacción catalizada por un enzima en función de la concentración de sustrato y **contesta** las preguntas que encontrarás a continuación:



- a. ¿Cuánto vale  $V_{máx}$ ? ¿Y la  $K_m$ ? ¿Cuál es y cómo se llama la ecuación que relaciona estas dos variables?

- b. ¿Qué es un isozima? ¿Qué característica presentan los isozimas respecto de su  $K_m$ ?

—**Comenta** la validez de esta afirmación: Cada enzima presenta un valor de  $K_m$  característico independientemente del sustrato con el que interactúe.

8. ¿Por qué decimos que la base estructural de la membrana plasmática es una bicapa lipídica? **Haz** un dibujo sencillo de los componentes principales de la membrana plasmática y explica la función de cada uno de ellos.

9. De las siguientes afirmaciones sobre la respiración animal, **reescribe** correctamente aquellas que sean erróneas explicando por qué era errónea la primera:

- En los animales terrestres la velocidad de difusión es muy elevada porque el  $O_2$  y el  $CO_2$  atraviesan la membrana en

forma gaseosa.

- El principal pigmento de la respiración por endotráqueas es la clorocruonina.
- La concentración de  $O_2$  en el agua es inferior a la concentración en el interior de las células de las branquias que realizan el intercambio de gases.

10. **Explica** por qué los procesos catabólicos son procesos degradativos.

—¿Qué función suele desempeñar la molécula de ATP en estos procesos?

11. **Responde** las siguientes preguntas sobre el ciclo de Krebs.

- ¿Qué significa que sea una *ruta anfibólica*?
- ¿Dónde se localiza este ciclo?
- ¿Cuáles son los productos finales de este ciclo?
- ¿Cuál es el destino de estos productos?

# 4

## Clasificación de los seres vivos

### CONTENIDOS:

1. Los seres vivos
  - 1.1. Nomenclatura de los seres vivos
2. Los dominios y reinos de los seres vivos
  - 2.1. Monera
  - 2.2. Protoctista
  - 2.3. Algas
  - 2.4. Los protozoos
  - 2.5. Mohos mucilaginosos
  - 2.6. Fungi
  - 2.7. Plantae
  - 2.8. Animalia
  - 2.9. Peces
  - 2.10. Anfibios
  - 2.11. Reptiles
  - 2.12. Aves
  - 2.13. Mamíferos
3. Diversidad biológica
4. Diversidad genética
5. Diversidad específica
6. Diversidad ecológica



### Noticia:

#### Científicos mexicanos hallan nueva especie de octocoral

Biólogos marinos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), mediante una investigación reciente, han descubierto lo que podría ser una nueva especie de octocoral en las aguas de Bahía Magdalena.

<https://goo.gl/RMdrGl>



### Web:

#### Científicos argentinos clonan especies para preservar biodiversidad animal

Un grupo de científicos argentinos trabaja en pos de preservar la biodiversidad animal, para lo cual avanzan en la clonación de especies exóticas como la chita.

<http://goo.gl/9M5ZLo>



### Película:

#### El Systema Naturae de Linneo y la revolución lógica de Darwin

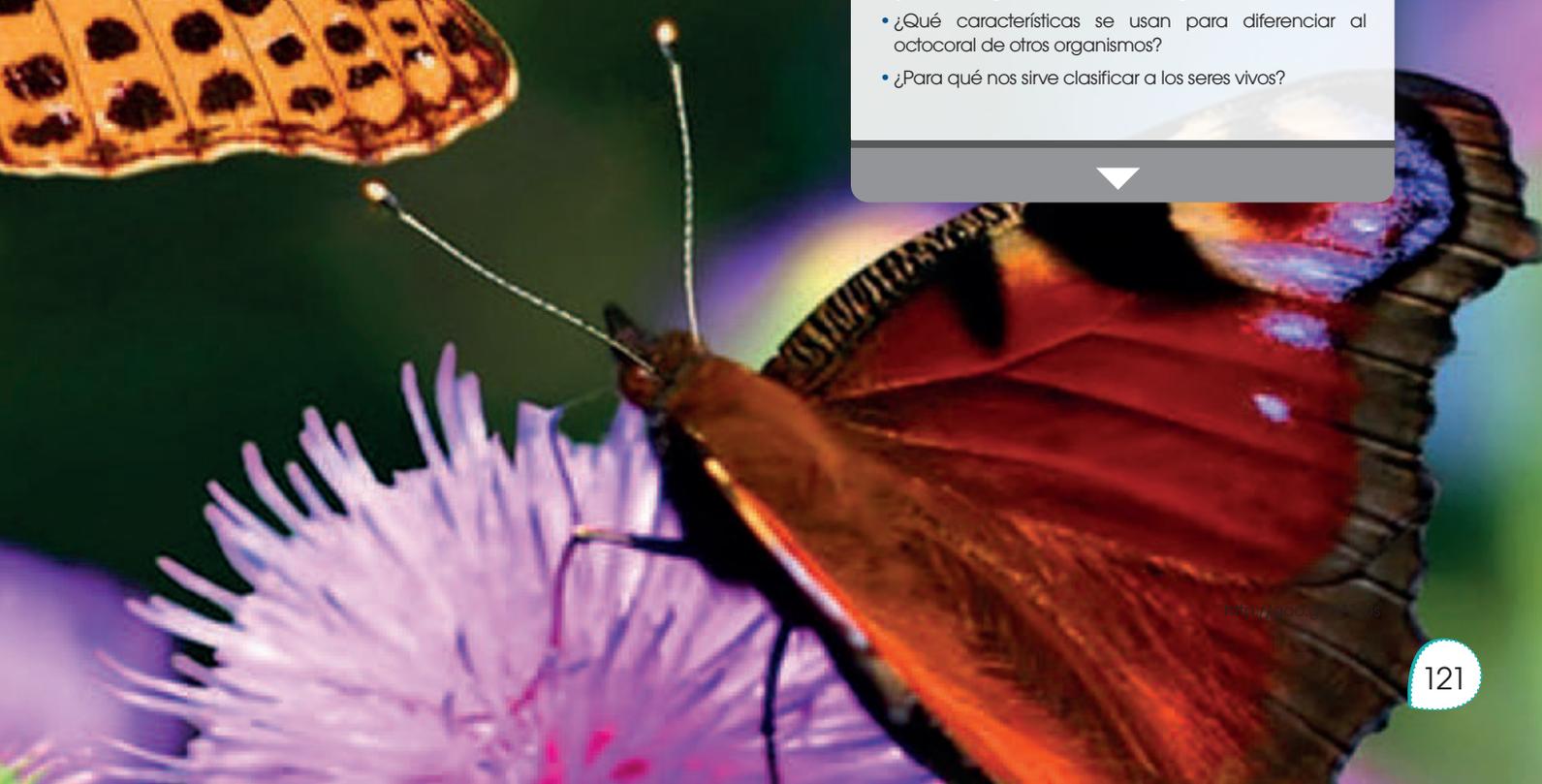
Conferencia de clausura de los XIX Encuentros de Filosofía (El «Reino del Hombre» desde las coordenadas del materialismo filosófico), Salón de Actos de la Fundación Gustavo Bueno, Oviedo, viernes 11 y sábado 12 de abril de 2014.

<https://goo.gl/TvhEOa>

## EN CONTEXTO:

Lee la noticia anterior y responde:

- ¿A qué grupo taxonómico pertenece el octocoral?
- ¿Por qué algunos seres vivos se agrupan en colonias?
- ¿Qué características se usan para diferenciar al octocoral de otros organismos?
- ¿Para qué nos sirve clasificar a los seres vivos?



# I. LOS SERES VIVOS

Si algo caracteriza a la vida es la gran diversidad de formas en que se presenta. Los distintos tipos de organización celular y la especialización en tejidos, órganos y aparatos o sistemas dan como resultado la existencia de individuos con características diversas entre sí. De esta enorme diversidad surgen dos necesidades: en primer lugar, utilizar un sistema de **nomenclatura** de uso internacional que permita identificar con claridad a los seres vivos. En segundo lugar, **clasificar** a estos seres vivos para facilitar su estudio; es decir, agruparlos según características similares.

## 1.1. Nomenclatura de los seres vivos

En el siglo XVIII, el naturalista sueco Carlos **Linneo** creó un sistema de nomenclatura que ayuda a identificar a todas las especies y, más tarde, a agruparlas y clasificarlas. A este sistema lo conocemos como *sistema binomial*, ya que, en principio, requiere de la utilización de dos nombres, y es el sistema que seguimos utilizando en la actualidad.

Tal y como propuso Linneo, el nombre que recibe cada especie lo conocemos como *nombre científico* y consta, por tanto, de dos partes: el **nombre genérico** y el **nombre epíteto** específico. A los nombres científicos debemos escribirlos siempre en cursiva (solo cuando no sea posible usar la cursiva escribiremos con subrayado). A la inicial del nombre genérico la escribimos siempre con mayúscula, mientras que al epíteto específico lo escribimos con minúscula. Por ejemplo, el nombre científico del jaguar es *Panthera onca* y el del cóndor es *Vultur gryphus*.

Al nombre genérico lo podemos utilizar por sí solo cuando hacemos referencia al conjunto total de especies que pertenecen al mismo género. Por ejemplo, tanto el caballo como la cebra pertenecen al género *Equus*. Sin embargo, el epíteto específico no sirve como identificador por sí solo y no lo

podemos utilizar sin el nombre genérico. De hecho, existen especies que tienen el mismo epíteto específico y no tienen ningún parentesco como *Drosophila melanogaster*, la mosca del vinagre; y *Thamnophis melanogaster*, una culebra semiacuática. Al epíteto específico lo solemos utilizar para indicar alguna característica de la especie; en este caso, *melanogaster* significa 'vientre negro'. En el caso del romero (*Rosmarinus officinalis*) y el toronjil (*Melissa officinalis*), el epíteto específico *officinalis* indica que lo usábamos en medicina y lo encontramos en herbolarios.



■ *Vultur gryphus*

<https://goo.gl/PH171>



■ *Panthera onca*

<http://goo.gl/Zse2om>

1. **Investiga** y **escribe** el nombre científico de diez animales y plantas diferentes; **usa** las normas fijadas por Linneo.

Actividades

La primera vez que escribimos el nombre científico de una especie, debemos escribirlo completo, pero si repetimos el nombre en el mismo contexto y no puede haber lugar a equivocación, podemos acortar el nombre indicando únicamente la inicial del nombre genérico. Así, al elefante africano, *Loxodonta africana*, también lo podríamos escribir: *L. africana*.

En algunas ocasiones, una misma especie puede estar formada por poblaciones muy similares genéticamente, pero con alguna diferencia. En este caso, hablamos de **subespecies**. Por ejemplo, la planta *Vella pseudocytisus* consta de dos subespecies: *Vella pseudocytisus* subespecie *pseudocytisus* y *Vella pseudocytisus*, subespecie *pau*.

El sistema binomial de nomenclatura científica permite, además de identificar a cada especie con un mismo nombre en todo el mundo, ayudar a la clasificación en distintos grupos o categorías conocidos como *taxones*. De esta forma, un grupo de individuos de géneros similares pueden agruparse dentro de la misma familia, e individuos de familias similares dentro del mismo orden. Siguiendo este patrón, existen también otros taxones como clase, filo, reino y dominio. Por ejemplo:

Taxón	Ejemplo	Ejemplo
Dominio	<i>Eukarya</i>	<i>Eukarya</i>
Reino	<i>Animalia</i>	<i>Plantae</i>
Filo	<i>Chordata</i>	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Aves</i>	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Strigiforme</i>	<i>Magnoliales</i>
Familia	<i>Strigidae</i>	<i>Magnoliaceae</i>
Género	<i>Bubo</i>	<i>Magnolia</i>
Especie	<i>Bubo virginianus</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>
Subespecie	<i>Bubo virginianus</i> subsp. <i>magellanicus</i>	



<https://goo.gl/uuwtdgs>

## 2. LOS DOMINIOS Y REINOS DE LOS SERES VIVOS

Según la clasificación más usada en la actualidad, el taxón más amplio es el de dominio. Tal como propuso Carl Woese a partir de la secuenciación de ARN, distinguimos tres grandes dominios: *Bacteria*, *Archaea* y *Eukarya*. Los dos primeros corresponderían a organismos procariotas y el último a eucariotas. Sin embargo, la división en grandes grupos más común es la de **reino** que, según la última actualización de Whittaker y Margulis, podemos dividir en cinco: **Monera** (bacterias), **Protocista** (protozoos y algas), **Fungi** (hongos), **Animalia** (animales) y **Plantae** (plantas).

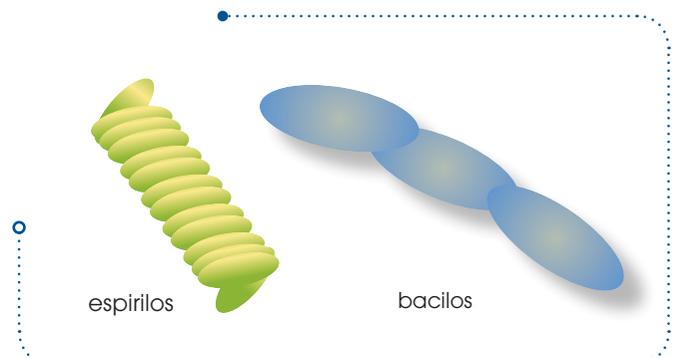
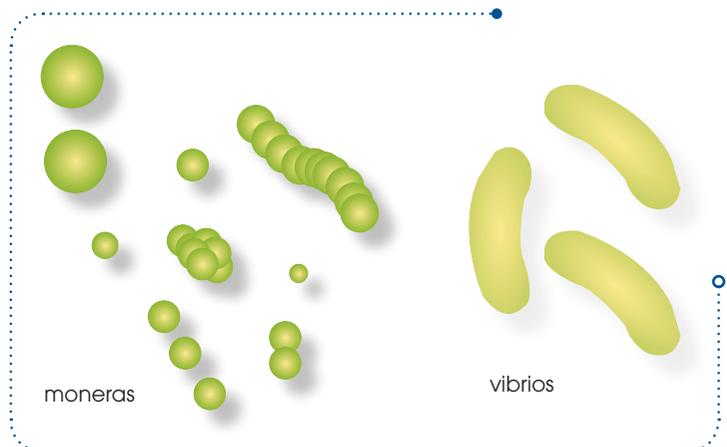
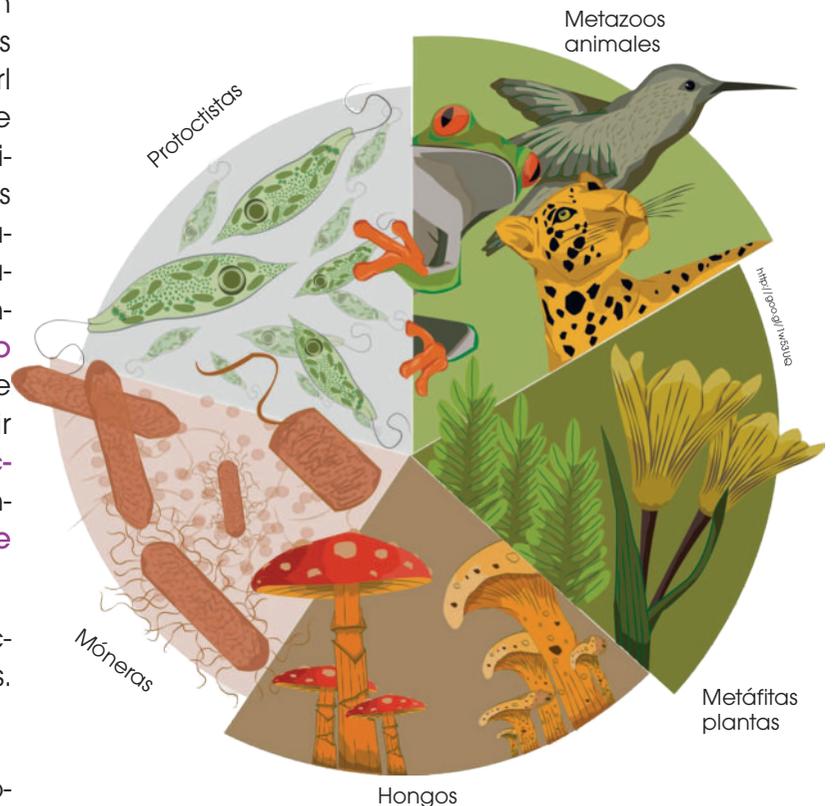
A continuación, revisaremos las características principales de los cinco reinos.

### 2.1. Monera

A los **moneras** o **procariontes** los conocemos habitualmente como *bacterias*. Este reino incluye a todos los organismos formados por células **procariotas**. Todos ellos son organismos **unicelulares** y **microscópicos**.

El tamaño promedio de estos organismos es de entre 1 y 30  $\mu\text{m}$  (micrómetro o micra) y tienen una gran diversidad de formas, entre las que destacan los cocos (esferas), cocobacilos (óvalos), bacilos (cilindros), espirilos (espirales) o vibrios (forma de coma).

De igual manera que existe una gran diversidad morfológica, las bacterias presentan una enorme diversidad metabólica y son capaces de obtener energía de diversas maneras posibles. Existen tanto bacterias autótrofas como heterótrofas en función de la obtención del carbono, así como bacterias fotótrofas o quimiótrofas en función de la obtención de la energía.



Dentro de este reino, existen especies de gran importancia para el ser humano, en vista de que pueden ser **patógenos** que nos afecten de forma negativa, pero también pueden habitar habitualmente en nuestro cuerpo y crear una simbiosis con el ser humano con la cual salimos beneficiados.

Las especies de bacterias más importantes son las siguientes:

- **Escherichia coli:** Forma parte de la flora intestinal de mamíferos. Es capaz de sintetizar algunas vitaminas para uso del hospedador por lo que es muy importante en la nutrición.
- **Helicobacter pylori:** Infeccionan células de la mucosa intestinal en mamíferos por lo que son capaces de provocar úlceras.
- **Rhizobium leguminosarum:** Muestra una relación simbiótica en las raíces de algunas plantas a las que ayuda a fijar nitrógeno.
- **Anabaena variabilis:** Establecen relaciones de **simbiosis** con plantas y hongos a quienes ayuda a fijar nitrógeno.
- **Mycobacterium tuberculosis:** Provocan la enfermedad de la tuberculosis en el ser humano.
- **Treponema pallidum:** Causa la sífilis en el ser humano.
- **Chlamydia pneumoniae:** Es una bacteria que actúa como parásito obligatorio tanto en mamíferos como en aves. Puede llegar a provocar bronquitis y neumonías.
- **Thermotoga maritima:** Habitan fuentes hidrotermales y soportan temperaturas de hasta 80 °C.

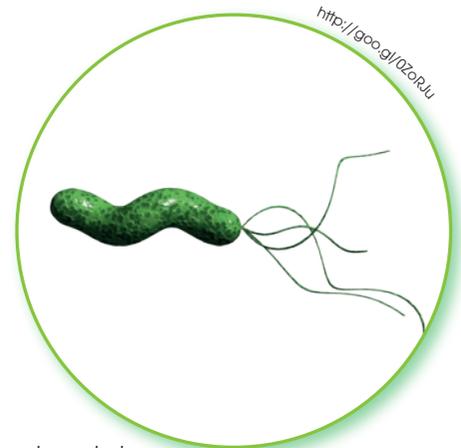
## Y TAMBIÉN:

Carl von Linné (1707-1778) fue un naturalista sueco que desarrolló las principales categorías en que se organizan los seres vivos y el sistema de nomenclatura binomial.

Estudió medicina, aunque mostraba una verdadera afición por la botánica. En 1735 publicó su *Systema naturae* (Sistema natural), donde se propone de forma esquemática un sistema de clasificación taxonómica para los reinos animal, vegetal y mineral. El sistema de clasificación que propuso para el reino vegetal continúa vigente hoy en día.



■ Escherichia coli



■ Helicobacter pylori

2. **Busca** información sobre cinco organismos pertenecientes al reino monera e **indica** su nombre científico, su morfología y su importancia en la vida del ser humano.

## 2.2. Protoctista

El reino de los **protoctistas** (o **protistas**) es un grupo muy heterogéneo y con mucha diversidad de organismos. En realidad, dentro de los protistas clasificamos a todos los organismos **eucariotas** que no son animales, plantas ni hongos; y por este motivo aparece esa heterogeneidad. De una forma simplificada, podemos decir que los protoctistas son **algas**, **protozoos** y **mohos mucilaginosos**.

Todos los protoctistas son eucariotas y pueden ser tanto **unicelulares** como **pluricelulares**, aunque no llegan a formar tejidos. Por lo general, son microscópicos. La mayoría de los protistas son acuáticos y, los que no lo son, viven asociados a hábitats terrestres húmedos o habitan el medio interno de otros organismos y dan origen a fenómenos de **endosimbiosis**. En cuanto a su metabolismo, los protistas también son muy heterogéneos y encontramos tanto organismos autótrofos como heterótrofos.

## 2.3. Algas

Las **algas** son **protistas fotosintéticos** que viven en un medio acuático. Pueden ser unicelulares y pluricelulares, pero no forman tejidos verdaderos ni haces vasculares.

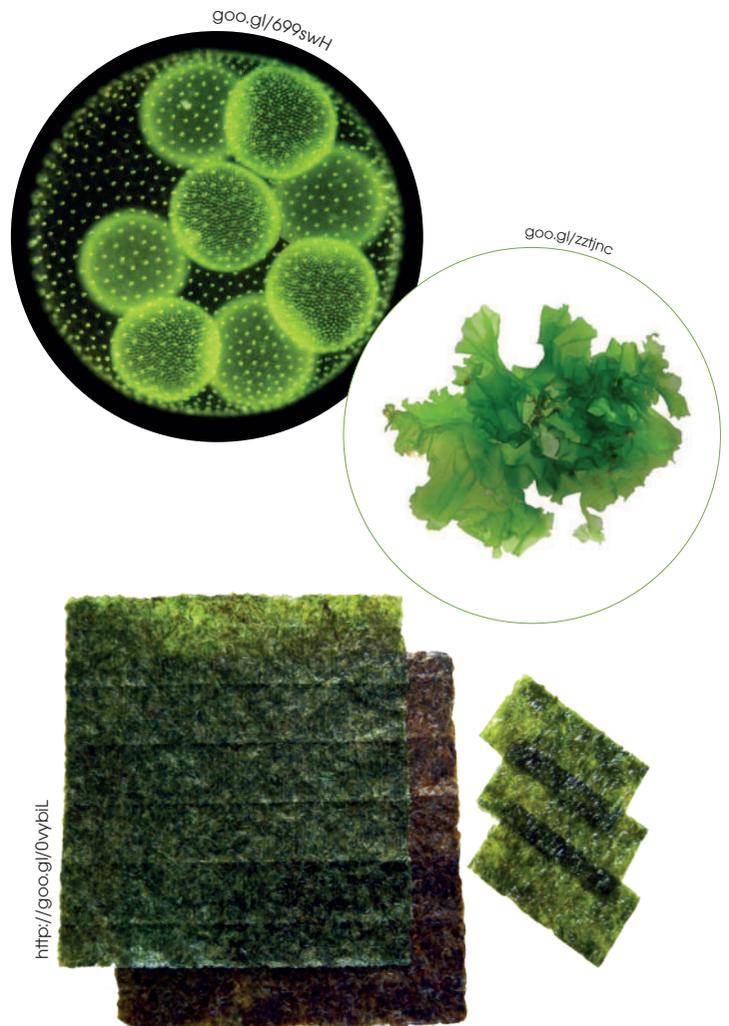
Estos organismos son de gran importancia, puesto que muchas de estas algas habitan cerca de la superficie del océano y forman el fitoplancton. Estos organismos generan casi el 100 % de la producción primaria en los sistemas oceánicos y el 40 % de la producción primaria en todo el planeta, y liberan una gran cantidad de oxígeno a la atmósfera.

A las algas las solemos clasificar en función de su pigmentación, la que provoca que tengan colores diferentes. Las más representativas son:

- **Clorophyta:** Algas verdes. Poseen cloroplastos y posiblemente fueron los organismos a partir de los cuales evolucionaron

las plantas terrestres. En algunas ocasiones, las clasificamos dentro del reino Plantae. La mayoría son acuáticas y habitan tanto en océanos como en aguas continentales, aunque algunas pueden asociarse simbióticamente con hongos y dar lugar a líquenes que viven sobre rocas o troncos de árboles. Los géneros más representativos son *Chlamydomonas*, *Volvox* y *Ulva*.

- **Rhodophyta:** Algas rojas. Poseen varios pigmentos, entre ellos carotenoides, que les otorgan el color rojo. Prácticamente, todas son marinas y algunas son muy importantes, ya que las utilizamos como alimento o aditivos alimenticios como el agar. Las más representativas y usadas en alimentación pertenecen a los géneros *Palmaria* y *Porphyra*.



- **Phaeophyta:** Algas pardas. Viven en mares templados y costas frías, y pueden llegar a formar grandes «bosques oceánicos». El género más representativo es *Nereocystis* que puede alcanzar hasta 100 metros de longitud.
- **Diatomeas:** Forman parte del fitoplancton. Son unicelulares y en ocasiones forman colonias. Están protegidas por una pared de sílice que tiene un gran interés comercial, ya que se usa en agricultura para fertilizar la tierra.
- **Dinoflagelados:** Junto con las diatomeas son los organismos más importantes del fitoplancton. Igualmente son unicelulares y pueden formar colonias, pero se diferencian de las diatomeas en que los dinoflagelados presentan flagelos. El género más importante es *Ceratium*.

## 2.4. Los protozoos

Los protozoos son organismos unicelulares, microscópicos y heterótrofos. Los consideramos los predecesores evolutivos de los animales. Los clasificamos en función de su movilidad que da origen a los siguientes grupos:

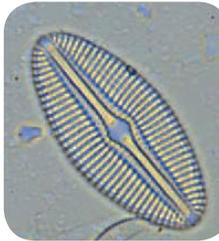
- **Rizópodos:** Son las amebas y se desplazan mediante pseudópodos.
- **Ciliados:** Se desplazan gracias a cilios. Los paramecios (género *Paramecium*) son los más representativos de este grupo.
- **Flagelados:** También los conocemos como *mastigóforos* y poseen uno o más flagelos.
- **Esporozoos:** No presentan apenas movilidad y son parásitos. El más reconocido es el género *Plasmodium* que provoca la enfermedad de la malaria.

## 2.5. Mohos mucilaginosos

Presentan similitudes con los hongos. Suelen formar agregados multicelulares y se caracterizan por ser **saprobios**, es decir, se alimentan de materia orgánica muerta actuando como **descomponedores**. Algunos **mohos** de este grupo pueden provocar plagas que afectan a cosechas, como la papa o la vid.



<https://goo.gl/umiux>



<http://goo.gl/qna1mR>



<http://goo.gl/qna1mR>

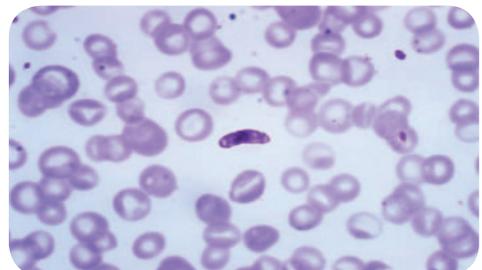


<http://goo.gl/wwv2cy>

<https://goo.gl/vaVQn7>



<https://goo.gl/vaVQn7>



<https://goo.gl/n4ptD0>

## Y TAMBIÉN:



### Reproducción asexual por esporas

Las esporas se generan por mitosis y las llamamos *mitósporas*. Las mitósporas pueden generar un nuevo individuo, idéntico al progenitor, por divisiones celulares sucesivas. La espora es una estructura resistente, que puede ser haploide o diploide.



■ Setas o callampas (cuerpo fructífero) de *Amanita phalloide*



<http://goo.gl/nTwsIW>



<http://goo.gl/oQu%6Y>

■ Pan con moho de la especie *Rhizopus nigricans*

## 2.6. Fungi

El reino **fungi**, conocido habitualmente como *hongos*, se diferencia del resto de los reinos en que sus células poseen paredes celulares compuestas por quitina, lo que las diferencia de cualquier otro tipo de célula. En este reino se incluyen las **levaduras** y hongos, algunos de los cuales dan lugar a **setas** o callampas.

Todos los hongos son **eucariotas** y se reproducen por **esporas**. Algunos de ellos son unicelulares, pero la gran mayoría forman una estructura pluricelular y unos filamentos denominados *hifas*. Las hifas se agregan entre sí para dar lugar al **micelio**, que constituye el cuerpo del hongo. Algunas especies componen, además, un cuerpo fructífero que tiene función reproductora y al que conocemos habitualmente como *seta* o *callampa*.

Todos los hongos son organismos **heterótrofos**, generalmente **saprobios**, en vista de que se alimentan de materia orgánica muerta a la cual descomponen. Por este motivo los conocemos generalmente como *organismos descomponedores*. Algunos hongos presentan **relaciones simbióticas** con algas, esto da lugar a **líquenes**.

Los hongos tienen una enorme importancia, puesto que a muchos de ellos los usamos como alimentos o medicina, pero muchos otros pueden ser parásitos o venenosos y generan enfermedades.

La clasificación actual de los hongos diferencia los siguientes grupos:

- **Chytridiomycota:** Son los hongos más primitivos. La mayoría son acuáticos y viven asociados a plantas e insectos. Son de muy pequeño tamaño, incluso algunos de ellos son unicelulares. Pueden infectar plantas y anfibios, y generar enfermedades graves.
- **Zygomycota:** Son un grupo de hongos conocidos habitualmente como *moho del pan* y *de la fruta*. La especie más representativa es *Rhizopus nigricans*, que crece en algunos alimentos en putrefacción.

<https://goo.gl/ZVsqFA>



<https://goo.gl/mxAEQX>



■ Setas de *Amanita muscaria* y *Agaricus bisporus*

<http://goo.gl/XE1WV>



■ *Penicillium* creciendo sobre naranja

- **Glomeromycota:** En este grupo, clasificamos hongos que obligatoriamente deben presentar una relación simbiótica con plantas terrestres, ya que no pueden sobrevivir en solitario. Viven en el interior de las raíces de algunas plantas y forman micorrizas, gracias a las cuales tanto hongo como planta reciben un beneficio nutritivo.
- **Basidiomycota:** Son los clásicos hongos con sombrero, conocidos habitualmente como setas o callampas. Esta seta no es más que el cuerpo fructífero del hongo, es decir, el lugar donde se producen las esporas para la reproducción. Estas setas pueden ser comestibles, pero en muchas ocasiones son venenosas. Las especies más importantes son las *Boletus edulis*, muy cotizadas en alimentación, *Amanita muscaria*, que tiene efectos neurotóxicos y alucinógenos, *Amanita phalloides*, muy venenosa, puede llegar a ser mortal para los humanos, o *Agaricus bisporus*, conocido comúnmente como champiñón o portobello, de gran importancia en la industria alimenticia.
- **Ascomycota:** Son un grupo muy amplio y variado de hongos. En ellos se incluyen las levaduras de enorme importancia, ya que producen la fermentación necesaria para crear ciertos alimentos, como el pan o la cerveza, como *Saccharomyces cerevisiae*. A este grupo también pertenecen hongos con cuerpos fructíferos grandes y de importancia económica como *Tuber melanosporum*, conocido habitualmente como trufa.

Existe un género de hongos que, en algunas ocasiones, han sido incluidos dentro de *Ascomycota*, pero cuya clasificación no está del todo clara. Es el género *Penicillium*, el cual crece habitualmente en la fruta y el suelo. Lo utilizamos en la producción de algunos tipos de queso, pero su máxima importancia se debe a que es el hongo que produce el antibiótico penicilina (*Penicillium chrysogenum*).

Imagen de fondo: <https://goo.gl/1CKNFV>

Actividades

3. Como has visto, los protoctistas y hongos tienen una gran importancia para el ser humano. Realiza una tabla en la que aparezcan al menos cinco organismos pertenecientes a los reinos protoctista y fungi, el grupo al que pertenecen y su importancia para el ser humano.



<http://goo.gl/82Tmz>

■ Musgo del género *Sphagnum*



<https://goo.gl/1Q3oug>



<http://goo.gl/0YqG0k>



<http://goo.gl/5Y1Yxe>

■ Soros de un helecho. *Pteridium aquilinum*. Helecho arbóreo del género *Cyathea*

## 2.7. Plantae

El reino **Plantae**, conocido generalmente como plantas, incluye a los organismos **eucariotas**, **fotosintéticos**, con **cloroplastos** y cuyas células poseen una **pared celular** formada por **celulosa**. Dentro de este reino podemos diferenciar tres grandes grupos: **Briófitos** (musgos), **Pteridófitos** (helechos) y **Espermatófitos** (gimnospermas y angiospermas).

### Briófitas

Los **musgos** o briófitas son un grupo de **plantas no vasculares**, es decir, no poseen un sistema vascular o circulatorio que transporte agua y nutrientes por toda la planta. Son relativamente pequeños, por lo general de menos de 20 cm de altura; y forman almohadillas. Seguramente, son descendientes evolutivos directos de las algas verdes y habrían sido los primeros en colonizar el medio terrestre. Sin embargo, necesitan habitar lugares húmedos y con gran cantidad de agua.

Dentro de este grupo, hay diversidad de especies, pero las más comunes son del género *Sphagnum*, que llegan a cubrir el 1 % del total de la superficie terrestre.

### Pteridófitas

Los **helechos** o pteridófitas sí tienen **sistema vascular**, pero se diferencian de las otras plantas vasculares en que no producen semillas. Viven en zonas húmedas, generalmente en regiones tropicales, aunque pueden encontrarse en hábitats templados e incluso áridos. Algunos pueden llegar a ser **epífitas**, esto es, crecen sobre otros árboles.

Su tamaño es variable y los hay desde pequeños hasta de gran porte como los helechos arbóreos. Sus hojas están enrolladas cuando son jóvenes y se van desenrollando al crecer. Al no producir semillas, los helechos se reproducen por **esporas** que se encuentran acumuladas en la parte interior de las hojas en unas estructuras denominadas **soros**.

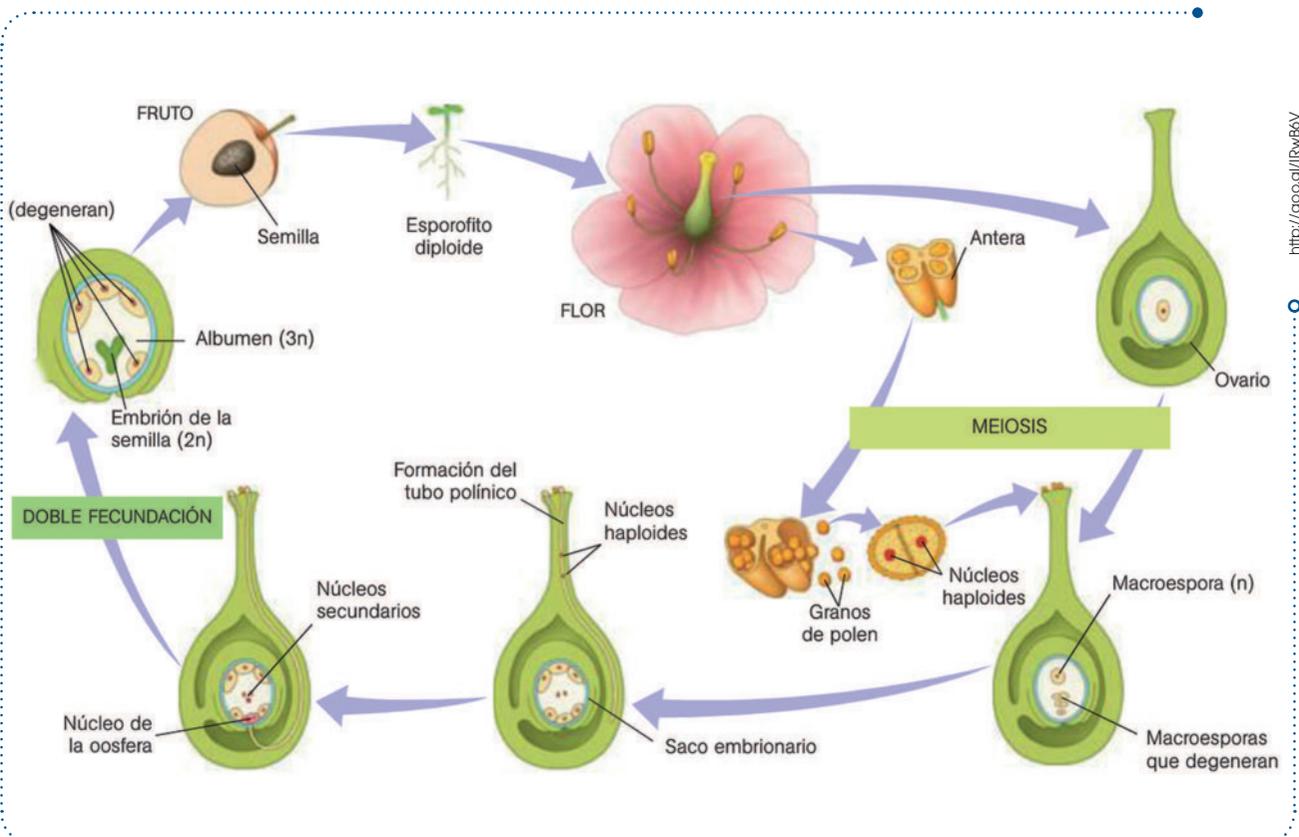
Algunos helechos tienen una distribución muy amplia como *Pteridium aquilinum*, y los podemos encontrar en todos los continentes. También, son de gran importancia los helechos arbóreos como los del género *Cyathea*.

## Espermatófitas

Las espermatófitas (también conocidas como *fanerógamas*) son plantas vasculares que generan semillas; es decir, la mayoría de las plantas que conocemos comúnmente. La semilla es un gran avance evolutivo en las plantas, puesto que estas pueden propagarse a espacios lejanos y permite a la planta colonizar nuevos hábitats. Además, las semillas permiten que el germen de una planta soporte condiciones inadecuadas durante un largo período hasta que llegue el momento idóneo para germinar y crecer como nuevo individuo. Esto ocurre debido a que tienen cubiertas muy resistentes y en el interior almacenan nutrientes que otorgan energía al embrión de la planta hasta que puede nutrirse por sí misma.

Las plantas espermatófitas se dividen en dos grandes grupos: gimnospermas y angiospermas. Las gimnospermas son aquellas que tienen la semilla desnuda mientras que las angiospermas tienen la semilla protegida.

Las espermatófitas poseen flores que actúan como sistema reproductor de la planta. En ellas se originan gametos que pueden ser óvulos (gameto femenino) o polen (gameto masculino). El polen de una flor masculina puede propagarse y llegar hasta una flor femenina en la cual fecundará al óvulo en un proceso conocido como *polinización*. De esta forma, se genera una semilla que puede permanecer mucho tiempo en latencia hasta que germina y da lugar a una nueva planta.



<http://goo.gl/IRwB6V>

4. **Investiga** sobre el ciclo de vida de briófitos y pteridófitos y **compáralos** con el ciclo de vida de una planta espermatófitas.

## Gimnospermas

Las **gimnospermas** son plantas espermatófitas, es decir, que producen semillas, pero estas **semillas no están protegidas**. Presentan flores diferentes a las de las angiospermas en las que la semilla está expuesta. Todas las gimnospermas son leñosas y suelen ser árboles y arbustos. Las dividimos en cuatro grandes grupos de gimnospermas: **cícadas, ginkgos, gnetófitas y coníferas**.

- **Cícadas:** Plantas ancestrales de las cuales quedan pocos representantes en la actualidad. Tienen troncos bajos y anchos y hojas grandes parecidas a las de las palmeras. El género más representativo es *Cycas*.
- **Ginkgos:** Actualmente, solo existe una especie representante de este grupo de gimnospermas: *Ginkgo biloba*. Recibe su nombre en referencia a su hoja con forma de abanico partido en dos lóbulos. Debido a que es la única especie que sobrevive, la cultivamos mucho y la utilizamos como planta ornamental.
- **Gnetófitas:** Consiste en un grupo muy variable con plantas muy diferentes entre sí. En este grupo existen los géneros *Ephedra*, *Gnetum* y *Welwitschia*.
- **Coníferas:** Forman el grupo más conocido dentro de las gimnospermas. Reciben este nombre en vista de que a sus flores las conocemos como conos. Crecen como grandes árboles o arbustos como los pinos (*Pinus*), abetos (*Abies*), secuoyas (*Sequoia*), alerces (*Larix*), araucarias (*Araucaria*) o enebros (*Juniperus*).



<http://goo.gl/4q8NW6>



<https://goo.gl/cfzcp3>

■ Planta del género *Cycas* y hojas del árbol *Ginkgo biloba*



<https://goo.gl/mu1Su>

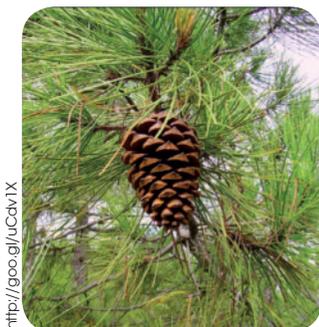


<https://goo.gl/5c5m5m>



<http://goo.gl/v6f8AZ>

■ Plantas del género *Ephedra*, *Gnetum* y *Welwitschia*



<http://goo.gl/uCav1X>



<http://goo.gl/wXpcS>



<https://goo.gl/mU29LW>



<http://goo.gl/VCEZGs>

■ Árboles del género *Pinus*, *Sequoia*, *Larix* y *Juniperus*

## Angiospermas

Las **angiospermas** son el grupo más amplio y diverso de plantas. Se diferencian de las gimnospermas en que las **semillas** están **protegidas** por una estructura conocida como fruto. Sus flores son complejas y normalmente de colores llamativos con el objetivo de atraer insectos para que sean ellos quienes polinicen. Cuando la flor está polinizada, el óvulo fecundado se convierte en semilla y la parte de la flor que lo rodea, conocido como *carpelo*, se desarrolla y da origen al fruto que protege a la semilla.

Las angiospermas conforman un grupo muy diverso y cuentan con más de 250 000 especies diferentes. Las podemos agrupar en **monocotiledóneas** y **dicotiledóneas**, en función de si los embriones tienen una o dos hojas embrionarias (cotiledones).

- **Monocotiledóneas:** Conocidas como *clase Liliopsida*, son las angiospermas con un solo cotiledón (hoja embrionaria). Además de esta característica, se diferencian por no tener crecimiento de madera secundaria por lo que no llegan a crear un tronco real; y porque sus flores suelen tener pétalos y sépalos en múltiplos de tres. Dentro de este grupo destacan las orquídeas, los lirios, las gramíneas, las yucas o las palmeras. Pueden tener tanto interés ornamental como alimenticio.
- **Dicotiledóneas:** También conocidas como *clase Magnoliopsida*, son las angiospermas cuyos embriones tienen dos cotiledones. Al contrario de las monocotiledóneas, sí presentan crecimiento secundario formando troncos verdaderos y sus flores presentan pétalos y sépalos en números múltiplos de cuatro o cinco. Es el grupo más amplio y diverso en el que encontramos especies muy utilizadas en ornamentación. Un ejemplo son las rosas, mientras que en el área de la alimentación tenemos a las cucurbitáceas (incluyen zapallo o melón) y en la rama de la medicina, tenemos el eucalipto.



<https://goo.gl/S7VRyI>

- Flor fecundada que da lugar a un fruto en una angiosperma



<http://goo.gl/41F48>



<https://goo.gl/1k2E0>



<https://goo.gl/N43Xnj>

- Lirio del género *Lilium*, yuca del género *Manihot* y palmera del género *Phoenix*



<https://goo.gl/KosiDp>



<https://goo.gl/n0E1x>

- Rosas del género *Rosa*, zapallo del género *Cucurbita* y eucalipto del género *Eucalyptus*

<https://goo.gl/EzLn0>



Prohibida su reproducción

## 2.8. Animalia

El reino **Animalia** agrupa a todos los animales que se caracterizan por ser organismos **eucariotas**, **heterótrofos** y **pluricelulares**. Se encuentran muy cercanos a los hongos, pero se distinguen de estos en que los animales no tienen pared celular y se nutren por ingestión mientras que los hongos lo hacen por absorción.

El origen de los animales, al igual que el de las plantas, posiblemente se encuentre en el reino protocista. Mientras que las plantas habrían evolucionado a partir de las algas, los animales habrían hecho lo mismo a partir de los protozoos.

Podemos encontrar una gran diversidad de animales y la división de este grupo es muy amplia, compleja y los dividimos en **vertebrados** e **invertebrados**.

### Invertebrados

Serían todos aquellos animales que no poseen columna vertebral ni esqueleto interno articulado. Dentro de este grupo, podemos encontrar igualmente numerosos animales como las **esponjas**, **cnidarios**, **platelmintos**, **anélidos**, **artrópodos**, **moluscos** y **equinodermos**.

Las **esponjas** o **poríferos** (denominados así porque su cuerpo cuenta con numerosos poros) son animales sésiles, fijados al sustrato. Abundan en el fondo de los océanos y poseen una gran cavidad interna en la que entra el agua para repartir los nutrientes entre las células.

Los **cnidarios** más conocidos comúnmente son las **medusas** o **aguamalas**, aunque en este grupo incluimos también las **anémonas** y los **corales**. Viven exclusivamente en ambientes acuáticos, tienen simetría radial y muestran una consistencia gelatinosa, ya que estos animales están conformados por un alto porcentaje de agua. Pueden vivir de manera libre o sésil; en este caso, los denominamos *pólipos*. Una característica común a todos los cnidarios es que presentan uno o varios tentáculos alrededor de la boca, en los que suelen aparecer células urticantes que pueden utilizar tanto para protegerse de depredadores como para cazar a sus presas.



■ Porífero



■ Medusas



■ Anémona

<https://goo.gl/bHtaqc>

<http://goo.gl/bstZ9J>

<http://goo.gl/ctUsnta>

**Platelmintos** hace referencia a un grupo de **gusanos planos**, la mayoría de los cuales son parásitos. El platelminto de mayor importancia es la **tenia** (*Taenia solium*) que puede ser **parásito** del ser humano, al alojarse en el intestino delgado. Puede medir hasta cuatro metros de longitud.

Los **anélidos** son un grupo de animales conocidos como **gusanos**. Presentan el cuerpo segmentado en anillos denominados **metámeros**. Estos metámeros se repiten numerosas veces formando el cuerpo del anélido. Muchos de ellos son marinos aunque también pueden vivir en agua dulce como las **sanguijuelas** o en tierra húmeda como las **lombrices**.

El grupo de los **artrópodos** es el más diverso y numeroso de todo el reino animal. Superan el millón de especies conocidas y, de ellas, más de 750 000 son insectos. Presentan un esqueleto externo o **exoesqueleto** que son capaces de mudar cuando aumentan de tamaño, apéndices articulados y ojos compuestos. Además, se caracterizan por estar divididos en tres segmentos que a veces pueden estar fusionados: cabeza, tórax y abdomen. A los artrópodos los subdividimos en cuatro grupos: **quelicerados**, **crustáceos**, **miriápodos** y **hexápodos** (insectos).

Los **quelicerados** presentan un primer par de apéndices denominados **quelíceros** que utilizan como pinzas o colmillos y por lo general poseen cuatro pares de patas. Dentro de este grupo, se clasifican las arañas, escorpiones, ácaros y cangrejos cacerola (*Xifosuros*).

Los **crustáceos** incluyen a los cangrejos, camarones, langostas y formas similares. Son acuáticos salvo las cochinillas (bichos bola) que también son crustáceos, pero habitan en tierra húmeda. Por lo general, presentan caparazón y dos pares de antenas.

Los **miriápodos** hacen referencia a los ciempiés y milpiés. Están conformados por un gran número de segmentos similares que se repiten en los que se encuentran las patas. Esto hace que tengan un gran número de patas (aunque no necesariamente cien o mil).



<http://goo.gl/MD7eAC>

■ Tenia (*Taenia solium*)



<http://goo.gl/O3Ve3s>



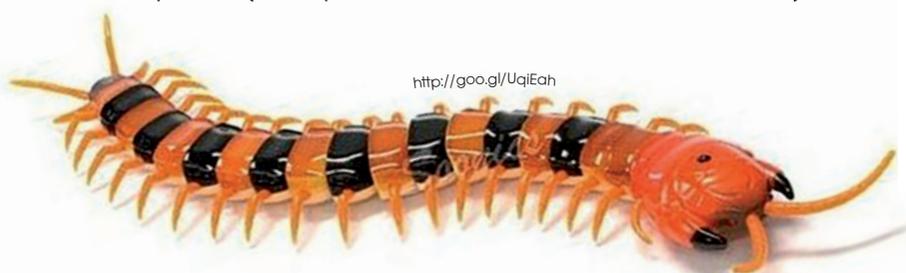
<http://goo.gl/EeOzCY>



<http://goo.gl/f8xrv6>



<http://goo.gl/ltkGW>



<http://goo.gl/UqiEah>

Los **insectos** constituyen la clase más grande de artrópodos. De hecho, más del 70 % de los animales conocidos son insectos. Son los únicos invertebrados con la capacidad de volar. Todos presentan alas y los que no las tienen las han perdido en una evolución posterior. Tienen tres pares de patas y un par de antenas. Son de gran importancia económica, ya que a muchos los consideramos plagas, pero también los usamos para controlarlas; y otros son vectores de enfermedades, como los moscos que transmiten la malaria o el dengue. Además, son de gran importancia en los ecosistemas puesto que son esenciales en la polinización de las plantas. Dentro de los insectos, podemos encontrar animales tan variados como los moscos, escarabajos, saltamontes, grillos, cucarachas, mantis, fásmidos, abejas y hormigas.



Los **moluscos** tienen el cuerpo blando protegido por una concha calcárea dura, aunque algunos han perdido esta concha, como los pulpos o las babosas. Son un grupo bastante diverso y los dividimos en tres grandes grupos: **bivalvos**, **gasterópodos** y **cefalópodos**. Los bivalvos son todos acuáticos y reciben su nombre gracias a las dos valvas (conchas) que poseen. Los gasterópodos son los caracoles y babosas, son tanto acuáticos como terrestres y suelen tener una concha única que en algunas ocasiones se ha perdido. Los cefalópodos tienen una cabeza con ojos y boca rodeada de diez tentáculos, en el caso de calamares y sepias, y ocho tentáculos en los pulpos.



**Equinodermos** son un grupo de animales que viven en el fondo de los hábitats acuáticos. Poseen un esqueleto interno calcificado, pero diferente del de los vertebrados, ya que no es articulado. También es muy característica de este grupo su simetría pentarradial. Dentro de este grupo se incluyen las estrellas, los erizos y los pepinos de mar.



<https://goo.gl/jrbQco>

<http://goo.gl/Q2TRXQ>

5. **Indica** el nombre científico de un organismo de cada uno de los grupos de invertebrados estudiados.

**Solución:** Por ejemplo: Poríferos: *Placosphaera antillensis*. Cnidarios: *Chrysaora fuscescens*. Platelminetos: *Taenia solium*. Anélidos: *Hirudo medicinalis*. Artrópodos: *Lycosa tarantula*. Moluscos: *Octopus bimaculatus*. Equinodermos: *Aquilonastra conandae*.

Actividades

## Vertebrados

La **columna vertebral** dota a los animales vertebrados de una organización clara con **cefalización** que permite una concentración de los órganos sensoriales dando origen al **cerebro**. La columna, además, aporta a estos animales un soporte interno flexible que representa una gran ventaja evolutiva. En estos animales asimismo aparecen las **mandíbulas** como modificación del desarrollo de la región de la cabeza, lo que permite una mayor efectividad en la obtención de energía mediante la alimentación.

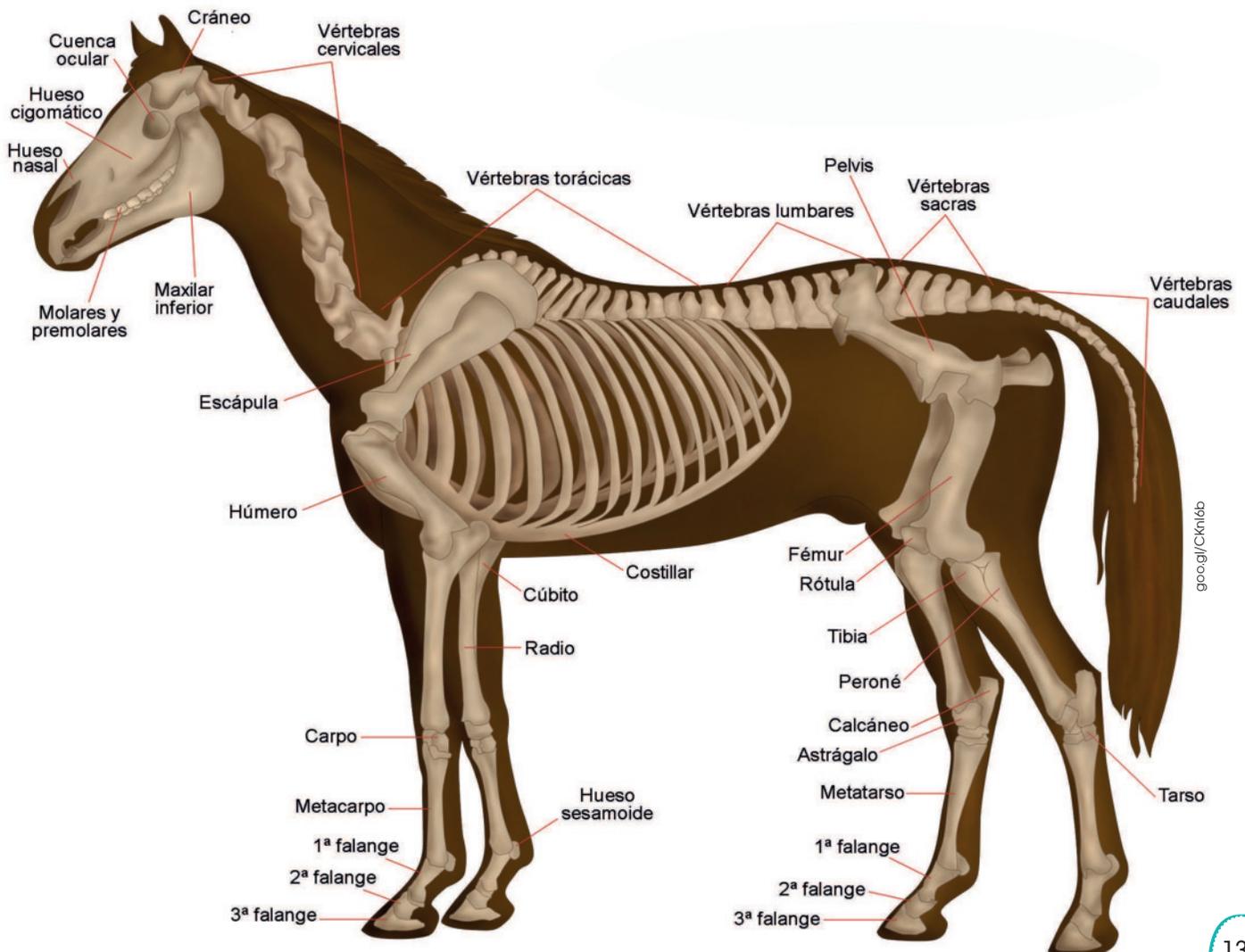
En los animales **vertebrados** existe **simetría bilateral** y una clara diferenciación entre cabeza, tronco, que consta de tórax y abdomen, y cola. Del tronco, sobresalen las extremidades en número par.

En vertebrados, el tegumento es de gran importancia y está conformado por epidermis, der-

mis e hipodermis. En ellas aparecen glándulas con función excretora y pueden surgir modificaciones que dan lugar a uñas, garras, pezuñas, plumas, pelos, picos, cuernos, escamas o caparazones. Presentan diversidad de aparatos locomotores adaptados a la natación o a la vida terrestre. También, tienen diferentes sistemas respiratorios, desde branquias a pulmones e incluso respiración cutánea.

Muchos animales presentan casos de hermafroditismo, pero en los vertebrados hay una clara diferenciación de sexos (salvo en algunos peces). La reproducción puede ser tanto ovípara como vivípara y con fecundación interna o externa.

Al conjunto de los animales vertebrados los dividimos, generalmente, en cinco grandes grupos que corresponden a la clasificación taxonómica de clase. Estos grupos son **peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos**.



goo.gl/Ckniób

## 2.9. Peces

Los **peces** son animales vertebrados **acuáticos** y **ectotérmicos**, esto es, que no pueden regular su propia temperatura de forma interna y deben hacerlo a partir del medio. Estos animales están dotados de **aletas**, lo que les permite una buena movilidad en el medio acuático.

A este grupo lo subdividimos en peces cartilaginosos (condrictios) y peces óseos (osteíctios). Los condrictios poseen un esqueleto formado por cartílagos, como los tiburones y las rayas, mientras que los osteíctios tienen un esqueleto óseo, donde se incluye al resto de los peces.

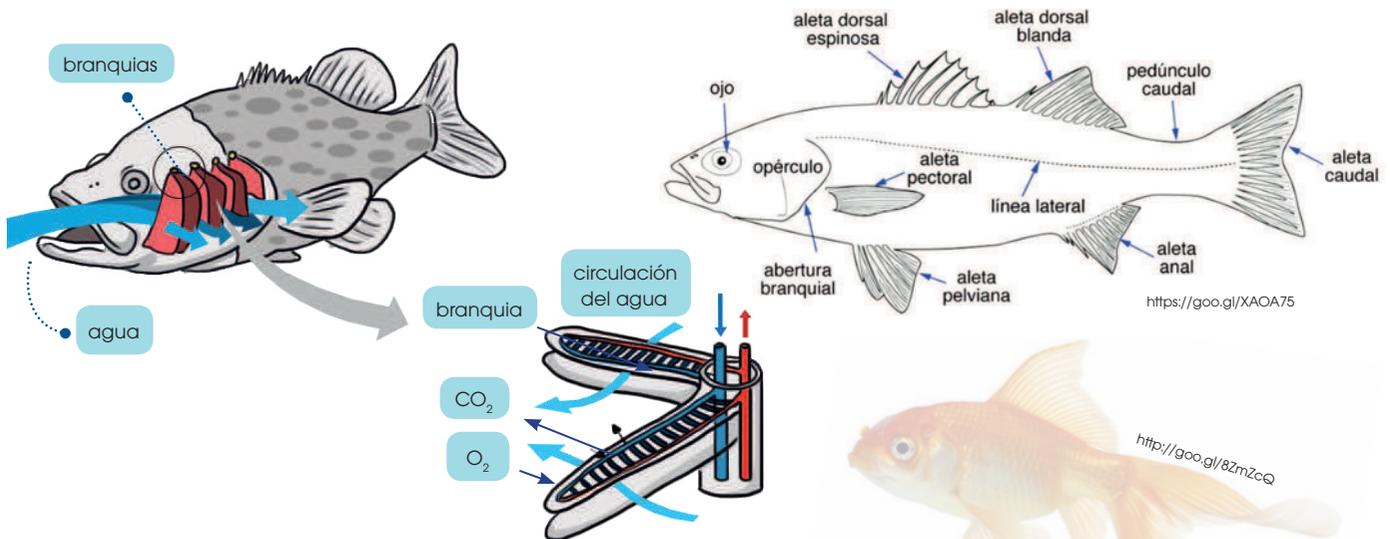
El sistema respiratorio de los peces está basado en la utilización de **branquias**, situadas, por lo habitual, detrás de la cabeza, a ambos lados de la faringe. Estas branquias tienen una gran superficie que contienen numerosos capilares, y gracias a esto, son capaces de realizar un intercambio gaseoso eficiente entre oxígeno y dióxido de carbono. Para ello, los peces aspiran agua y esta pasa a través de las branquias donde se absorbe el oxígeno disuelto en el agua y se libera el dióxido de carbono.

Existen casos especiales de peces que respiran siguiendo otro sistema como las anguilas que pueden absorber el oxígeno directamente a través de la piel o los peces pulmonados, que poseen pulmones similares a los de los vertebrados terrestres.

El sistema circulatorio de los peces es cerrado y cuenta con un corazón que bombea la sangre por un circuito único. La sangre va desde el corazón a las branquias, donde se realiza el intercambio gaseoso y desde allí va al resto del cuerpo para repartir la sangre ya oxigenada.

La reproducción de los peces es, por lo general, mediante huevos, es decir, son **ovíparos**; la fecundación es externa ya que no poseen órganos copuladores. Existen casos aislados de peces vivíparos.

Su sistema locomotor está basado en aletas que utilizan para desplazarse en el agua. Presentan aletas dorsales, pectorales, ventrales y anales que les otorgan estabilidad, además de una aleta caudal, ubicada en la cola, que sirve como forma de impulsarse.

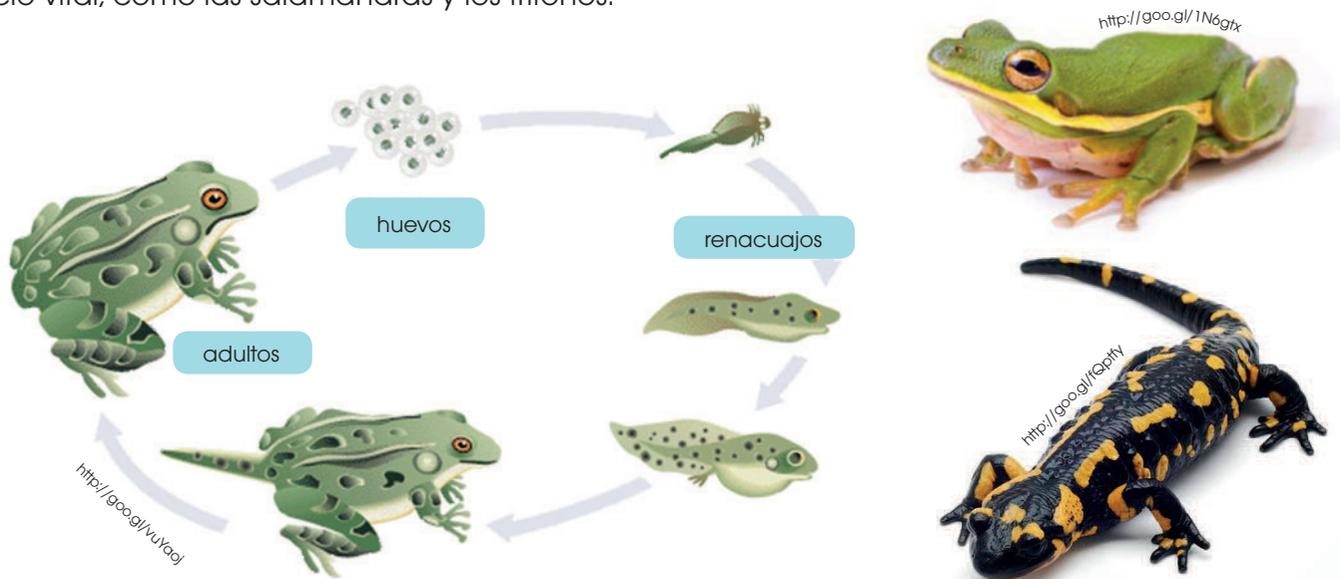


6. **Representa**, de forma esquemática, un pez, **indica** las partes de su sistema circulatorio y respiratorio y **explica** cómo ocurre el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre a su paso por las branquias.

## 2.10. Anfibios

Los anfibios son vertebrados ectotérmicos y se distinguen del resto de vertebrados por sufrir un cambio durante su desarrollo, denominado *metamorfosis*. Los anfibios presentan, por lo tanto, un estado larvario totalmente distinto a su forma adulta. En el caso de las ranas y sapos, las larvas (renacuajos) presentan una gran similitud con los peces, son acuáticos y tienen respiración branquial; mientras que los adultos tienen respiración cutánea o pulmonar y son de vida terrestre. Por esto, conocemos a este grupo como anfibios (*amphi*, 'ambos' y *bios*, 'vida'). Los anfibios representan el paso evolutivo en los animales desde la vida en el agua a la vida terrestre.

Podemos dividir a los anfibios en dos grandes grupos: anuros y urodelos. El nombre *anuro* hace referencia a que no poseen cola, ya que la pierden tras la metamorfosis. Estos anfibios serían los sapos y las ranas. Por otro lado, los urodelos conservan la cola durante todo su ciclo vital, como las salamandras y los tritones.



A pesar de que los anfibios, en su etapa adulta, son de vida terrestre; necesitan estar siempre ligados a un medio acuático, ya que el agua es necesaria para su reproducción y, además, necesitan tener la piel constantemente húmeda para respirar.

En cuanto a su reproducción, prácticamente todos son ovíparos y tienen fecundación externa. Las hembras depositan los huevos en el agua o en una zona de ambiente acuático y allí son fecundados por el macho.

El sistema respiratorio no es el único que sufre modificaciones tras la metamorfosis. El sistema circulatorio de los anfibios adultos

es diferente al de las larvas, ya que requiere de una doble circulación mientras que en los renacuajos es similar al de los peces. En los adultos, existe una circulación menor en la que se irrigan únicamente los pulmones y una circulación mayor en la que la sangre ya oxigenada va al resto del cuerpo.

Como adaptación clara a la vida terrestre, los anfibios adultos presentan cuatro extremidades, al igual que harán el resto de los vertebrados, salvo los peces. Por este motivo, las conocemos como *tetrápodos*. En la mayoría de los casos, las extremidades traseras son alargadas para permitir el salto y la natación.

## 2.11. Reptiles

Los **reptiles** son un grupo de **vertebrados terrestres** que se caracterizan por poseer **escamas** de queratina que cubre la piel. La clasificación taxonómica de los reptiles es bastante compleja y parece que los grupos ya extintos de reptiles están fuertemente emparentados con las aves.

Dentro de este grupo, se incluyen los dinosaurios, que fueron la forma de vida predominante en la Tierra durante más de cien millones de años. Sin embargo, teniendo en cuenta únicamente a los reptiles que sobreviven en la actualidad, podemos distinguir cuatro grupos claros: **tortugas**, **lagartos**, **serpientes** y **cocodrilos**.

La mayoría de los reptiles son carnívoros. En el caso de los reptiles herbívoros, estos tienen limitaciones a la hora de masticar, por lo que suelen ingerir rocas que ayudan a moler los vegetales y facilitar la digestión. Estas rocas también pueden ser ingeridas por los reptiles asociados a hábitats acuáticos, como los cocodrilos o las tortugas marinas, y las usan como peso que ayuda a su inmersión.

En el caso de los reptiles, aun los que viven en medios acuáticos, todos poseen respiración por **pulmones**, con una superficie pulmonar mucho más grande que en los anfibios, porque los reptiles no pueden realizar el intercambio de gases a través de la piel. La mayoría de los reptiles presentan dos pulmones, salvo el caso de algunas serpientes que solo tienen uno.

Debido a la existencia de pulmones, el **sistema circulatorio** presenta un **doble** circuito: uno corto para enviar sangre a los pulmones, donde se realiza el intercambio de gases, y otro largo, donde se envía la sangre ya oxigenada al resto del cuerpo.

La reproducción en reptiles es **ovípara**, pero en este caso sí existe **fecundación interna**. Los reptiles macho cuentan con un órgano copulador, gracias al cual depositan el espermatozoide en el interior de la hembra. Una vez ocurrida la fecundación, la hembra recubre al embrión con capas membranosas que dan lugar al huevo que liberarán posteriormente.



<http://goo.gl/B9eyv8>

7. **Investiga** y **escribe** el nombre científico de un condrictio, un osteíctio, un anuro, un urodelo, un lagarto, una tortuga, una serpiente y un cocodrilo.

Actividades

## 2.12. Aves

Las **aves** son un grupo de animales vertebrados especializados en el **vuelo**. Son **endotermos**, es decir, son capaces de regular su propia temperatura de forma interna. Para facilitar el vuelo, cuentan con huesos huecos y sacos aéreos en el interior de su cuerpo, lo que las hace muy ligeras.

Presentan escamas en sus patas, que refuerzan el parentesco con los reptiles, pero el resto de su cuerpo está cubierto por **plumas** de queratina que actúan como un gran **aislante térmico** y, además, ayudan en el vuelo, ya que permiten adoptar una forma más aerodinámica.

Las aves, igual que los anfibios, reptiles y mamíferos, son **tetrápodos** (poseen cuatro extremidades), pero las extremidades delanteras de las aves están muy modificadas ya que forman **alas**, estructuras básicas para el vuelo. Algunas aves no son capaces de volar y pueden ser acuáticas buceadoras, como los pingüinos o terrestres corredoras, como los avestruces.

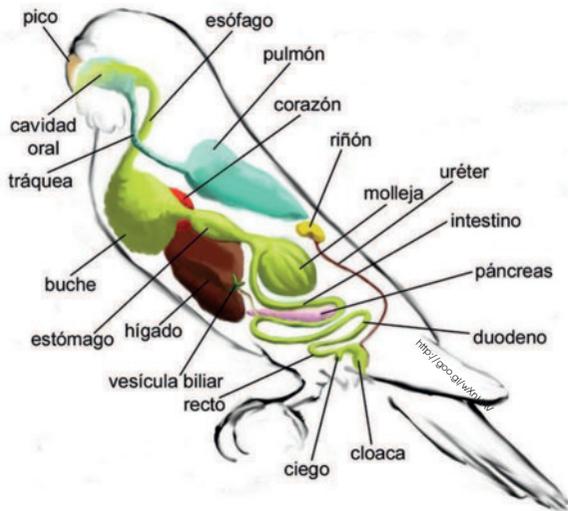
Todas las aves poseen un pico sin dientes, pero existe una gran diversidad en formas y tamaños en **función** de la dieta de cada ave. La diversidad de aves es enorme y su clasificación aún sigue en discusión.

En cuanto a su reproducción, son **ovíparos** con **fecundación interna**, y en casi todas las especies se ha detectado la existencia de rituales de apareamiento en los que el macho corteja a la hembra. Asociado a este comportamiento, suele existir un dimorfismo sexual: el macho suele ser diferente de la hembra, con colores más vivos o alguna estructura llamativa con la que pueda llamar la atención de la hembra.

El **alto gasto energético** que requiere el vuelo hace que las aves tengan una alta demanda de oxígeno, por lo cual es necesario que posean un sistema respiratorio muy efi-

ciente. Además de pulmones, presentan sacos aéreos, donde no se lleva a cabo intercambio de gases, pero acumulan aire que pueden enviar a los pulmones para asegurar un volumen fijo de aire del cual obtener oxígeno. El sistema circulatorio es doble, lo que permite que en un circuito se oxigene la sangre y se la lleve a los pulmones, y en el otro circuito, se envíe el oxígeno en la sangre al resto del cuerpo.





El sistema digestivo de las aves es único, ya que cuentan con un **buche** donde acumulan el alimento temporalmente mientras se ablanda, para facilitar la digestión. Además, cuentan con otra estructura denominada *molleja* que sirve para triturar el alimento. En algunas ocasiones, las aves pueden ingerir arena o piedras que acumulan en la **molleja** para ayudar a la trituration del alimento.

## 2.13. Mamíferos

Los **mamíferos** son un grupo de vertebrados endotermos que se caracterizan por la presencia de **pelo** y poseer **glándulas mamarias** con las que alimentan a sus crías. Todos son **vivíparos** con la excepción del ornitorrinco y el equidna.

Existe una gran diversidad de mamíferos que han llegado a colonizar todos los ambientes. La mayoría son terrestres, pero existen mamíferos que viven en hábitats acuáticos, como las ballenas y los delfines, y otros voladores, como los murciélagos.

El sistema circulatorio y respiratorio de los mamíferos es similar al de las aves, con dos pulmones en los que se realiza el intercambio de gases, y un circuito doble en el que la sangre va hacia los pulmones para oxigenarse y después al resto del cuerpo.

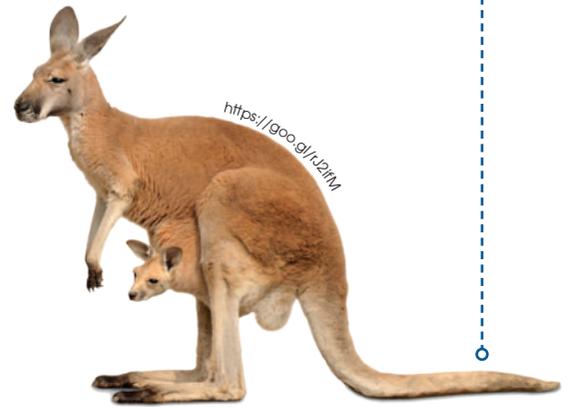
En cuanto a la reproducción, salvo los casos específicos del ornitorrinco y el equidna que son ovíparos, todos los mamíferos son vivíparos y poseen fecundación interna. Como característica propia de los mamíferos, alrededor del embrión se origina la **placenta** que permite el intercambio de sustancias entre el embrión y la madre. Sin embargo, existe un grupo de mamíferos vivíparos conocidos como *marsupiales* en los que apenas hay desarrollo placentario y el embrión nace poco desarrollado, por lo que su desarrollo debe completarse en el marsupio. Este es el caso de mamíferos como el canguro o el koala.



8. **Investiga y escribe** el nombre científico de tres aves y tres mamíferos que pertenezcan a distintos órdenes.

La gran diversidad de mamíferos hace que sea necesaria una subdivisión en distintos órdenes:

- **Monotremas:** Son ovíparos y únicamente existen el equidna y el ornitorrinco.
- **Marsupiales:** Desarrollo del embrión bajo que termina en la bolsa marsupial después del nacimiento. Por ejemplo, el canguro.
- **Edentados:** Tienen un punto de articulación extra entre cada vértebra. No cuentan con dentadura o tienen una única hilera de dientes sin esmalte. Por ejemplo, el perezoso.
- **Insectívoros:** Son de pequeño tamaño y se alimentan de insectos. Se incluyen en este orden las musarañas y el puercoespín.
- **Carnívoros:** Cuentan con una dentadura muy especializada llegando a formarse colmillos, ya que se alimentan de carne. Por ejemplo, el tigre.
- **Quirópteros:** Poseen una membrana entre los dedos que se asemeja a las alas de las aves y que les permite volar. En este grupo están los murciélagos.
- **Lagomorfos:** Tienen dos incisivos completamente cubiertos por esmalte y de crecimiento continuo. Son los conejos y liebres.
- **Roedores:** Cuentan con un incisivo en cada mandíbula y un segundo incisivo de crecimiento constante. Por ejemplo, los ratones.
- **Artiodáctilos:** Herbívoros con patas terminadas en pezuñas con un número par de dedos, de los cuales los más desarrollados suelen ser el tercero y el cuarto. Por ejemplo, las llamas y las jirafas.
- **Pesiodáctilos:** Herbívoros con patas terminadas en pezuñas con un número impar de dedos, como los caballos o las cebras.
- **Proboscídeos:** Poseen trompa y el tercer incisivo forma un colmillo defensivo de crecimiento indefinido. Los elefantes son un ejemplo de esta clase.
- **Cetáceos:** Mamíferos marinos cuyas extremidades están transformadas en aletas natatorias. Por ejemplo, las ballenas y los delfines.
- **Primates:** Tienen un pulgar oponible al resto de los dedos lo que les permite un gran avance evolutivo a la hora de manejar herramientas. Son los monos y el ser humano.



### 3. DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Como hemos visto a lo largo de esta unidad, existe una gran **diversidad** de organismos vivos, pero la diversidad no debe tratarse únicamente a nivel de especie, sino que existen distintos niveles en los que se puede hablar de biodiversidad.

### 4. DIVERSIDAD GENÉTICA

La **diversidad genética** también se conoce como diversidad **intraespecífica**, ya que hace referencia a las distintas posibilidades de individuos, en función de sus características genéticas, que pueden existir dentro de una misma especie. Se basa en las variaciones de los individuos que conforman una misma especie.

Una falta de diversidad genética o intraespecífica puede ser muy negativa para una especie, ya que esto provocaría un riesgo alto de extinción. Al haber poca diversidad, esa especie tendrá poca variedad de características, con lo que le será difícil adaptarse a un posible cambio. Esto se traduce en un mayor riesgo de desaparición ante un posible cambio en el hábitat.

### 5. DIVERSIDAD ESPECÍFICA

Al hablar de **biodiversidad específica** nos referimos a la variedad de especies diferentes que existen en la Tierra. Actualmente, no hay un consenso sobre la cantidad de especies de seres vivos que existen y sería un proceso muy complejo el llegar a calcularlo, ya que asumimos que hay un gran número de especies que aparecen y se extinguen sin que llegemos nunca a descubrirlas. Los cálculos más conservadores proponen la existencia de unos cinco millones de especies diferentes, mientras que otros proponen que podría llegar hasta cien millones de especies distintas de seres vivos habitando la Tierra.

### 6. DIVERSIDAD ECOLÓGICA

La **diversidad ecológica** o ecosistémica se refiere a la variedad de comunidades que conforman un ecosistema o a la variedad de hábitats que dan origen a un bioma. Cuanto mayor sea la diversidad ecológica, habrá mayor variedad de ambientes posibles para la vida, lo que permitirá una mayor diversidad específica e intraespecífica.





# Experimento



## Tema:

Ciclo biológico del grillo

## Investigamos:

Esta práctica consiste en montar un terrario para observar el ciclo biológico de los grillos.

## Objetivo:

- Preparar un terrario y mantener las condiciones necesarias para la vida de los insectos y su reproducción.

## Materiales:

- Cinco grillos (*Gryllus bimaculatus* o *Ache-ta domestica*) machos y hembras
- Dos cubetas de plástico o vidrio de dimensiones 50 x 30 x 30 cm de profundidad
- Una tapa con agujeros para cada cubeta
- Una cubeta pequeña de tierra recogida del bosque
- Un ladrillo
- Un recipiente pequeño, de unos 5 cm de alto
- Dos tubos de ensayo
- Dos focos de 60 o 100 W
- Una lechuga

## Proceso:

1. **Monten** dos terrarios con las cubetas; uno para los adultos y para que las hembras hagan la puesta; en el otro, eclosionarán los huevos.
  - **Coloquen** una capa fina de tierra en el fondo de cada cubeta.
  - **Llenen** los dos tubos de ensayo con agua y **obturan** con un algodón. A cada uno **coloquen** horizontalmente en un terrario y será el bebedero. **Cambien** el agua y el algodón una vez por semana.

- Sujeten un portalámparas con un foco, por la parte interior de cada tapa. **Tapen** las cubetas y los focos se pueden tener encendidos todo el día.

Además, en el terrario de los adultos **añadan**:

- Un ladrillo en un extremo para que puedan esconderse.
- Un ponedero, **coloquen** algodón mojado en el fondo del recipiente pequeño, y tierra encima. Una rampa de papel permitirá que suban las hembras. Allí depositarán pequeños huevos blanquecinos. Se mantendrá húmedo para favorecer la eclosión de los huevos. Diez días después de las primeras puestas, se traslada el ponedero al otro terrario.
- **Pongan** pienso y lechuga y **renuévenlos** semanalmente. La lechuga debe lavarse bien para eliminar restos de insecticida.
- **Observen** diariamente a los grillos a lo largo de un mes y **anoten** sus actividades. **Atiendan** al momento de la puesta para trasladar el ponedero.

## Cuestiones:

2. **Fíjense** en las actividades que realizan los animales, **deduzcan** cuáles son machos y cuáles hembras, y **describan** las diferencias entre ellos. ¿Cuál de los dos sexos emite sonidos? ¿Cuándo lo hace?
3. ¿Cómo efectúan las hembras la puesta de huevos? **Describan** la forma y el tamaño de estos.
4. **Describan** las crías en el momento de nacer. **Cuenten** el número de cambios que hacen las crías antes de llegar al estado adulto. ¿Cuánto tiempo tardan en llegar a adultos?
5. **Resuman** en un informe todas las observaciones y describan el ciclo vital completo.



# Resumen

## 1. Reinos de la naturaleza

Existe una gran diversidad de seres vivos en la Tierra. En el momento en que nos proponemos estudiarlos a todos, es necesario crear un **sistema de clasificación** y **nomenclatura** que nos ayude a agrupar y diferenciar a todos los organismos vivos.

**Linneo** creó un **sistema binomial** para dar nombre a todas las especies. Este sistema se mantiene hasta la actualidad y consta de un **nombre genérico** que determina el género al que pertenece un organismo; y de un epíteto específico que indica el nombre de la especie perteneciente a ese género.

Además de los nombres que determinan género y especie, hemos creado una serie de grupos denominados **taxones** que nos ayuda a agrupar y clasificar las especies. Los taxones son **reino, filo, clase, orden, familia, género, especie** y **subespecie**. Los cinco reinos en los que dividimos a los seres vivos son: monera, protocista, fungi, plantae y animalia.

El reino **monera** incluye a las **bacterias**. Son organismos **unicelulares procariontes**. Tienen una gran diversidad morfológica y metabólica. Su importancia es muy alta para los humanos ya que muchos de ellos son patógenos y crean enfermedades, pero otros muchos mantienen relaciones de endosimbiosis con nosotros y nos ayudan en la digestión de los alimentos.

El reino **protocista** es un reino con organismos muy variados. Todos son **eucariotas** y generalmente unicelulares, aunque los hay que forman colonias e incluso pluricelulares, pero no llegan a formar verdaderos tejidos. Son **acuáticos** o están asociados a hábitats húmedos. Distinguimos tres grandes grupos: **algas, pro-**

**tozoos** y **mohos mucilaginosos**. A las algas las consideramos como los antecesores evolutivos de las plantas; mientras que los protozoos serían los antecesores evolutivos de los animales.

Los **hongos** y **levaduras** pertenecen al reino **fungi**. Son organismos **eucariotas**, por lo general **pluricelulares**, se reproducen por esporas y sus células poseen una pared muy característica que las diferencia de las células animales o vegetales. Tienen gran importancia en la alimentación, ya que muchos se consumen en la dieta.

Las **plantas** son organismos eucariotas **fotoautótrofos** que poseen **cloroplastos** con clorofila y **paredes vegetales** de **celulosa**. Distinguimos tres grandes grupos: **briófitas** o musgos, que no poseen sistema vascular, **pteridófitas** o helechos, que no forman semillas y **espermatófitas**, plantas vasculares que crean semillas. Dentro de este último grupo existen dos subdivisiones: **gimnospermas**, con las semillas desnudas y **angiospermas**, con las semillas protegidas por un fruto.

Los **animales** forman un reino muy diverso formado por organismos **eucariotas heterótrofos**. Existe una gran diversidad de animales, tanto **invertebrados** como **vertebrados**. Los invertebrados más destacables son los artrópodos, que incluyen quelicerados, crustáceos, miriápodos e insectos; y los moluscos, en los que se encuentran bivalvos, gasterópodos y cefalópodos.

Los vertebrados poseen un esqueleto interno articulado que los diferencia del resto de animales. Los clasificamos en peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.



SENTIDO CRÍTICO

## Científicos argentinos clonan especies para preservar biodiversidad animal



<http://goo.gl/mn7ELL>

Un grupo de científicos argentinos trabaja en pos de preservar la biodiversidad animal, para lo cual avanzan en la clonación de especies exóticas como la chita.

«Es un primer paso, porque nuestro gran objetivo es evitar la extinción de especies autóctonas, como el yaguareté», explicó en diálogo con Xinhua, Daniel Salamone, profesor asociado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y miembro del Conicet, el principal organismo público de investigación y ciencia de Argentina. El experto enfatizó que de manera momentánea el grupo a su cargo trabaja «sobre especies no nativas, pero nuestro gran objetivo es que algunas especies, como el yaguareté, que está en peligro de extinción, no se extingan y se pueda preservar la biodiversidad». Mira la noticia completa en el siguiente link: <http://goo.gl/HHdbso>.

Mientras que en el siguiente enlace podrás encontrar una exposición sobre Linneo y su sistema de nomenclatura de las especies: <https://goo.gl/IQN8ye>.

SOCIEDAD

## Científicos mexicanos hallan nueva especie de octocoral



<http://goo.gl/vrGKAK>

Biólogos marinos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), mediante una investigación reciente, han descubierto lo que podría ser una nueva especie de octocoral en las aguas de Bahía Magdalena. Uno de los investigadores, Javier Alcalá Santoyo, dijo que provi-

sionalmente ha sido nombrada como *Pacifigorgia naranja*, por su tonalidad brillante y porque facilita la identificación del espécimen entre los integrantes del equipo de científicos. Mira la noticia completa en el siguiente link: <https://goo.gl/Qo0VDW>.

SI YO FUERA



<http://goo.gl/64cwJT>

Un **zoólogo**, me especializaría en el estudio de los animales, su clasificación y su funcionamiento, tanto a nivel fisiológico como comportamental. Trabajaría en zoológicos llevando a cabo labores de conservación de la biodiversidad animal.



# Para finalizar



## Lengua y Literatura

1. **Lee** el siguiente texto sobre el uso de la genética en el estudio de la evolución y **realiza** las siguientes actividades.

### Carl Woese y las nuevas perspectivas en la evolución

Los científicos, cuando descubren especies o géneros nuevos, se sienten orgullosos, pero no llegan a superar al orgullo que siente Carl Woese, biólogo molecular, por descubrir un dominio entero de vida, las archeas. Fue en 1977 cuando sacó a la luz una publicación junto con su colega Ralph Wolff, en la que se mostraba que un grupo de microbios poco conocidos, llamados *arqueobacterias*, estaban de hecho mucho más cercanos evolutivamente con el género eucaria que con el resto de las bacterias. Este descubrimiento, y las herramientas de biología molecular que lo hicieron posible, han revolucionado nuestra visión de la historia evolutiva.

Una de las herramientas más utilizadas en biología molecular es la comparación de los ácidos nucleicos entre diferentes especies. Todas las formas de vida utilizan el mismo código genético: el ADN y el ARN. Estas cadenas difieren entre especies. Los científicos utilizan el grado de similitud entre cadenas de ácidos nucleicos para establecer la clasificación de los seres vivos, es decir, quieren establecer una taxonomía molecular.

Tras una gran labor experimental, Woese se centró en un tipo de ARN, el «ARN mitocondrial 16s». Esta secuencia de código genético se encuentra en el genoma de todos los seres vivos. Es una secuencia perfectamente conservada, es decir, ha evolucionado muy lentamente, por lo que puede ser utilizada para rastrear los cambios evolutivos sucedidos a lo largo de períodos muy largos.

Las diferencias entre los ARN mitocondrial 16s de las diferentes especies se puede visualizar gráficamente en el llamado *árbol universal de la vida* o *árbol filogenético molecular de la vida*. En este dibujo, la distancia entre dos especies cualquiera, trazada a lo largo de las líneas que las conectan, es proporcional a las diferencias entre su ARN mitocondrial. Las especies con secuencias prácticamente idénticas están presumiblemente relacionadas y son representadas en el gráfico unas cerca de las otras.

Cuando se emplea este método con plantas y animales, estos trazos en el «árbol de la vida» son muy similares a los de los árboles evolutivos deducidos de la anatomía estructural. Pero, la gran sorpresa llegó cuando se aplicó esta técnica al mundo microbiológico.

Se vio que las arqueobacterias ocupan un espacio muy grande, diferente del que ocupan las eucariotas y las bacterias. Basándose en estos descubrimientos, Woese propuso en 1990 la división, aceptada hoy, de las formas de vida en un trabajo titulado *Hacia un sistema natural de organismos: Propuesta de los dominios Archaea, Bacteria y Eucaria*. A pesar de su nombre, el dominio archaea no es más antiguo que el de la bacteria. La mayoría de las especies de este dominio evitan el oxígeno (son anaeróbicos) y buscan las altas temperaturas (son termófilos).

Texto adaptado de <http://astrobiologia.astroseti.org/articulo.php?num=197>

## Lengua y Literatura

2. **Explica** qué ideas principales se extraen de la lectura del texto y qué dominios establece Woese para clasificar los seres vivos.

## Lengua y Literatura

3. Linneo creó un sistema binomial para dar nombre a todos los seres vivos. **Resume** las características básicas del sistema propuesto por Linneo.

## Lengua y Literatura

4. **Elabora** un sistema alternativo al sistema binomial para dar nombres científicos a las especies con el que podamos clasificarlas y agruparlas.

5. **Escoge** una especie perteneciente a cada uno de los cinco reinos y **clasificalas** en función de sus categorías taxonómicas.
6. **Realiza** un cuadro comparativo que indique las características más relevantes de los cinco reinos.
7. **Representa** un organismo básico perteneciente a los moneras e **indica** cuáles son sus características principales.
8. **Señala** los principales usos de los organismos pertenecientes al reino monera e **indica** su importancia para el ser humano.

9. **Crea** un cuadro comparativo en el que se señalen las semejanzas y diferencias de los distintos grupos del reino de los protoctistas.

10. **Contesta:** ¿Cuál crees que es el motivo para que el reino protoctista sea tan diverso?

11. **Señala** los principales usos de los organismos pertenecientes al reino protoctista e **indica** su importancia para el ser humano.

12. Está claro que los hongos presentan características intermedias entre plantas y animales. Entonces, **indica** qué característica del reino fungi es más cercana a plantas y cuál a la de los animales.

13. **Señala** los principales usos de los organismos pertenecientes al reino fungi e **indica** su importancia para el ser humano.

14. **Indica** la razón por la que ni musgos ni helechos se consideran *plantas superiores*?

15. **Señala** los principales usos de los organismos pertenecientes al reino de las plantas e **indica** su importancia para el ser humano.

16. ¿Cuál crees que es el motivo por el que conocemos mucho más la diversidad del reino animal que el de otros reinos?

## AUTOEVALUACIÓN

Reflexiona y **autoevalúate** en tu cuaderno:

### • Trabajo personal

¿Qué tema me ha resultado más fácil y cuál más difícil de comprender?

¿He cumplido mis tareas?

¿Qué aprendí en esta unidad temática?

• **Escribe** la opinión de tu familia.

### • Trabajo en equipo

¿He compartido con mis compañeros y compañeras?

¿He respetado las opiniones de los demás?

• **Pide** a tu profesor o profesora sugerencias para mejorar y **escribelas**.

# 5

## Biología celular

### CONTENIDOS:

1. Teoría celular
2. Origen de la célula
3. La célula
  - 3.1. Célula procariota
  - 3.2. Célula eucariota
  - 3.3. Partes de la célula



### Noticia:

#### La célula de la que venimos todos

Un nuevo grupo de arqueas que viven a más de 3000 metros de profundidad aclaran el origen de humanos, animales, plantas y hongos. Venimos de una célula con dos látigos.

<http://goo.gl/T1nXPI>



### Web:

#### La genómica da la razón a Lynn Margulis

El núcleo de nuestras células adquirió sus genes bacterianos por simbiosis. La historia de la vida en la Tierra se divide en dos mitades: hasta 2000 millones de años atrás, solo hubo bacterias y arqueas (similares a las bacterias, aunque a menudo adaptadas a condiciones extremas); y solo entonces surgió la célula compleja (eucariota, en la jerga) de la que todos los animales y plantas estamos hechos. Fue Lynn Margulis quien explicó esa discontinuidad desconcertante: la célula compleja no evolucionó gradualmente desde una bacteria o una arquea, sino sumando ambas en un suceso brusco de simbiosis. La genómica le da hoy la razón.

<http://goo.gl/BBkR0f>



### Película:

#### Lynn Margulis y la teoría de la endosimbiosis

La bióloga Lynn Margulis, ganadora de la Medalla Nacional de Ciencias, habla sobre la teoría de la endosimbiosis y la hipótesis Gaia.

<https://goo.gl/l4nMI4>

## EN CONTEXTO:

Lee la noticia anterior y responde:

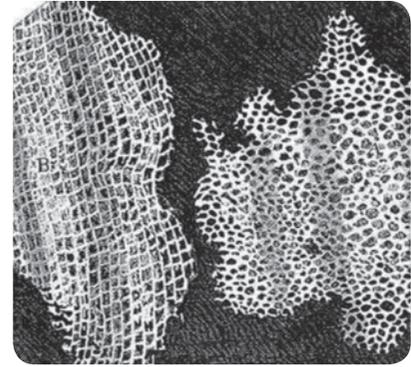
- ¿Por qué se piensa que todos los seres vivos tienen un origen común?
- ¿En qué categoría se agrupan los nuevos organismos?
- ¿En qué se parecen estas nuevas bacterias a nuestras células?
- ¿Qué es la fagocitosis?

<http://goo.gl/newWML>

# I. TEORÍA CELULAR

Actualmente podemos decir sin temor a equivocarnos que las **células** son la **unidad básica** de vida, ya que todos los seres vivos están formados por células. Sin embargo, para llegar a esta conclusión hubo que desarrollar una **teoría celular** que tardó cerca de 200 años en completarse y ser aceptada por toda la comunidad científica.

La primera persona en utilizar la palabra *célula* fue Robert **Hooke**, quien observó a través de un microscopio primitivo una lámina de corcho en la que observó una serie de celdillas que se repetían continuamente y de forma ordenada. A estas celdillas fue a lo que Hooke denominó *célula*. Ahora sabemos que lo que Hooke observó eran células vegetales muertas.



■ Celdillas observadas por Hooke en una lámina de corcho a las que denominó célula.



<https://goo.gl/CBSZJT>

Schwann



<http://goo.gl/2D0T8t>

Schleiden



<https://goo.gl/Vr9IAK>

Virchow

Poco después de que Hooke utilizara por primera vez la palabra *célula*, se realizaron grandes avances tecnológicos en lo que refiere a los microscopios, con lo que cada vez se podían observar mejor las distintas muestras y con mayor cantidad de aumentos. Estos avances en **microscopía** se deben principalmente a **Anton Van Leeuwenhoek**.

A pesar de estos avances en microscopía, hubo que esperar hasta 1838 para realizar más progresos en la teoría celular. Fue cuando **Theodor Schwann** y **Matthias Schleiden** estudiaron tejidos animales y vegetales respectivamente. Ambos se pusieron en contacto y definieron que tanto los animales como las plantas estaban todos formados por células; e incluso llegaron a definir que la célula puede tener vida de forma independiente.

Con esto, se sentaron las bases de la teoría celular, pero no estuvo completa hasta 1858, año en el que **Rudolf Virchow** propuso el axioma «omni cellula e cellula», lo que significa que todas las células provienen de una célula ya existente.

Actualmente consideramos cuatro postulados para la **teoría celular**:

- Todos los organismos están compuestos por células.
- En las células ocurren las reacciones metabólicas de los seres vivos, necesarias para que exista la vida.
- Las células provienen de células preexistentes.
- En las células se encuentra el material genético hereditario.

## 2. ORIGEN DE LA CÉLULA

La aparición de las primeras células con núcleo y orgánulos diferenciados, las eucariotas, se sitúa hace unos 1400 millones de años. Su aparición se explica según la **teoría de la endosimbiosis** seriada propuesta por **Lynn Margulis**.

La teoría de la endosimbiosis propone que el **origen de las células eucariotas** se encuentra en la incorporación sucesiva de células procariotas que crean una relación de simbiosis interna.

Según esta teoría, una **célula procariota primitiva fagocitaria** a una bacteria más pequeña capaz de obtener energía mediante la respiración celular. En vez de digerir a esta bacteria, el organismo primitivo mantendría en su interior a la bacteria, puesto que podría beneficiarse de su creación de energía por la respiración. Por su parte, la bacteria pequeña obtendría el beneficio de la protección que le otorgaría estar en el interior de un organismo más grande. Este sería el origen de las mitocondrias.

Según Margulis, este mismo proceso habría ocurrido con bacterias espiroquetas las cua-

les llegarían a formar flagelos. De esta forma se originaría un organismo heterótrofo que podría evolucionar hacia protozoos y, más tarde, hacia las células animales tal y como las conocemos actualmente.

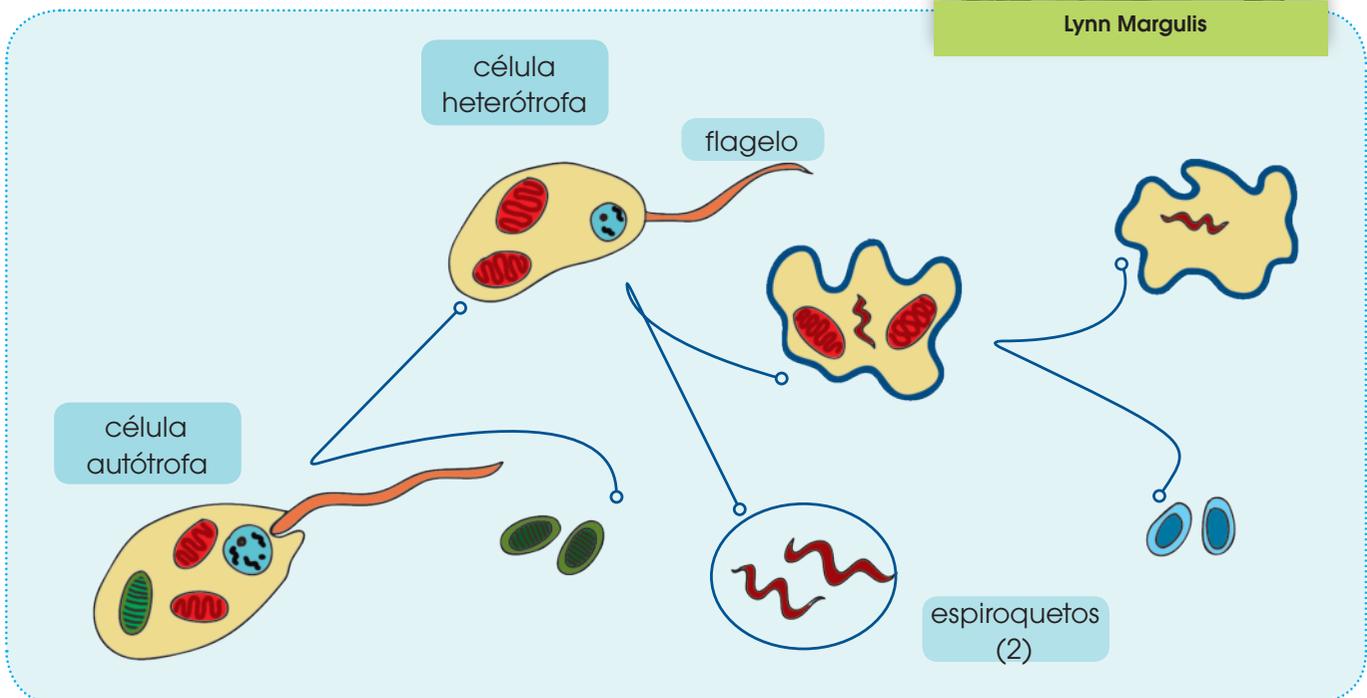
Por otro lado, ese organismo primitivo también podría haber ingerido una cyanobacteria, capaz de realizar la fotosíntesis, y al mantener también con ella una relación endosimbiótica, se habrían originado los cloroplastos y, por tanto, las células vegetales primitivas.

Esta teoría explicaría la presencia de ADN, propio en algunos orgánulos como las mitocondrias y los cloroplastos, así como la presencia en estos de una doble membrana que sería resultado de la envoltura de una célula por la membrana de la célula de mayor tamaño.



<http://goo.gl/Nf0xhJ>

Lynn Margulis



Prohibida su reproducción

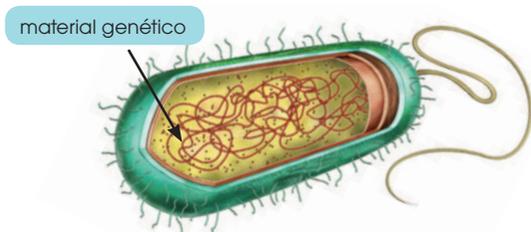
### 3. LA CÉLULA

La célula, por tanto, es la base de la vida, pero, igual que encontramos diversidad de organismos, también existe diversidad de células. Principalmente diferenciamos dos tipos de células: **procariotas** y **eucariotas**.

#### 3.1. Célula procariota

Definimos a la **célula procariota** (*pro* = 'antes de' y *carión* = 'núcleo') como una célula que **no posee un núcleo verdadero**, ya que **carecen de envoltura nuclear** que delimite la zona donde se encuentra el material genético.

Además de la ausencia de envoltura nuclear, la célula procariota se caracteriza por tener un tamaño pequeño, entre 1 y 5  $\mu\text{m}$ ; por no poseer orgánulos y por ser el tipo de célula presente en bacterias.



■ Esquema y microfotografía de una célula bacteriana

#### 3.2. Célula eucariota

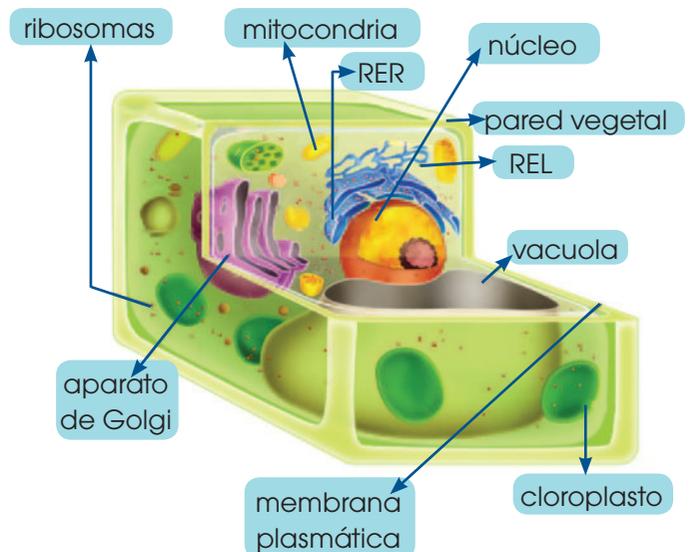
La célula **eucariota** (*eu* = 'verdadero' y *carión* = 'núcleo') es aquella célula que posee un **núcleo real** definido por una envoltura nuclear y en cuyo interior se encuentra el material hereditario.

Su tamaño es variable, pero siempre mayor al de las células procariotas y puede ir desde 10  $\mu\text{m}$  hasta varios centímetros como los huevos de algunas aves. Dan origen a todos los seres vivos que no son bacterias, esto es, a los organismos pertenecientes a los reinos protista, fungi, plantae y animalia.

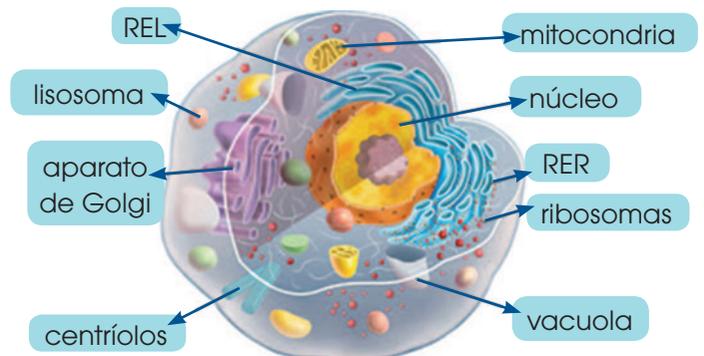
Aunque existen diversos tipos de célula eucariota como las que conforman a los hongos, las algas o los protozoos, las células eu-

cariotas más representativas son la **célula vegetal** y la **célula animal**.

- **Célula vegetal:** Presente en todos los tejidos de plantas. Cuentan con una pared de celulosa, diferente al de las procariotas y hongos, y que otorga protección y rigidez a la célula. También cuentan con cloroplastos, donde ocurrirá la **fotosíntesis**; y poseen vacuolas de gran tamaño que ocupa gran parte de la célula desplazando al núcleo hacia un lateral.



- **Célula animal:** Presente en todos los tejidos animales. A diferencia de las vegetales, carecen de cloroplastos y de pared celular, pero poseen centriolos que tienen una gran importancia en la división celular. Las vacuolas son más numerosas que en la célula vegetal, pero mucho más pequeñas.



### 3.3. Partes de la célula

#### El núcleo

La mayor parte del ADN que contiene una célula eucariota se encuentra en el núcleo, que caracteriza este tipo de células y está limitado por la envoltura nuclear.

#### Estructura

Según la fase en que se encuentre la célula, en el nucleoplasma distinguimos:

- **Los cromosomas:** Largas cadenas de ADN asociadas a proteínas, las más abundantes de las cuales son las histonas. Estas proteínas permiten el empaquetado y el desempaquetado de los cromosomas según la fase del ciclo en que se encuentre la célula.
- **El nucléolo:** Pequeño corpúsculo más o menos esférico y denso que podemos distinguirlo al microscopio óptico debido a su tamaño, entre 1 y 7  $\mu$ . El nucléolo está formado por cromatina de diversos cromosomas, y por proteínas asociadas a ARN. Puede haber uno o más de uno.

#### Funciones

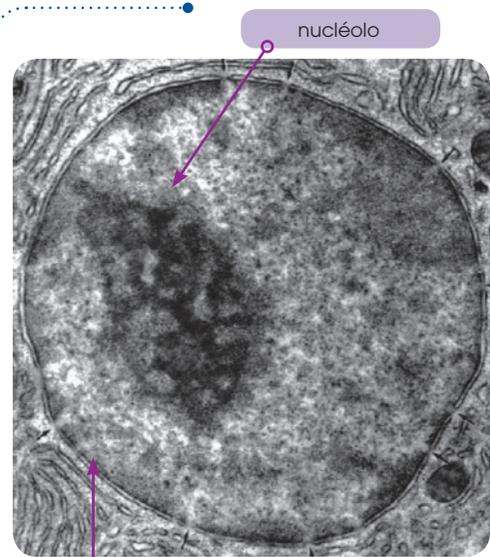
El núcleo desarrolla en las células eucariotas dos funciones fundamentales:

- Contiene la información genética que se transmite de una generación a la siguiente.
- Controla la actividad que tiene lugar en la célula.

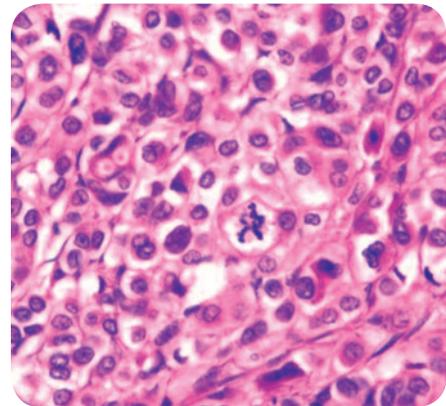
Estas funciones son posibles por el hecho de que:

- Los **cromosomas** contienen un mensaje, contenido en la secuencia de sus nucleótidos, que determina la **síntesis de las proteínas** de la célula.
- En el **nucléolo** se sintetiza el ARNr que formará los ribosomas y se ensamblan los componentes: las proteínas ribosómicas sintetizadas en el citosol pasan al interior del núcleo y se dirigen al nucléolo, donde se unen a las diversas moléculas de ARNr.
- Una vez conseguido el ensamblaje, los ribosomas pasan al citosol, donde se completa su estructura definitiva.

El control del núcleo sobre la célula es posible porque está permanentemente en contacto con el citosol, gracias al paso selectivo de sustancias que se produce a través de los poros de la envoltura nuclear.



<http://goo.gl/HY7H1E>



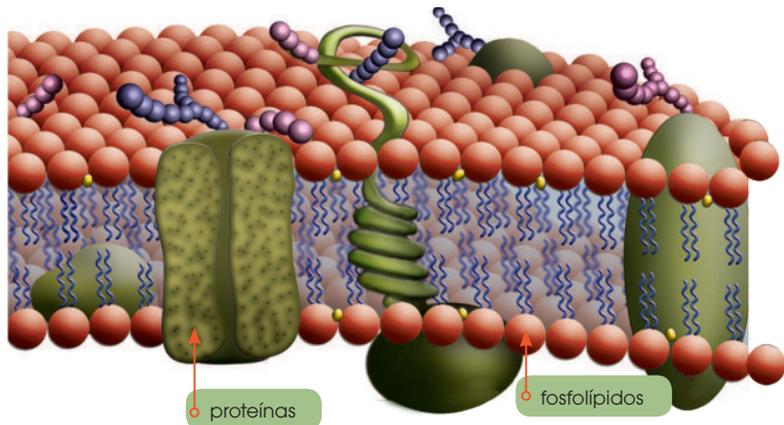
- Tejido en el que observamos células mitóticas con el núcleo teñido

#### Y TAMBIÉN:

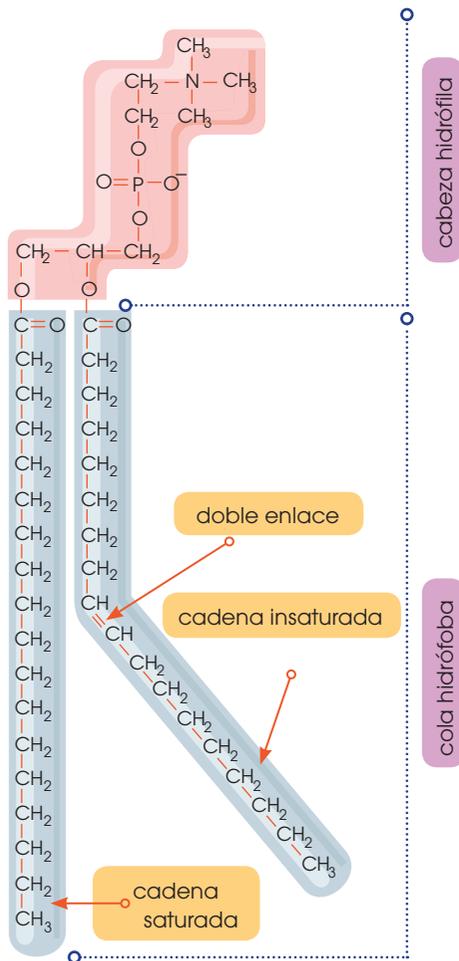
Al observar el núcleo obtenemos imágenes muy diferentes según se encuentre en interfase o bien en proceso de división celular.

La microfotografía electrónica superior es una imagen del núcleo en el período entre dos divisiones (interfase), con el material de los cromosomas disperso y en plena actividad.

Durante la división celular (mitosis), en cambio, los cromosomas están condensados y son visibles.



■ Membrana plasmática eucariota.



## Membrana plasmática

Constituye el límite de la célula con el medio exterior.

## Composición química

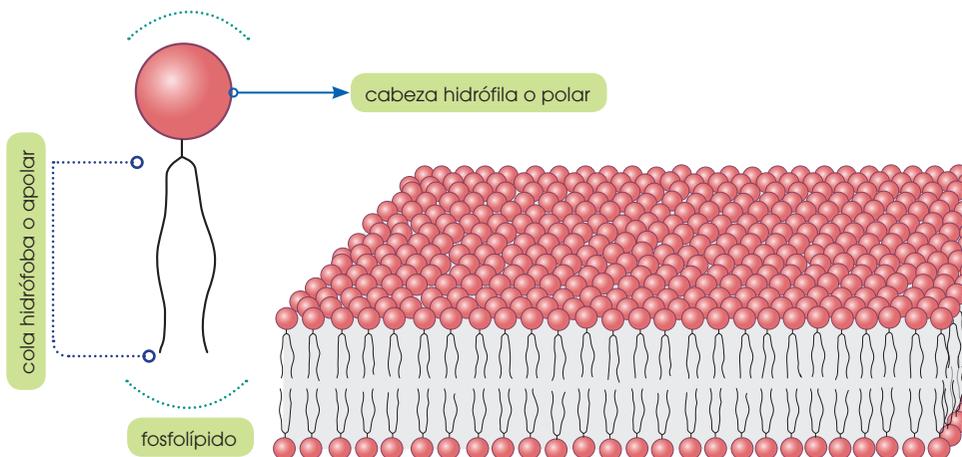
Desde 1899 se sabe que las membranas plasmáticas están compuestas fundamentalmente por lípidos, que se disponen en una doble capa o bicapa lipídica en la que se insertan diversas clases de proteínas. Las proporciones de lípidos y proteínas que están presentes varían según el tipo de célula.

Los lípidos que intervienen en una mayor proporción en la composición de las membranas son los fosfolípidos y el colesterol.

## Fosfolípidos

Constituyen la estructura básica de las membranas. Están formados por una cabeza hidrófila o polar y dos colas hidrófobas o apolares; es decir, son moléculas anfipáticas. Debido a esta característica, los fosfolípidos se disponen con las cabezas hidrófilas en contacto con el medio acuoso y con las colas hidrófobas en oposición a este medio.

A menudo, las colas apolares están formadas por una cadena de ácidos grasos saturada; es decir, que no presenta dobles enlaces, y otra insaturada; o sea, con dobles enlaces. Esta última cadena presenta codos, por lo que da lugar a una ligera curvatura que tiene importancia para el acoplamiento de los lípidos a la hora de formar la estructura de la membrana.



### Y TAMBIÉN:



Los eritrocitos de mamíferos son especialmente adecuados para el estudio de la composición de las membranas. En estas células se han detectado como principales fosfolípidos de membrana la fosfatidilcolina, la esfingomielina, la fosfatidilserina y la fosfatidiletanolamina.

La estructura que forman los fosfolípidos no es rígida, ya que estas moléculas pueden presentar **movimientos**.

- **Difusión lateral:** Un fosfolípido intercambia su posición con otro que está situado en la misma monocapa, mediante un desplazamiento lateral.
- **Rotación de fosfolípidos:** Las moléculas giran sobre su eje longitudinal.
- **Flexión de las cadenas hidrocarbonadas:** Los fosfolípidos aumentan o disminuyen el grado de separación de las colas hidrófobas.
- **Flip-flop:** Un fosfolípido se desplaza verticalmente y ocupa un lugar en la monocapa opuesta. Este tipo de movimiento es muy poco frecuente.

Como veremos más adelante, estos movimientos intervienen decisivamente en los mecanismos de transporte de sustancias a través de la membrana.

A menudo, los lípidos están unidos a moléculas de glúcidos y forman glucolípidos.

Los glucolípidos se sitúan en la parte exterior de las membranas y pueden representar hasta el 5 % del total de lípidos de la membrana en las células animales.

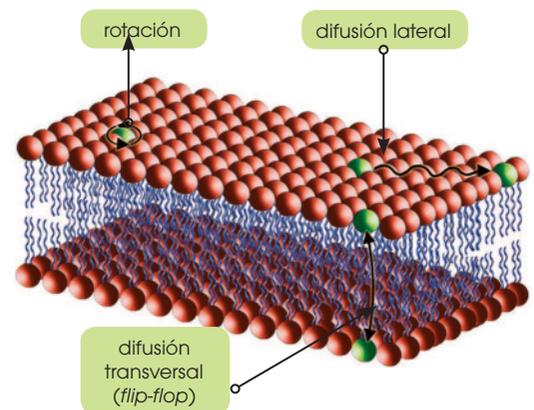
El tipo de glucolípidos que podemos encontrar en las membranas varía según la especie, e incluso según el tipo de tejido que analicemos. Un ejemplo son los gangliósidos, muy abundantes en las membranas de las células nerviosas.

Los glucolípidos tienen funciones diversas: algunos han sido identificados como receptores químicos, es decir, moléculas exteriores a las células con capacidad para unirse a otros compuestos y provocar un cambio en la célula. También hay glucolípidos que determinan la individualidad antigénica de la célula.

## Colesterol

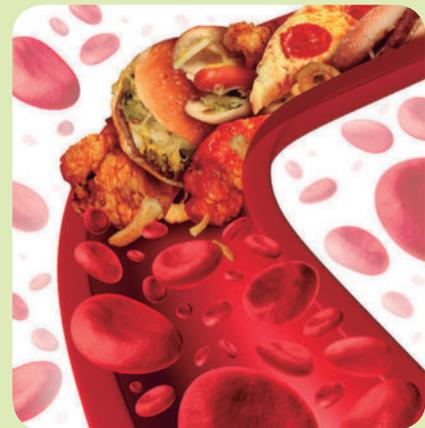
Se encuentra en una proporción del 20 % en las membranas de las células eucariotas.

Las moléculas de colesterol se disponen de forma intercalada entre los fosfolípidos. Esta disposición limita la movilidad de los fosfolípidos, lo cual proporciona estabilidad a la membrana y también reduce su permeabilidad.



- Movimiento de las moléculas de fosfolípidos en la membrana

## Colesterol



<http://goo.gl/0FKg2H>

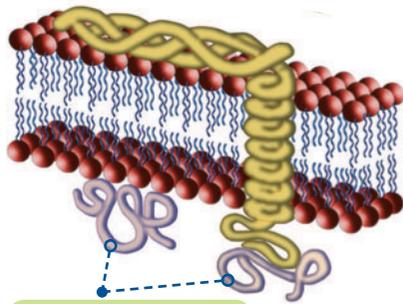
El colesterol regula la fluidez de la membrana plasmática y la mantiene estable. Si no fuera por el colesterol, cuando bajase la temperatura, las membranas serían muy rígidas, y cuando subiese, serían excesivamente fluidas.

Podemos decir que el colesterol aumenta la estabilidad mecánica de la bicapa.

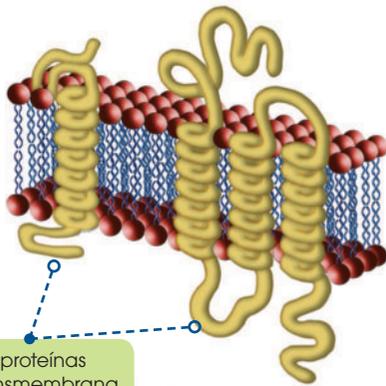
## Y TAMBIÉN:

Un **antígeno** es una molécula, generalmente una proteína o un polisacárido de la superficie celular, que hace que la célula sea reconocible por otros tipos celulares. Por este motivo, el antígeno puede inducir la **formación de anticuerpos** específicos.

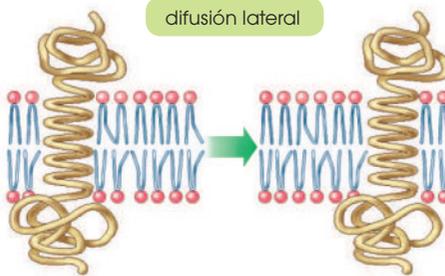
Prohibida su reproducción



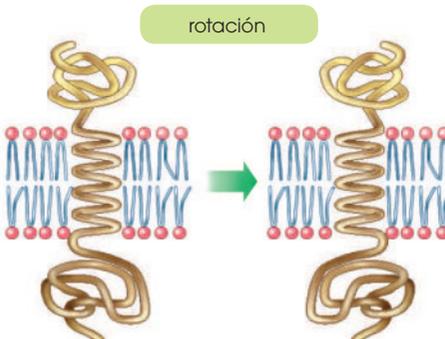
proteínas periféricas



proteínas transmembrana



difusión lateral



rotación

En las membranas en las que se produce transporte de electrones, las proteínas pueden llegar a representar hasta el 75 % de la masa total de la membrana. Es el caso de las membranas de los cloroplastos y las mitocondrias.

## Proteínas

Las proteínas están insertadas en la bicapa lipídica, muchas se unen a glúcidos y forman **glucoproteínas**. Distinguimos:

- **Proteínas transmembrana o proteínas integrales:** Son las que atraviesan completamente la membrana y sobresalen por ambas caras.

Las **proteínas transmembrana** tienen aminoácidos hidrófilos en las zonas que sobresalen al exterior y al interior de la célula. En la parte intermedia de la molécula, que está rodeada de las colas apolares de los fosfolípidos, se sitúan, mayoritariamente, aminoácidos hidrófobos.

- **Proteínas periféricas o extrínsecas:** No atraviesan la estructura de la membrana y sobresalen por una de las dos caras.

Las proteínas son las encargadas de la mayor parte de las funciones biológicas que desempeñan las membranas: participan en reacciones energéticas en los intercambios a través de la membrana, etc.; por ello, muchas de estas proteínas son enzimas como la **ATPasa**, la **proteína quinasa** o la **acetilcolinesterasa**.

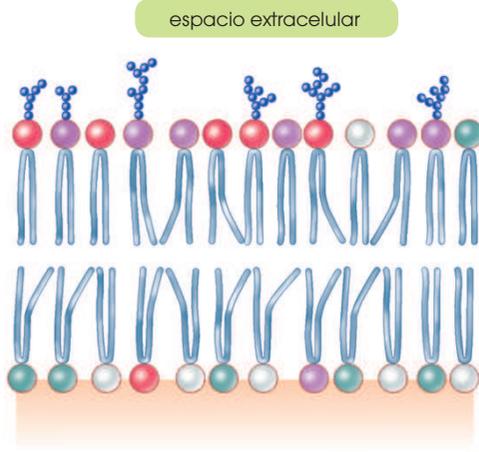
Las proteínas de membrana tienen una cierta capacidad de movimiento:

- **Difusión lateral:** A lo largo de la membrana.
- **Rotación:** Alrededor de un eje perpendicular a la membrana.

Sin embargo, cuando las proteínas son requeridas en una zona concreta de la membrana, disponen de diversos sistemas para anclarse a ella. Así, pueden unirse a uno o varios ácidos grasos de los fosfolípidos, o también establecer uniones no covalentes con otras proteínas de membrana.

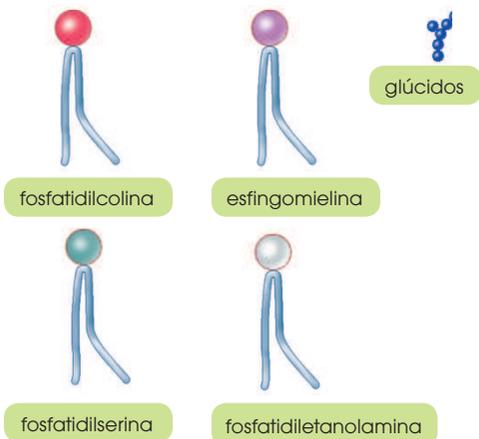
Debido a estos anclajes, las proteínas reducen su capacidad de movimiento, la cual, normalmente, ya es inferior a la capacidad de desplazamiento de los lípidos.

La capacidad de movimiento de los fosfolípidos y de las proteínas de membrana explica la expresión **mosaico fluido**, utilizada por S. J. Singer y G. M. Nicolson, en 1972, para definir el comportamiento de las membranas.



espacio extracelular

citoplasma



glúcidos

fosfatidilcolina

esfingomielina

fosfatidilserina

fosfatidiletanolamina



<https://goo.gl/0h9Vyn>

■ Protozoo *Blastocystis hominis* en el que se observa el glicocáliz indicado con una «G».

## Estructura asimétrica

La cara citoplasmática y la cara externa de la bicapa lipídica no son iguales, sino que presentan algunas diferencias en la composición química; estudios realizados en eritrocitos humanos han revelado estas diferencias.

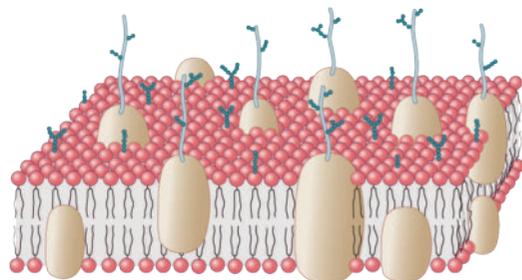
- En la cara externa predominan los fosfolípidos **fosfatidilcolina** y **esfingomielina**, mientras que en la cara interna los más abundantes son la **fosfatidilserina** y la **fosfatidiletanolamina**.
- En la cara citoplasmática predomina una carga electroquímica negativa, por la abundancia de fosfatidilserina.
- Los ácidos grasos de los fosfolípidos de la cara citoplasmática tienen más dobles enlaces que los de la cara externa y, por ello, están más curvados.
- Solo hay glucolípidos y glucoproteínas en la cara externa de la bicapa.

Por este motivo, decimos que la membrana es **asimétrica**. Estas diferencias se generan ya en el momento de la síntesis de la membrana y son útiles para algunas actividades celulares.

Es frecuente que las células eucariotas tengan asociada a la parte exterior de la membrana plasmática una capa llamada **glicocáliz**, que puede alcanzar hasta 50  $\mu\text{m}$  de espesor. Está compuesta por cadenas de glúcidos unidas a las proteínas de membrana, a los fosfolípidos de la capa externa, o bien a ambos. Muchos de los componentes del glicocáliz son secretados por las células y, más tarde, quedan adheridos a la superficie de la membrana.

Desarrolla una función de protección y participa en las reacciones de reconocimiento y adherencia entre las células.

1. ¿Qué tienen en común todas las células? **Haz** un cuadro comparativo entre la célula procarionota y la eucariota.
2. **Observa** este esquema y **contesta** razonando:
  - a. ¿Dónde está el citoplasma? ¿Y la cara externa?
  - b. ¿Qué estructuras se señalan con flechas?
  - c. ¿Qué componente de la membrana no está presente en la ilustración?



Actividades

Prohibida su reproducción

## Funciones

La membrana mantiene la integridad estructural de la célula; pero, además, también controla dos funciones básicas:

- El **transporte de sustancias** a través de ella.
- Los **contactos entre las células**.

### Transporte de sustancias a través de la membrana

Para poder llevar a cabo todas las funciones metabólicas, existen varios mecanismos de transporte que tienen lugar en las células, estas han de intercambiar sustancias con el medio exterior.

### Transporte de moléculas pequeñas

Dentro de este tipo de mecanismos de transporte distinguiremos entre *transporte pasivo* y *transporte activo*.

**Transporte pasivo:** Es un tipo de transporte que no requiere gasto de energía y presenta dos modalidades:

- **Difusión simple:** Algunas moléculas pequeñas y sin carga electroquímica, como el oxígeno ( $O_2$ ), el nitrógeno ( $N_2$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y también el agua ( $H_2O$ ), se difunden rápidamente a través de la bicapa lipídica, a favor de su gradiente de concentración. El paso se produce aprovechando las aperturas que aparecen por el desplazamiento de los fosfolípidos.

- **Difusión facilitada:** Las moléculas que no pueden atravesar la bicapa lipídica, como los glúcidos, los aminoácidos, los iones..., pasan a través de la membrana, a favor del gradiente electroquímico o de concentración, mediante **proteínas transmembranas**, que pueden ser:

—**Proteínas de cana:** Que forman poros acuosos por los que pasan algunos solutos.

—**Proteínas transportadoras:** Que se unen a la sustancia que se debe transportar y sufren un cambio de conformación para permitir el paso de la sustancia a través de la membrana. Existen diversas modalidades para este tipo de transporte.

#### Funciones de la membrana plasmática

##### Transporte de sustancias

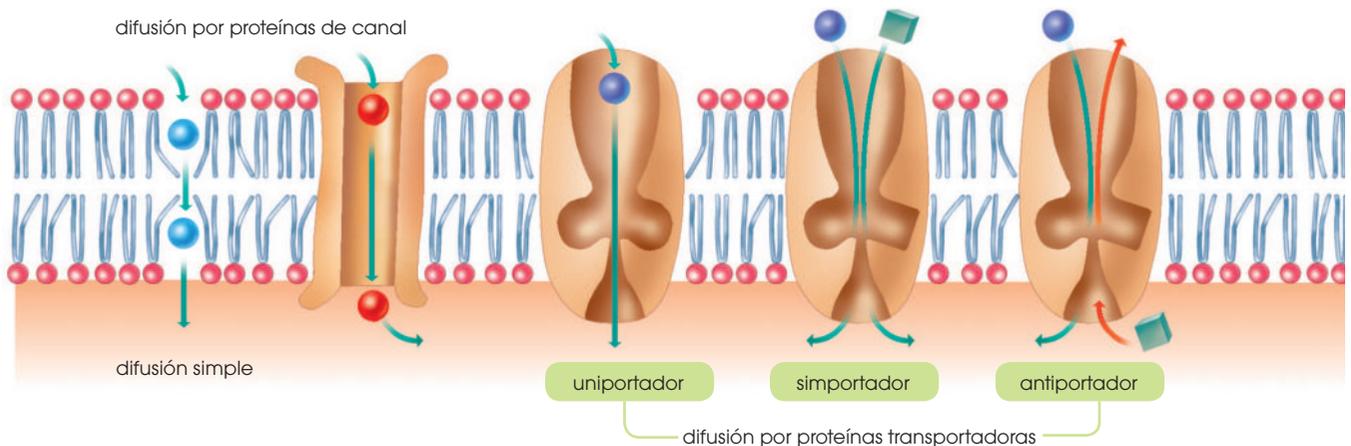
- Moléculas pequeñas
  - Transporte pasivo
  - Transporte activo
- Macromoléculas y partículas
  - Exocitosis
  - Endocitosis

##### Contactos entre las células

- Uniones de oclusión
- Uniones de anclaje
- Uniones de comunicación

##### La excreción celular

La célula necesita expulsar de su interior los desperdicios que genera el metabolismo, así como captar nutrientes del medio externo. Estas acciones las lleva a cabo gracias a la capacidad de la membrana celular de permitir el paso selectivo de algunas sustancias. La **excreción** es, pues, el proceso biológico mediante el cual se eliminan las sustancias tóxicas generadas por el metabolismo. La excreción celular utiliza las vías de transporte a través de la membrana celular que hemos visto: la *difusión simple*, la *difusión facilitada*, el *transporte activo* y la *exocitosis*.



**Transporte activo:** Se produce en contra del gradiente de concentración o del gradiente electroquímico de las sustancias y, por ello, **precisa energía**.

Este tipo de transporte se lleva a cabo mediante proteínas transmembrana, que hidrolizan ATP para obtener energía y que, a la vez, alteran su conformación espacial para efectuar el transporte.

Es el caso de las **bombas de iones**, como la de sodio-potasio.

La bomba de sodio-potasio extrae  $\text{Na}^+$  de la célula, a la vez que incorpora  $\text{K}^+$ . Por cada molécula de ATP que se consume, salen de la célula 3  $\text{Na}^+$  y entran 2  $\text{K}^+$ .

Este tipo de transporte iónico a través de las membranas tiene una importancia ex-

traordinaria, ya que da lugar a fenómenos, como la contracción muscular, el potencial de membrana, etc.

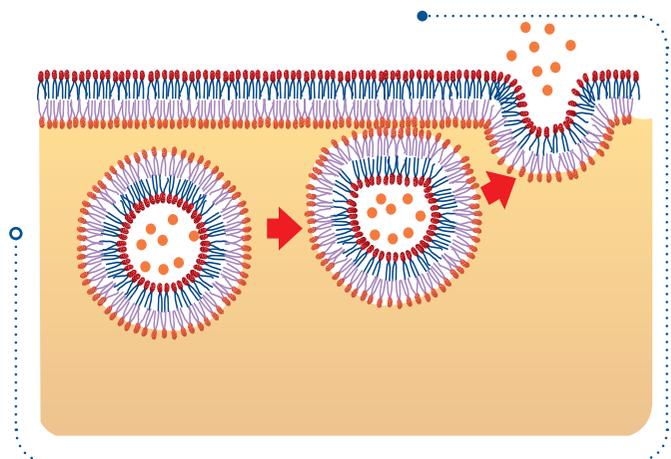
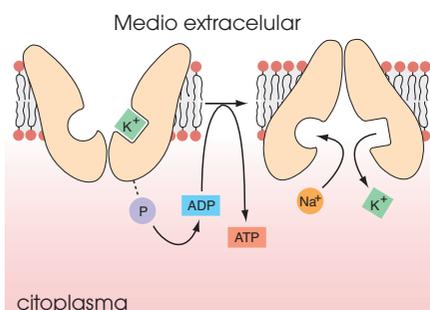
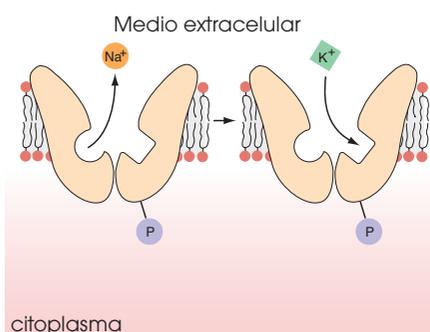
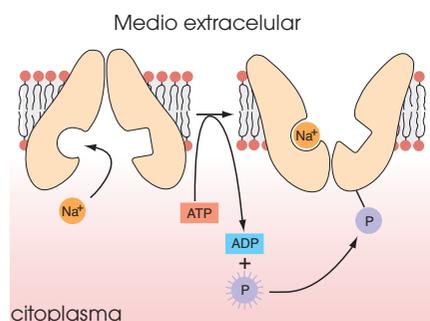
### Transporte de macromoléculas y partículas

Los mecanismos anteriores no permiten el paso de moléculas grandes como los polisacáridos o las proteínas. En estos casos se utilizan otros tipos de sistemas de transporte: la exocitosis y la endocitosis.

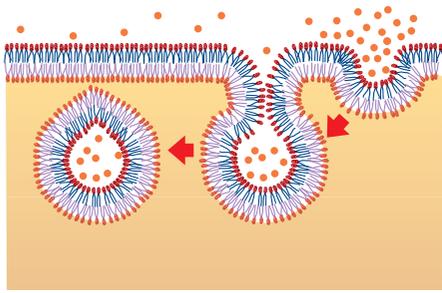
**Exocitosis:** Tiene lugar cuando una macromolécula o una partícula debe pasar del interior al exterior de la célula. Las vesículas que se forman en este caso reciben el nombre de **vesículas secretoras**. Se desplazan hasta la membrana plasmática, se fusionan y vierten su contenido al medio extracelular.

Según el modo en que se produce la secreción se distinguen dos tipos de exocitosis:

- Las vesículas se producen de manera regular en la célula y su contenido es vertido al exterior sin necesidad de que exista ningún estímulo. Es el caso de las proteínas que forman la matriz extracelular de los tejidos.
- Las vesículas se producen y liberan su contenido al exterior solo cuando la célula es estimulada por alguna señal extracelular. Un ejemplo de ello es la secreción de neurotransmisores en las neuronas.



■ Exocitosis proceso



**Endocitosis.** Es un proceso de incorporación de sustancias a la célula. En algunos casos, se ha observado que estas sustancias se concentran en pequeñas depresiones formadas en la superficie exterior de la membrana. Cuando se produce la invaginación y se forma la vesícula, esta contiene una cantidad de sustancia superior a la que podría penetrar en la célula si no se produjese la concentración previa.

- Cuando las vesículas alcanzan un diámetro superior a  $150\ \mu\text{m}$  y contienen partículas grandes, como restos celulares y microorganismos, se habla de **fagocitosis**.

- Si las vesículas son de un diámetro inferior a  $150\ \mu\text{m}$  y contienen fluidos, el proceso se llama **pinocitosis**.

La fagocitosis se produce en células con un cierto grado de especialización como, por ejemplo, algunos protozoos, para los que es una parte esencial de su proceso de nutrición. Por el contrario, la pinocitosis es muy común en todo tipo de células.

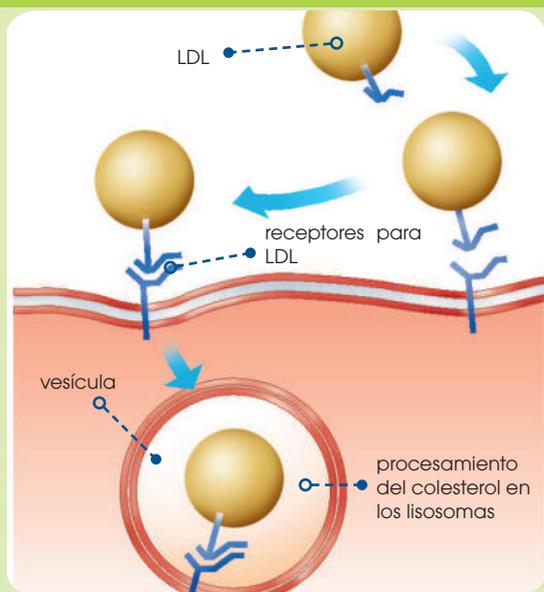
Cuando las vesículas han penetrado en el interior celular, se dirigen hacia el orgánulo en el que tienen que ser procesadas. Durante los procesos de endocitosis y exocitosis, las bicapas lipídicas se acercan y se fusionan. No se conocen con exactitud si estos procesos necesitan energía, y es posible que haya sistemas proteicos especiales con esta misión. Mientras tienen lugar estos transportes, suelen generarse fragmentos de membrana que son recuperados por la célula y se reciclan en otros puntos de la membrana plasmática.

### El colesterol y la aterosclerosis

Tal y como hemos visto, el colesterol es una molécula fundamental para la formación de las membranas plasmáticas. Por sus características, penetra en las células por endocitosis. Este proceso parece ser que se produce mediante unas moléculas receptoras específicas.

- La mayor parte del colesterol se transporta por la sangre unido a lipoproteínas de baja densidad, formando los complejos LDL.
- Cuando existe una necesidad de colesterol en la célula, se sintetizan unos receptores específicos para los complejos LDL.
- Los complejos LDL se sitúan en las depresiones donde se localizan sus receptores específicos y son incorporados al interior de la célula.
- Cuando se han conseguido los niveles suficientes de colesterol, la célula deja de sintetizar moléculas receptoras.

Los errores en el mecanismo de incorporación del colesterol a las células como, por ejemplo, una conformación errónea de las moléculas del receptor provocan la acumulación de colesterol en la sangre e incrementan el riesgo de sufrir graves efectos en el cerebro, las arterias y el corazón.



3. Deduce de qué modo pueden entrar o salir de una célula estos elementos. **Justifica** tus respuestas.

- |                    |            |           |
|--------------------|------------|-----------|
| • $\text{Ca}^{2+}$ | • un virus | • glucosa |
| • una bacteria     | • agua     | • Na      |

## La pared celular vegetal

En la parte exterior de la membrana plasmática de las células vegetales se encuentra la **pared celular vegetal**.

Como estudiaremos a continuación, muchas de las características estructurales y funcionales de las plantas están condicionadas por la existencia de esta pared.

### Composición y estructura

Está compuesta por tres tipos de polisacáridos (celulosa, hemicelulosa y pectina) y diversas glucoproteínas.

Todas estas moléculas están englobadas en una matriz hidratada que permite que las sustancias solubles y de pequeño tamaño, como el agua, el dióxido de carbono y el oxígeno, se difundan a través de la pared. En cambio, no pueden atravesarla las moléculas de grandes dimensiones.

Por esta razón, las sustancias que intervienen en el metabolismo de las plantas son moléculas pequeñas.

La pared celular está formada por varias capas superpuestas. De fuera hacia dentro, distinguimos, primero, la **lámina media**, que es la primera que se forma y es la que separa las dos células hijas tras la división; está compuesta por **pectina**. A continuación, se secreta la **pared primaria**, de grosor variable y compuesta de **celulosa**.

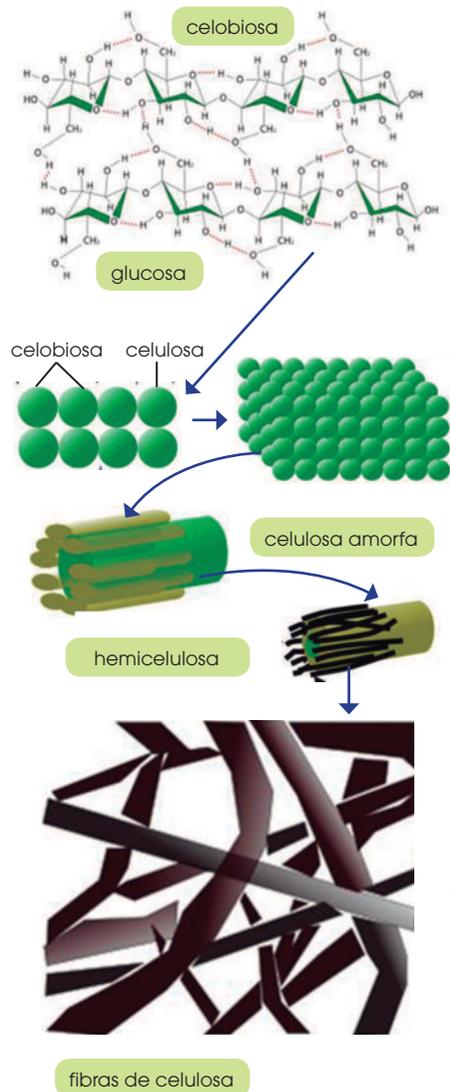
Las células que ya no han de crecer secretan una **pared secundaria**, gruesa y compacta, compuesta también de **celulosa**.

### Funciones

La pared tiene una importante función estructural, ya que:

- Constituye una capa rígida que **da forma** a la célula y la **protege** de tracciones mecánicas.
- Cada pared celular está unida a la pared de las células vecinas y entre todas constituyen un armazón que **da consistencia** a los distintos órganos de las plantas.

La pared celular también interviene en la creación de la **presión de turgencia** en el interior de las células y contiene moléculas especializadas que regulan el **crecimiento** de la planta y la protegen de diversas enfermedades.



<http://goo.gl/vujPna>

### Y TAMBIÉN:



La pared celular está atravesada por conductos muy finos, llamados **plasmodesmos**, que permiten la comunicación entre las células.

En los plasmodesmos puede observarse que la membrana plasmática de una célula continúa, a través del plasmodesmo, en la membrana plasmática de las células adyacentes. De este modo, el citoplasma presenta continuidad entre las células, lo que permite una rápida circulación de sustancias entre ellas.

Prohibida su reproducción

La presión de turgencia se origina cuando el medio que rodea las células es hipotónico respecto al citoplasma; es decir, contiene una concentración de soluto sensiblemente menor a la del interior de la célula. En tal caso:

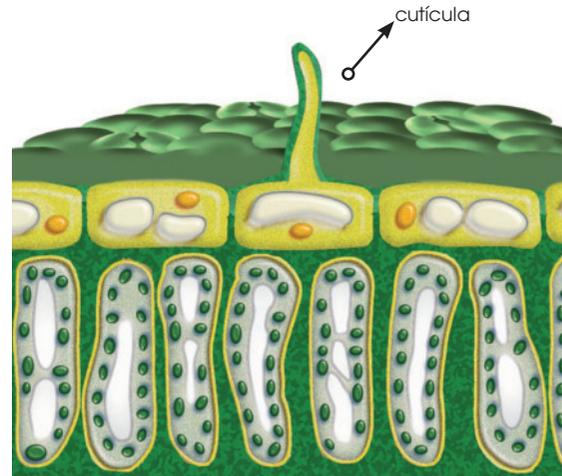
- El agua penetra en la vacuola de la célula vegetal, por ósmosis.
- Como consecuencia de la entrada de agua, la célula aumenta de volumen.
- Este aumento de volumen hace que el citoplasma presione sobre la pared celular.

Esta presión es fundamental para:

- El crecimiento, ya que los tejidos se alargan como consecuencia de la presión de turgencia que las células ejercen sobre la pared primaria.
- Los movimientos, como los que permiten la apertura y el cierre de los estomas. En este caso, el aumento de la presión de turgencia por la entrada de agua crea una presión en las células que origina la apertura del orificio estomático.

### Modificaciones

La pared celular puede modificarse y adaptarse a las necesidades de los diferentes tejidos. Es el caso de las modificaciones que experimenta, por ejemplo, en la epidermis o en el xilema.



■ Corte del tejido epidérmico de una hoja

**Epidermis:** La cara externa de la pared de las células que forman la epidermis se recubre de una sustancia llamada *cutina*, que es un lípido con funciones aislantes secretado por la célula. Por encima de la capa de cutina se deposita una capa de ceras.

El conjunto formado por la capa de cutina y la de ceras recibe el nombre de **cutícula**.

La cutícula protege contra la infección por microorganismos, la radiación ultravioleta del sol, la desecación o los daños mecánicos.

**Xilema:** Tejido leñoso capaz de conducir líquidos, resultado de un complejo proceso de modificación de la pared celular, tal y como podemos observar a continuación:

vacuola

núcleo

depósitos de celulosa

lignina

En la cara interna de la pared de las células que forman el xilema se depositan acumulaciones de celulosa.

Posteriormente, sobre los depósitos de celulosa, se añade lignina. Esta sustancia no se disuelve en agua y confiere una gran resistencia al tejido.

Se eliminan las caras de las paredes que actúan como tabiques entre las células y desaparece el contenido celular.

Las membranas plasmáticas de las células eucariotas limitan un espacio interior; este espacio es el objeto de estudio de esta unidad.

Describiremos los componentes del citoplasma celular y distinguiremos los diversos compartimentos internos, u **orgánulos citoplasmáticos**, y el **citósol**, o sustancia en la que están inmersos los orgánulos. También estudiaremos el **núcleo** y el límite que lo rodea, o **envoltura nuclear**.

### Orgánulos limitados por membranas

Los orgánulos citoplasmáticos son compartimentos del interior de las células, que están rodeados por membranas dobles o sencillas. Este tipo de organización en compartimentos permite que las sustancias que intervienen en los distintos procesos metabólicos se concentren en los orgánulos, con lo que aumenta la eficacia de dichos procesos.

### Mitocondrias

Están presentes en todas las células eucariotas. Tienen forma cilíndrica, con un diámetro entre 0,5 y 1  $\mu\text{m}$  y longitud variable.

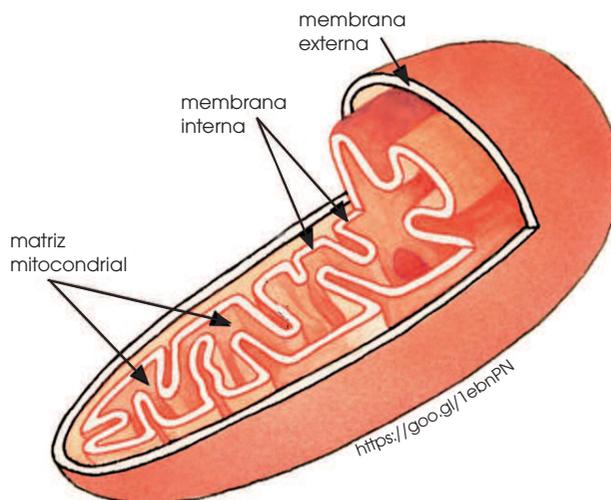
### Estructura

- **Membrana externa:** Contiene numerosas proteínas que regulan los intercambios de sustancias con el citósol. Destacan las proteínas de canal, que forman grandes poros que la hacen muy permeable.
- **Espacio intermembrana:** Tiene una composición muy similar a la del citósol, debido a la permeabilidad de la membrana externa.
- **Membrana interna:** Consta de repliegues hacia el interior, o crestas, que aumentan la superficie de la membrana. Contiene numerosas proteínas de transporte y otras con funciones muy especializadas, como los complejos que forman la **cadena respiratoria** y la **ATP sintetasa**.
- **Matriz mitocondrial:** Es el espacio interior de la mitocondria y está rodeada por la membrana interna. Contiene:

- Una gran cantidad de enzimas que catabolizan diversas sustancias como, por ejemplo, ácido pirúvico o ácidos grasos.
- ADN en forma de doble cadena cerrada sobre sí misma, que contiene la información genética necesaria para la síntesis de ARN y de proteínas mitocondriales.
- Ribosomas responsables de la síntesis de las proteínas mitocondriales.
- Enzimas que regulan y controlan la replicación, la transcripción y la traducción del ADN mitocondrial.
- Sustancias diversas como, por ejemplo, nucleótidos e iones.

### Funciones

Las mitocondrias son los orgánulos especializados en realizar un conjunto de procesos metabólicos denominados **respiración celular**, con el que se proporciona a la célula la energía necesaria para realizar todas sus actividades.



■ Partes de una mitocondria

**ATP sintetasa:** Enzima situada en la cara interna de la membrana interna de las mitocondrias y de la membrana de los tilacooides de los cloroplastos. Es el encargado de sintetizar ATP a partir de ADP, un grupo fosfato y la energía suministrada por el flujo de protones ( $\text{H}^+$ ).

## Cloroplastos

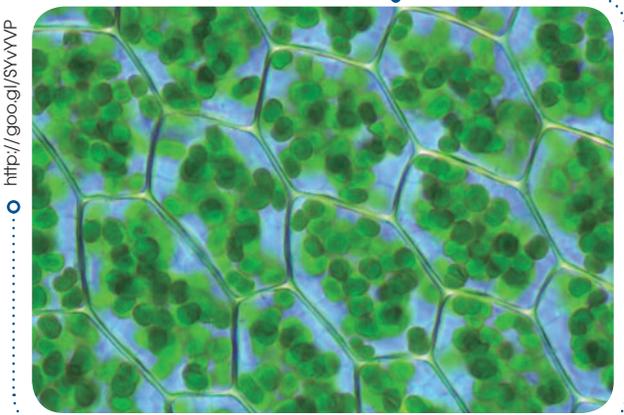
Los encontramos exclusivamente en las células vegetales fotosintéticas. Tienen forma variable aunque, a menudo, son discoidales y son más grandes que las mitocondrias: de 3 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud y de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de grosor.

### Estructura

- **Membrana externa:** Muy permeable, de características similares a la membrana externa de las mitocondrias.
- **Espacio intermembrana:** De características parecidas a las del citosol.
- **Membrana interna:** Lisa; es decir, sin crestas, menos permeable que la externa y con numerosas proteínas especializadas en el transporte selectivo de sustancias.
- **Estroma:** Es la cavidad interna del cloroplasto y contiene:

—**Enzimas implicados en el metabolismo fotosintético:** El más abundante es la **ribulosa bisfosfato carboxilasa oxigenasa**, que puede llegar a representar la mitad de las proteínas del cloroplasto.

—**ADN de doble cadena:** El genoma de los cloroplastos es más grande que el mitocondrial. Contiene la información genética que codifica los diversos tipos de ARN y algunas proteínas de los complejos enzimáticos que participan en la fotosíntesis.



■ Células vegetales con cloroplastos

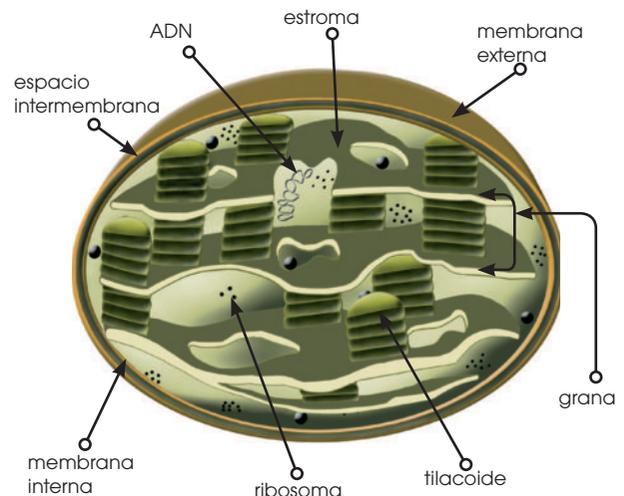
- Ribosomas:** Encargados de la síntesis de las proteínas propias de los cloroplastos.
- Enzimas:** Regulan y controlan la replicación, la transcripción y la traducción del material genético del cloroplasto.
- Sustancias diversas:** Principalmente almidón y gotas lipídicas.

Además, en los cloroplastos, hay un compartimento interno formado por:

- **Tilacoides:** Sáculos membranosos aplanados que tienden a formar apilamientos llamados **grana**, los cuales se conectan entre ellos y forman una red de cavidades. Las membranas de los tilacoides contienen los pigmentos fotosintéticos, principalmente **clorofilas** y carotenoides, la cadena fotosintética de **transporte de electrones** y la **ATP sintetasa**.
- **Espacio tilacoidal:** Situado en el interior de los tilacoides; mantiene unas condiciones de pH ácido.

### Funciones

Son los orgánulos en los que se produce la **fotosíntesis**, el proceso bioquímico fundamental que tiene lugar en las plantas superiores, las algas y algunas bacterias, donde la energía de la luz solar es convertida en energía química utilizada para fijar el  $\text{CO}_2$  atmosférico (molécula inorgánica) en moléculas orgánicas.



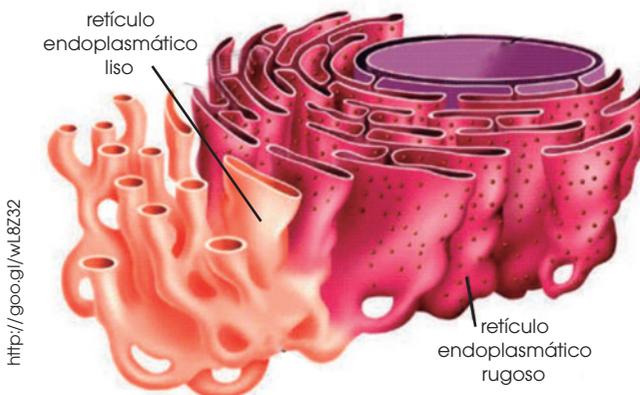
■ Esquema de un cloroplasto y de sus partes

## Retículo endoplasmático

Se encuentra en todas las células eucariotas y ocupa hasta el 10 % de su espacio interior.

### Estructura

Es un conjunto de cavidades, túbulos y vesículas conectados entre sí y rodeados por una única membrana, que se prolonga formando la envoltura nuclear. El espacio que queda limitado en el interior lo llamamos *lumen*.



Distinguimos dos zonas bien diferenciadas:

- Una zona en la que se encuentran ribosomas asociados a las membranas, que denominamos *retículo endoplasmático rugoso* (RER).
- Una zona sin ribosomas, que llamamos *retículo endoplasmático liso* (REL).

### Funciones

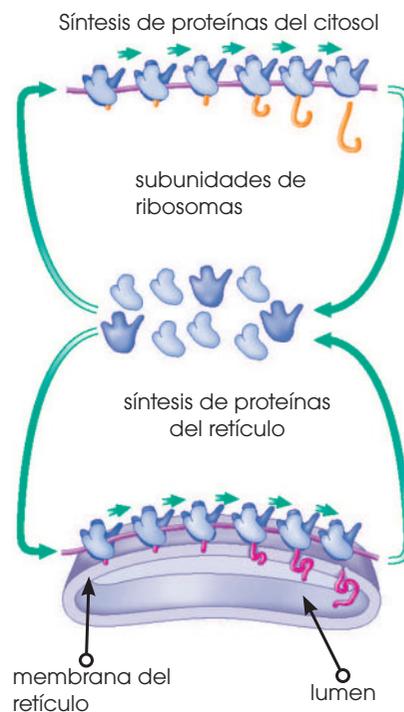
El retículo es un orgánulo fundamental que interviene en funciones relacionadas con la síntesis proteica y el transporte intracelular. Las dos zonas que acabamos de definir intervienen de distinto modo en estos procesos.

**Retículo endoplasmático rugoso.** Su función está determinada por la presencia de ribosomas. Estos ribosomas proceden del citosol

y su incorporación al retículo depende de la asociación entre el ribosoma y el ARNm.

- Si el ARNm que se une al ribosoma codifica para una proteína que ha de utilizarse en el citosol, el conjunto formado por el ribosoma y su ARNm permanece en el citosol.
- Si el ARNm codifica para una proteína que debe ser procesada en el retículo endoplasmático, el conjunto del ARNm y el ribosoma se dirige hacia la membrana del retículo. Al mismo tiempo que se va sintetizando, la proteína va siendo transferida al lumen del retículo.

Una vez allí, las proteínas son modificadas químicamente y almacenadas. Siguen este proceso las proteínas de las membranas plasmáticas y también las que salen al exterior de la célula e intervienen en la composición del glicocáliz y de la matriz extracelular.



- El ARNm codifica una proteína que puede ser utilizada en el citosol directamente o procesada en el RER.

4. **Compara** mediante un cuadro las funciones de un cloroplasto y de una mitocondria
5. Tanto las mitocondrias como los cloroplastos presentan una membrana interna magnificada debido a las numerosas crestas en las mito-

condrias y a los tilacoides en los cloroplastos. ¿Qué relación tiene esto con la función que desempeñan estos orgánulos?

6. ¿Cuáles son las funciones del ARN?

**Retículo endoplasmático liso:** Es el responsable de:

- **La síntesis de fosfolípidos y colesterol:** Estas sustancias se incorporan a las membranas de las células o intervienen en la síntesis de otros compuestos. Por ejemplo, el colesterol, que se sintetiza mayoritariamente en las células del hígado o hepatocitos, es el precursor de las hormonas esteroideas.
- **El procesamiento de sustancias tóxicas procedentes del exterior de la célula:** Dicho proceso recibe el nombre de **destoxicación**, y es específico de diversos órganos. En los vertebrados, tiene lugar concretamente en el hígado, los pulmones, el intestino, los riñones y la piel. De este modo, se eliminan del organismo medicamentos, insecticidas, conservantes alimentarios... El proceso se lleva a cabo en dos fases:

—Las sustancias entran en la célula y se dirigen al REL, donde se transforman químicamente para inactivar su toxicidad y facilitar su solubilidad.

—A continuación, pasan al exterior de la célula. Allí son captadas por el torrente sanguíneo, que las transporta hasta el riñón, donde son eliminadas.

Otros tipos celulares también tienen un retículo liso muy desarrollado, como es el caso de las células musculares. En ellas actúa como almacén y regulador de la concentración de calcio en el citosol, ya que este ion es decisivo en los procesos de contracción y relajación musculares.

El retículo endoplasmático está íntimamente relacionado, mediante vesículas de transporte, con otro compartimento celular, el aparato de Golgi, que describimos a continuación.

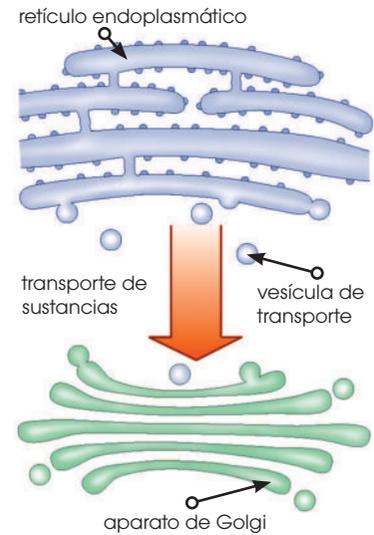
## Aparato de Golgi

Es un orgánulo común a todas las células eucariotas y está especialmente desarrollado en las que tienen actividad secretora.

### Estructura

Está formado por una serie de vesículas en forma de saco llamadas **cisternas**; en su interior se encuentra un espacio llamado **lumen** del aparato de Golgi. Las cisternas se apilan en grupos de cinco a diez y forman un **dictiosoma**.

En las proximidades de los dictiosomas hay una gran cantidad de pequeñas vesículas que se forman en las cisternas y que se desprenden de ellas.

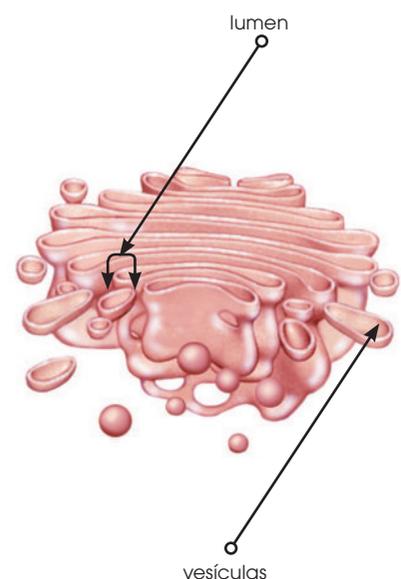


### Y TAMBIÉN: !?

Algunos ejemplos de hormonas esteroideas son los andrógenos y los estrógenos.

Los **andrógenos** estimulan la formación de los espermatozoides y el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos. La testosterona o la androsterona son ejemplos.

Los **estrógenos** intervienen en la regulación del ciclo menstrual y el embarazo. Dos ejemplos son la progesterona o el estradiol.



Los dictiosomas presentan dos caras bien diferenciadas:

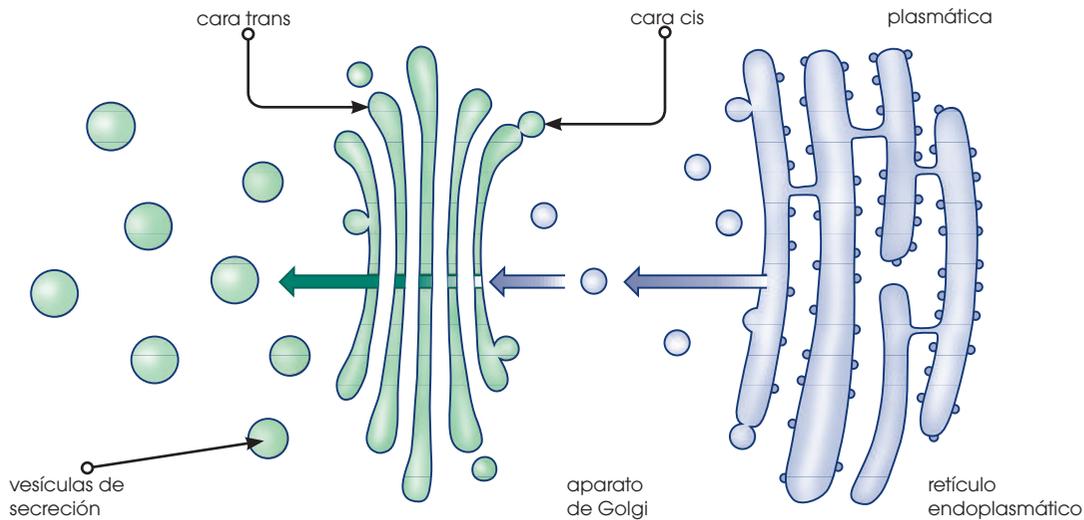
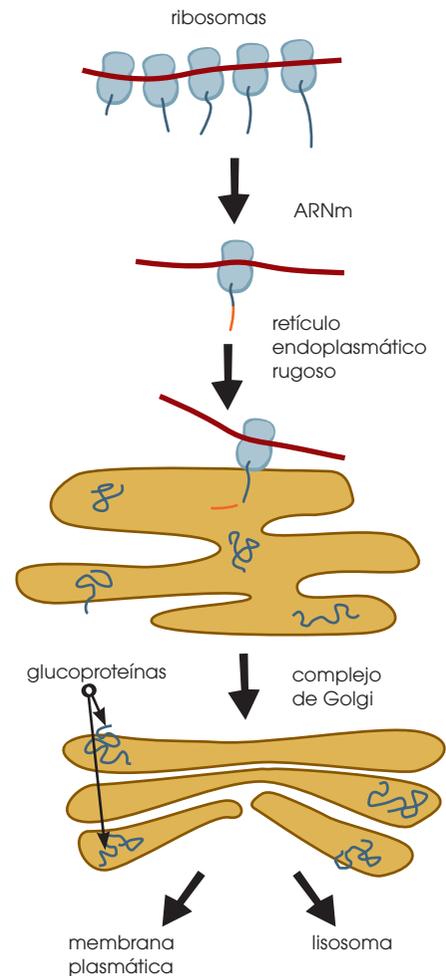
—**La cara cis:** Orientada hacia el retículo endoplasmático, por la que los materiales procedentes de este orgánulo se incorporan a las cisternas.

—**La cara trans:** Opuesta a la anterior, por donde se liberan las vesículas de secreción, que contienen los productos de la actividad del aparato de Golgi y que se dirigen hacia la membrana plasmática o hacia los lisosomas.

### Funciones

En el aparato de Golgi se producen el almacenamiento y la transformación de las sustancias procedentes del retículo endoplasmático. Estas transformaciones consisten principalmente en la glicosilación de proteínas y lípidos, sintetizados en el retículo, a cadenas de glúcidos, para obtener glucoproteínas y glucolípidos.

Estas transformaciones se producen de manera secuencial, a medida que las sustancias van pasando de la cara **cis** a la cara **trans** de los dictiosomas.



7. **Coloca** el orgánulo estudiando a cada afirmación según corresponda

- Formado por conjuntos de cinco a diez sáculos membranosos y aplanados llamados dictiosomas.
- Fabrica lípidos y los transporta junto con las proteínas por toda la célula.
- Desprende dos tipos de vesículas: los lisosomas (función digestiva) y las vesículas de secreción.
- Conjunto de membranas, túbulos y sáculos conectados entre sí y al núcleo celular.
- Se encargan de la respiración celular.

## Lisosomas

Los lisosomas son orgánulos característicos de las células eucariotas.

### Estructura

Son pequeñas vesículas de forma y tamaño variables, aunque, generalmente, son esféricas y de un diámetro comprendido entre 0,3 y 0,8  $\mu$ .

Los lisosomas están limitados por una membrana y, en su interior, contienen enzimas hidrolíticos, como lipasas, proteasas, nucleasas... que catalizan la hidrólisis o digestión de macromoléculas. Estos enzimas actúan en condiciones óptimas si el pH es ácido, en torno a 5. El mantenimiento de estas condiciones internas requiere la presencia de bombas de protones que hacen entrar  $H^+$  en el interior de los lisosomas.

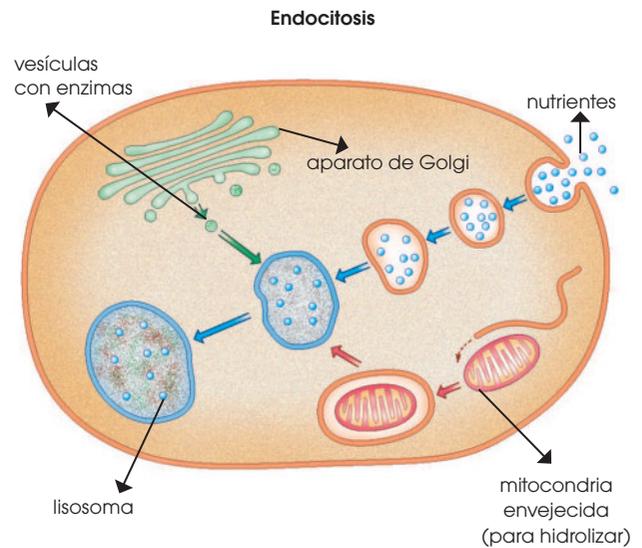
### Funciones

Los lisosomas se encargan de la hidrólisis de macromoléculas. Estas macromoléculas pueden proceder:

- Del exterior de la célula, por endocitosis, por ejemplo, las sustancias nutritivas que tienen que digerirse.
- Del interior de la célula, como es el caso de los componentes de la propia célula que envejecen. Este proceso se conoce como autofagia.

Los lisosomas se constituyen como tales al fusionarse las vesículas que transportan las sustancias que se han de hidrolizar con las vesículas que proceden del aparato de Golgi. El mecanismo podría ser el siguiente:

- A partir de sustancias procedentes del exterior o bien del interior de la célula, se generan unas vesículas que contienen las sustancias que han de hidrolizarse.
- Paralelamente, a partir del aparato de Golgi se forman unas vesículas que contienen los enzimas hidrolíticos.



—Los dos tipos de vesículas se encuentran y se fusionan, y entonces se origina un lisosoma. Algunos seres vivos vierten el contenido de los lisosomas al exterior de la célula, con el fin de degradar sustancias próximas. Muchos grupos del reino de los hongos se caracterizan por llevar a cabo esta digestión externa.

### Y TAMBIÉN:

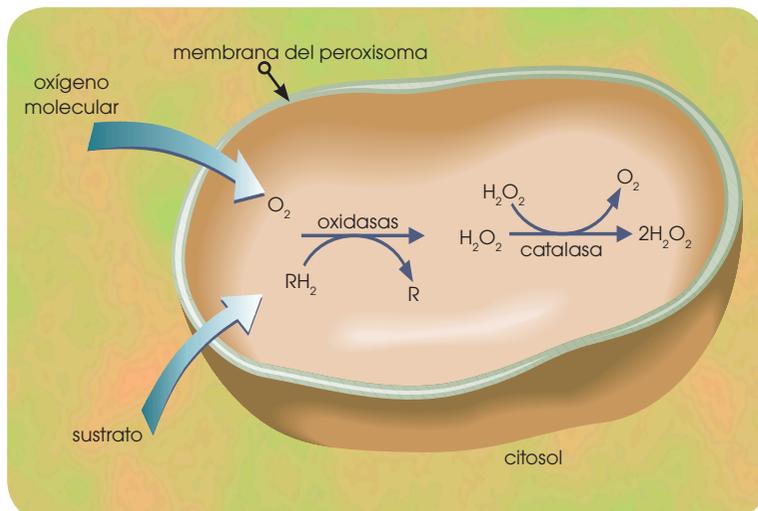


Supuestamente, cualquier tipo de membrana es susceptible de ser digerida por los enzimas de los lisosomas. No obstante, ¿por qué no se digiere la membrana del propio lisosoma? Estas membranas están muy glicosiladas, lo que impide la acción de las fosfolipasas.

Por otro lado, los enzimas de los lisosomas dependen de un pH ácido para su actividad. Como el pH del citosol es 7,2, su contenido está protegido de la actividad de estos enzimas.

## Peroxisomas

Están presentes en las células eucariotas y pueden encontrarse dispersos por el citoplasma o bien estrechamente relacionados con otros orgánulos, como mitocondrias o cloroplastos.



Intervienen, por ejemplo:

- En la oxidación de los ácidos grasos que se produce en las semillas oleaginosas cuando están germinando. Estos tipos de peroxisomas reciben el nombre de glioxisomas y la célula los utiliza para producir energía.
- En el proceso de fotorrespiración, mediante el cual las plantas obtienen glúcidos consumiendo oxígeno y liberando dióxido de carbono.

## Estructura

Son orgánulos rodeados de una membrana cuyas formas y dimensiones son variables, y contienen:

- **Enzimas oxidasas:** Oxidan diversos compuestos como ácidos grasos, aminoácidos, bases nitrogenadas, etc.
- **El enzima catalasa:** Degrada peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ). Se encuentra a menudo en forma cristalizada y al microscopio electrónico es fácilmente identificable por su aspecto de red.

## Funciones

Los peroxisomas son orgánulos que contienen enzimas en los que se utiliza oxígeno para eliminar átomos de hidrógeno de unos determinados sustratos.

Como resultado de esta oxidación, en algunos casos se obtiene agua y, en otros casos, peróxido de hidrógeno. Al ser esta última sustancia muy tóxica para las células, se requiere la acción del enzima catalasa, que degrada el peróxido de hidrógeno y produce agua y oxígeno.

Debido a su actividad enzimática, los peroxisomas intervienen en numerosos procesos metabólicos que dependen no sólo del tipo de organismo sino también del tipo de célula y de la fase de actividad en que se encuentre.

- En procesos de detoxificación que tienen lugar en algunos tejidos, como la degradación del etanol en el hígado y en los riñones de los vertebrados.

Muchas de estas reacciones se producen a partir de productos obtenidos en las mitocondrias o los cloroplastos; por ello, hay una relación tan estrecha entre los peroxisomas y estos otros orgánulos.

## Y TAMBIÉN:



### Intoxicación alcohólica

Las bebidas alcohólicas (componente principal:  $CH_3CH_2OH$ ) son probablemente la droga más antigua que se conoce. La intoxicación alcohólica aguda es frecuente entre los bebedores sociales y los alcohólicos.

Además de estar relacionado con diversos tipos de accidentes peligrosos (tráfico, caídas, incendios...) y con diferentes problemas psicológicos, el alcohol está asociado a múltiples enfermedades. Algunos ejemplos son: pancreatitis, cardiomiopatías, neuropatías, demencia y otras alteraciones del sistema nervioso, cáncer y síndrome alcohólico fetal.

La vía principal de la degradación metabólica del alcohol es la oxidación por el enzima **alcoholato deshidrogenasa**. También interviene la vía metabólica del enzima catalasa en el hígado.

<https://900g/fbcccbr>

Prohibida su reproducción

## Vacuolas

Las vacuolas son orgánulos característicos de las células vegetales, aunque no exclusivos de ellas.

### Estructura

Están rodeadas de una membrana unitaria o simple llamada **tonoplasto**, y en su interior se encuentra una sustancia fluida de composición variable.

Las vacuolas pueden ocupar entre un 5 % y un 90 % del volumen celular, aunque casi siempre ocupan más del 30 %.

### Funciones

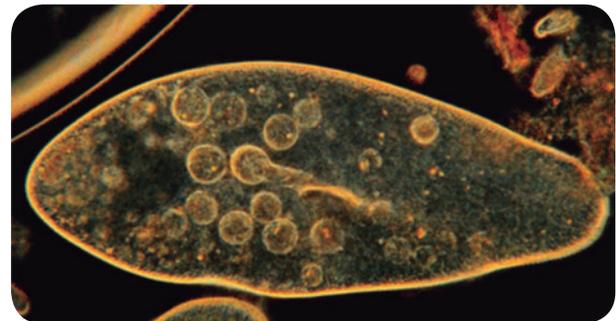
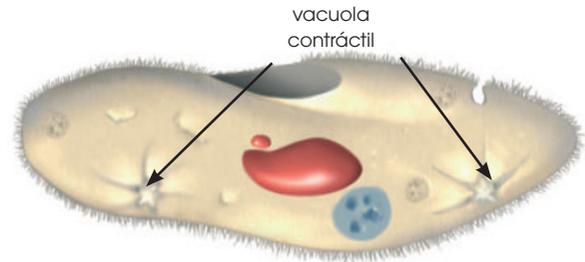
Desempeñan funciones muy diversas, hasta el punto de que en una misma célula pueden haber vacuolas con funciones diferentes.

En las células vegetales, las vacuolas intervienen en estos procesos:

- Constituyen reservas de sustancias nutritivas, que están a disposición de las necesidades de la célula.
- Actúan como almacenes de productos tóxicos para la célula.
- Contribuyen al crecimiento de los tejidos, por presión de turgencia.
- Pueden actuar con funciones análogas a los lisosomas cuando contienen enzimas hidrolíticas que degradan diversas sustancias.
- Contribuyen a la homeostasis del interior celular; por ejemplo, mediante el paso de  $H^+$  a través de su membrana para regular el pH.

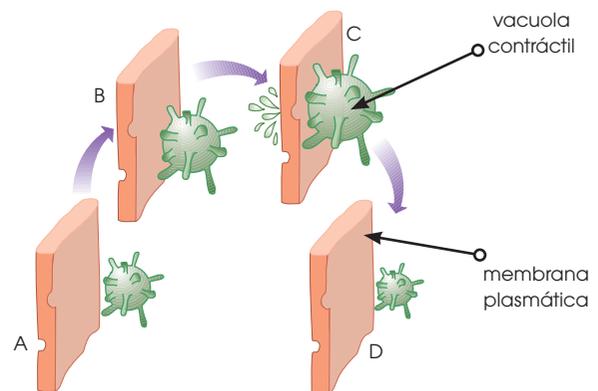
En otras células no vegetales existen **vacuolas contráctiles**. Son características de

microorganismos que viven en medios hipotónicos respecto al interior celular, como diversos grupos de protozoos. En estos organismos, el agua del exterior tiende a entrar en el citoplasma para compensar las presiones osmóticas. La vacuola contráctil se encarga de eliminar el exceso de agua.



<http://goo.gl/gp85bi>

■ Esquema y fotografía de un paramecio.



■ Esquema del funcionamiento de una vacuola contráctil

8. ¿Qué es la *homeostasis*? **Investiga.**

**Solución:** La homeostasis es un estado de equilibrio del cuerpo de un organismo. Se consigue mediante mecanismos de autorregulación. En el caso del ser humano se deben mantener regulados por ejemplo los niveles de glucosa en sangre, la temperatura interna o la presión arterial.

9. ¿Cuál es la diferencia entre las *vacuolas contráctiles* y las *vacuolas digestivas*?

10. **Analiza** dos funciones básicas de las vacuolas.

Actividades

## Envoltura nuclear

La existencia de envoltura nuclear es una característica diferencial que identifica las células eucariotas.

Aunque no se suele considerar un orgánulo, tanto su estructura membranosa como su función, suficientemente específica, permiten incluirla al final de este apartado sobre los orgánulos limitados por membranas.

## Estructura

Está formada por una doble membrana, que tiene continuidad con la del retículo endoplasmático y que rodea completamente el núcleo de la célula, limitando el nucleoplasma. Podemos distinguir:

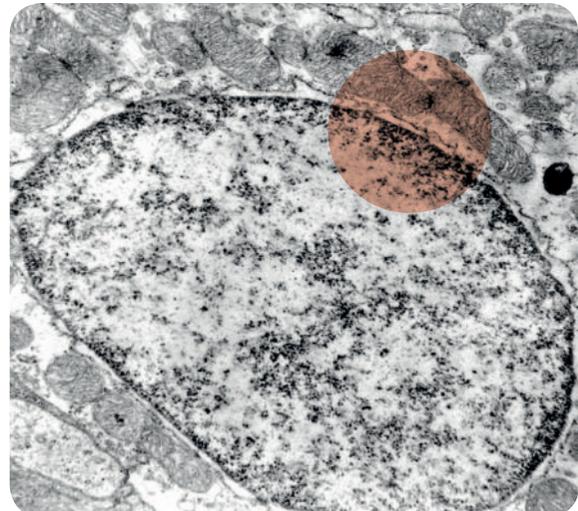
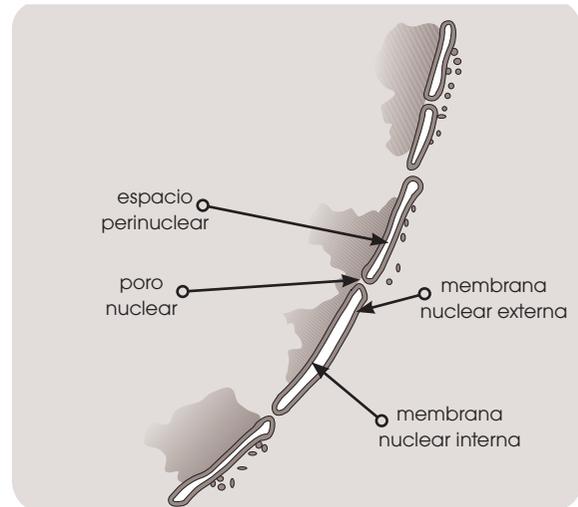
- La membrana nuclear externa, con ribosomas y en contacto con el citoplasma.
- El espacio perinuclear, conectado con el lumen del retículo.
- La membrana nuclear interna, en contacto con el nucleoplasma.

Asociada a la envoltura nuclear se encuentra también la lámina nuclear. Es una red de filamentos de proteína que intervienen en los procesos de disgregación y regeneración de la envoltura nuclear durante la división celular. La envoltura nuclear presenta un gran número de poros, a través de los cuales se realizan los intercambios de sustancias entre el citoplasma y el nucleoplasma. La figura de esta página muestra la estructura de un poro; en ella puede observarse cómo la membrana que forma la envoltura nuclear se cierra sobre sí misma y deja un hueco central; este hueco está limitado por diversas moléculas de proteína.

## Funciones

Para comprender las funciones de la envoltura nuclear, debemos tener en cuenta dos aspectos:

- La importancia biológica del ADN hace necesario que exista un compartimento



para los cromosomas que los separe de numerosas sustancias presentes en el citoplasma que podrían alterar su estructura.

- Para el desarrollo de las actividades celulares que tienen lugar en el núcleo, se requiere una gran cantidad y variedad de proteínas: enzimas que intervienen en la replicación del ADN y su transcripción a ARN o proteínas histonas que estabilizan la estructura de los cromosomas. Todas las proteínas se sintetizan en el citoplasma, por lo que se necesitan mecanismos que permitan el paso hacia el núcleo.

La envoltura nuclear permite el paso de sustancias a través de ella, de un modo selectivo:

- Las moléculas de dimensiones pequeñas, como los nucleótidos o incluso las histonas, pueden pasar a través de los poros.

- Las moléculas de gran tamaño, como los enzimas que polimerizan el ADN, son demasiado grandes para pasar por los poros. Estas grandes proteínas son identificadas de manera específica cuando llegan a los poros, los cuales pueden modificarse y ensancharse para adaptarse a las dimensiones de las moléculas que han de acceder al núcleo.

### El citosol

Es la parte del citoplasma que ocupa el espacio comprendido entre los orgánulos membranosos. También lo denominamos *hialoplasma* por su aspecto translúcido.

### Composición y funciones

El citosol está constituido mayoritariamente por agua; además, contiene una gran variedad de sustancias que intervienen en el metabolismo celular: proteínas, ARN de diversos tipos, aminoácidos, glúcidos, nucleótidos e iones de naturaleza diversa.

En su composición, destaca la gran abundancia de proteínas, ya que a menudo entre el 25 y el 50 % de las proteínas celulares forman parte del citosol.

Entre estas proteínas, se encuentran miles de enzimas y otros tipos de proteínas que forman estructuras organizadas.

Esta abundancia de proteínas lo hace similar a una sustancia gelatinosa altamente organizada.

En el citosol también hay inclusiones, principalmente de naturaleza lipídica o de reserva energética, como el glucógeno, no rodeadas de membranas.

El citosol desempeña las siguientes funciones:

- **Constituye una reserva de materiales:** Glucosa en disolución y partículas de glucógeno o gotas lipídicas que intervienen en la producción de energía. Estas inclusiones no son fijas ni permanentes, ya que son arrastradas por corrientes citoplasmáticas y se forman o deshacen según las necesidades de las células.
- Sus características fisicoquímicas hacen de él un lugar adecuado para el desarrollo de numerosas **reacciones**, tanto **anabólicas** como **catabólicas**.

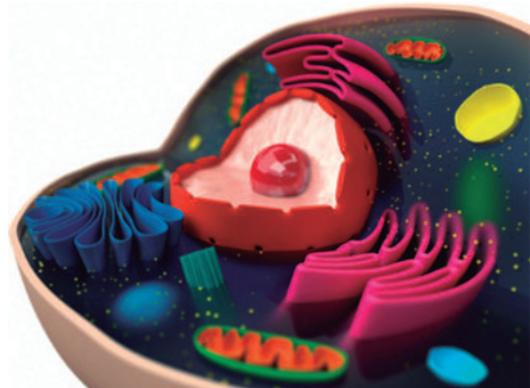
Estas reacciones metabólicas forman complejas rutas interrelacionadas (degradación de hexosas, lípidos, aminoácidos y nucleótidos, y síntesis de las mismas sustancias).

Hemos destacado, en la composición del citosol, la presencia de una gran cantidad de proteínas. Muchas se organizan formando el citoesqueleto, que describimos a continuación.

### Citoesqueleto

Es un conjunto de filamentos y túbulos formados por la polimerización de diversas proteínas.

11. **Observa** esta fotografías y **responde**:
  - a. ¿De qué orgánulos se trata?
  - b. ¿Qué partes se distinguen?
  - c. ¿Cuáles son sus funciones en la célula?
12. **Explica** qué significa la afirmación: «El aparato de Golgi se encuentra morfológicamente y fisiológicamente polarizado».
13. **Explica** qué tipos de retículos endoplasmáticos podemos encontrar en una célula y **cita** las semejanzas y las diferencias entre ellos.



Actividades

<http://goo.gl/tw11ss>

El citoesqueleto es, en muchos casos, una estructura cambiante, ya que cuando la situación fisiológica de la célula lo requiere, se produce la polimerización de las subunidades proteicas, y se constituyen los filamentos y los túbulos. Si estas estructuras no son necesarias, tiene lugar la despolimerización.

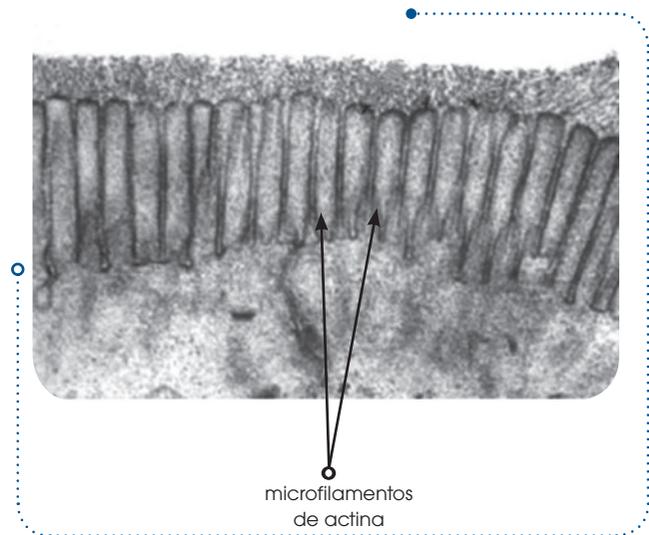
En el citoesqueleto podemos distinguir los **microfilamentos**, los **microtúbulos** y los **filamentos intermedios**.

### Microfilamentos

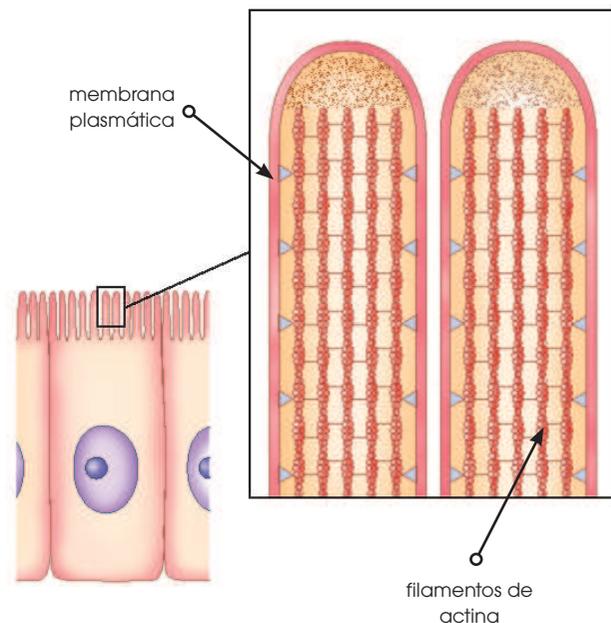
Tienen un diámetro medio de 8 Å. Están formados por proteínas, como la **actina** y la **miosina**, que pueden tener una estructura globular o fibrosa.

Los microfilamentos intervienen en diversas funciones:

- Forman el **esqueleto endocelular**, constituido, principalmente, por fibras de actina adosadas a la cara interna de la membrana plasmática. La consistencia de esta estructura puede cambiar según las necesidades de la célula. El esqueleto endocelular tiene numerosas funciones:
  - Da forma a la membrana plasmática.
  - Produce deformaciones de la membrana que originan los pseudópodos, mediante el deslizamiento de los microfilamentos de actina sobre los de miosina.
  - Estabiliza la estructura de las microvellosidades en las membranas plasmáticas.
  - Participa en la formación de vesículas de endocitosis.
  - Interviene en la formación de las corrientes que se observan en el interior del citoplasma.
  - Forma parte del anillo contráctil que divide el citoplasma en dos durante la división celular.



■ Microfotografía al MET en la que se aprecia la estructura de las microvellosidades



■ Estructura de las microvellosidades

### Y TAMBIÉN:



El **citoplasma** está altamente compartimentado y organizado. A ello contribuye de un modo decisivo el **citoesqueleto**, que sitúa los enzimas en las rutas metabólicas en las que intervienen. Por lo tanto, no hay una disolución de sustancias al azar, sino más bien una organización parecida a una cadena de montaje.

- Permiten la **contracción muscular** en el interior de las células musculares.

A lo largo de la célula se distribuyen haces de filamentos de actina y de miosina, unidos por sus extremos a la membrana plasmática de las células musculares. Si observamos al microscopio, las células musculares ofrecen una imagen muy característica.

El deslizamiento de las fibras de miosina entre las de actina produce el acortamiento de los haces de microfilamentos y, por tanto, de las células.

Este proceso de contracción requiere energía e iones  $\text{Ca}^{2+}$ . El proceso de relajación es pasivo, ya que las células musculares recuperan su longitud por la acción de fibras antagonistas; es decir, fibras cuya contracción provoca el alargamiento de las células contraídas.

## Microtúbulos

Son estructuras cilíndricas de unos 25 Å de diámetro y longitud variable. La proteína que predomina es la **tubulina**. Podemos distinguir:

- Microtúbulos que se encuentran de manera **permanente** en la célula, como los que forman los centríolos, los cilios y los flagelos.

Los **centríolos** miden 0,4  $\mu\text{m}$  de longitud y 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro. Son estructuras formadas por nueve grupos de tres microtúbulos (tripletes). Las células animales suelen tener dos centríolos dispuestos perpendicularmente uno respecto del otro en la zona próxima al núcleo. Los dos centríolos forman parte del centrosoma, una zona de la célula que organiza la disposición de los microtúbulos que participarán en la división celular.

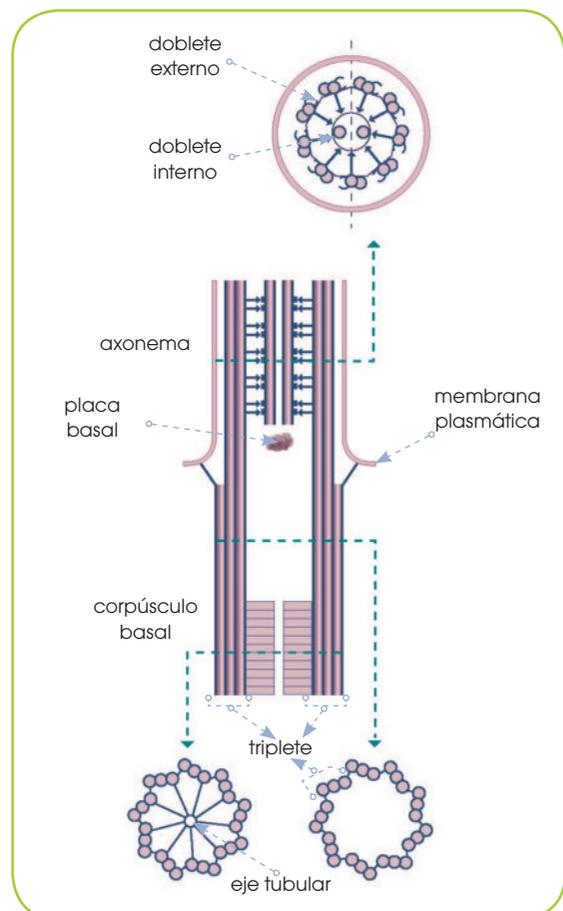
Los **cilios** y los **flagelos** tienen un diámetro aproximado de 0,2  $\mu\text{m}$  y una longitud de 5 a 10  $\mu\text{m}$ , en el caso de los cilios, y de más de 50  $\mu\text{m}$ , en el caso de los flagelos. En su estructura distinguimos:

—**El axonema**: Presenta nueve dobletes y dos microtúbulos centrales unidos por un armazón y rodeados de membrana plasmática.

—**La zona de transición**: Próxima a la placa basal, que será la base de los microtúbulos centrales que aparecen en el axonema. La zona de transición presenta nueve tripletes de microtúbulos.

—**El corpúsculo basal**: Situado en la base y formado por nueve tripletes dispuestos alrededor de una estructura que actúa como armazón.

- Microtúbulos que **modifican** su **disposición** dependiendo de las fases del ciclo celular. Generalmente, se disponen en forma radial alrededor de los centríolos cuando la célula se encuentra en interfase. Durante la división celular, forman el huso mitótico, que tiene como función repartir los cromosomas en dos grupos iguales. Los microtúbulos también intervienen en el desplazamiento de los orgánulos.



## Filamentos intermedios

Son fibras que tienen un diámetro que va de 8 a 10 Å; es decir, intermedio entre el de los microfilamentos y el de los microtúbulos.

Están compuestos por diversas proteínas, siendo la más abundante la **queratina**.

Se disponen formando un entramado que se extiende desde la zona próxima al núcleo hasta la periferia de las células. **También** forman la **lámina nuclear**, situada en el núcleo y en contacto con la cara interna de la envoltura nuclear. Parece ser que tienen una función estructural y están muy desarrollados en tejidos que han de soportar tensiones mecánicas, como los epitelios.

## Ribosomas

Los ribosomas se encuentran tanto en las células procariontas como en las eucariotas. Están compuestos por ARN y proteínas.

En las células eucariotas, están libres en el citosol, adheridos al retículo endoplasmático rugoso y a la envoltura nuclear, así como en el interior de los cloroplastos y las mitocondrias.

## Estructura

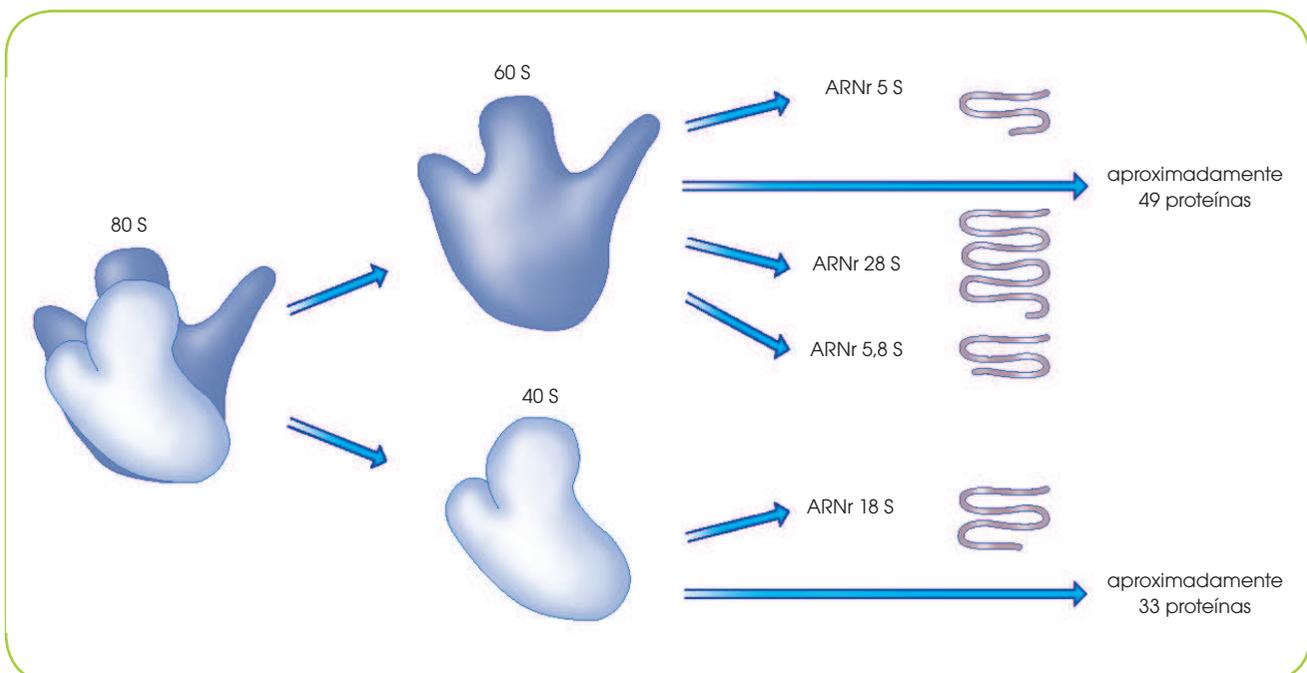
Todos los ribosomas presentan una estructura similar en la que se distinguen dos subunidades, una grande y una pequeña, que se identifican cuando se produce una ultracentrifugación. Los ribosomas completos tienen un coeficiente de sedimentación de 80 S. La subunidad grande tiene un coeficiente de 60 S y la pequeña, de 40 S.

En cada subunidad se identifican diversas cadenas de ARN, que como componente de los ribosomas, recibe el nombre de **ARN ribosómico** (ARNr), y numerosas moléculas de **proteína**.

Aunque existen algunas diferencias en cuanto al tamaño de las moléculas de ARNr en diferentes seres vivos, se observa una gran similitud en la forma en que se pliegan estas moléculas.

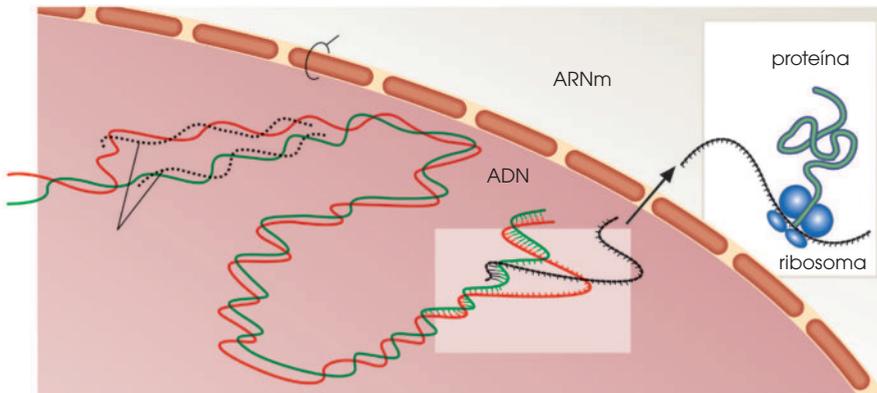
En cuanto al contenido en proteínas, los ribosomas presentan diferencias de composición muy notables en diversos seres vivos.

Los ribosomas de los cloroplastos y de las mitocondrias tienen unas dimensiones menores que los libres y los que están adheridos al retículo o a la envoltura nuclear.



## Función

En los ribosomas tiene lugar la **síntesis de proteínas**; es decir, la unión de los aminoácidos de una proteína que sigue una secuencia establecida genéticamente.



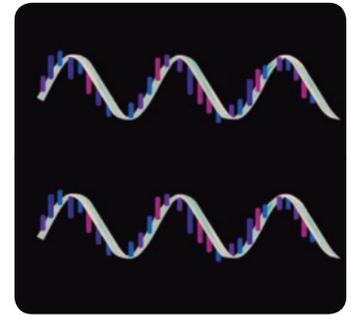
En el ribosoma se ensamblan las moléculas que intervienen en este proceso:

- El ARNm, que sintetizado a partir del ADN de los cromosomas, contiene la pauta para la unión de los aminoácidos.
- El ARNt, que es el portador de los aminoácidos.

Tanto el ARNm como el ARNt se unen a la subunidad pequeña de los ribosomas. La subunidad grande cataliza el enlace peptídico que se establece entre los aminoácidos, formando el péptido que se requiera.

En todo el proceso, parece ser que el papel del ARNr es fundamental, mientras que el de las proteínas ribosómicas no es tan relevante; algunos autores suponen que no condicionan la síntesis, aunque la intensifican.

## Y TAMBIÉN:



<http://goo.gl/dPq8CV>

### Los tipos de ARN

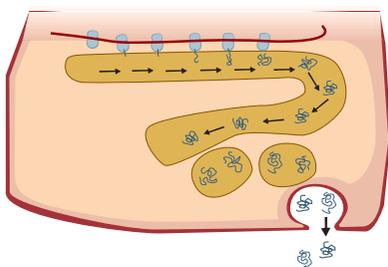
El **ARNr** (ARN ribosómico) es el ARN propio de los ribosomas, cuya función es poco conocida.

El **ARNm** (ARN mensajero) es un polirribonucleótido constituido por una única cadena. Su masa molecular suele ser elevada. Este ARN se sintetiza en el núcleo celular y pasa al citoplasma transportando la información para la síntesis de proteínas. La duración de los ARNm en el citoplasma celular es de escasos minutos siendo degradados rápidamente por enzimas específicos.

El **ARNt** (ARN de transferencia) transporta los aminoácidos para la síntesis de proteínas. Está formado por una sola cadena, aunque en ciertas zonas se encuentra replegada y asociada internamente mediante puentes de hidrógeno entre bases complementarias.

14. Este esquema corresponde a una región del citoplasma de una célula eucariota. **Obsérvalo** con atención, ya que puedes encontrar diferentes procesos celulares.

—**Identifica** los distintos elementos señalados. **Describe** el proceso que representa.



15. **Completa** la siguiente tabla sobre las características de los *microfilamentos*, los *microtúbulos* y los *filamentos intermedios*.

	Tamaño	Composición	Funciones
Microfilamentos			
Microtúbulos			
Filamentos intermedios			

—**Di** qué tipo de componentes del citoesqueleto pueden observarse en estos casos: *microvellosidad intestinal*, *células en división*, *células ciliadas*, *lámina nuclear*. **Justifica** las respuestas.

## Actividades



# Experimento



## Tema:

Observación de células vegetales

## Investigamos:

Las células, en su estado natural, son transparentes e incoloras y, por lo tanto, casi invisibles; por esto, se requiere la aplicación de diversos colorantes. La utilización de colorantes sobre una célula nos permite distinguir diferentes componentes celulares. En esta práctica podremos observar estructuras celulares vegetales.

## Objetivo:

- Conocer el procedimiento de preparación de muestras microscópicas.
- Trabajar el uso correcto del microscopio óptico.
- Distinguir células vegetales al microscopio e identificar algunas estructuras básicas.

## Materiales:

- Un microscopio óptico
- Una hoja de papel de filtro
- Un portaobjetos
- Un cubreobjetos
- Una pinza
- Una tijera
- Una aguja enmangada
- 2 ml de azul de metileno
- 2 ml de rojo neutro
- Un frasco limpiador
- Un gotero
- Una cebolla

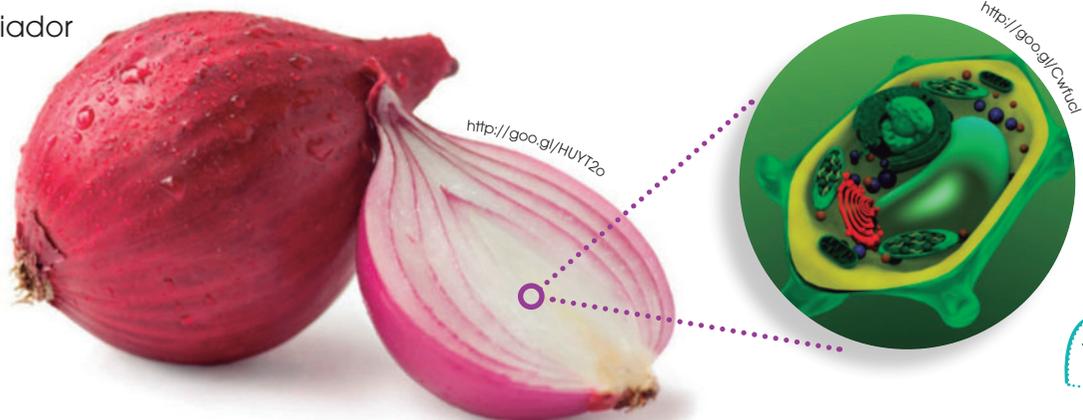
## Proceso:

Preparación de células de la epidermis de cebolla:

1. **Cojan** una hoja carnosas de cebolla y **rómpanla**. **Vean** que se desprende un tejido fino y transparente; es la epidermis.
2. Con tijeras y pinzas, intenten separar esta capa y no arrancar restos de otros tejidos.
3. **Coloquen** la muestra sobre un portaobjetos procurando que quede bien extendida.
4. **Pongan** una o dos gotas de azul de metileno sobre la muestra y **esperen** unos tres o cuatro minutos.
5. **Eliminen** el exceso de colorante con el borde de un trozo de papel de filtro y **pongan** el cubreobjetos con ayuda de una aguja enmangada.
6. **Observen** la preparación al microscopio a diferentes aumentos.
7. **Repitan** todo el proceso, pero **utilicen** ahora rojo neutro como colorante.

## Cuestiones:

8. **Hagan** un esquema de cada una de las preparaciones que has observado, señalen las estructuras y los orgánulos identificados. Recuerden anotar los aumentos de la observación.
9. **Expliquen** qué han observado al utilizar uno y otro colorante en las células vegetales.
10. ¿Por qué necesitamos usar los colorantes para observar células y tejidos?





## Resumen

1. La célula
2. Teoría celular
3. Orgánulos: funciones

La **célula** es la **unidad básica de vida**, ya que todos los seres vivos están formados por células. Esas ideas se alcanzaron gracias a **Schwann, Schleiden** y **Virchow** que propusieron la **teoría celular**.

Las células pueden ser **eucariotas** si presentan una **envoltura nuclear** que rodea el material genético creando un núcleo **verdadero**; o **procariotas** si no presentan esta envoltura nuclear. Las células procariotas se encuentran en organismos como las bacterias y son de un tamaño aproximado de entre 1 y 5  $\mu\text{m}$ . Las células eucariotas son de mayor tamaño y dan lugar a organismos como los hongos, protoctistas, animales y plantas.

El **núcleo** es una estructura importante, ya que en su interior se encuentra la información genética en forma de **ADN**. En el núcleo se encuentra también el nucléolo, que sintetiza el ARN ribosómico.

Las células están delimitadas y definidas por una membrana plasmática la cual está conformada por fosfolípidos que crean una bicapa lipídica. En esta membrana existen proteínas que tienen función de señalización. A través de la **membrana plasmática** pueden entrar y salir sustancias de la célula. Este transporte puede ser **pasivo** si no requiere de gasto energético o **activo** si es necesario consumir energía.

La **pared celular** es una estructura propia de células vegetales que se encuentra en la parte exterior de la membrana y sirve para proteger y dar consistencia a la célula.

En las células eucariotas existe un sistema de membranas interno que origina el **retículo endoplasmático**, encargado de almacenar y madurar proteínas y lípidos; o el **aparato de Golgi**, que transforma distintas sustancias y las transporta gracias a la formación de **vesículas**.

En el interior de la célula existe una gran diversidad de orgánulos, algunos de ellos delimitados por membranas. Estos son las mitocondrias, donde ocurre la respiración celular y los cloroplastos, solo presentes en células vegetales y encargados de realizar la fotosíntesis. Otros orgánulos importantes con membranas son los lisosomas, peroxisomas o vacuolas.

Al medio interno de la célula lo conocemos como **citósol**, y en él encontramos los orgánulos. Además de los orgánulos membranosos existen otro tipo de estructuras importantes para la célula que se encuentran en el citósol como el **citoesqueleto**, importante en el transporte de sustancias y en dar consistencia a las células; o los ribosomas que pueden aparecer tanto en el citósol como en la envoltura nuclear o adheridos al retículo endoplasmático para formar el retículo endoplasmático rugoso. Su función es la de sintetizar proteínas.

<http://goo.gl/L3nXU7>





▼ BLOG

## La genómica da la razón a Lynn Margulis



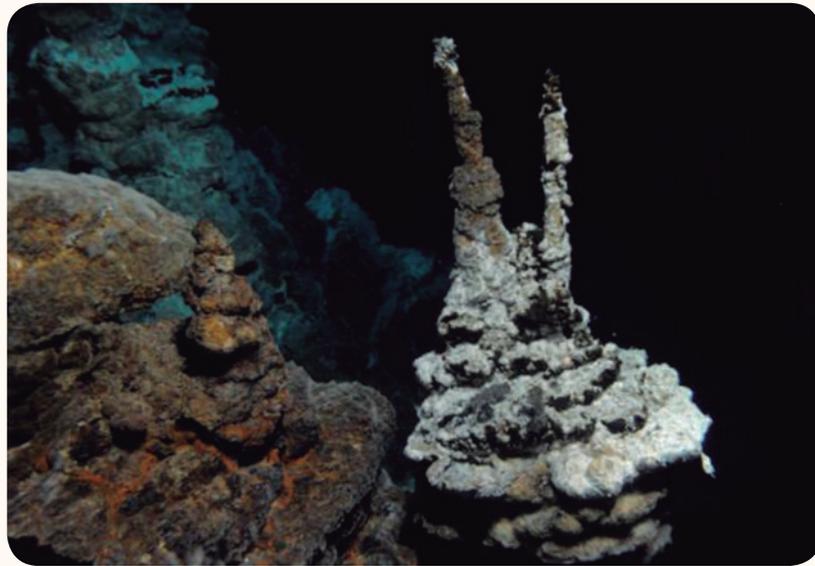
<http://goo.gl/2Hh1Lg>.

El núcleo de nuestras células adquirió sus genes bacterianos por simbiosis.

La historia de la vida en la Tierra se divide en dos mitades: hasta 2000 millones de años atrás, solo hubo bacterias y arqueas (similares a las bacterias, aunque a menudo adaptadas a condiciones extremas); y solo entonces surgió la célula compleja (eucariota, en la jerga) de la que todos los animales y plantas estamos hechos. Fue Lynn Margulis quien explicó esa discontinuidad desconcertante: la célula compleja no evolucionó gradualmente desde una bacteria o una arquea, sino sumando ambas en un suceso brusco de simbiosis. La genómica le da hoy la razón. **Lee** el artículo que habla sobre este tema: <http://goo.gl/2Hh1Lg>.

▼ SOCIEDAD

## La célula de la que venimos todos



<http://goo.gl/MDfiHu>.

Un nuevo grupo de arqueas que viven a más de 3000 metros de profundidad aclaran el origen de humanos, animales, plantas y hongos. Venimos de una célula con dos látigos.

Los humanos sabemos más de la superficie de Marte que de las profundidades del océano, y hoy un ser microscópico nos lo demuestra otra vez. Un barco de exploración científica ha

encontrado en el fondo del Ártico unos microbios que permiten aclarar cómo, hace más de 2000 millones de años, una célula solitaria y primitiva dio lugar a la espectacular orgía de vida compleja que abarca a humanos, animales, plantas y hongos. **Revisa** esta interesante información en el siguiente link: <http://goo.gl/MDfiHu>.

▼ SI YO FUERA

Un **biólogo celular** realizaría investigaciones de diferentes células para buscar sus características y así comprender el porqué de la presencia de los tumores y trataría de buscar soluciones.



<http://goo.gl/nbxqD4>

# Para finalizar

1. ¿Cuál es el origen de las mitocondrias y los cloroplastos según la teoría endosimbiótica?
2. ¿Cuáles son los lípidos principales en la composición de la membrana celular? ¿Qué particularidad de estos lípidos permite la disposición de la bicapa lipídica?
3. **Di** cuáles de los siguientes términos corresponden a movimientos que se dan en la bicapa lipídica y **explica** en qué consiste cada uno de ellos.
  - *peristáltico*
  - *difusión lateral*
  - *migración*
  - *flip-flop-flexión*
  - *contracción del colesterol*
  - *torsión - zigzag*
  - *rotación de fosfolípidos*
4. **Explica** por qué decimos que la base estructural de la membrana plasmática es una bicapa lipídica.

—**Dibuja** esquemáticamente los componentes principales de la membrana plasmática y **explica** la función de cada uno de ellos.
5. **Responde** las siguientes preguntas:

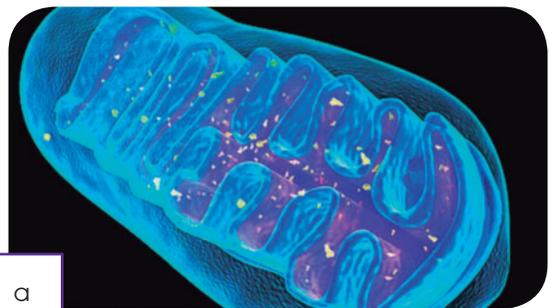
Las células secretoras presentan un tránsito continuo de vesículas.

  - a. ¿Por qué procedimientos excretan las sustancias?
  - b. ¿Por qué mecanismo pueden recuperar su membrana?
  - c. ¿Cuáles son los principales tipos de células secretoras? Pon un ejemplo de cada uno.
6. **Enumera** de forma ordenada las fases de que consta la interfase y la división celular.

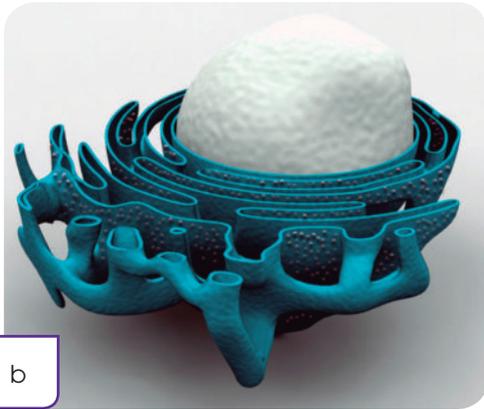
—Razona para cada fase la cantidad relativa de ADN que contiene la célula.
7. **Enumera** las estructuras comunes y no comunes de las células eucariotas vegetal y animal. **Explica** la estructura y función de las no comunes.
8. **Dibuja** un esquema de una mitocondria y de un cloroplasto. **Identifica** las membranas de que constan así como las diversas estructuras y compartimentos.

—**Indica** en cuáles de los espacios anteriores podríamos encontrar los elementos siguientes. Acuérdate de especificar el orgánulo en cada caso: ATP sintetasa, ADN, clorofila, ribosoma, cadena respiratoria.
9. **Describe** el recorrido de una proteína desde que se sintetiza hasta su excreción mediante vesículas.
10. ¿Qué encontramos en el interior de un lisosoma?

—**Explica** la función de este orgánulo celular y razona la necesidad de delimitar esta función en un orgánulo concreto.
11. **Observa** estas figuras e **identifica** a qué orgánulo corresponde cada una. Razona la respuesta.

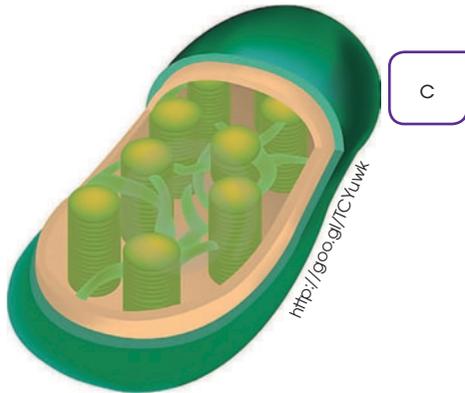


<https://goo.gl/CYqmcI>



<http://goo.gl/CgCKjI>

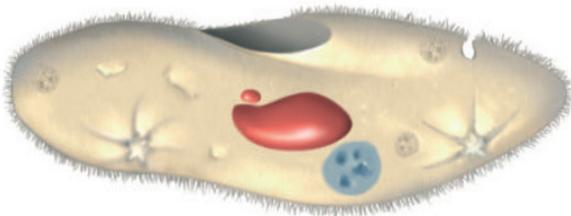
b



<http://goo.gl/TCYuwk>

c

d



- Explica** la función principal de cada uno de los orgánulos identificados.
- Indica**, para cada caso, en qué tipo de célula están presentes.

12. **Explica** qué biomoléculas podemos distinguir formando parte de un ribosoma y su organización.

- ¿Cuál es la función de este orgánulo?
- ¿Con qué dos tipos de ácidos nucleicos están íntimamente relacionados los ribosomas?

13. **Dibuja** el esquema de un sarcómero, **señala** sus componentes principales e **indica** dónde podemos encontrarlo.

—**Explica** el funcionamiento de esta estructura celular.

14. ¿Cuál es la diferencia entre las células *eucariotas* y *procariontas*?

15. **Describe** el tamaño de las siguientes células:

- bacterias
- glóbulos rojos
- células nerviosas humanas
- óvulo de gallina

16. ¿Qué son las peroxisomas?

17. **Escribe** dos funciones de los lisosomas

18. ¿Cuál es la diferencia entre la cara cis y la cara trans en el retículo endoplasmático?

### Historia

19. **Elabora** una línea del tiempo en la que se localicen los grandes avances científicos con respecto a la biología celular, desde 1665 (primera utilización de la palabra célula) hasta la actualidad.

## AUTOEVALUACIÓN

Reflexiona y **autoevalúate** en tu cuaderno:

### • Trabajo personal

¿Qué tema me ha resultado más fácil y cuál más difícil de comprender?

¿He cumplido mis tareas?

¿Qué aprendí en esta unidad temática?

### • Trabajo en equipo

¿He compartido con mis compañeros y compañeras?

¿He respetado las opiniones de los demás?

• **Escribe** la opinión de tu familia.

• **Pide** a tu profesor o profesora sugerencias para mejorar y **escríbelas**.

# 6

## Sistema digestivo y nutrición

### CONTENIDOS:

1. El sistema digestivo
  - 1.1. Órganos y partes del sistema digestivo
2. El sistema excretor
  - 2.1. Órganos y partes del aparato urinario
  - 2.2. La salud del sistema excretor
3. Nutrición
  - 3.1. Los nutrientes
  - 3.2. Los grupos de alimentos
  - 3.3. El consumo de alimentos
  - 3.4. La dieta
  - 3.5. Trastornos en la alimentación
4. Biotecnología
  - 4.1. Perspectiva histórica
  - 4.2. Aplicaciones alimentarias
  - 4.3. Aplicaciones en sanidad
  - 4.4. Aplicaciones en medioambiente
  - 4.5. Aplicaciones en agricultura
  - 4.6. Otras aplicaciones



### Noticia:

#### ¿Cómo influye el ejercicio en la digestión?

Para tener una buena digestión, es necesario una rutina de ejercicio, una correcta alimentación y evitar el consumo de tabaco y alcohol.

Hacer ejercicio constante es algo que siempre repercutirá de manera positiva en el cuerpo humano. Una de sus ventajas es que evita que tengas una mala digestión.

<http://goo.gl/DoYU08>



### Web:

#### Revolución vegetariana: la corriente cibernética que gana adeptos y derriba prejuicios

Amy Chaplin, Sarah Britton, Angela Liddon, David Frenkiel & Luise Vindahl, David & Stephen Flynn. Chefs, nutriólogos, psicólogos, fotógrafos, comunicadores; son hoy los máximos exponentes mundiales de la «revolución vegetariana-vegana». Arrasan con sus publicaciones en la web y en sus respectivos canales de YouTube. Tienen millones de seguidores mensuales que siguen sus consejos en sus respectivos libros, web-sites, blogs, cuentas de Instagram, videos paso a paso, cursos *online* y en vivo.

<http://goo.gl/o8ogL7>



### Película:

#### Somos lo que comemos

Nutrición, dieta y actividad física son las claves para saber cómo envejecemos y cómo viviremos nuestra longevidad. Este video del programa REDES bucea en las explicaciones científicas de cómo una buena alimentación, una dieta equilibrada y una actividad física relativamente intensa son la base para vivir mejor y tener un cuerpo sano.

<https://goo.gl/qGQZU>

## EN CONTEXTO:

Lee la noticia anterior y responde:

- ¿En qué consiste la *digestión*?
- ¿Cuáles son los efectos del alcohol y el tabaco sobre el ser humano?
- ¿Cuáles son los beneficios del deporte?
- ¿Qué es el *metabolismo*?

# I. EL SISTEMA DIGESTIVO

Todos los seres vivos deben cumplir las tres funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. En concreto, la función de **nutrición** consiste en la incorporación y la transformación de materia y energía para llevar a cabo las actividades metabólicas propias del organismo. Los sistemas que intervienen en la nutrición del ser humano son el **sistema digestivo** y el **sistema excretor**.

El sistema digestivo cumple las siguientes funciones:

- Digestión o transformación de los alimentos hasta convertirlos en nutrientes.
- Absorción o incorporación de los nutrientes y el agua desde el sistema digestivo a la circulación sanguínea.

## 1.1. Órganos y partes del sistema digestivo

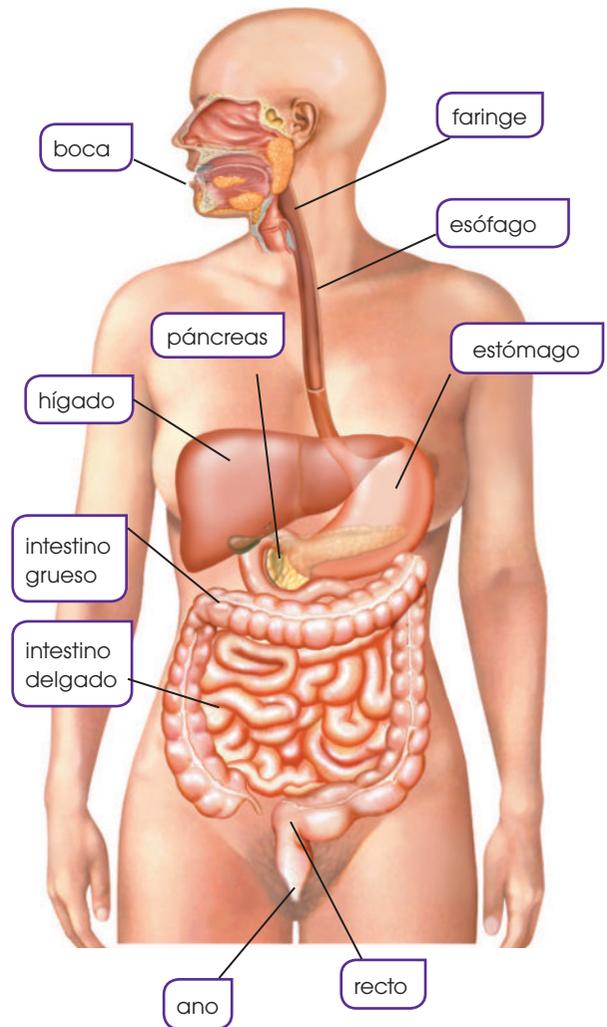
El sistema digestivo está formado por el tubo digestivo y las glándulas anexas.

- El tubo digestivo recibe este nombre porque es un conducto de unos 10 o 12 metros que se abre al exterior por los dos extremos. Comprende la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso y el ano.

Uno de los tejidos que constituyen el tubo digestivo es el tejido muscular, responsable de los movimientos peristálticos que impulsan los alimentos en su recorrido por el tubo digestivo.

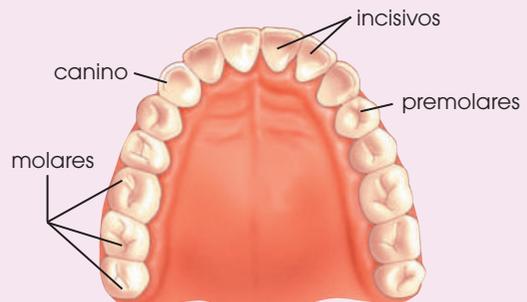
- Las glándulas anexas están conectadas al tubo digestivo. Estas son las glándulas salivales, situadas en la boca; y el páncreas y el hígado, conectados al intestino delgado.

Estas glándulas fabrican unas sustancias que se mezclan con el contenido del tubo digestivo y participan en la digestión.



### La dentadura

La dentadura de un adulto consta de treinta y dos piezas dentarias: ocho incisivos, cuatro caninos, ocho premolares y doce molares. Los incisivos sirven para morder; los caninos trocean los alimentos; los premolares y los molares trituran los alimentos.



A continuación, veremos cómo participan estos órganos y partes en el proceso de la digestión y absorción.

## La digestión

El proceso de la digestión consta de diversas fases, que empiezan en la boca y se prolongan a lo largo del tubo digestivo. Estas fases son la masticación, la insalivación, la deglución, la digestión estomacal, la digestión intestinal, la absorción de nutrientes y la formación de heces.

En la boca tienen lugar la masticación y la insalivación. La **masticación** es el troceado de los alimentos que realizan los dientes, y la **insalivación** es la mezcla de estos con la saliva que segregan las glándulas salivales. Los movimientos de la lengua contribuyen a la insalivación. Como resultado, los alimentos forman una masa pastosa denominada *bolo alimenticio*.

La **deglución** es el paso del bolo alimenticio de la boca al estómago a través de la faringe y el esófago. El bolo alimenticio pasa por el cardias, un anillo muscular que regula el paso de sustancias y que comunica el esófago con el estómago.

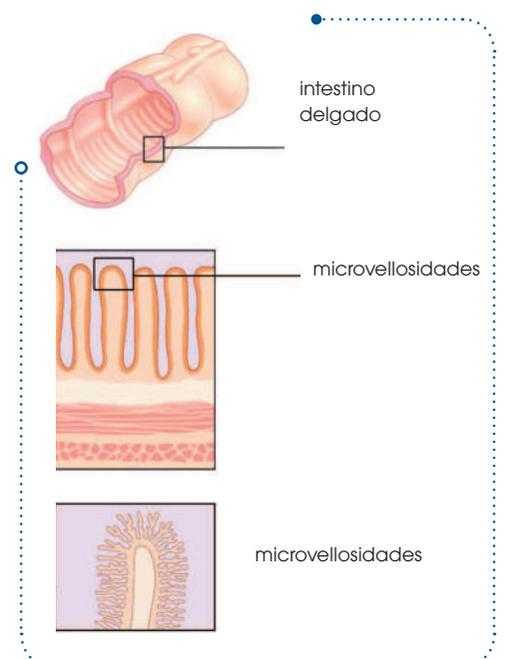
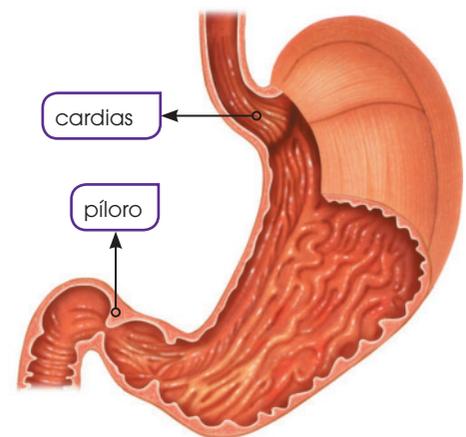
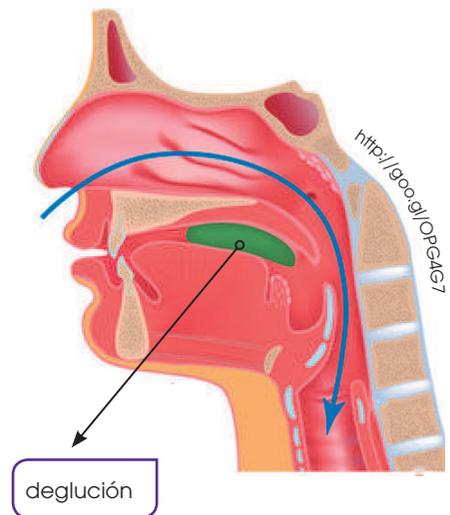
En este último tiene lugar la digestión estomacal, producida gracias a los movimientos del estómago y a la secreción del jugo gástrico, que contiene una sustancia corrosiva y es producida por las glándulas gástricas del estómago. Como resultado de la digestión estomacal, el bolo alimenticio se transforma en quimo.

Al terminar la digestión estomacal, el anillo muscular situado a la salida del estómago, el píloro, se abre para que el quimo pase al intestino delgado.

En el intestino delgado se realiza la digestión intestinal gracias a diferentes jugos digestivos: el jugo pancreático, segregado por el páncreas; la bilis, fabricada en el hígado, almacenada en la vesícula biliar y vertida al intestino a través de un conducto; y el jugo intestinal, producido por las glándulas intestinales.

Estos jugos convierten el quimo en **quilo**.

La absorción es el paso de los nutrientes a través de la pared intestinal hacia la sangre. En el intestino delgado, la pared interior presenta numerosos pliegues que forman las microvellosidades. Así, se aumenta la superficie por la que los nutrientes pasan al sistema circulatorio.



Los restos de los alimentos que no han sido digeridos continúan su recorrido a través del intestino grueso, impulsados por los movimientos peristálticos de este conducto.

La mayor parte del agua que contienen estos restos es absorbida a través de la pared del intestino grueso y pasa a la sangre y al interior de las células.

Los últimos restos de los alimentos se compactan y forman las heces, que en el momento de la defecación son eliminadas por el recto.

En la especie humana, se calcula que transcurren entre 24 y 48 horas desde que los alimentos entran en la boca hasta que son eliminados.

## La salud del sistema digestivo

Hoy en día sabemos con certeza que nuestra salud depende, en gran parte, de los hábitos de vida que adoptemos.

En el buen funcionamiento del sistema digestivo influyen directamente los alimentos que tomamos en nuestra dieta, pero también lo hacen diversos hábitos y costumbres, como por ejemplo:

- Lavarse las manos antes de las comidas.
- Cepillarse los dientes después de las comidas utilizando un dentífrico con flúor. Un cepillado correcto de los dientes debe durar como mínimo unos tres minutos.
- Masticar bien los alimentos y adoptar una postura correcta al sentarnos a la mesa para facilitar una ingestión adecuada.
- Procurar que el acto de comer sea un momento de relajación, que compartamos con personas con las cuales podamos mantener una conversación tranquila y agradable.



<https://goo.gl/ozLFn>

## Y TAMBIÉN:

### Barry J. Marshall y J. Robin Warren

Desde 1981 los médicos australianos Barry J. Marshall (1951) y J. Robin Warren (1937) han estudiado la bacteria *Helicobacter pylori*, que puede alojarse en el estómago. Gracias a estos estudios



<http://goo.gl/RVn11o>

han descubierto que esta bacteria es la causante de la mayoría de los casos de úlcera de estómago y de otras enfermedades gástricas.

Este descubrimiento ha supuesto un gran avance en medicina digestiva y les ha hecho merecedores del Premio Nobel de Medicina en 2005.

<http://goo.gl/J2ifKd>



Sin embargo, muchas veces podemos padecer trastornos o enfermedades independientemente de nuestros hábitos. Algunos de estos trastornos o enfermedades son la gastritis, la hepatitis y la úlcera péptica.

Para confirmar una alteración o enfermedad del sistema digestivo podemos realizar diversas pruebas.

La exploración endoscópica es una técnica que se utiliza frecuentemente en la exploración de diversos órganos y partes del sistema digestivo y consiste en la introducción de una sonda en determinados conductos u órganos. Las sondas son aparatos que constan de un tubo flexible que dispone de un sistema de iluminación y un sistema óptico capaz de transmitir imágenes. A través del tubo, también se pueden pasar pequeños instrumentos que permitan tomar muestras de tejidos.

## Y TAMBIÉN:

### Intolerancia al gluten

La intolerancia al gluten o celiacía es un trastorno del aparato digestivo que suele manifestarse principalmente en los niños.

El gluten es un complejo de proteínas que se encuentran en algunos cereales como el trigo. En las personas que padecen este trastorno, el gluten provoca la destrucción de las microvellosidades intestinales con la consecuente reducción de la absorción de nutrientes. Entre los síntomas de esta enfermedad destacan cansancio, diarreas, vómitos, etc. El tratamiento consiste en la exclusión de la dieta de los cereales que contienen gluten y de los productos elaborados a partir de ellos.

## Trastornos digestivos

**Gastritis:** Se trata de una inflamación del tejido que recubre el interior del estómago debido a la ingestión de alimentos en mal estado, excesivamente picantes, en excesiva cantidad, etc. Entre los síntomas destacan la ausencia de apetito y las náuseas. El tratamiento consiste en seguir una dieta ligera.

**Hepatitis:** Se trata de una inflamación del hígado causada en la mayoría de los casos por la infección de un virus. Los síntomas pueden ser dolores abdominales, cansancio, trastornos digestivos, etc. El tratamiento consiste en el reposo, seguir una dieta sana y la administración de ciertos medicamentos.

**Úlcera péptica:** Es una lesión en el tejido que recubre el interior del estómago o del intestino delgado, debido a la acción excesivamente corrosiva del jugo gástrico. Los síntomas suelen ser dolor en la parte superior del abdomen y la sensación de ardor en el estómago. El tratamiento consiste en el reposo, seguir una dieta ligera y la administración de medicamentos.



<http://goo.gl/264fll>

1. **Responde:** ¿Qué característica del intestino permite incrementar la absorción de nutrientes?
2. **Explica,** mediante un esquema, el proceso de la digestión de nutrientes.
  - a. **Relaciona** cada fase del proceso con el órgano en el que tiene lugar.
  - b. **Añade** al esquema los diferentes nombres que reciben los alimentos según la fase.
3. ¿En qué consiste una exploración endoscópica? ¿Qué aparato se utiliza para realizar esta prueba?

**Solución:** Una exploración endoscópica (endoscopia) es una prueba médica que permite la exploración de las cavidades internas del cuerpo, principalmente del sistema digestivo. Se realiza gracias a un endoscopio: una cámara con luz unida a un tubo largo y flexible.

Actividades

Prohibida su reproducción

## 2. EL SISTEMA EXCRETOR

La principal función de este sistema es expulsar las sustancias de desecho procedentes del metabolismo celular que ha recogido y transportado la sangre. El sistema excretor comprende el sistema digestivo, el sistema respiratorio, las glándulas sudoríparas y el aparato urinario.

### 2.1 Órganos y partes del aparato urinario

El aparato urinario está formado por los riñones y las vías urinarias.

- **Los riñones:** Son dos órganos situados uno a cada lado de la columna vertebral, por encima de la cintura. En estos órganos se produce la orina a partir de la filtración de la sangre.
- **Las vías urinarias:** Conducen y acumulan la orina hasta el momento de ser expulsada del cuerpo. Están constituidas por los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra.
- **Los uréteres:** Son dos conductos que conducen la orina hasta la vejiga urinaria. Cada uno de ellos parte de un riñón.
- **La vejiga urinaria:** Es un órgano situado al final de los uréteres en el que se acumula la orina.
- **La uretra:** Es un órgano en forma de tubo que parte de la vejiga. Se abre al exterior mediante un esfínter para expulsar la orina.

#### La formación de orina

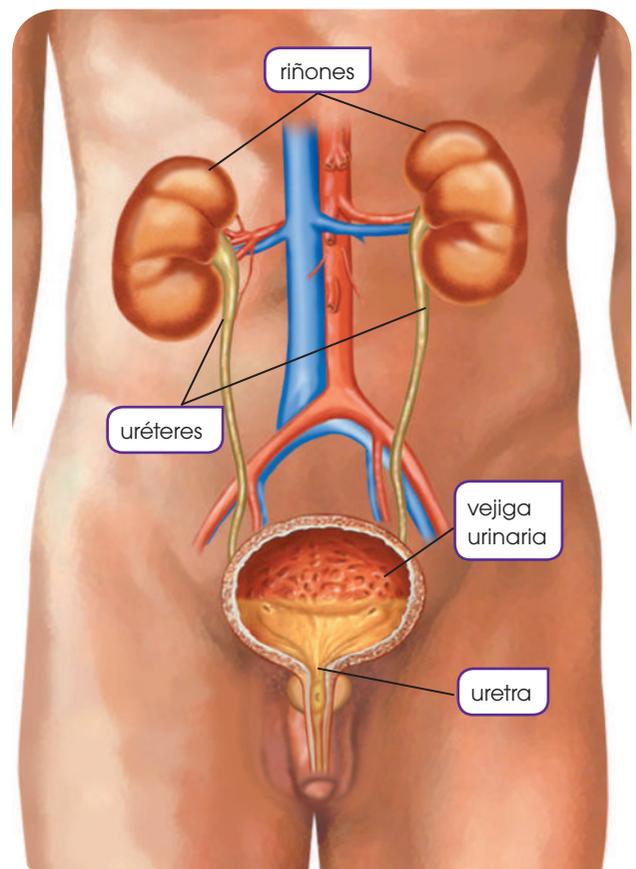
Cada riñón contiene, aproximadamente, un millón de **nefronas**, que son pequeñas estructuras encargadas de filtrar la sangre y formar la orina. Cada nefrona consta de un **glomérulo renal**, que es un ovillo de capilares envueltos por la cápsula de Bowman, y un túbulo renal.

En el glomérulo se filtra la sangre, de modo que una mezcla de agua y sustancias pasa a la cápsula de Bowman.

Esta mezcla sale hacia el túbulo renal, donde gran parte del agua y de las sustancias que son aprovechables es reabsorbida por capilares adyacentes. Además, desde estos capilares se excretan directamente a los túbulos renales otras sustancias. Las nefronas se disponen en el riñón de forma que el glomérulo se encuentra en la parte más externa, mientras que el túbulo renal se adentra hacia la parte central. Los túbulos renales se agrupan formando unos conos o pirámides renales.

Las sustancias de desecho y parte del agua de los túbulos renales, es decir, la orina se dirigen hacia los uréteres a través de la pelvis renal.

Las paredes de los uréteres contienen tejido muscular que genera movimientos peristálticos. Estos movimientos impulsan la orina hacia la vejiga y de allí, a través de la uretra, se expulsa al exterior.



## 2.2. La salud del sistema excretor

Nuestro sistema excretor puede verse directamente afectado por varios trastornos, algunos de los cuales podemos prevenir o atenuar si seguimos los siguientes hábitos:

- Beber dos litros de agua al día; ello favorece el funcionamiento de los riñones.
- Efectuar entre cuatro y seis micciones diarias aproximadamente. Retener la orina en la vejiga puede resultar nocivo y favorecer la aparición de infecciones.
- Evitar que, durante el uso de papel higiénico, entren en contacto la uretra y el ano, lo que puede originar infecciones de orina.

Algunas enfermedades del sistema excretor son:

- **Insuficiencia renal:** Es un trastorno de los riñones que produce deficiencias en el filtrado de la sangre, lo que aumenta las sustancias de desecho en la sangre. Las causas pueden ser muchas: una hemorragia, la hipertensión arterial, un infarto de miocardio, etc. Los síntomas pueden ser un descenso en el volumen de orina evacuado, anemia, náuseas, etc. El tratamiento consiste en la hidratación del paciente y la administración de medicamentos que eviten la retención de orina.
- **Pielonefritis:** Es una inflamación del riñón debido a una infección. Los síntomas son fiebre, dolor lumbar, sensación de ardor al orinar, etc. El tratamiento consiste en la administración de medicamentos para combatir la infección.

Del mismo modo que pasa con los análisis de sangre, los análisis de orina son una prueba que permite detectar, además de trastornos que afectan el sistema excretor, trastornos de otros órganos del cuerpo que se ponen de manifiesto en la orina.

Algunos de los parámetros que se analizan son el *pH*, valor que nos indica la acidez de la orina; urea, cantidad de urea eliminada en veinticuatro horas; glucosuria, cantidad de glucosa por ml de orina; bilirrubina, cantidad de bilirrubina por ml de orina; sedimento, el cual se obtiene dejando reposar la orina y puede contener eritrocitos, leucocitos, bacterias, cristales, etc.

Como en el caso de los parámetros sanguíneos, una alteración de estos valores puede indicar algún trastorno. Por ejemplo, valores más elevados de *pH*, eritrocitos, leucocitos o bacterias pueden indicar que se sufre una infección urinaria.



<http://goo.gl/30rMUb>

■ Beber agua es un hábito saludable para el sistema excretor y para el conjunto de nuestro organismo.

4. **Responde:** ¿Qué tipo de sustancias se expulsan gracias al sistema excretor? ¿De dónde proceden?
5. **Explica** la función del glomérulo renal y del túbulo renal en la formación de la orina.
6. **Explica** por qué es beneficioso beber dos litros de agua al día.
7. Si una persona padece una infección urinaria, ¿qué parámetros del análisis de orina aparecerán alterados?
  - a. ¿Qué parámetros de un análisis de sangre podrían salir alterados en este mismo caso?
  - b. Si una persona padece diabetes, ¿qué parámetros se alterarán en un análisis de orina? ¿Y de sangre?

Actividades

Prohibida su reproducción

## 3. NUTRICIÓN

Como acabamos de ver, gracias al proceso de digestión llevado a cabo por el sistema digestivo, los alimentos se transforman en nutrientes.

### 3.1. Los nutrientes

Los nutrientes son las sustancias químicas que constituyen los alimentos y que son utilizados por las células para llevar a cabo sus funciones vitales.

Al proceso mediante el cual un organismo selecciona e ingiere los alimentos lo denominamos *alimentación*. De este modo, podemos decir que este proceso también forma parte de la función de nutrición.

A continuación, veremos las características de los nutrientes, su valor energético y la clasificación de los alimentos.

#### Características de los nutrientes

Los nutrientes pueden ser compuestos orgánicos o inorgánicos.

- Los **nutrientes orgánicos** se caracterizan por que sus moléculas contienen principalmente carbono y forman parte de los seres vivos. Los nutrientes orgánicos son los glúcidos, los lípidos, las proteínas y las vitaminas.

Los **glúcidos** son un grupo de sustancias muy extenso y variado, que pueden ser solubles o insolubles en agua.

Glúcidos simples o azúcares. Son dulces, de color blanco y solubles en agua.

#### Ejemplos

**Glucosa:** Fruta, miel.  
**Galactosa:** Leche.

Glúcidos complejos o polisacáridos. No son dulces ni solubles en agua.

#### Ejemplos

**Almidón:** Legumbres, cereales y tubérculos.  
**Celulosa:** Vegetales.

La función de los glúcidos es esencialmente energética, constituyen la reserva energética del organismo que se utiliza en primer lugar. Algunos desempeñan también funciones estructurales. La glucosa es el glúcido más importante y la principal fuente de energía de muchas células.

Los lípidos se caracterizan por ser insolubles en agua.

Lípidos complejos o triacilgliceroles. Aquellos que a temperatura ambiente se encuentran en estado sólido los denominamos *grasas*, y los que se encuentran en estado líquido, *aceites*.

#### Ejemplos

**Grasas:** Mantequilla, tocino.

**Aceites:** De oliva, girasol, maíz.

Lípidos sencillos

#### Ejemplos

**Colesterol:** Carne, queso y yema de los huevos.

La función principal de los lípidos es energética, ya que se acumulan en las células del tejido adiposo para ser utilizados en caso de necesidad. También tienen un papel estructural muy importante en la constitución de las membranas celulares.



<http://goo.gl/n29Muh>

- El aceite de oliva es un producto formado mayoritariamente por lípidos

Las proteínas se caracterizan por formar soluciones coloidales, es decir, en un medio acuoso se dispersan en forma de partículas.

La función principal de las proteínas es estructural. Son imprescindibles para la formación y el crecimiento de las células y los tejidos. Muchas proteínas también tienen una función reguladora de algunos procesos metabólicos.

**Ejemplos**

**Ovoalbúmina:** Clara de huevo.

**Caseína:** Leche.

Las vitaminas son compuestos de origen lipídico o proteico necesarios en pequeñas cantidades y que no pueden ser sintetizados por el organismo. Una alimentación variada contiene todas las vitaminas necesarias.

Vitaminas liposolubles. Se disuelven en lípidos.

**Ejemplos**

**Vitamina A<sub>1</sub>:** Yema de los huevos, verduras y mantequilla.

Vitaminas hidrosolubles. Se disuelven en agua.

**Ejemplos**

**Vitamina C:** Frutas, especialmente naranjas.

Las vitaminas tienen función reguladora de numerosos procesos metabólicos.

Los **nutrientes inorgánicos** se caracterizan por formar parte tanto de los seres vivos como de la materia inanimada. Son el agua y los elementos minerales.

El agua es la sustancia más abundante en los seres vivos y es imprescindible para el desarrollo de la vida. El agua constituye un 60-70 % de la masa total del cuerpo humano. Nuestro organismo necesita un aporte diario de 1,5 a 2,5 l de agua, que son ingeridos a

través de la bebida, o bien, formando parte de los alimentos que comemos.

La función del agua es estructural, al hinchar y dar volumen a las células; y reguladora, por ejemplo, de la temperatura corporal.

**Ejemplos**

**Calcio:** Leche, yogur, queso, frutos secos y legumbres.

**Fósforo:** Carne, pescado, mariscos, leche y legumbres.

**Hierro:** Hígado, carne en general y yema de huevo.

Los elementos minerales se precisan en cantidades muy pequeñas en comparación a los nutrientes orgánicos y el agua.

La función de los elementos minerales es reguladora y estructural.



<http://goo.gl/Z422tE>

■ El marisco es rico en minerales como el hierro y el fósforo

**Y TAMBIÉN:**

**Vitaminas**

A continuación vemos otros ejemplos de vitaminas y los alimentos donde se encuentran.

- **Vitamina B<sub>1</sub>:** Se encuentra en los cereales, las legumbres y las verduras.
- **Vitamina B<sub>2</sub>:** Se encuentra en los huevos, la leche, el hígado y las frutas.
- **Vitamina D<sub>3</sub>:** Se encuentra en los aceites de hígado de pescado y en la leche.
- **Vitamina K<sub>1</sub>:** Se encuentra en las hojas de las plantas verdes, el hígado, los riñones y algunas frutas.

8. **Explica** qué son los *nutrientes*.  
—¿En qué se diferencian los nutrientes orgánicos e inorgánicos?

9. **Construye** una tabla con los nutrientes orgánicos e inorgánicos en la que consten: características, función, ejemplos de nutrientes y de alimentos donde se encuentran.

**Actividades**

Prohibida su reproducción

## Valor energético de los nutrientes

Como ya sabemos, el mantenimiento de las funciones vitales y el desarrollo de las actividades cotidianas implican un gasto de energía. Esta energía solo puede obtenerse de algunos nutrientes, principalmente de los glúcidos y los lípidos.

Para expresar el valor energético de los nutrientes y, por tanto, de los alimentos que los contienen, utilizamos las siguientes unidades de energía: la caloría (cal), la kilocaloría (kcal) o el kilojulio (kJ). En el siguiente cuadro, podemos ver la equivalencia entre ellas.

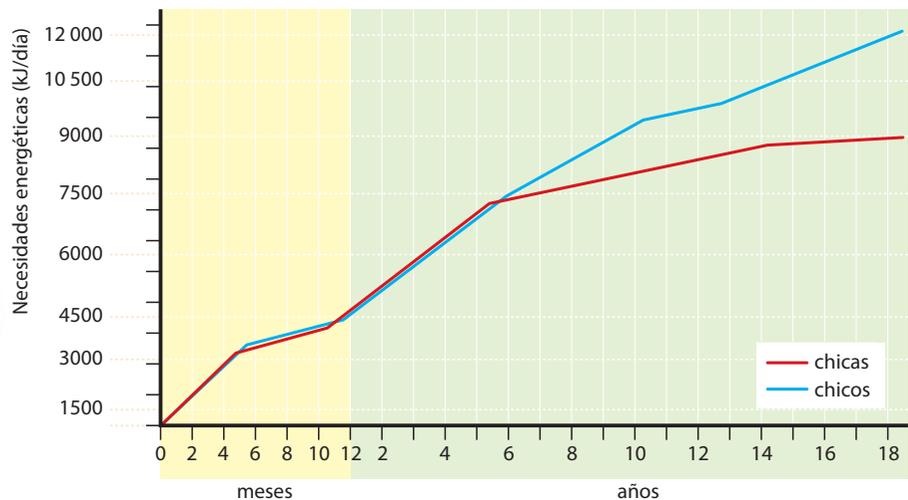
1 kcal = 1 000 calorías  
1 kcal = 4,184 kJ  
1 kJ = 0,239 kcal

El valor energético de los nutrientes es:

1 g de glúcidos..... 15,65 kJ  
1 g de lípidos..... 38,91 kJ  
1 g de proteínas..... 17,57 kJ

La cantidad mínima de energía que se precisa para mantener las funciones vitales del organismo en reposo varía según el sexo, la edad, el peso, la altura y las actividades realizadas. En una situación de reposo absoluto este valor es aproximadamente de 96 kJ/kg de peso por día en las mujeres y de 100 kJ/kg de peso por día en los hombres.

A continuación, podemos ver cómo cambian las necesidades energéticas diarias desde la infancia hasta los dieciocho años, distinguiendo entre chicas y chicos.



### Necesidades energéticas

Las necesidades energéticas diarias según la actividad en la población entre trece y dieciocho años son las siguientes:

- **Actividad física ligera:** Estar sentado en clase, estar de pie...  
Mujeres: 9000 kJ  
Hombres: 10 700 kJ

- **Actividad física mediana:** Estudiar, caminar, practicar natación...

Mujeres: 10 000 kJ  
Hombres: 12 000 kJ

- **Actividad física intensa:** Practicar atletismo, jugar al fútbol...

Mujeres: 12 000 kJ  
Hombres: 14 250 kJ

- ¿Qué cantidad de energía diaria necesitas aproximadamente cuando estás estudiando? **Exprésala** en calorías y en kilocalorías.
- Según la gráfica superior, ¿por qué crees que durante la infancia y juventud aumentan tan rápido las necesidades energéticas?

Actividades

### 3.2. Los grupos de alimentos

Los alimentos son sustancias naturales o transformadas que contienen los nutrientes.

Además de los nutrientes, los alimentos también contienen otras sustancias responsables de su color, olor, sabor y textura.

Las proporciones de los nutrientes en cada alimento son muy variables. Por tanto, existen unos alimentos mucho más ricos en nutrientes que otros. Por ejemplo, las frutas contienen una mayor cantidad de glúcidos que las verduras.

Los alimentos pueden clasificarse según varios criterios: su origen, los nutrientes que contienen y su función.

La clasificación más aceptada es la que agrupa los alimentos con características nutritivas parecidas. Según esto, distinguimos siete grupos de alimentos.

Y TAMBIÉN: 



<http://goo.gl/EB8knG>

Muchos de los alimentos que ingerimos, como la leche, las verduras, las frutas, etc., contienen agua. A pesar de ello, debemos tomar aproximadamente 1-1,5 l de agua al día.

**Grupo 1:** Grupo de la leche y los derivados lácteos. Contienen principalmente proteínas y calcio.

**Grupo 2:** Grupo de las carnes, el pescado y los huevos. Contienen principalmente proteínas.

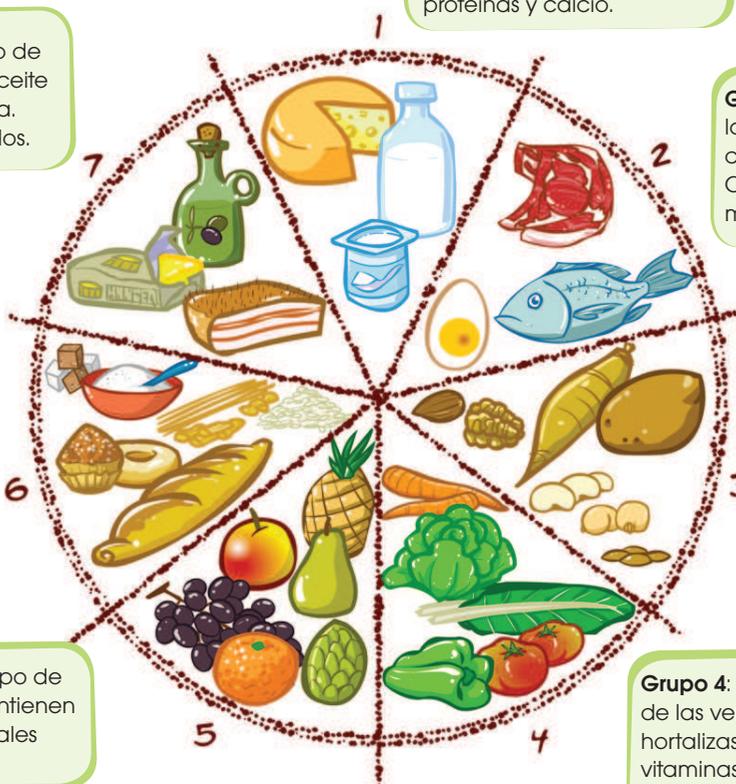
**Grupo 3:** Grupo de los tubérculos, las legumbres y los frutos secos. Contienen principalmente glúcidos y proteínas.

**Grupo 4:** Grupo de las verduras y hortalizas. Contienen vitaminas y elementos minerales.

**Grupo 7:** Grupo de las grasas, el aceite y la mantequilla. Contienen lípidos.

**Grupo 6:** Grupo del pan, la pasta, los cereales, el azúcar y los dulces. Contienen principalmente glúcidos.

**Grupo 5:** Grupo de las frutas. Contienen vitaminas y sales minerales.



12. Sabiendo cuáles son los nutrientes más importantes de cada grupo de alimentos, **explica** la función principal de cada grupo.
13. **Di** a qué grupo pertenecen los siguientes alimentos: *tomates – queso – aceite de girasol – pollo – plátanos – macarrones – papas – lentejas – chocolate.*

Actividades

Prohibida su reproducción

### 3.3. El consumo de alimentos

Los alimentos que consumimos, además de contener los nutrientes que necesita nuestro organismo, también deben cumplir unos requisitos higiénicos. Por este motivo, debemos conocer los procesos relacionados con su obtención, conservación y comercialización, que trataremos en este apartado.

#### Obtención de los alimentos

La mayoría de los alimentos que consumimos procede de explotaciones agrícolas y ganaderas. Otros, como el pescado, pueden obtenerse directamente de la naturaleza mediante la pesca o mediante técnicas de producción.

Vamos a conocer los tres principales métodos de producción de alimentos.

- **Producción agrícola:** En la actualidad se realiza en su mayoría de forma intensiva, debido a la necesidad de cubrir la gran demanda de productos agrícolas. En la agricultura intensiva se invierten muchos recursos por hectárea cultivada para incrementar su productividad. Así, por ejemplo, se utiliza una gran cantidad de pesticidas y fertilizantes químicos.
- **Producción ganadera:** De igual modo que la agricultura, la mayor parte de la producción ganadera es intensiva. En este tipo de ganadería, se crían una gran cantidad de animales en naves y se alimentan con piensos que se elaboran con restos de productos agrícolas y ganaderos. Los piensos también pueden contener hormonas y antibióticos para acelerar el desarrollo y controlar las enfermedades de los animales.
- **Producción pesquera:** En la actualidad, una tercera parte del pescado que consumimos procede de la acuicultura, es decir, la cría o cultivo de especies comerciales acuáticas. Estas especies también se alimentan con piensos.

Los pesticidas, los fertilizantes, las hormonas, etc., que se añaden durante todos estos procesos para incrementar la producción pueden modificar los alimentos resultantes. Si ingerimos estos productos a través de los alimentos, pueden acumularse en los tejidos y producir trastornos de diversa gravedad.

En los últimos años, se ha incrementado la producción de alimentos naturales o ecológicos, en cuya producción no intervienen productos artificiales.

Es el caso de los alimentos que proceden de la agricultura ecológica, en la que se utilizan los cultivos más adecuados para la zona en que se cultiva, sin el uso de pesticidas y fertilizantes químicos. De este modo, se consiguen productos de una mayor calidad que no contienen residuos tóxicos. La principal desventaja de la agricultura ecológica es que es mucho menos productiva que la agricultura intensiva, por lo que sus productos son más caros.

#### Cultivos transgénicos

Los cultivos transgénicos son aquellos en los que a las plantas que los constituyen se les ha modificado el ADN mediante ingeniería genética.

La finalidad de esta modificación es dotar a los cultivos de unas características deseadas, como la resistencia a las plagas, la mejora de su valor nutritivo y sus posibilidades de conservación.

Actualmente existen variedades transgénicas de muchas plantas, como la soja, el maíz, la papa, el tomate, etc.

Los cultivos transgénicos pueden ser una alternativa al uso abusivo de pesticidas y fertilizantes, aunque desconocemos las repercusiones de estos alimentos sobre la salud humana y el medioambiente.

14. ¿Qué significa que la producción agrícola y ganadera sea intensiva? **Explica** las diferencias entre este tipo de producción y una producción tradicional.

## Conservación de los alimentos

La mayoría de los alimentos pueden estropearse si pasan un cierto tiempo a temperatura ambiente. Para evitar su descomposición y a la vez mantener sus componentes nutritivos, se pueden aplicar diferentes técnicas de conservación. Gracias a estas técnicas, hoy en día podemos disponer de muchos alimentos durante más tiempo.

Las principales técnicas de conservación son la aplicación de frío, de calor, la deshidratación y la incorporación de aditivos.

### Y TAMBIÉN:



#### Intoxicación alimentaria

Una intoxicación alimentaria se produce por la ingestión de alimentos en mal estado de conservación. La salmonelosis es una de las intoxicaciones alimentarias más frecuentes, sobre todo durante el verano; sus efectos son diarreas, náuseas y vómitos.



<http://goo.gl/Mm7Nii>

La aplicación de frío puede realizarse mediante refrigeración o congelación. En la refrigeración se conservan los alimentos entre 2 y 7 °C, lo que garantiza su conservación durante unas horas o días. Por ejemplo, las verduras se conservan entre 2-7 días por refrigeración.

La congelación consiste en enfriar los alimentos hasta alcanzar los -20 °C. De este modo pueden conservarse varios meses según el alimento. Las verduras congeladas pueden conservarse de 12 a 18 meses.



<http://goo.gl/9AhMD>

La aplicación de calor puede ser mediante la pasteurización y la esterilización. En la pasteurización se exponen los alimentos a unos 80 °C para inactivar los microorganismos. Posteriormente, estos alimentos han de guardarse refrigerados. Es el caso de la leche pasteurizada.

En la esterilización la temperatura a la que se somete los alimentos es superior y ello puede provocar la pérdida de propiedades de los alimentos. La leche también puede esterilizarse.



<http://goo.gl/6mIkxa>

La deshidratación consiste en disminuir al máximo el contenido de agua de los alimentos. Esta técnica podemos realizar de forma natural como en el caso de las legumbres, o mediante la aplicación de calor, como en el puré de papas deshidratado.



<http://goo.gl/dHCIRr>

Los aditivos son sustancias que se añaden a los alimentos sin cambiar su valor nutritivo. Entre los aditivos que se utilizan hoy en día encontramos los conservantes, que impiden que los alimentos se deterioren y permiten que se conserven durante más tiempo.

15. **Explica** las diferencias y semejanzas entre la *refrigeración* y la *congelación*, y la *pasteurización* y la *esterilización*.
16. ¿Qué son los aditivos? ¿Crees que es necesaria su utilización? **Justifica** tu respuesta.

## Comercialización de los alimentos

El envasado es un sistema para contener el producto y, en muchas ocasiones, también para protegerlo frente a los microorganismos, los insectos, el aire, la humedad, etc. Los envases pueden ser envases de vidrio, envoltorios de papel, recipientes de cartón, recipientes de plástico, latas metálicas, etc.

Todos los alimentos envasados deben llevar una etiqueta que contiene información sobre el alimento.



En el transporte y el almacenaje de los alimentos debe tenerse en cuenta que las condiciones de temperatura, humedad, aislamiento, etc., sean las idóneas.

En los puntos de distribución y venta también se han de cumplir unos requisitos sanitarios. Por ejemplo, que los alimentos estén ubicados sobre estantes; que las refrigeradoras no estén sobrecargadas; que el local esté limpio y las personas que trabajan en él, aseadas; etc.



Antes de la compra de los alimentos, es conveniente hacer una planificación teniendo en cuenta el número de comensales, la cantidad de comida que se va a preparar, la capacidad de almacenamiento que tenemos en casa y el grado de conservación de los alimentos que compraremos.



Para poder comercializar los alimentos, es necesario que, además de la conservación, se les aplique otra serie de procesos tecnológicos: **envasado**, **transporte** y **almacenaje**. Una vez finalizados estos procesos, los alimentos ya están listos para su **compra**.

Si realizamos la compra en un establecimiento donde podemos encontrar todo tipo de alimentos, conviene que sigamos un determinado orden. Empezaremos por los alimentos que no se estropean fácilmente, como las conservas y algunos productos envasados, y terminaremos por los que preci-

san unas condiciones más estrictas para su conservación, como los alimentos frescos o los congelados. El orden recomendado en la compra de estos alimentos es el siguiente:

1. Legumbres, conservas y cereales
2. Frutas, verduras y hortalizas
3. Huevos, embutidos, derivados lácteos y carne
4. Pescado
5. Alimentos congelados



Todos los productos envasados que adquiramos deben llevar una etiqueta. Esta nos dará la siguiente información:

- Nombre del producto o alimento que contiene el envase.
- Marca comercial o nombre con el que se registra.
- Nombre del fabricante.
- Número de inscripción en el registro sanitario.
- Ingredientes, es decir, los distintos alimentos utilizados en la elaboración del producto.
- Aditivos que se han añadido, ya sean conservantes, potenciadores del sabor o del color, etc.
- Peso o volumen del producto. El peso neto corresponde al peso del alimento sin el envase.
- Condiciones de conservación recomendadas para que el producto no pierda sus propiedades.

- Fecha de caducidad, es decir, fecha a partir de la cual no debe consumirse el alimento.

Cuando realizamos la compra también debemos tener presentes las ventajas de consumir frutas y verduras, y otros productos frescos, de producción local. Entre sus ventajas, destaca que el contenido nutricional de los productos frescos de producción local es mayor que el de aquellos que proceden de lejos, que han pasado un período de tiempo más largo de almacenaje y transporte.



17. **Investiga** el proceso de envasado, transporte y almacenaje que debe seguir algunos productos que exporta Ecuador, desde que se recolectan hasta que llegan a los comercios extranjeros.
18. **Explica** las ventajas de consumir frutas y verduras frescas de producción local.

### 3.4. La dieta

Nuestra dieta y nuestros hábitos alimentarios influyen directamente en el buen funcionamiento de nuestro sistema digestivo.

El conjunto de los alimentos que tomamos en un período determinado constituye la dieta.

La dieta debe ser:

- **Sana:** Ha de satisfacer todas nuestras necesidades nutricionales.
- **Equilibrada:** Debe cubrir todas las necesidades energéticas, estructurales y reguladoras del organismo, sin que haya exceso o déficit de ningún nutriente. Por tanto, debe tener presentes parámetros como la edad, la altura, la actividad y el sexo de la persona.
- **Variada:** Debemos consumir todos los alimentos de un mismo grupo, de forma alternada.

Para mantener una dieta sana, equilibrada y variada debemos tomar una cantidad diaria recomendada de cada grupo de alimentos que normalmente se expresa en raciones o fracciones de estas. Una ración es la cantidad habitual que se toma de un alimento en un plato o vaso. En el cuadro de abajo, podemos ver algunos ejemplos de las cantidades que se consideran una ración de algunos alimentos.

Podemos representar gráficamente la proporción de las raciones necesarias en nuestra dieta diaria en forma de pirámide.

La **fibra vegetal** es un componente esencial de nuestra dieta. La fibra vegetal facilita la circulación de las heces por el intestino delgado, evitando el estreñimiento.

Se recomienda tomar unos 30 g de fibra al día. Los alimentos más ricos en fibra vegetal son las avellanas, las almendras, los fréjoles y las espinacas.

**1 ración del grupo 1:** Leche y derivados lácteos

200 ml de leche (1 vaso)  
2 unidades de yogur  
40-50 g de queso tipo manchego

**1 ración del grupo 2:** Carnes, pescados y huevos

80-100 g de ternera  
150 g de pescado  
250 g de pollo o conejo  
2 huevos

**1 ración del grupo 3:** Tubérculos, legumbres y frutos secos

350 g de papas (1 plato)  
80 g de legumbres (1 plato)

**1 ración del grupo 4:** Verduras y hortalizas

250 g de verdura (1 plato)  
1 par de tomates

**1 ración del grupo 5:** Frutas

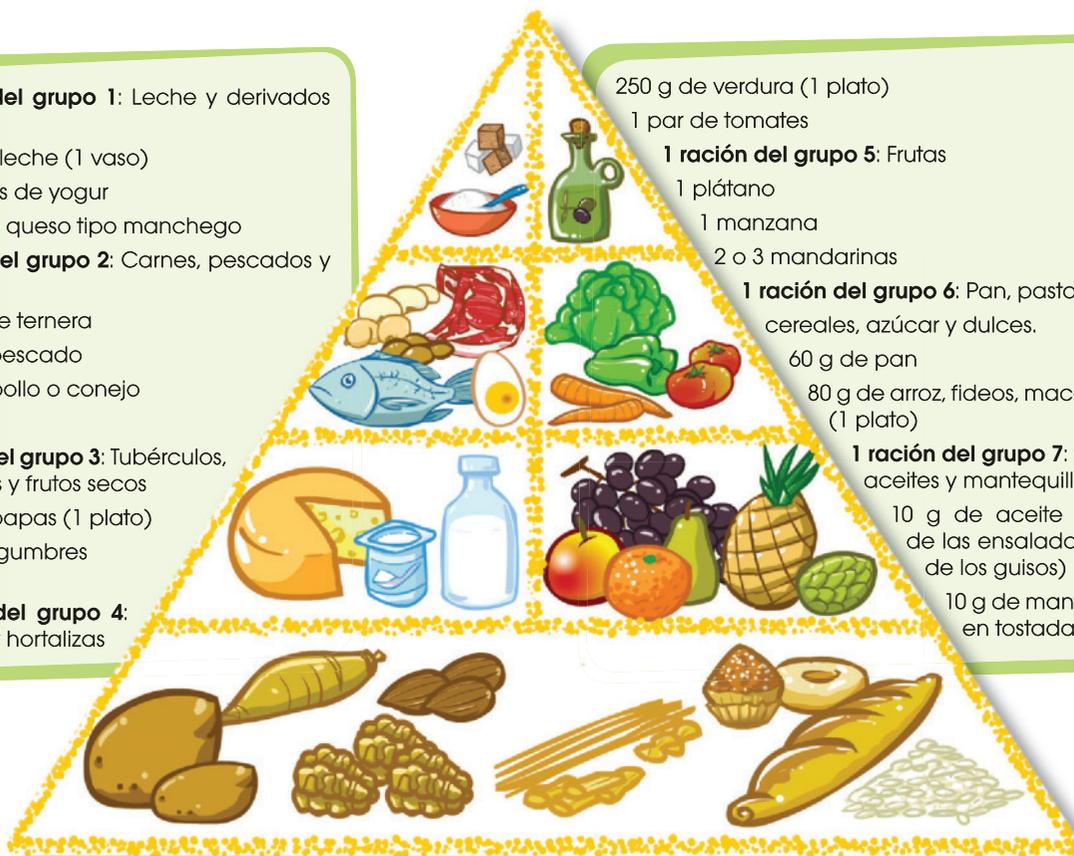
1 plátano  
1 manzana  
2 o 3 mandarinas

**1 ración del grupo 6:** Pan, pasta, cereales, azúcar y dulces.

60 g de pan  
80 g de arroz, fideos, macarrones (1 plato)

**1 ración del grupo 7:** Grasas, aceites y mantequilla

10 g de aceite (aceite de las ensaladas, salsa de los guisos)  
10 g de mantequilla en tostadas



En una dieta equilibrada, el número de raciones diarias de cada grupo de alimentos que debe tomar una persona depende de la constitución física y del peso de cada individuo.

Número de raciones diarias de cada grupo de alimentos

Peso	Grupo 1	Grupo 2	Grupos 3 y 6	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 7
50 kg	1,5	1,5	4	1,5	1,5	40-60 g
60 kg	1,5	1,5	6	1,5	1,5	40-60 g
70 kg	2	2	6	2	2	40-60 g

La distribución de las raciones a lo largo del día depende del número de comidas que se realicen. Los expertos recomiendan cinco y nunca menos de tres.

Veamos, a continuación, un ejemplo de dieta equilibrada, distribuida en cinco comidas, para una persona adulta de entre 50 y 60 kg de peso y con una actividad física moderada.

http://goo.gl/IT6s3h



#### Desayuno

- Un tazón de leche  
1 ración grupo 1
- Tres tostadas con mantequilla  
1 ración grupo 6, 10 g grupo 7

#### Almuerzo

- Un pan con queso  
1 ración grupo 6  
1/2 ración grupo 1

#### Comida

- Un plato de menestra de lentejas  
1 ración grupo 3  
10 g grupo 7
- Dos rodajas de pescado  
1 ración grupo 2
- Ensalada de lechuga y tomate  
1 ración grupo 4  
10 g grupo 7
- Una mandarina  
1/2 ración grupo 5

#### Merienda

- Un pan  
1 ración grupo 6

#### Cena

- Sopa de fideos  
1 ración grupo 6
- Una tortilla de huevo  
1/2 ración grupo 2  
10 g grupo 7
- Medio plato de ensalada  
1/2 ración grupo 4
- Una manzana al horno  
1 ración grupo 5

19. ¿Qué significa tener una *dieta sana, equilibrada y variada*?
20. **Explica** por qué en la base de la pirámide alimentaria se encuentran alimentos de los grupos 3 y 6.  
—¿Por qué el aceite y el azúcar se encuentran en la cúspide de la pirámide?
21. **Analiza** tu dieta de un día y **cuenta** las raciones que ingieres de cada grupo de alimentos. **Compara** el resultado con los datos de la tabla de esta misma página, donde se determinan las raciones que constituyen la dieta equilibrada de una persona según su peso.

—**Comprueba** si tu dieta es equilibrada y, en el caso de que no lo sea, di qué deberías cambiar para que lo fuera.

22. **Pregunta** a una compañera y a un compañero de clase qué tipo y cantidad de alimentos consumieron el día anterior.
  - a. **Elabora** una tabla en la que consten los grupos de alimentos, el tipo de alimento y la cantidad consumida, las raciones consumidas y las recomendadas.
  - b. De cada ficha, **valora** si la dieta es equilibrada o no y en el caso de que no lo sea, **di** cuáles son los desequilibrios que presenta.

Actividades

Prohibida su reproducción

Existen diferentes tipos de dietas según las etapas de la vida, ya que las necesidades nutritivas de un ser humano no son siempre las mismas. Por ello, existen dietas adaptadas a cada etapa o situación especial. Por ejemplo, a mayor actividad física el número de raciones debe aumentar.

En la adolescencia, la actividad física suele ser más intensa que la de un adulto y, además, se trata de una etapa de desarrollo, por tanto la dieta debe contener un mayor número de raciones que la de un adulto del mismo peso.

La dieta en esta etapa suele presentar algunas irregularidades que deben evitarse porque pueden provocar trastornos de salud. Por ejemplo:

- Se pica entre comidas porque se suele tener mucha hambre.
- Aumenta el consumo de alimentos envasados o pasteles.
- Se tiene una gran preocupación por el aspecto físico, lo cual puede suponer no consumir ciertos alimentos necesarios para que la dieta sea equilibrada.

Las dietas también pueden ser distintas según la situación geográfica donde se viva, el clima del lugar, la religión, la educación, la clase social, etc.

La dieta mediterránea, es decir, la dieta tradicional de los países situados a orillas del Mediterráneo, es un buen ejemplo de dieta sana según muchos especialistas.

El abandono de la dieta mediterránea por nuevos hábitos alimentarios, como por ejemplo, el abuso de la «comida rápida», la ausencia de frutas y verduras, etc., así como los cambios en el estilo de vida, pueden incrementar el número de personas que padecen enfermedades crónicas como la obesidad, que estudiaremos en el siguiente apartado.

### Dieta mediterránea

La dieta mediterránea destaca por la combinación de alimentos frescos, locales y de temporada. Entre estos alimentos está el aceite de oliva, tanto para condimentar como para cocer alimentos. También incluye numerosos alimentos ricos en fibra vegetal (legumbres, verduras, frutos secos, etc.) y una gran variedad de frutas y verduras que contienen muchas vitaminas.

Además, en la dieta mediterránea se consumen diferentes pescados y carnes.

La dieta mediterránea también se caracteriza por la diversidad de métodos de cocinar los alimentos: guisados, fritos, al horno, hervidos, a la plancha... Además, la utilización de especias en la preparación de muchas comidas favorece la digestión de los alimentos.



23. **Explica** qué consecuencias pueden tener las irregularidades en la dieta que suelen producirse en la adolescencia.
24. ¿En qué consiste la dieta mediterránea?  
—¿Qué ventajas ofrece la dieta mediterránea?

### 3.5. Trastornos en la alimentación

Para seguir un estilo de vida saludable es imprescindible que nuestra dieta sea equilibrada. Una dieta desequilibrada o incompleta puede conllevar numerosos problemas de salud.

Hoy en día, aunque pueda parecer contradictorio, los desequilibrios nutricionales son cada vez más frecuentes en los países desarrollados. Así, en estos países se tiende a un excesivo consumo de grasas y una disminución en el consumo de verduras, hortalizas y frutas.

En los países en vías de desarrollo los problemas se deben principalmente a la carencia de alimentos.

Los trastornos que trataremos a continuación son la **obesidad**, la **desnutrición**, la **anorexia** y la **bulimia**.

La anorexia y la bulimia, aunque sean trastornos psíquicos, están íntimamente relacionados con la alimentación.

- **La obesidad:** Es una acumulación excesiva de grasa en el cuerpo. Ello es debido a un consumo excesivo de alimentos grasos y dulces, que aportan una cantidad de calorías superior a las que el cuerpo necesita.

El principal parámetro que nos indica que una persona es obesa es presentar un peso claramente superior al peso medio. El peso medio es un valor teórico del peso que calculamos para cada persona teniendo en cuenta diversas características: talla, edad, sexo, etc.

Si el peso de una persona supera en un 10 y un 15 % el peso medio, hablamos de sobrepeso. Una vez alcanzado el sobrepeso, de forma lenta y gradual, podemos llegar hasta la obesidad. Consideramos *obesidad* al aumento de peso por encima del 25 % del peso medio.

La obesidad no solo reduce la esperanza de vida, sino que también agrava enfermedades como la diabetes, la hipertensión arterial, la arteriosclerosis, la artrosis, algunos tipos de cáncer como los de útero, colon, próstata...

El tratamiento de la obesidad consiste principalmente en reducir progresivamente el tejido graso e intentar alcanzar el peso ideal. Podemos conseguirlo con una dieta que, sin dejar de ser equilibrada, no proporcione demasiadas calorías.

También es recomendable la práctica de ejercicio físico moderado.

- **La desnutrición:** Es una deficiencia nutricional debida a una dieta baja en proteínas y nutrientes energéticos que puede ocasionar una intensa pérdida de peso. Generalmente, es debido a la escasez de alimentos.

Si las necesidades nutricionales no quedan cubiertas, se originan diversos trastornos: pérdida de peso, diarreas, hipotensión arterial, atrofia de las glándulas digestivas, deficiencias en el sistema inmunológico...

El riesgo de desnutrición es mayor en la población infantil, la adolescencia, durante el embarazo y en la vejez.

En la población infantil, la desnutrición origina trastornos en el desarrollo físico y psíquico, y se padece una pérdida exagerada de peso corporal, hinchazón abdominal, predisposición a las infecciones... y, con frecuencia, la muerte.

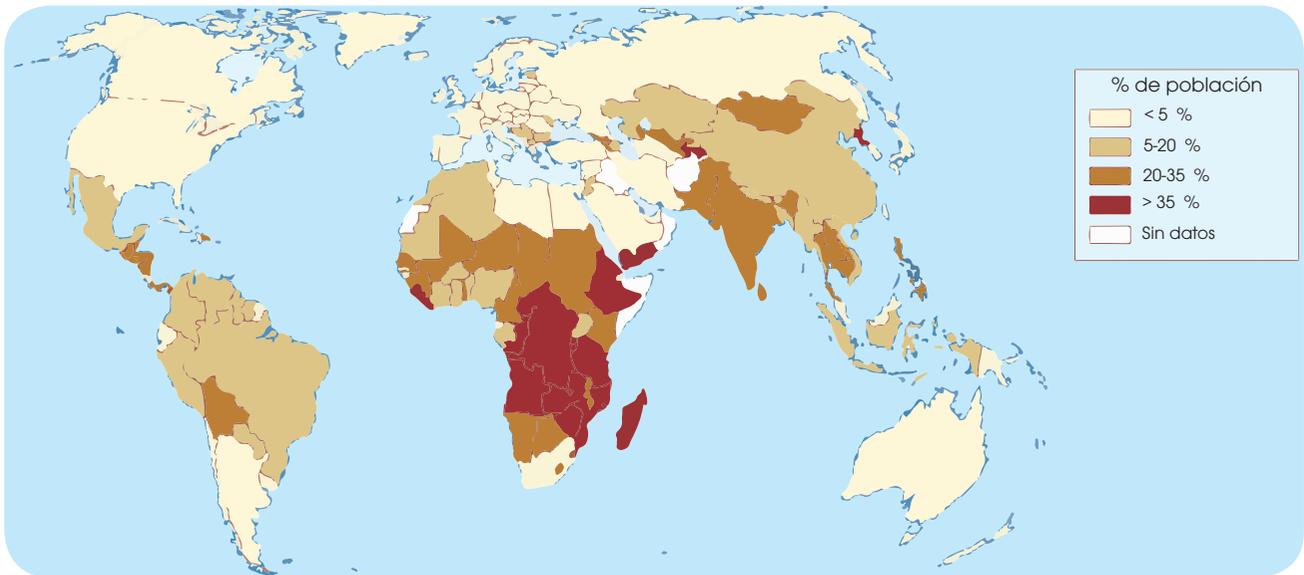
#### Y TAMBIÉN:



##### La desnutrición

La desnutrición no solo afecta a las personas de los países en vías de desarrollo. En los países desarrollados, las personas pertenecientes al denominado *cuarto mundo*, sobre todo los ancianos, son también un grupo con riesgo de padecer desnutrición.

En el siguiente mapa, podemos ver el porcentaje de población afectada de desnutrición en los distintos países del mundo.



### La anorexia y la bulimia

En los países desarrollados se ha incrementado la incidencia de estos trastornos. La gran presión por el ideal estético que existe en nuestra sociedad es uno de los muchos factores que favorecen estos trastornos.

La publicidad, los medios de comunicación, etc. relacionan la delgadez con el reconocimiento social, el éxito personal, etc. Por ello, tanto los profesionales de la salud como los familiares de los enfermos han alertado a la sociedad sobre la necesidad de tomar medidas para prevenir estas enfermedades. Entre estas medidas está enseñar a aceptar y valorar el propio cuerpo, a tener un juicio crítico ante imposiciones sociales, etc.



<http://goo.gl/M9fT3a>

El tratamiento de la desnutrición depende de la gravedad de los trastornos, pero en cualquier caso se trata de administrar alimentos progresivamente, acompañados muchas veces de antibióticos.

- **La anorexia:** Es un trastorno psíquico en el que las personas que la sufren se caracterizan por sentirse insatisfechas con su aspecto físico hasta el punto de que pierden las ganas de comer. Se obsesionan por adelgazar y, como consecuencia, se alimentan incorrectamente.

Aunque adelgacen mucho y tengan numerosos trastornos como consecuencia de la pérdida de peso, las personas anoréxicas no reconocen que están enfermas y distorsionan la realidad viéndose obesas. La anorexia es una enfermedad grave que altera la mayoría de los sistemas y órganos del cuerpo: altera el metabolismo, el sistema digestivo se deteriora...

Esta enfermedad afecta preferentemente a la población entre 10 y 30 años, y a las mujeres en mayor proporción que a los hombres. El tratamiento consiste en resolver los conflictos psicológicos y en la recuperación progresiva de peso.

- **La bulimia:** Es un trastorno psíquico en que las personas que la sufren sienten ansiedad por comer y a la vez, tienen miedo a engordar. Esto les lleva a ingerir grandes cantidades de comida y después, a provocarse el vómito.

El vomitar continuamente provoca numerosos trastornos como deshidratación, lesiones del sistema digestivo, así como debilitamiento y alteración del funcionamiento de muchos órganos.

En este caso, el tratamiento también consiste en recibir atención psicológica y normalizar la dieta.



<http://goo.gl/mN4Rg1>

Existen distintos modos de alimentarse alternativos a las dietas tradicionales. Entre estas alternativas destacan el **vegetarianismo** y la **macrobiótica**.

El vegetarianismo es un tipo de dieta basado en el consumo de alimentos que no sean de origen animal como carnes, pescados, leche o huevos. Existen personas vegetarianas que sí consumen leche o huevos a los que denominamos *lactovegetarianos* o también llamados *ovovegetarianos* (*ovolactovegetarianos* en el caso de que consuman tanto leche como huevos). Por lo general, a las personas que no consumen nada proveniente de animales las consideramos **veganos**.

La dieta macrobiótica se basa en la existencia de un equilibrio que busca el consumo de alimentos que suministren una proporción de sodio y potasio tal como se encuentra en nuestra sangre; esto es, una proporción de 5/1. El objetivo de esa dieta es mantener ese equilibrio constante comiendo únicamente la cantidad necesaria de alimentos (no comer por placer) y que estos alimentos estén lo menos manipulados posible. La base de esta alimentación son los granos y los cereales.

### La alimentación en los deportistas

La alimentación de un deportista debe tener en cuenta el tipo de ejercicio que se realiza, su duración y las condiciones ambientales en las que se practica.

La dieta de un deportista se caracteriza por necesitar un mayor aporte de glúcidos. Las reservas de glúcidos se agotan al cabo de dos horas como máximo de realizar un ejercicio intenso, por ello, un consumo adecuado de estos nutrientes evitará que el deportista tenga sensación de fatiga prematura.

Generalmente, si la dieta del deportista es equilibrada, no se precisa un incremento en el consumo de lípidos, proteínas o vitaminas.

La hidratación es el punto fundamental de la dieta porque durante la realización de actividad física aumenta la pérdida de líquido y sales minerales a través del sudor. La cantidad de líquido que se debe ingerir también depende de la intensidad y duración del ejercicio, así como de las condiciones climáticas.

La dieta del deportista cambia según se entrene, compita o bien, se recupere después de una competición. Cada una de estas situaciones requiere algún hábito concreto.

Por ejemplo, en el caso de entrenarse, la comida fuerte del día debe tener lugar tres horas antes del entrenamiento. La comida anterior a la competición también debe realizarse tres horas antes y con alto contenido de glúcidos. Un cuarto de hora después de la competición se han de ingerir alimentos ricos en glúcidos y líquidos.

25. **Construye** una tabla con las características, los síntomas y el tratamiento de los trastornos en la alimentación que hemos explicado.
26. **Haz** una lista con los países en los que, según el mapa de la página anterior, el consumo de ali-

mentos está por debajo de las necesidades nutricionales.

—**Razona** qué factores dificultan la producción y el reparto de alimentos en estos países.

Actividades

Prohibida su reproducción

## 4. BIOTECNOLOGÍA

Entendemos por **biotecnología** al uso de seres vivos o sus componentes para la elaboración de productos o la realización de tareas en beneficio de los seres humanos. Es un conjunto de prácticas que incluye la utilización de plantas, animales y microorganismos. Las técnicas empleadas en biotecnología proceden de distintas disciplinas como son la biología, la bioquímica, la agronomía, la ingeniería, la química, la medicina y la veterinaria, entre otras.

### 4.1. Perspectiva histórica

Desde tiempos remotos las personas han utilizado determinados procesos biológicos para la obtención de bebidas, alimentos y tejidos. A las técnicas biotecnológicas, como la fermentación, las conocemos desde la antigüedad aunque se utilizaban sin saber la base científica que las hacía posible.

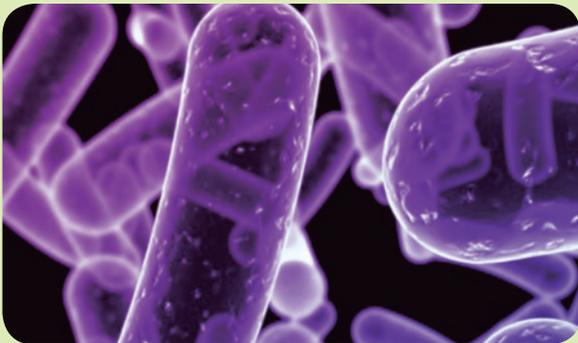
Con el avance de la biología y el desarrollo de la microbiología y de la bioquímica, empieza la era de la biotecnología moder-

na. La comprensión de algunos procesos biológicos permitió la producción industrial de compuestos como el etanol o el ácido acético. Más tarde, se consiguieron producir enzimas, antibióticos y vacunas.

Finalmente, los descubrimientos de la genética y las biología celular y molecular condujeron al desarrollo de las técnicas del ADN recombinante o ingeniería genética. Con estas nuevas técnicas, es posible aislar genes de un organismo y controlar su expresión o bien cortarlos e insertarlos en organismos de otra especie (tecnología transgénica).

En los siguientes apartados, nos centraremos en las aplicaciones más importantes de los **microorganismos en la biotecnología**, como son: la producción de alimentos, las aplicaciones sanitarias, las posibilidades en la gestión ambiental o las aplicaciones en el campo de la agricultura.

#### Cultivo de microorganismos



El estudio de los microorganismos comporta su cultivo y su mantenimiento en el laboratorio.

Usualmente, los medios presentan una base que consiste en una disolución de agar y pueden ser sólidos o líquidos, dependiendo de la concentración de agar.

Es muy importante conseguir cultivos puros, que son aquellos en los que solo hay una especie de microorganismo. Para conseguirlos, debemos aislar la especie en cuestión:

- En medios líquidos realizamos diluciones sucesivas hasta conseguir una única colonia.

- En medios sólidos, uno de los métodos más usuales es la inoculación mediante un asa de siembra. El asa se arrastra por el medio de forma continua de tal forma que el número de células se va reduciendo sucesivamente. En la zona del extremo final podrán crecer colonias procedentes de una única bacteria.

Atendiendo a su composición y su destino, los medios pueden ser:

- Medios sintéticos:** Se preparan incorporando cantidades determinadas de los diversos nutrientes.
- Medios complejos:** Proceden de extractos en los que no se sabe con exactitud su composición, como el extracto de levadura.
- Medios selectivos:** Favorecen el crecimiento de un tipo concreto de microorganismo. La utilización de estos medios nos permitirá distinguirlos según sus requerimientos.

Una vez conseguido el cultivo puro, es muy importante mantener la esterilidad del cultivo. A tal efecto, trabajamos en campanas de flujo laminar y al material lo esterilizamos a la llama mediante un Bunsen.

## 4.2. Aplicaciones alimentarias

Entre los procesos de producción alimentaria en los que participan microorganismos, podemos destacar:

- **Elaboración de vino:** Después de aplastar la uva, obtenemos el *mosto*, un líquido ácido que contiene entre un 10 y un 25 % de azúcares. De la fermentación por parte de microorganismos de estos azúcares, principalmente glucosa y fructosa, se originan  $\text{CO}_2$  y alcohol etílico.
- **Elaboración de cerveza:** El almidón presente en ciertos cereales se hidroliza a azúcares fermentables, como la maltosa y la glucosa, y a partir de estos azúcares, se realiza la fermentación alcohólica. El microorganismo fermentador es la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.
- **Elaboración de pan:** La harina contiene almidón que al hidrolizarse libera azúcares fermentables por levaduras. Dicha fermentación produce  $\text{CO}_2$  provocando que el pan se hinche y se vuelva, así, más esponjoso.
- **Elaboración de vinagre:** En presencia de oxígeno, las bacterias del ácido acético oxidan el alcohol presente en el vino o la cerveza dando lugar a ácido acético (vinagre).
- **Elaboración de productos lácteos:** Se produce a partir del azúcar presente en la leche que es transformado en ácido láctico principalmente por las bacterias del ácido láctico, aunque también utilizamos levaduras en determinadas elaboraciones. Según las condiciones en las que se dé el proceso se obtiene yogur, queso o cuajada.

## 4.3. Aplicaciones en sanidad

La utilización de microorganismos en las técnicas biotecnológicas sanitarias es uno de los campos de aplicación más amplio y estudiado. Destacan por su importancia:



<http://goo.gl/5N2bv6>

- **Elaboración de antibióticos:** Los antibióticos son productos del metabolismo de ciertos microorganismos para inhibir el crecimiento de posibles competidores o de patógenos. Desde el descubrimiento de la penicilina, producida por el hongo *Penicillium*, se han desarrollado multitud de técnicas para conseguir otros. Hoy día, la mayoría de antibióticos son producidos por bacterias, como las del género *Streptomyces*.
- **Elaboración de hormonas:** Hormonas como la insulina, para tratar la diabetes, o la hormona del crecimiento, para tratar a niños con problemas en su desarrollo, se han producido mediante ingeniería genética. El proceso, de forma simplificada, consiste en la introducción del gen de la hormona en cultivos bacterianos. También pueden fabricarse determinadas hormonas, como la cortisona, mediante la oxidación de esteroides vegetales por parte de hongos o bacterias.
- **Producción de vacunas:** La producción de las primeras vacunas, cuando se utilizaban los microorganismos causantes de la enfermedad inactivados, comportaba ciertos riesgos derivados del cultivo masivo de patógenos y de la inoculación en las personas o animales que había que inmunizar.

Actualmente, una vez identificada la proteína que provoca la respuesta inmunológica (el antígeno), se introduce el gen que la codifica en una bacteria o levadura inofensiva para su producción masiva.

<http://goo.gl/d7v0c1>

#### 4.4. Aplicaciones en medioambiente

- **Tratamiento de residuos y compostaje.**

El tratamiento microbiológico de los residuos, tanto sólidos como líquidos, disminuye el impacto nocivo de los residuos para las personas y el medioambiente.

En el proceso, los microorganismos hidrolizan los compuestos tóxicos en productos mucho más simples, habitualmente  $\text{CO}_2$  y agua.

Cuando los residuos resultantes de esta actividad son exclusivamente materia orgánica, puede formarse **compost**, que utilizamos como abono, este se transforma en un recurso para la agricultura y la jardinería.

- **Biorremediación:** Consiste en la utilización de microorganismos que mediante su actividad metabólica consiguen la degradación de sustancias tóxicas y contaminantes del suelo, del agua o del aire. Según el proceso, distinguimos entre:

- Biomíneralización:** El contaminante es completamente reducido a minerales básicos.

- Biotransformación:** La sustancia es transformada en otra menos tóxica y/o más simple.

- Biovolatilización:** Las sustancias se volatilizan por la adición de grupos como el metilo.

Con esta tecnología, es posible la degradación de hidrocarburos, de pesticidas y de compuestos de metales pesados, productos todos ellos altamente contaminantes para el medioambiente.

#### 4.5. Aplicaciones en agricultura

- **Control biológico de plagas:** Consiste en la utilización de un enemigo natural del organismo plaga. Es un sistema muy específico y sin los efectos secundarios que conlleva la utilización de plaguicidas químicos que pueden acumularse y perjudicar gravemente el medioambiente.

Para el control biológico, empleamos virus, bacterias, hongos, protozoos y nematodos.

- **Biopesticidas:** Algunas bacterias, hongos o protozoos producen toxinas altamente específicas que podemos utilizar para controlar determinadas plagas.

#### 4.6. Otras aplicaciones

Además de todas las aplicaciones que hemos visto en esta unidad, existen numerosas técnicas y procesos en los que los microorganismos son utilizados para la producción industrial. Entre estas cabe destacar la producción industrial de compuestos para usos diversos (aminoácidos, ácidos orgánicos, bioemulgentes, cosméticos...), la producción de enzimas para la creación de detergentes (proteasas, lipasas, carbohidrasas...) o la producción de biocombustibles como el etanol, el hidrógeno o el metano.



<https://goo.gl/3zL4za>

- En las estaciones depuradas de agua residuales (EDAR) es imprescindible el tratamiento microbiológico de las aguas.

27. **Busca** información sobre las mareas negras e **investiga** de qué modo la biotecnología puede ayudar a mejorar los lugares afectados.
28. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre el control biológico de plagas y el uso de biopesticidas?

Actividades



# Experimento



## Tema:

La conservación de los alimentos

## Investigamos:

A continuación, comprobaremos que existen sustancias que impiden la aparición, el crecimiento y la reproducción de los microorganismos en los alimentos, y otras, en cambio, favorecen estos procesos.

## Objetivo:

- Comprobar la existencia de sustancias que ayudan a la conservación de los alimentos.

## Materiales:

- Una cucharada de sal común
- Una cucharada de azúcar
- Una cucharada de vinagre
- Dos cubitos de caldo de carne
- Una olla pequeña
- Una probeta
- Cinco vasos de precipitados
- Una cuchara de 5 ml
- Un marcador permanente
- Un mechero Bunsen
- 700 ml de agua

## Proceso:

1. **Añadan** en una olla pequeña 700 ml de agua, que previamente han medido con la probeta.
2. **Pongan** a calentar la olla en el mechero bunsen y **disuelvan** en el agua caliente los dos cubitos de caldo de carne.
3. **Repartan** la solución en los cinco vasos de precipitados, entre 120 y 140 ml en cada vaso de precipitados.

4. **Añadan** una cuchara llena de sal en uno de los vasos y **rotúlenlo** con el nombre «sal».
5. **Realicen** el mismo proceso, pero **añadan** azúcar y vinagre en otros dos vasos de precipitados. **Rotúlenlos** correctamente.
6. En los otros dos vasos no añadas nada pero **márquenlos** con el nombre «control nevera» y «control estufa» respectivamente.
7. **Pongan** el vaso «control nevera» en la nevera durante dos días.
8. **Pongan** los otros cuatro vasos a una temperatura de 35 a 37 °C durante dos días como mínimo, en la estufa de cultivos.
9. Pasados los dos días, **observen** el grado de turbidez de los vasos precipitados.

## Cuestiones:

10. **Completen** la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

	Turbio	Un poco turbio	Claro
Sal			
Vinagre			
Azúcar			
Control nevera			
Control estufa			

- a. ¿Cuál es el vaso con aspecto más turbio? ¿Y el que menos?
- b. ¿Qué indica el grado de turbidez?
- c. ¿Cuál de las tres sustancias crees que es mejor conservante?
- d. ¿A qué se debe la diferencia de aspecto entre los dos controles?
- e. ¿Por qué crees que utilizamos pastillas de caldo de carne?
- f. ¿Por qué utilizamos la nevera para conservar los alimentos?

# Resumen

1. Funciones de los seres vivos
2. Biotecnología

dos sistemas: el **sistema digestivo** y el **sistema excretor**.

El sistema **digestivo** permite la digestión de los alimentos y la **absorción** de nutrientes. La digestión consiste en la **transformación de alimentos** hasta convertirlos en nutrientes, y la absorción es la **incorporación de esos nutrientes** desde el sistema digestivo a la sangre para su reparto por todo el organismo.

El sistema digestivo está formado por el tubo **digestivo** y una serie de glándulas accesorias. En el **tubo digestivo** distinguimos la **boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso** y **ano**. Por su parte, las **glándulas** están conectadas con el tubo digestivo y son las **glándulas salivares, el páncreas** y el **hígado**.

Es importante mantener el sistema digestivo lo más saludable posible ya que si no, podemos contraer ciertas enfermedades o **trastornos digestivos** como **gastritis, hepatitis** o **úlceras pépticas**.

El **sistema excretor** cumple con la función de **eliminar** los **desechos** procedentes del metabolismo celular. Este sistema está conformado por los **riñones, las vías urinarias, los uréteres, la vejiga** y la **uretra**.

Igualmente es importante mantener el sistema excretor en buen estado de salud para evitar vernos afectados por trastornos o enfermedades relacionadas con este sistema, como la **insuficiencia renal, la cistitis** o la **nefritis**.

Los **nutrientes** son las sustancias que constituyen los alimentos utilizadas por las células para obtener la energía que permita cumplir con sus funciones vitales. El **valor energético** de los nutrientes se mide en **calorías**.

Al conjunto de alimentos que consumimos los denominamos **dieta**. Esta dieta debe ser **equilibrada** y **variada** para que nuestro organismo se mantenga en equilibrio y de esta forma obtendremos las biomoléculas necesarias para cumplir con las necesidades vitales.

Si no cumplimos con una dieta sana y equilibrada, podemos sufrir trastornos de la alimentación como **obesidad, desnutrición, anorexia** o **bulimia**.

El concepto de **biotecnología** se refiere al uso de seres vivos o sus componentes para la elaboración de productos o realización de tareas en beneficio del ser humano. Muchas de las aplicaciones de la biotecnología tienen una relación directa con la **alimentación** como la **elaboración de pan** o **productos lácteos**; pero también pueden influir en otros campos como la **sanidad** al elaborarse **antibióticos** y **vacunas**; o en **agricultura** con la creación de **pesticidas** o la capacidad de **controlar plagas**.



#### BLOG

### ¿Cómo influye el ejercicio en la digestión?



<http://goo.gl/MTMXDJ>

Hacer ejercicio constante es algo que siempre repercutirá de manera positiva en el cuerpo humano. Entre las ventajas que produce la salud es que evita que tengas una mala digestión. Cabe destacar que además del ejercicio, debemos tener una correcta alimentación y evitar el consumo de tabaco y alcohol. **Conoce** cuáles son las razones por las que el ejercicio ayuda a tener una buena digestión, en el siguiente *link*: <http://goo.gl/PZ7xED>.

#### SENTIDO CRÍTICO

En el siguiente enlace encontrarás un documental sobre nutrición llamado *Somos lo que comemos*. **Mira** en el siguiente *link*: <https://goo.gl/HZcxbo>.

#### SOCIEDAD

### Revolución vegetariana: la corriente cibernética que gana adeptos y derriba prejuicios



<http://goo.gl/ybyfeJ>

Amy Chaplin, Sarah Britton, Angela Liddon, David Frenkiel & Luise Vindahl, David & Stephen Flynn. Chefs, nutriólogos, psicólogos, fotógrafos, comunicadores; son hoy los máximos exponentes mundiales de la «revolución vegetariana-vegana». Arrasan con sus publicaciones en la web y en sus respectivos canales de YouTube. Tienen millones de seguidores mensuales que siguen sus consejos en sus respectivos libros, websites, blogs, cuentas de Instagram, vi-

deos paso a paso, cursos online y en vivo.

Se trata de una corriente que ha cambiado la visión sesgada que por décadas hemos tenido sobre la alimentación sustentable y vegetariana, con exponentes provistos de personalidades enérgicas, frescas y de un profesionalismo admirable, quienes invitan a que migremos a este estilo de vida consciente de nosotros mismos. **Conoce** más en el siguiente *link*: <http://goo.gl/ybyfeJ>.

#### SI YO FUERA

Un **nutricionista**, me encargaría de tratar enfermedades relacionadas con la nutrición como la obesidad o la diabetes, además de la prevención de patologías relacionadas con la alimentación. Sería capaz de proponer dietas adecuadas a cada persona y de gestionar el control de calidad de alimentos en hospitales o escuelas.



<http://goo.gl/ZhyJIC>

# Para finalizar

1. **Ordena** las siguientes fases de la digestión e **indica** en qué parte del sistema digestivo se realizan:

- deglución
- digestión estomacal
- defecación
- masticación
- digestión intestinal
- insalivación
- absorción de nutrientes

2. **Explica** en qué consiste la filtración y la reabsorción de sustancias en la nefrona.

3. ¿Por qué crees que es importante beber dos litros de agua diarios para favorecer el correcto funcionamiento de los riñones?

4. **Completa** la siguiente tabla de los nutrientes:

Nutrientes	Función	Alimentos donde se encuentran
Glúcidos		Fruta, legumbres, vegetales
	Energética	Mantequilla, tocino, yema de huevos
Proteínas		
	Reguladora	Frutas, verduras, yema de huevos, mantequilla...
Agua		
Minerales		

5. ¿Una ración de patatas hervidas proporciona menos energía o más que una ración de patatas fritas? ¿Por qué?

## Historia

6. **Explica** las diferencias entre *agricultura intensiva* y *agricultura ecológica*.

—¿Qué tipo de agricultura se daba en el Neolítico? ¿Qué mejoras tecnológicas permitieron un paso a la agricultura intensiva?”

7. **Completa** las siguientes frases:

- Las técnicas de conservación de aplicación del frío son la \_\_\_\_\_, que conserva los alimentos entre 2 y 7 °C y la \_\_\_\_\_ que puede alcanzar los -20 °C.
- La \_\_\_\_\_ es una técnica de conservación de aplicación de calor en la que los alimentos se exponen a 80 °C aproximadamente mientras que la \_\_\_\_\_ somete los alimentos a temperaturas todavía superiores.
- La \_\_\_\_\_ consiste en disminuir el agua de los alimentos y los \_\_\_\_\_ son sustancias que se añaden a los alimentos sin cambiar su valor nutritivo.

8. **Explica** tres elementos que debemos encontrar en la etiqueta de un producto envasado.

9. ¿Qué características tiene la dieta mediterránea? ¿Por qué se considera una dieta sana según los especialistas?

10. Según la pirámide de los alimentos:

- ¿Qué alimentos se han de consumir a diario?
- ¿Qué alimentos se encuentran en la cúspide de la pirámide? ¿Qué significado tiene?

11. ¿A qué grupo pertenecen los siguientes alimentos?

- leche
- pescado a la plancha
- un pan
- una mandarina
- sopa de arroz
- ensalada de lechuga
- tomate

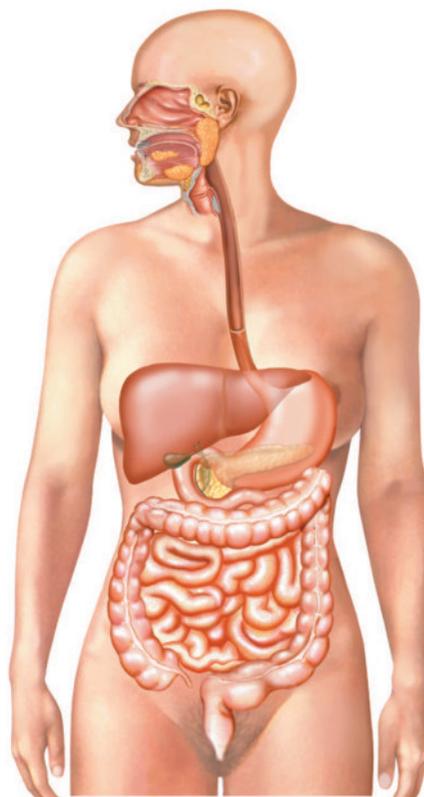
12. **Cita** tres trastornos que pueden ser consecuencia de la obesidad y tres que puedan derivar de una desnutrición.

13. **Explica** dos diferencias y dos características que tengan en común la anorexia y la bulimia.

14. ¿Qué es la *deglución*?

15. En el siguiente gráfico **señala** las partes del aparato digestivo:

- faringe
- páncreas
- hígado
- estómago
- esófago
- intestino grueso
- intestino delgado
- ano



16. **Responde** las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la *insuficiencia renal*?
- ¿Por qué son importantes los nutrientes para los seres vivos?
- ¿Cuáles son las características de los nutrientes?
- ¿Qué son los *glúcidos* y su *función*?
- ¿Cuál es la diferencia entre *nutrientes orgánicos* e *inorgánicos*?
- ¿Cuáles son las características de una dieta sana para los seres vivos?
- ¿Cuál es la diferencia entre *anorexia* y la *bulimia*?
- ¿Qué es la *biotecnología*?

## AUTOEVALUACIÓN

Reflexiona y **autoevalúate** en tu cuaderno:

### • Trabajo personal

¿Qué tema me ha resultado más fácil y cuál más difícil de comprender?

¿He cumplido mis tareas?

¿Qué aprendí en esta unidad temática?

• **Escribe** la opinión de tu familia.

### • Trabajo en equipo

¿He compartido con mis compañeros y compañeras?

¿He respetado las opiniones de los demás?

• **Pide** a tu profesor o profesora sugerencias para mejorar y **escríbelas**.

## OBSERVACIÓN DE MODIFICACIONES DE LA PARED CELULAR

### OBSERVAMOS

La pared secundaria de las células vegetales puede impregnarse de diversas sustancias, entre ellas lignina. De esta manera se constituyen tejidos como los que forman los vasos conductores.

### 12 PLANIFICAMOS

Material necesario:

- Dos tallos jóvenes de una planta

Es conveniente que los tallos jóvenes tengan un grosor de entre 5 y 7 mm.

- 5 ml de bálsamo del Canadá
- Un bisturí
- 5 ml de verde yodo
- 5 ml de ácido acético
- 5 ml de hematoxilina
- 100 ml de lejía al 10 %
- Un microscopio
- 5 ml creosota de haya
- 20 ml de agua destilada
- 20 ml de alcoholes de graduación creciente

Los alcoholes de graduación creciente van de 60 a 96° y absoluto.

### D DESARROLLAMOS

Proceso

1. **Coloquen** un trozo de tallo en el micró-tomo y **ajústeno** entre trozos de papa para fijar su posición. **Obtengan** cortes con la navaja y **seleccionen** los más finos que contengan leño.

2. **Introduzcan** los cortes en hipoclorito sódico o lejía al 10 %, durante diez minutos, para destruir el contenido de las células, conservando las paredes celulares vegetales. Seguidamente, **laven** con agua destilada.

3. **Tiñan** los cortes con hematoxilina durante diez minutos hasta que adquieran color morado. A continuación, **laven** con agua destilada varias veces.

4. **Tiñan** con verde yodo de dos a tres minutos. **Laven** cuidadosamente con agua destilada.

5. **Coloquen** cada corte sobre un portaobjetos y **deshidraten** con la serie de alcoholes de graduación creciente, **dejen** caer gota a gota los diferentes alcoholes sobre el portaobjetos algo inclinado.

6. **Dejen** caer una gota de creosota sobre la muestra antes de que se evapore el alcohol. **Dejen** que se impregne durante dos minutos.

7. **Sequen** con cuidado la creosota sobrante y **coloquen** una gota de bálsamo del Canadá. **Cubran** con el cubreobjetos.

8. **Observen** al microscopio, **incrementen** progresivamente el número de aumentos.

### REFLEXIONAMOS

9. **Dibujen** las imágenes de la muestra que se observan a diferentes aumentos e **indiquen** las modificaciones de la pared celular vegetal que distinguen.

10. **Expliquen** la relación entre la distinta tonalidad observada en los tejidos y su edad.

# EXTRACCIÓN DE ADN DE LAS CÉLULAS

## OBSERVAMOS

El ADN está constituido por desoxirribonucleótidos formados por desoxirribosa, una base nitrogenada y ácido fosfórico.

Lo solemos encontrar en forma de doble cadena muy replegada sobre sí misma. A continuación, podremos confirmar algunas de estas características.

## 12 PLANIFICAMOS

Material necesario:

- 10 g de hígado de pollo
- 50 ml de solución de NaCl 2M
- 1 ml de SDS al 20 % o bien un detergente de lavavajillas
- Un mortero y arena lavada
- Un embudo
- Una pipeta
- Una varilla de vidrio
- 50 ml de alcohol etílico de 96°
- 2 ml de naranja de acridina
- Dos vasos de precipitados de 250 ml
- Un trozo de tela o de gasa gruesa para filtrar
- Un microscopio
- Un portaobjetos
- Un cubreobjetos

## DESARROLLAMOS

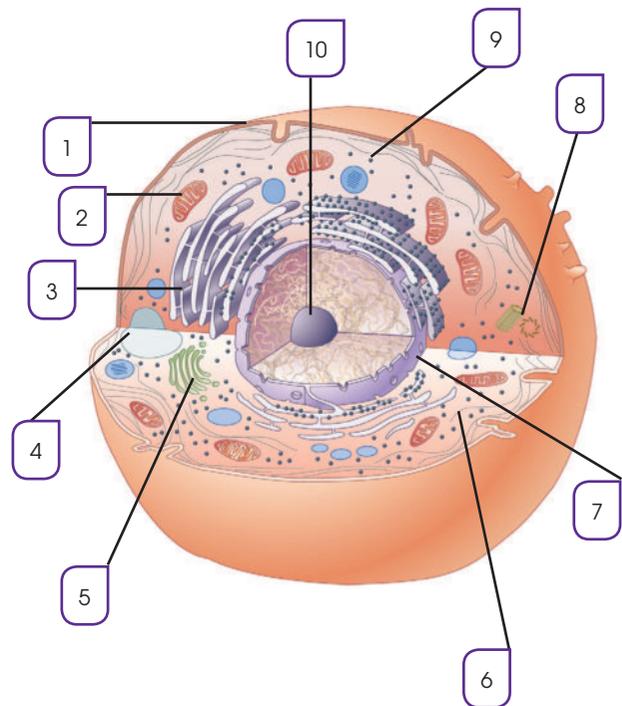
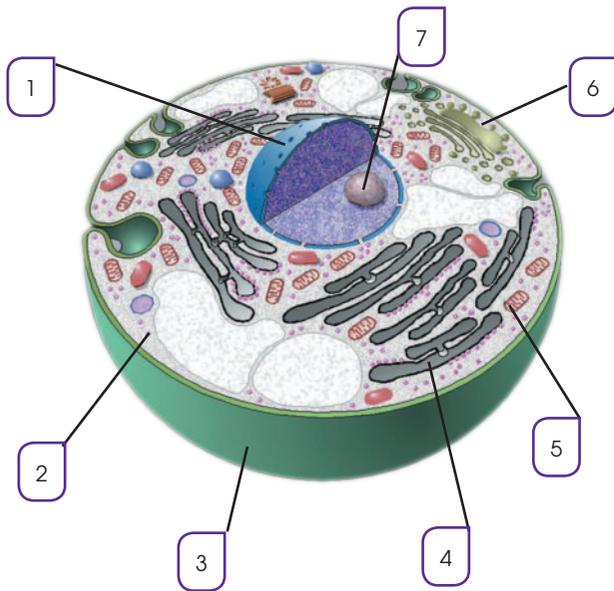
Proceso

1. **Trituren** 10 g de hígado de pollo en 50 ml de agua, con un mortero con arena lavada, para romper las células y liberar los núcleos.
2. **Filtren** diversas veces con un embudo recubierto por una tela, para separar los trozos de tejido.
3. **Añadan** 50 ml de solución de NaCl 2M para romper los núcleos de manera que la cromatina quede libre.
4. **Añadan** 1 ml de SDS al 20 % o de detergente. Así se rompen los complejos formados por el ADN y las proteínas, y se separan las fibras del ADN.
5. **Añadan**, con una pipeta, 50 ml de alcohol de 96°, **procuren** que el alcohol se deslice por las paredes del vaso y forme una capa superficial sobre la solución. En la interfase, el ADN precipita.
6. **Introduzcan** la varilla de vidrio y **remuevan** lentamente, siempre en el mismo sentido. Durante este proceso, unas fibras blancas visibles a simple vista, que corresponden al ADN, se adhieren a la varilla.
7. **Coloquen** una parte de las fibras sobre un portaobjetos, **tápenlo** con un cubreobjetos y **obsérvenlo** directamente al microscopio.
8. **Coloquen** el resto de fibras en un portaobjetos y **tíñanlo** con naranja de acridina durante unos minutos. Vuelvan a observar.
9. **Describan** la relación entre los procesos que se utilizan para la separación del ADN y los efectos que producen en la estructura del tejido, de las células y del ADN.
10. **Dibujen** lo que se observa al microscopio y **describanlo**.
11. ¿Permite esta práctica confirmar las características del ADN descritas en el libro?

## REFLEXIONAMOS

# Un alto en el camino

- ¿De qué tipos de células pueden estar constituidos los seres vivos? **Explica** las características de la célula eucariota.
- ¿Qué elementos distinguimos en el núcleo? ¿Qué relación existe entre el ADN y los cromosomas?
- Explica** la función de las siguientes partes y orgánulos de la célula eucariota: *membrana plasmática* – *mitocondrias* – *ribosomas* – *complejo de Golgi*
- Señala** a qué componentes de la célula corresponden los siguientes números:
- Contesta** las siguientes preguntas sobre la respiración celular.
  - ¿En qué orgánulos tiene lugar?
  - ¿Qué sustancias se emplean para llevar a cabo la respiración celular?
  - ¿Qué sustancias se obtienen? ¿Para qué se utilizan estas sustancias?
- Indica** cada una de las siguientes estructuras en el dibujo de la célula y **di** cuál es su función: *mitocondria*, *retículo endoplasmático*, *lisosoma*, *centríolo*, *envoltura nuclear*.



- Identifica** a qué partes y orgánulos de la célula corresponden las afirmaciones.
  - Se encargan de la síntesis de proteínas.
  - Colaboran en el reparto de los cromosomas durante la división celular.
  - Contienen las sustancias necesarias para digerir la materia.
  - Empaquetan y seleccionan sustancias para transportarlas por la célula.
  - Almacenan sustancias.
  - Se encargan de la síntesis y el transporte de lípidos y proteínas.

## Funciones

- Sintetiza los lípidos y las proteínas propios.
  - Organiza las fibras del huso mitótico.
  - Lleva a cabo la respiración celular.
  - Protege el material genético de la célula.
  - Lleva a cabo la digestión celular.
- ¿Cuáles son los procesos involucrados en la formación de la orina?
 

—¿Cuál es la composición química de la orina?

9. En la siguiente tabla, muestra la cantidad de nutrientes totales ingeridos por una mujer de 65 kg de peso, con una actividad física ligera, durante una semana:

	Consumo (g/semana)	Valor energético (kcal/g)	Aporte calórico recomendado (%)
Glúcidos	3600	3,74	55-65
Lípidos	4400	9,30	25-30
Proteínas	2500	4,20	10-15

- ¿Es correcto el aporte calórico de la dieta de esta mujer? (Metabolismo energético de una mujer con actividad ligera: 36 kcal/kg/día).
- ¿Es equilibrada la dieta que sigue esta mujer?

10. **Calcula** las calorías que proporciona un plato combinado formado por un bistec de 150 g (suponemos que 100 g son enteramente proteínas), y 120 g de papas fritas (supondremos que 20 g son de aceite y el resto de glúcidos).

11. **Copia** en tu cuaderno y **completa** la siguiente tabla con SÍ o NO según las es-

tructuras mencionadas se hallen o no en cada tipo de célula:

12. **Organiza** el menú de cuatro días para dos personas de forma que sea totalmente equilibrado sabiendo que en la despensa y en la nevera de casa hay: tres cartones de leche, un pollo entero, cuatro bistecs, media docena de huevos, dos corvinas, cuatro duraznos, 250 g de frutilla, cuatro plátanos, 3 kg de papas, tres paquetes de kilo de pasta, pan de molde, seis yogures, un paquete de fréjol, un chorizo, una lechuga, 1 kg de tomates, 0,5 kg de zanahorias, un paquete de pastelillos, mantequilla y aceite.

13. **Elabora** un listado de los alimentos que consumiste ayer, **indica** la cantidad o el peso aproximado. **Relaciona** cada alimento de la lista con el grupo al cual pertenece y el número de raciones consumidas. **Valora** si tu dieta de ayer era equilibrada o no y el porqué.

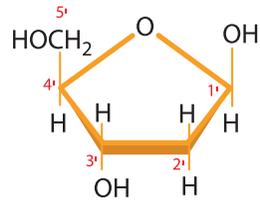
14. Además de la nefrona, existen otras estructuras y órganos que también funcionan como sistemas de excreción. **Explica** cuáles son y qué función realizan.

Estructura	Célula procariota	Célula eucariota animal	Célula eucariota vegetal
Pared celular			
Membrana plasmática			
Mitocondria			
Cloroplasto			
Centríolo			
Ribosoma			
Envoltura nuclear			
Cromosoma			



# Láminas de apoyo

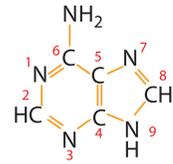
Pentosa



Desoxirribosa

Bases

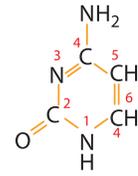
Adenina



Timina

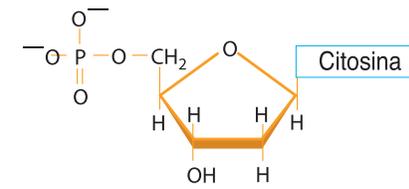
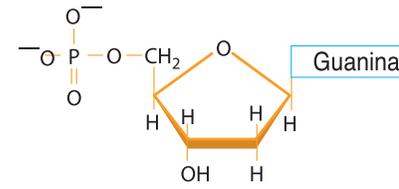
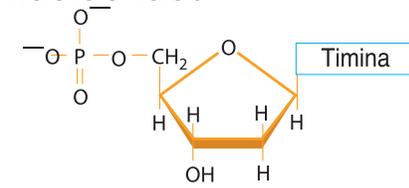
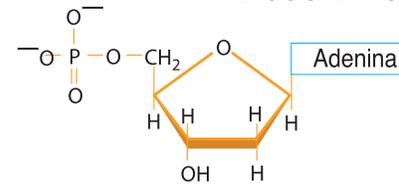


Guanina

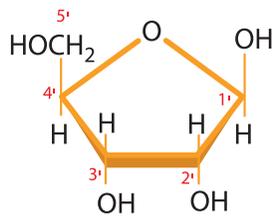


Citosina

Desoxirribonucleótidos



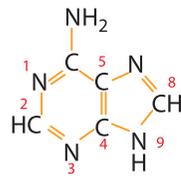
Pentosa



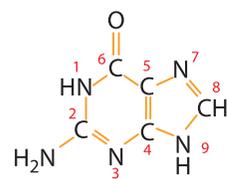
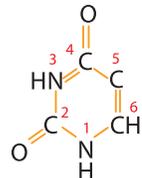
Ribosa

Bases

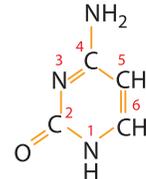
Adenina



Uracilo

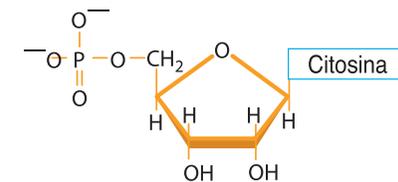
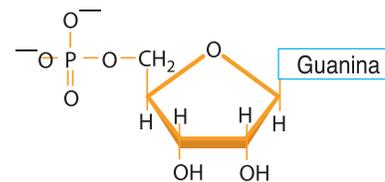
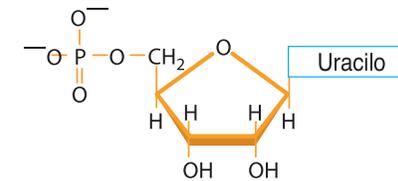
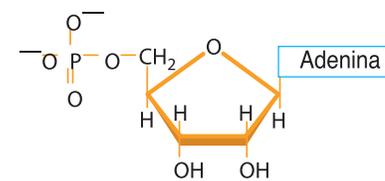


Guanina



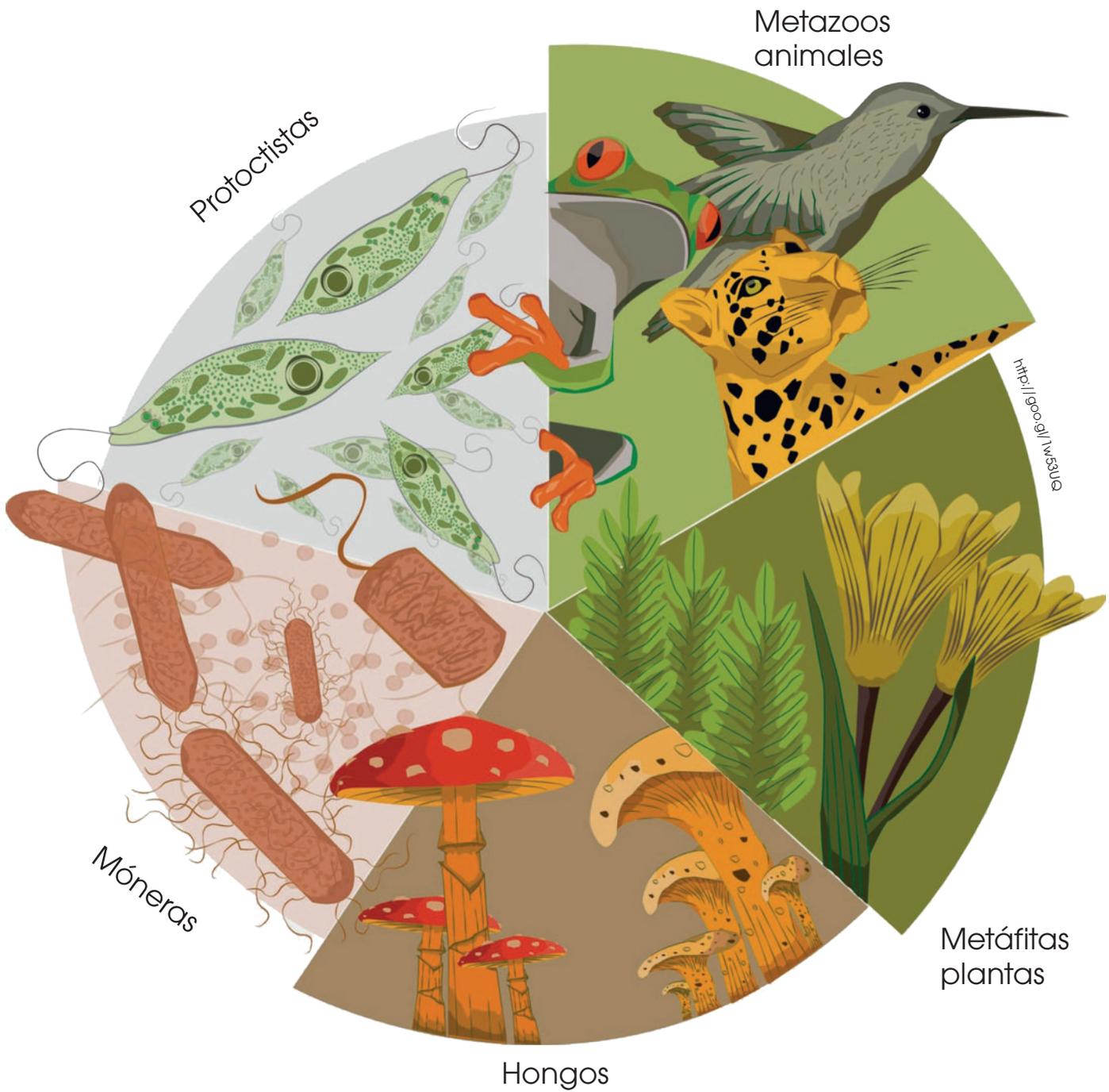
Citosina

Ribonucleótidos





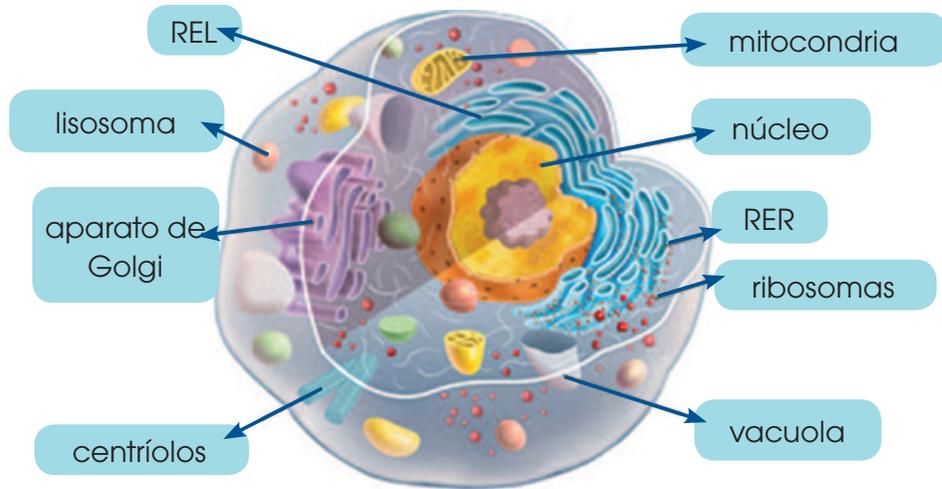
# LOS DOMINIOS Y REINOS DE LOS SERES VIVOS



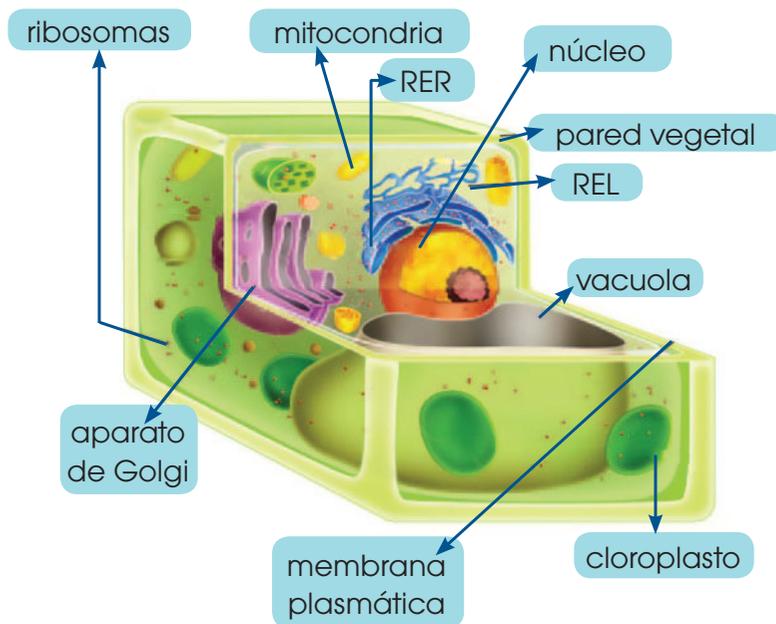


# LA CÉLULA

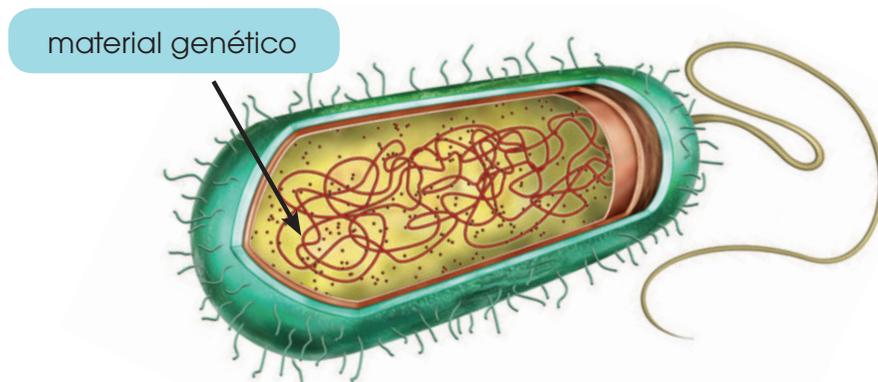
## ANIMAL



## VEGETAL



## BACTERIANA





PLAN NACIONAL  
DEL LIBRO Y LA LECTURA  
José de la Cuadra



¡LEER ENCIENDE  
TU IMAGINACIÓN!

Visita nuestra página y accede a un mundo de contenidos  
[www.planlibroylectura.gob.ec](http://www.planlibroylectura.gob.ec)

## Matilde Montoya

Elena Favilli y Francesca Cavallo

Había una vez una mujer mexicana llamada Soledad que tuvo una hija a la que llamó Matilde. Soledad no tardó en darse cuenta de que su hija tenía una inteligencia excepcional. A los cuatro años ya sabía leer y escribir, y a los once estaba lista para entrar al bachillerato. A los dieciséis, Matilde empezó a educarse como partera, pero tenía sueños más ambiciosos. Quería ser doctora.

Cuando entró a la Escuela Nacional de Medicina, era la única estudiante mujer. Mucha gente le dijo que las mujeres no podían ser doctoras, pero su mamá y sus amistades estaban de su lado.

Al final del primer año, la universidad intentó expulsarla, así que Matilde decidió escribirle una carta al presidente de México para pedirle ayuda. Le escribió también a la universidad para pedir que dejaran de ser tan injustos con ella. Matilde logró terminar las clases, pero entonces la universidad le impidió presentar el examen final.

Una vez más, Matilde le escribió al presidente para que interviniera. Esta vez se aprobó una ley que les permitía a las mujeres estudiar medicina y ser doctoras. El presidente fue en persona a la universidad para ver a Matilde hacer su examen final. Fue un momento histórico.

Al siguiente día, los periódicos de todo el país aclamaban la historia de la señorita Matilde Montoya, la primera doctora mexicana.

Tomado de Favilli, E. y Cavallo, F. (2017). *Cuentos de buenas noches para niñas rebeldes*. Bogotá: Planeta.

**Elena Favilli** nació en Italia. Es escritora y empresaria de medios de comunicación. Estudió semiótica en la Universidad de Bolonia, y periodismo digital en la U.C. Berkeley.

**Francesca Cavallo** nació en Italia. Tiene títulos en Ciencias de la Comunicación y Dirección Teatral. Fue fundadora de la compañía de teatro Kilidrammi, de Paolo Rossi

## Dahuë yo'oye

Alexis Oviedo

La tierra rozó la barriga de la canoa y descendimos al improvisado muelle en la ribera del Cuyabeno. Era domingo por la mañana, las nubes estaban más oscuras que los días precedentes y parecía aún más temprano de lo que era en realidad. La comunidad Siona, a la que arribamos, estaba desierta y, sin embargo, podía escucharse al fondo de la misma, al interior de una construcción mixta, la voz eufórica de un pastor cristiano y la respuesta de sus feligreses. Efi, el guía, detuvo al grupo debajo de un árbol de guaba machetona y comenzó a mostrar los árboles de chonta, las frondosas matas de yuca y algunos corocillos, mientras esperaba el fin del oficio religioso y la llegada de Mama Luz, la matriarca.

El grupo se concentra en la explicación, y yo más bien en el paisaje, por lo que soy el único en notar a un muchacho, con camiseta y pantaloneta negras, salir de un rincón de la selva opuesto al templo. Tendrá no más de dieciséis años y se acerca lentamente hacia nosotros guardando prudente distancia. Cuando está a pocos metros, puedo ver que sus ojos están enormemente abiertos, sus manos crispadas abriendo y cerrando los dedos, como si se preparara para usarlas. Nos mira de reojo, a medida que se aleja lentamente, mientras el grupo inocente disfruta de unas guabas. Efi percibió dónde estaba mi atención y me dijo:

—Ese muchacho tiene muy mala energía, cuando era chico se le metió un espíritu de la selva muy poderoso.

—¿Le han llevado al hospital en Lago Agrio? —inquirí esperando la respuesta mística.

—Imposible, los brujos dicen que el espíritu es tan poderoso que podría matar al médico. Ninguno de los curanderos se atreve a tratarlo solo. Dicen que solo una ceremonia con al menos 30 shamanes podría hacer algo...

Los miembros del grupo disfrutaban del fruto de la guaba machetona y comentan sobre su exquisitez nunca probada. El guía retoma la explicación de la flora y el muchacho viene de nuevo en dirección contraria, pasa a nuestro lado a la misma prudente distancia, pero esta vez con paso ágil. Lo miro con disimulo, protegido por las gafas y la visera.



Cuando está completamente de espaldas, ausculto sus movimientos para determinar un diagnóstico. Entonces gira violentamente su cabeza y su mirada llameante se ensarta en mis ojos. Me asusto por un instante, me invade un leve estremecimiento en esa fracción de segundo, tal como aquella vez que vi junto a mi pierna una serpiente en Dureno. De inmediato el templo se llena de euforia, el pastor genera invocaciones más fuertes que se amplifican desde el megáfono y que anteceden a gritos, quejidos y hasta llanto de los asistentes. El muchacho desaparece en la selva y el templo queda en silencio.

Efi nos lleva a una plantación de yuca cercana. Aparece Mama Luz con su vestido vaporoso color jade y su amplia sonrisa, hunde sus manos en la tierra y muestra los tubérculos que acaba de sacar. Al mismo tiempo se abren las nubes y el sol pretende mostrarse, todo lo cual hace que las exclamaciones emocionadas de los visitantes se dejen oír.

Puedo divisar otra vez al muchacho, quien desde un costado de la plantación, está agazapado entre unas matas de plátano. Ahora luce una camiseta amarilla, sus ojos siguen enormemente abiertos, pero no mira al grupo de reojo, sino directamente, con la misma expresión de un jaguar listo para saltar. Mama Luz delicadamente vuelca la vista hacia el platanar y el chiquillo se esconde.

Tomado de <https://goo.gl/9NyMjC> (15/02/2018)

**Alexis Oviedo** (1970). Escritor ecuatoriano, autor de varios textos sobre educación, lenguaje, literatura y matemáticas. Su novela *Arcanos Mayores* se publicó en 2017.

## A imagen y semejanza

Mario Benedetti

Era la última hormiga de la caravana, y no pudo seguir la ruta de sus compañeras. Un terrón de azúcar había resbalado desde lo alto, quebrándose en varios terroncitos. Uno de estos le interceptaba el paso. Por un instante la hormiga quedó inmóvil sobre el papel color crema. Luego, sus patitas delanteras tantearon el terrón. Retrocedió, después se detuvo. Tomando sus patas traseras como casi punto fijo de apoyo, dio una vuelta alrededor de sí misma en el sentido de las agujas de un reloj. Solo entonces se acercó de nuevo.

Las patas delanteras se estiraron, en un primer intento de alzar el azúcar, pero fracasaron. Sin embargo, el rápido movimiento hizo que el terrón quedara mejor situado para la operación de carga. Esta vez la hormiga acometió lateralmente su objetivo, alzó el terrón y lo sostuvo sobre su cabeza. Por un instante pareció vacilar, luego reinició el viaje, con un andar bastante más lento que el que traía. Sus compañeras ya estaban lejos, fuera del papel, cerca del zócalo. La hormiga se detuvo, exactamente en el punto en que la superficie por la que marchaba, cambiaba de color. Las seis patas hollaron una N mayúscula y oscura. Después de una momentánea detención, terminó por atravesarla. Ahora la superficie era otra vez clara. De pronto el terrón resbaló sobre el papel, partiéndose en dos. La hormiga hizo entonces un recorrido que incluyó una detenida inspección de ambas porciones, y eligió la mayor. Cargó con ella, y avanzó. En la ruta, hasta ese instante libre, apareció una colilla aplastada. La bordeó lentamente, y cuando reapareció al otro lado del pucho, la superficie se había vuelto nuevamente oscura porque en ese instante el tránsito de la hormiga tenía lugar sobre una A. Hubo una leve corriente de aire, como si alguien hubiera soplado. Hormiga y carga rodaron. Ahora el terrón se desarmó por completo. La hormiga cayó sobre sus patas y emprendió una enloquecida carrerita en círculo. Luego pareció tranquilizarse. Fue hacia uno de los granos de azúcar que antes había formado parte del medio terrón, pero no lo cargó. Cuando reinició su marcha no había perdido la ruta. Pasó rápidamente sobre una D oscura, y al reingresar en la zona clara, otro obstáculo la detuvo. Era un trocito de algo, un palito acaso tres veces más grande que ella misma. Retrocedió, avanzó, tanteó el palito, se quedó inmóvil durante unos segundos. Luego empezó la tarea de carga. Dos veces se resbaló el palito, pero al final quedó bien afirmado, como una suerte de mástil inclinado. Al pasar sobre el área de la segunda A oscura, el andar de la hormiga era casi triunfal. Sin embargo, no había avanzado dos centímetros por la superficie clara del papel, cuando algo o alguien movió aquella hoja y la hormiga rodó, más o menos replegada sobre sí misma. Solo pudo reincorporarse cuando llegó a la madera del piso. A cinco centímetros estaba el palito. La hormiga avanzó hasta él, esta vez con parsimonia, como midiendo cada séxtuple paso. Así y todo, llegó hasta su objetivo, pero cuando estiraba las patas delanteras, de nuevo corrió el aire y el palito rodó hasta detenerse diez centímetros más allá, semicaído en una de las rendijas que separaban los tablones del piso.



Uno de los extremos, sin embargo, emergía hacia arriba. Para la hormiga, semejante posición representó en cierto modo una facilidad, ya que pudo hacer un rodeo a fin de intentar la operación desde un ángulo más favorable. Al cabo de medio minuto, la faena estaba cumplida. La carga, otra vez alzada, estaba ahora en una posición más cercana a la estricta horizontalidad. La hormiga reinició la marcha, sin desviarse jamás de su ruta hacia el zócalo. Las otras hormigas, con sus respectivos víveres, habían desaparecido por algún invisible agujero. Sobre la madera, la hormiga avanzaba más lentamente que sobre el papel. Un nudo, bastante rugoso de la tabla, significó una demora de más de un minuto. El palito estuvo a punto de caer, pero un particular vaivén del cuerpo de la hormiga aseguró su estabilidad. Dos centímetros más y un golpe resonó. Un golpe aparentemente dado sobre el piso. Al igual que las otras, esa tabla vibró y la hormiga dio un saltito involuntario, en el curso del cual, perdió su carga. El palito quedó atravesado en el tablón contiguo. El trabajo siguiente fue cruzar la hendidura, que en ese punto era bastante profunda. La hormiga se acercó al borde, hizo un leve avance erizado de alertas, pero aun así se precipitó en aquel abismo de centímetro y medio. Le llevó varios segundos rehacerse, escalar el lado opuesto de la hendidura y reaparecer en la superficie del siguiente tablón. Ahí estaba el palito. La hormiga estuvo un rato junto a él, sin otro movimiento que un intermitente temblor en las patas delanteras. Después llevó a cabo su quinta operación de carga. El palito quedó horizontal, aunque algo oblicuo con respecto al cuerpo de la hormiga. Esta hizo un movimiento brusco y entonces la carga quedó mejor acomodada. A medio metro estaba el zócalo. La hormiga avanzó en la antigua dirección, que en ese espacio casualmente se correspondía con la veta. Ahora el paso era rápido, y el palito no parecía correr el menor riesgo de derrumbe. A dos centímetros de su meta, la hormiga se detuvo, de nuevo alertada. Entonces, de lo alto apareció un pulgar, un ancho dedo humano, y concienzudamente aplastó carga y hormiga.

Tomado de [https://goo.gl/Ay4WaW\(02/03/2018\)](https://goo.gl/Ay4WaW(02/03/2018))

**Mario Benedetti** (1920-2009). Escritor uruguayo perteneciente a la Generación del 45 de su país. Publicó numerosos relatos, novelas y poemarios durante su vida.

## El híbrido

Franz Kafka

Tengo un animal curioso mitad gatito, mitad cordero. Es una herencia de mi padre. En mi poder se ha desarrollado del todo; antes era más cordero que gato. Ahora es mitad y mitad. Del gato tiene la cabeza y las uñas, del cordero el tamaño y la forma; de ambos los ojos, que son huraños y chispeantes, la piel suave y ajustada al cuerpo, los movimientos a la par saltarines y furtivos. Echado al sol, en el hueco de la ventana se hace un ovillo y ronronea; en el campo corre como loco y nadie lo alcanza. Dispara de los gatos y quiere atacar a los corderos. En las noches de luna su paseo favorito es la canaleta del tejado. No sabe maullar y abomina a los ratones. Horas y horas pasa al acecho ante el gallinero, pero jamás ha cometido un asesinato. Lo alimento con leche; es lo que le sienta mejor. A grandes tragos sorbe la leche entre sus dientes de animal de presa. Naturalmente, es un gran espectáculo para los niños. La hora de visita es los domingos por la mañana. Me siento con el animal en las rodillas y me rodean todos los niños de la vecindad.

Se plantean entonces las más extraordinarias preguntas, que no puede contestar ningún ser humano. Por qué hay un solo animal así, por qué soy yo el poseedor y no otro, si antes ha habido un animal semejante y qué sucederá después de su muerte, si no se siente solo, por qué no tiene hijos, como se llama, etcétera.

No me tomo el trabajo de contestar: me limito a exhibir mi propiedad, sin mayores explicaciones. A veces las criaturas traen gatos; una vez llegaron a traer dos corderos. Contra sus esperanzas, no se produjeron escenas de reconocimiento. Los animales se miraron con mansedumbre desde sus ojos animales, y se aceptaron mutuamente como un hecho divino.

En mis rodillas el animal ignora el temor y el impulso de perseguir. Acurrucado contra mí es como se siente mejor. Se apega a la familia que lo ha criado. Esa fidelidad no es extraordinaria: es el recto instinto de un animal que, aunque tiene en la tierra innumerables lazos políticos, no tiene un solo consanguíneo, y para quien es sagrado el apoyo que ha encontrado en nosotros.



A veces tengo que reírme cuando resuella a mi alrededor, se me enreda entre las piernas y no quiere apartarse de mí. Como si no le bastara ser gato y cordero quiere también ser perro. Una vez —eso le acontece a cualquiera— yo no veía modo de salir de dificultades económicas, ya estaba por acabar con todo. Con esa idea me hamacaba en el sillón de mi cuarto, con el animal en las rodillas; se me ocurrió bajar los ojos y vi lágrimas que goteaban en sus grandes bigotes. ¿Eran tuyas o mías? ¿Tiene este gato de alma de cordero el orgullo de un hombre? No he heredado mucho de mi padre, pero vale la pena cuidar este legado.

Tiene la inquietud de los dos, la del gato y la del cordero, aunque son muy distintas. Por eso le queda chico el pellejo. A veces salta al sillón, apoya las patas delanteras contra mi hombro y me acerca el hocico al oído. Es como si me hablara, y de hecho vuelve la cabeza y me mira deferente para observar el efecto de su comunicación. Para complacerlo hago como si lo hubiera entendido y muevo la cabeza. Salta entonces al suelo y brinca alrededor.

Tal vez la cuchilla del carnicero fuera la redención para este animal, pero él es una herencia y debo negársela. Por eso deberá esperar hasta que se le acabe el aliento, aunque a veces me mira con razonables ojos humanos, que me instigan al acto razonable.

Tomado de <https://goo.gl/cRRyc9> (20/03/2018)

**Franz Kafka** (1883-1924). Escritor nacido en Praga, en el seno de una familia acomodada perteneciente a la minoría judía de lengua alemana. La fuerza de su obra ha sido tan importante que el término kafkiano se aplica a situaciones sociales angustiosas o grotescas, o a su tratamiento en la literatura.

## El libro de arena (fragmento)

Jorge Luis Borges

Yo vivo solo, en un cuarto piso de la calle Belgrano. Hará unos meses, al atardecer, oí un golpe en la puerta. Abrí y entró un desconocido. Era un hombre alto, de rasgos desdibujados. Acaso mi miopía los vio así. Todo su aspecto era de pobreza decente. Estaba de gris y traía una valija gris en la mano. En seguida sentí que era extranjero. Al principio lo creí viejo; luego advertí que me había engañado su escaso pelo rubio, casi blanco, a la manera escandinava.

En el curso de nuestra conversación, que no duraría una hora, supe que procedía de las Orcadas. Le señalé una silla. El hombre tardó un rato en hablar. Exhalaba melancolía, como yo ahora.

—Vendo biblias —me dijo. No sin pedantería le contesté:

—En esta casa hay algunas biblias inglesas, incluso la primera, la de John Wiclif. Tengo asimismo la de Cipriano de Valera, la de Lutero, que literariamente es la peor, y un ejemplar latino de la Vulgata. Como usted ve, no son precisamente biblias lo que me falta. Al cabo de un silencio me contestó:

—No solo vendo biblias. Puedo mostrarle un libro sagrado que tal vez le interese. Lo adquirí en los confines de Bikanir. Abrió la valija y lo dejó sobre la mesa. Era un volumen en octavo, encuadernado en tela. Sin duda había pasado por muchas manos. Lo examiné; su inusitado peso me sorprendió. En el lomo decía Holy Writ y abajo Bombay.

—Será del siglo diecinueve —observé.

—No sé. No lo he sabido nunca —fue la respuesta.

Lo abrí al azar. Los caracteres me eran extraños. Las páginas, que me parecieron gastadas y de pobre tipografía, estaban impresas a dos columnas a la manera de una biblia. El texto era apretado y estaba ordenado en versículos. En el ángulo superior de las páginas había cifras arábigas. Me llamó la atención que la página par llevara el número (digamos) 40 514 y la impar, la siguiente, 999. La volví; el dorso estaba numerado con ocho cifras. Llevaba una pequeña ilustración, como es de uso en los diccionarios: un ancla dibujada a la pluma, como por la torpe mano de un niño. Fue entonces que el desconocido me dijo: —Mírela bien. Ya no la verá nunca más.

Había una amenaza en la afirmación, pero no en la voz. Me fijé en el lugar y cerré el volumen. Inmediatamente lo abrí. En vano busqué la figura del ancla, hoja tras hoja. Para ocultar mi desconcierto, le dije:

—Se trata de una versión de la Escritura en alguna lengua indostánica, ¿no es verdad?

—No —me replicó. Luego bajó la voz como para confiarme un secreto:



—Lo adquirí en un pueblo de la llanura, a cambio de unas rupias y de la Biblia. Su poseedor no sabía leer. Sospecho que en el Libro de los Libros vio un amuleto. Era de la casta más baja; la gente no podía pisar su sombra sin contaminación. Me dijo que su libro se llamaba el Libro de Arena porque ni el libro ni la arena tienen principio ni fin. Me pidió que buscara la primera hoja.

Apoyé la mano izquierda sobre la portada y abrí con el dedo pulgar casi pegado al índice. Todo fue inútil: siempre se interponían varias hojas entre la portada y la mano. Era como si brotaran del libro.

—Ahora busque el final.

También fracasé; apenas logré balbucear con una voz que no era la mía:

—Esto no puede ser.

Siempre en voz baja el vendedor de biblias me dijo:

—No puede ser, pero es. El número de páginas de este libro es exactamente infinito. Ninguna es la primera; ninguna, la última. No sé por qué están numeradas de ese modo arbitrario. Acaso para dar a entender que los términos de una serie infinita aceptan cualquier número.

Después, como si pensara en voz alta:

—Si el espacio es infinito estamos en cualquier punto del espacio. Si el tiempo es infinito estamos en cualquier punto del tiempo.

Tomado de <https://goo.gl/VUKxrw> (01/03/2018)

**Jorge Luis Borges** (1899-1986). Poeta, ensayista y escritor argentino. Entre sus obras destacan *Historia universal de la infamia*, *Antología de la literatura fantástica*, *La moneda de hierro*, *El informe de Brodie*, entre otras.

## Si sos un tipo feliz

José Hernández

Si sos un tipo feliz  
sin temores y sin miedos  
no se te ocurra jamás  
dejarte hacer un chequeo,  
porque te vas a enterar,  
sin siquiera suponerlo,  
que estás en las diez de últimas  
aunque te cueste creerlo.

Seguro van a decirte  
que te sobran triglicéridos  
lo mismo fosfolípidos,  
sin colesterol del bueno,  
y que por los ateromas  
que ellos te van produciendo  
ya tenés la cañería  
tapada de medio a medio:  
que eso preanuncia un infarto,  
que todo es cuestión de tiempo...

También te puede ocurrir  
que te encuentren un bloqueo,  
una elongación de aorta  
que no augura nada bueno;  
taquicardia sinusal  
que habrá que parar a tiempo,  
o una isquemia de cuidado  
en el ventrículo izquierdo.

Son enormes las variantes  
del informe del chequeo,  
todo es cuestión del color  
del cristal de tu galeno:  
inflamación en el colon,  
irritación en el recto,  
que el intestino delgado  
no absorbe los alimentos;  
exceso de fosfatasas  
o carencia de anticuerpos;  
que puedas tener mareos  
por culpa del oído medio;  
enfisema pulmonar,  
úlceras en el duodeno,  
insuficiencia renal,  
cálculos en el colédoco;  
y hasta te pueden decir  
aunque no entiendas ni medio,  
que hay una falla en el ácido  
desoxirribonucleico.

Y aunque te sientas fenómeno  
y así le insistas al médico,  
lo tenés que aceptar todo  
porque lo dice el chequeo.



Lo que más te va a asombrar  
-aunque en esto seas un lego-  
es la gran similitud  
de todos los tratamientos  
excluyendo, por supuesto,  
el tema medicamentos:  
siempre una dieta hiposódica,  
andar kilómetro y medio  
y nada de carnes rojas,  
ni embutidos ¡ni quesos!;  
si pescado -bien hervido-,  
y pollo, pero sin cuero...

Tendrás que decirle adiós  
a tus grandes compañeros:  
el whisky y el cigarrillo,  
y hasta al cafecito negro.  
Si a vos, que antes del chequeo,  
casi te creías Tarzán,  
poco menos que un pendejo,  
te digan 'que estás pal jonca  
si no lo tomás en serio'...

Por eso querido amigo  
a aconsejarte me atrevo:  
si sos un tipo feliz,  
sin temores y sin miedos,  
¡no se te ocurra jamás,  
dejarte hacer un chequeo!

Tomado de <https://goo.gl/iAXPzm> (15/02/2018)

**José Hernández** (1834-1886). Escritor argentino de la obra *Martín Fierro*, cuya importancia radica en la valoración del hombre de campo.

## A la deriva

Horacio Quiroga

El hombre pisó blanduzco, y en seguida sintió la mordedura en el pie. Saltó adelante, y al volverse con un juramento vio una yararacusú que arrollada sobre sí misma esperaba otro ataque.

El hombre echó una veloz ojeada a su pie, donde dos gotitas de sangre engrosaban dificultosamente, y sacó el machete de la cintura. La víbora vio la amenaza, y hundió más la cabeza en el centro mismo de su espiral; pero el machete cayó de lomo, dislocándole las vértebras.

El hombre se bajó hasta la mordedura, quitó las gotitas de sangre, y durante un instante contempló. Un dolor agudo nacía de los dos puntitos violetas, y comenzaba a invadir todo el pie. Apresuradamente se ligó el tobillo con su pañuelo y siguió por la picada hacia su rancho.

El dolor en el pie aumentaba, con sensación de tirante abultamiento, y de pronto el hombre sintió dos o tres fulgurantes puntadas que como relámpagos habían irradiado desde la herida hasta la mitad de la pantorrilla. Movía la pierna con dificultad; una metálica sequedad de garganta, seguida de sed quemante, le arrancó un nuevo juramento.

Llegó por fin al rancho, y se echó de brazos sobre la rueda de un trapiche. Los dos puntitos violeta desaparecían ahora en la monstruosa hinchazón del pie entero. La piel parecía adelgazada y a punto de ceder, de tensa. Quiso llamar a su mujer, y la voz se quebró en un ronco arrastre de garganta reseca. La sed lo devoraba.

—¡Dorotea! —alcanzó a lanzar en un estertor. ¡Dame caña!

Su mujer corrió con un vaso lleno, que el hombre sorbió en tres tragos. Pero no había sentido del gusto alguno.

—¡Te pedí caña, no agua! —rugió de nuevo. ¡Dame caña!

—¡Pero es caña, Paulino! —protestó la mujer espantada.

—¡No, me diste agua! ¡Quiero caña, te digo!

La mujer corrió otra vez, volviendo con la damajuana. El hombre tragó uno tras otro dos vasos, pero no sintió nada en la garganta.

—Bueno; esto se pone feo —murmuró entonces, mirando su pie lívido y ya con lustre gangrenoso. Sobre la honda ligadura del pañuelo, la carne desbordaba como una monstruosa morcilla.

Los dolores fulgurantes se sucedían en continuos relampagueos, y llegaban ahora a la ingle. La atroz sequedad de garganta que el aliento parecía caldear más, aumentaba a la par. Cuando pretendió incorporarse, un fulminante vómito lo mantuvo medio minuto con la frente apoyada en la rueda de palo.

Pero el hombre no quería morir, y descendiendo hasta la costa subió a su canoa. Sentóse en la popa y comenzó a palear hasta el centro del Paraná. Allí la corriente del río, que en las inmediaciones del Iguazú corre seis millas, lo llevaría antes de cinco horas a Tacurú-Pucú.



El hombre, con sombría energía, pudo efectivamente llegar hasta el medio del río; pero allí sus manos dormidas dejaron caer la pala en la canoa, y tras un nuevo vómito —de sangre esta vez— dirigió una mirada al sol que ya trasponía el monte.

La pierna entera, hasta medio muslo, era ya un bloque deforme y durísimo que reventaba la ropa. El hombre cortó la ligadura y abrió el pantalón con su cuchillo: el bajo vientre desbordó hinchado, con grandes manchas lívidas y terriblemente doloroso. El hombre pensó que no podría jamás llegar él solo a Tacurú-Pucú, y se decidió a pedir ayuda a su compadre Alves, aunque hacía mucho tiempo que estaban disgustados.

La corriente del río se precipitaba ahora hacia la costa brasileña, y el hombre pudo fácilmente atracar. Se arrastró por la picada en cuesta arriba, pero a los veinte metros, exhausto, quedó tendido de pecho.

—¡Alves! —gritó con cuanta fuerza pudo; y prestó oído en vano. —¡Compadre Alves! ¡No me niegue este favor! —clamó de nuevo, alzando la cabeza del suelo. En el silencio de la selva no se oyó un solo rumor. El hombre tuvo aún valor para llegar hasta su canoa, y la corriente, cogiéndola de nuevo, la llevó velozmente a la deriva.

El Paraná corre allí en el fondo de una inmensa hoya, cuyas paredes, altas de cien metros, encajonan fúnebremente el río. Desde las orillas bordeadas de negros bloques de basalto, asciende el bosque, negro también. Adelante, a los costados, detrás, la eterna muralla lúgubre, en cuyo fondo el río arremolinado se precipita en incesantes borbotones de agua fangosa. El paisaje es agresivo, y reina en él un silencio de muerte. Al atardecer, sin embargo, su belleza sombría y calma cobra una majestad única.

El sol había caído ya cuando el hombre, semitendido en el fondo de la canoa, tuvo un violento escalofrío. Y de pronto, con asombro, enderezó pesadamente la cabeza: se sentía mejor. La pierna le dolía apenas, la sed disminuía, y su pecho, libre ya, se abría en lenta inspiración.

El veneno comenzaba a irse, no había duda. Se hallaba casi bien, y aunque no tenía fuerzas para mover la mano, contaba con la caída del rocío para reponerse del todo. Calculó que antes de tres horas estaría en Tacurú-Pucú.

El bienestar avanzaba, y con él una somnolencia llena de recuerdos. No sentía ya nada ni en la pierna ni en el vientre. ¿Viviría aún su compadre Gaona en Tacurú-Pucú? Acaso viera también a su expatrón místico Dougald, y al recibidor del obraje.

¿Llegaría pronto? El cielo, al poniente, se abría ahora en pantalla de oro, y el río se había coloreado también. Desde la costa paraguaya, ya entenebrecida, el monte dejaba caer sobre el río su frescura crepuscular, en penetrantes efluvios de azahar y miel silvestre. Una pareja de guacamayos cruzó muy alto y en silencio hacia el Paraguay.

Allá abajo, sobre el río de oro, la canoa derivaba velozmente, girando a ratos sobre sí misma ante el borbollón de un remolino. El hombre que iba en ella se sentía cada vez mejor, y pensaba entretanto en el tiempo justo que había pasado sin ver a su ex patrón Dougald. ¿Tres años? Tal vez no, no tanto. ¿Dos años y nueve meses? Acaso. ¿Ocho meses y medio? Eso sí, seguramente.

De pronto sintió que estaba helado hasta el pecho. ¿Qué sería? Y la respiración también...

Al recibidor de maderas de místico Dougald, Lorenzo Cubilla, lo había conocido en Puerto Esperanza un viernes santo... ¿Viernes? Sí, o jueves...

El hombre estiró lentamente los dedos de la mano.  
—Un jueves...

Y cesó de respirar.

Tomado de <https://goo.gl/pXV9gA> (02/03/2018)

**Horacio Quiroga** (1878-1937). Escritor uruguayo considerado un maestro del relato breve, por su prosa vívida enmarcada en las corrientes del naturalismo y el modernismo.



## Itzamá

María Aveiga del Pino

Gotea el tiempo. Lenta sangre en la muesca de una piedra. Cada recuerdo arrancado a la noche ofrece su rostro. Luego se aleja. Quiero el mar, el olor de mujer en un vestido leve. Llegará el mediodía cegado de selva y agobio. Llegará con el murmullo en la plaza donde se bebe agua pútrida y en los caminos las madres vierten salmuera de sus pechos y los hombres lamen cuerpos cercenados en la guerra. Mientras rezo. A nadie.

Tomado de <https://goo.gl/P9M2HB> (12/01/2018)

**María Aveiga del Pino** (1966). Poeta, antropóloga y arqueóloga ecuatoriana. Ha colaborado con artículos y poemas en importantes revistas del medio, como *Contexto*.

## Genética

Ricardo Soca

La genética es la ciencia que trata de la herencia biológica y de las leyes que la rigen. Su nombre se deriva del griego *genetikós* 'genitivo', 'engendrador', derivado de *génnesis* 'origen', 'nacimiento', procedente del indoeuropeo *gen-*, que significa 'generación, producción'. Este término indoeuropeo está presente en el origen de numerosas palabras en todas las lenguas modernas, tales como en español: *general*, *generación* y *genital*, entre muchas otras. En las lenguas modernas, la palabra surge en el inglés *genetics*, hacia 1865, pero solo adquiere su significado actual por obra del genetista inglés William Bateson en 1906, y se propaga rápidamente al francés *génétique*, al italiano *genetica*, al alemán *Genetik* y tanto al español como al portugués *genética*.

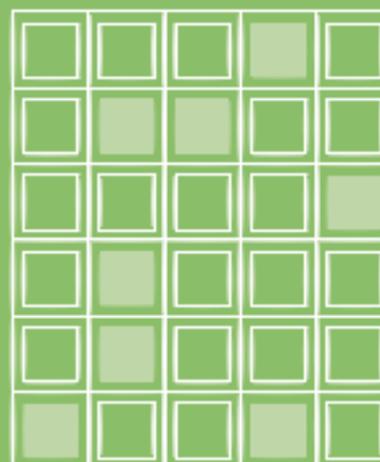
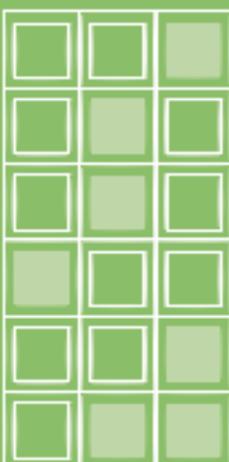
Tomado de <https://goo.gl/tPniNL> (20/03/2018)

**Ricardo Soca**. Estudioso del origen de las palabras. Ha publicado los libros *La fascinante historia de las palabras* y *Nuevas fascinantes historias de las palabras*.

ISBN: 978-8912-03-015-7



9789942230157



MINISTERIO  
DL EDUCACIÓN



EL  
GOBIERNO  
DE TODOS



@MinisterioEducacionEcuador



@Educacion\_EC



/MinEducacionEcuador



/Educacionecuador

[www.educacion.gob.ec](http://www.educacion.gob.ec)

Información: 1800 EDUCACIÓN (338222) o [info@educacion.gob.ec](mailto:info@educacion.gob.ec)