

TEXTO DEL ESTUDIANTE

# BIOLOGÍA



**DIB ATALA BRANDT**

PROFESOR DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS NATURALES,  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
MAGÍSTER(c) EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN EVALUACIÓN,  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

**FRANCO CATALDO LAGOS**

PROFESOR DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS NATURALES,  
UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAGÍSTER(c) EN CURRÍCULUM Y EVALUACIÓN,  
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

**DANTE CISTERNA ALBURQUERQUE**

PROFESOR DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS NATURALES,  
INGENIERO AGRÓNOMO,  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
MAGÍSTER(c) EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN EVALUACIÓN,  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE



El Texto del Estudiante **Biología 1° Educación Media** es una obra colectiva, creada y diseñada por el Departamento de Investigaciones Educativas de Editorial Santillana, bajo la dirección de  
**MANUEL JOSÉ ROJAS LEIVA**

COORDINACIÓN DE PROYECTO:  
Eugenia Águila Garay

COORDINACIÓN ÁREA CIENTÍFICA:  
Marisol Flores Prado

EDICIÓN:  
Susana Gutiérrez Fabres

AYUDANTE DE EDICIÓN:  
Andrea Vergara Rojas

REVISIÓN DE ESPECIALISTA:  
Sergio Flores Carrasco

AUTORES:  
Dib Atala Brandt  
Franco Cataldo Lagos  
Dante Cisterna Albuquerque

CORRECCIÓN DE ESTILO:  
Astrid Fernández Bravo  
Isabel Spoerer Varela

DOCUMENTACIÓN:  
Paulina Novoa Venturino  
María Paz Contreras Fuentes

La realización gráfica ha sido efectuada bajo la dirección de  
**VERÓNICA ROJAS LUNA**

COORDINACIÓN GRÁFICA:  
Carlota Godoy Bustos

COORDINACIÓN LICITACIÓN:  
Xenia Venegas Zevallos

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:  
Tzaddi Cabello Fuica

ILUSTRACIONES DIGITALES:  
Marcelo Cáceres Ávila  
Juan Esteban del Pino Briceño

CUBIERTA:  
Xenia Venegas Zevallos

PRODUCCIÓN:  
Germán Urrutia Garín

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

© 2010, by Santillana del Pacífico S.A. de Ediciones,  
Dr. Aníbal Ariztía 1444, Providencia, Santiago (Chile)  
PRINTED IN CHILE  
Impreso en Chile por World Color Chile S.A.  
ISBN: 978-956-15-1564-2  
Inscripción N° 187.076  
www.santillana.cl

Referencias del Texto Ciencias Biológicas 1, Educación Media, de los autores: Sergio Flores Carrasco, Germán Manríquez Soto y Luis Flores Prado. Santillana del Pacífico S.A. de Ediciones, Santiago, Chile, 2005.

**La materialidad y fabricación de este texto está certificada por el IDIEM – Universidad de Chile.**

# BIOLOGÍA

1<sup>o</sup>  
Educación  
Media

## Presentación

La Biología es una ciencia experimental que constantemente nos asombra con nuevos descubrimientos, en sus diversas áreas de estudio. En su desarrollo han jugado un rol importante la investigación científica y los avances tecnológicos, que han provocado importantes cambios en el mundo en que vivimos, y seguramente lo seguirán haciendo.

Hemos diseñado este Texto pensando en ti, como protagonista de tu proceso de aprendizaje. Procuramos entregarte los contenidos empleando un lenguaje sencillo, con ejemplos cotidianos, y con actividades y experimentos simples que te motiven a investigar y entender fenómenos que ocurren a tu alrededor. Esperamos que al recorrer las páginas de este libro puedas descubrir y admirar los principios comunes al funcionamiento de todas las formas vivientes, y apreciar la interdependencia que existe entre estas. También pretendemos que adquieras hábitos y conductas responsables frente a la mantención de tu salud y al cuidado del medioambiente y de la biodiversidad presente en nuestro planeta.




# Organización del Texto

El texto **Biología 1º**, que tienes en tus manos, lo hemos creado y diseñado pensando en ti, para que a través de sus páginas descubras más acerca del maravilloso mundo que te rodea. El texto, organizado en cuatro unidades, presenta los tipos de página y las secciones que te presentamos a continuación.

## 1. Páginas de inicio de unidad

**Título de la unidad**

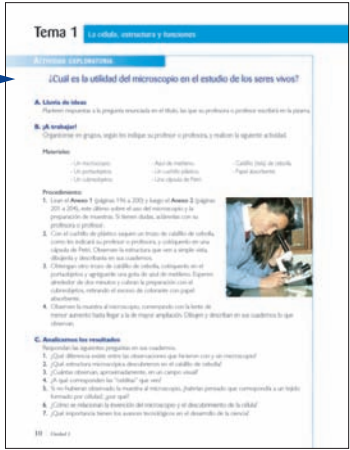


**Lo que sé:** actividad diagnóstica que te permitirá conocer lo que sabes sobre los temas de la unidad.

**Lo que aprenderé:** sección en la que te damos a conocer lo que aprenderás después de estudiar la unidad.

**Texto introductorio al tema de la unidad.**

**Actividad exploratoria:** página en la que te proponemos una actividad de indagación, para iniciar el trabajo de la unidad.

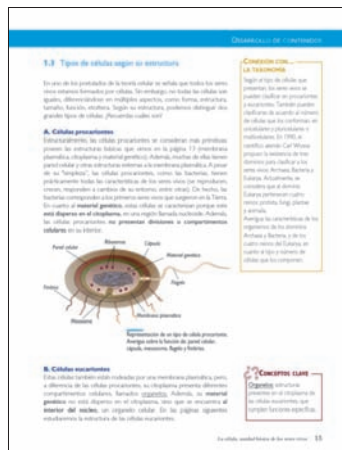


**Lo que me gustaría saber:** te invitamos a plantear preguntas que quisieras poder contestar al término de la unidad.

## 2. Páginas de desarrollo de contenidos

En ellas encontrarás:

- Actividades:** para que “construyas” tu conocimiento, o apliques lo que has aprendido.
- Inter@ctividad:** en la que podrás realizar una actividad a partir de sitios web.
- Conceptos clave:** te entregamos la definición de algunos términos, para que comprendas mejor lo que estás aprendiendo.
- Lectura científica:** página en la que te presentamos un tema científico actual, y preguntas que te ayuden a comprenderlo (**Trabajemos con la información**).




También encontrarás las secciones:

- Conexión con...,** en la que te mostramos la relación del contenido con otra área del conocimiento;
- Ten presente que...,** sección en la que encontrarás información importante, que no debes olvidar; y
- Reflexionemos,** en la que te invitamos a opinar sobre importantes temas éticos y valóricos.

### 3. Páginas de Indagación científica

En ellas te proponemos actividades para que trabajes como lo hacen las científicas y científicos. Encontrarás tres tipos de experimentos:

#### Experimento inicial

**Experimento inicial**  
**La incidencia de los trabajos de Pasteur en las teorías de la generación espontánea y celular**

**A. Hipótesis**  
 ¿Cree usted en la hipótesis de que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**B. Diseño experimental**  
 ¿Cree usted en el diseño experimental que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el diseño experimental que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el diseño experimental que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**C. Análisis de resultados y conclusiones**  
 ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que Pasteur llevó a cabo para probar la hipótesis de la generación espontánea?

#### Un nuevo experimento

**Un nuevo experimento**  
**¿Para qué nos sirve la saliva?**

**A. Hipótesis**  
 ¿Cree usted en la hipótesis de que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**B. Diseño experimental**  
 ¿Cree usted en el diseño experimental que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el diseño experimental que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el diseño experimental que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**C. Análisis de resultados y conclusiones**  
 ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que la saliva nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea?

#### Experimento final

**Experimento final**  
**¿Cómo influye la temperatura en la actividad enzimática?**

**A. Hipótesis**  
 ¿Cree usted en la hipótesis de que la temperatura influye en la actividad enzimática? ¿Cree usted en la hipótesis de que la temperatura influye en la actividad enzimática? ¿Cree usted en la hipótesis de que la temperatura influye en la actividad enzimática?

**B. Diseño experimental**  
 ¿Cree usted en el diseño experimental que la temperatura influye en la actividad enzimática? ¿Cree usted en el diseño experimental que la temperatura influye en la actividad enzimática? ¿Cree usted en el diseño experimental que la temperatura influye en la actividad enzimática?

**C. Análisis de resultados y conclusiones**  
 ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que la temperatura influye en la actividad enzimática? ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que la temperatura influye en la actividad enzimática? ¿Cree usted en el análisis de resultados y conclusiones que la temperatura influye en la actividad enzimática?

### 4. Páginas Opinión con fundamento

En ellas te exponemos un tema frente al cual puedes opinar, además de informar a otras personas.

### 5. Páginas de Síntesis de la unidad

En ellas encontrarás una síntesis ilustrada de los principales contenidos de la unidad.

### 6. Páginas Biología en la historia

En estas páginas encontrarás una cronología con hechos relevantes de la ciencia (relacionados con la unidad) y la historia.

**Opinión con fundamento:** Células troncales: promesas y problemas. ¿Cree usted en la hipótesis de que las células troncales nos sirven para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que las células troncales nos sirven para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que las células troncales nos sirven para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**Síntesis de la unidad:** Células troncales. ¿Cree usted en la hipótesis de que las células troncales nos sirven para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que las células troncales nos sirven para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que las células troncales nos sirven para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**Biología en la historia:** ¿Cree usted en la hipótesis de que la biología nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la biología nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la biología nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea?

### 7. Páginas de evaluación

**Evaluación de proceso.** Página en la que podrás aplicar lo que has aprendido en cada tema de la unidad.

**Evaluación final.** En estas páginas te invitamos a realizar diversas actividades para que apliques tus nuevos conocimientos, incluyendo una actividad grupal (**Proyecto**).

**Evaluación de proceso:** ¿Cree usted en la hipótesis de que la evaluación nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la evaluación nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la evaluación nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea?

**Evaluación final:** ¿Cree usted en la hipótesis de que la evaluación nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la evaluación nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea? ¿Cree usted en la hipótesis de que la evaluación nos sirve para probar la hipótesis de la generación espontánea?

## UNIDAD 1

### La célula, unidad básica de los seres vivos 8



<b>Tema 1: La célula, estructura y funciones</b> .....	10
Actividad exploratoria .....	10
Experimento inicial .....	13
Lectura científica .....	20
Evaluación de proceso .....	21
<b>Tema 2: Composición química de la célula</b> .....	22
Actividad exploratoria .....	22
Un nuevo experimento .....	27
Lectura científica .....	37
Experimento final .....	38
Evaluación de proceso .....	39
<b>Tema 3: La célula como "maquinaria viva"</b> .....	40
Actividad exploratoria .....	40
Evaluación de proceso .....	47
<b>Opinión con fundamento</b> .....	48
<b>Síntesis de la unidad</b> .....	50
<b>Biología en la historia</b> .....	52
<b>Evaluación final</b> .....	54
<b>Proyecto</b> .....	57

## UNIDAD 2

### Interacción célula-ambiente 58



<b>Tema 1: Membrana plasmática: estructura y funciones</b> .....	60
Actividad exploratoria .....	60
Experimento inicial .....	63
Evaluación de proceso .....	67
<b>Tema 2: Transporte de sustancias a través de la membrana plasmática</b> .....	68
Actividad exploratoria .....	68
Un nuevo experimento .....	70
Lectura científica .....	73
Lectura científica .....	76
Evaluación de proceso .....	77
<b>Tema 3: El transporte del agua: la osmosis</b> .....	78
Actividad exploratoria .....	78
Lectura científica .....	81
Experimento final .....	82
Evaluación de proceso .....	85
<b>Opinión con fundamento</b> .....	86
<b>Síntesis de la unidad</b> .....	88
<b>Biología en la historia</b> .....	90
<b>Evaluación final</b> .....	92
<b>Proyecto</b> .....	95

# UNIDAD 3

## Fotosíntesis y relaciones alimentarias

96



<b>Tema 1:</b> La fotosíntesis .....	98
Actividad exploratoria .....	98
Experimento inicial .....	102
Lectura científica .....	103
Evaluación de proceso .....	107
<b>Tema 2:</b> Factores que influyen en la fotosíntesis .....	108
Actividad exploratoria .....	108
Evaluación de proceso .....	113
<b>Tema 3:</b> Cadenas y tramas alimentarias .....	114
Actividad exploratoria .....	114
Un nuevo experimento .....	118
Lectura científica .....	121
Lectura científica .....	127
Experimento final .....	128
Evaluación de proceso .....	129
<b>Opinión con fundamento</b> .....	130
<b>Síntesis de la unidad</b> .....	132
<b>Biología en la historia</b> .....	134
<b>Evaluación final</b> .....	136
<b>Proyecto</b> .....	139

# UNIDAD 4

## Transferencia de materia y energía en los seres vivos

140

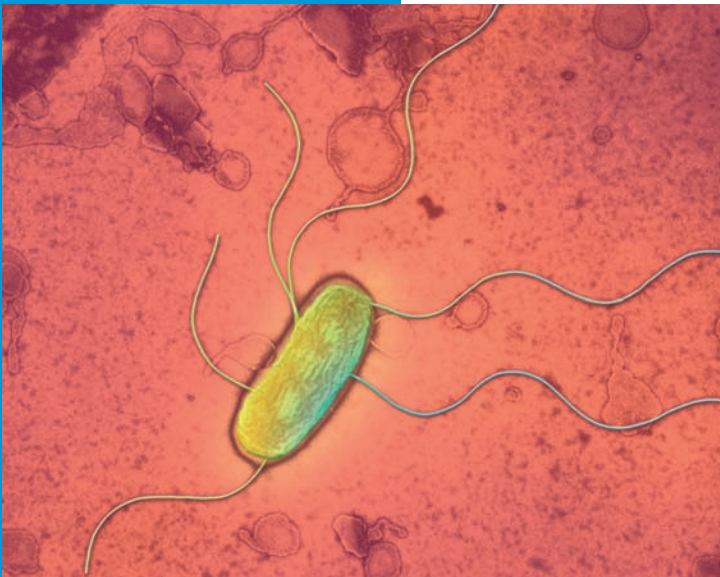


<b>Tema 1:</b> ¿Cómo se transfiere la energía entre los seres vivos? .....	142
Actividad exploratoria .....	142
Experimento inicial .....	150
Un nuevo experimento .....	153
Lectura científica .....	156
Evaluación de proceso .....	157
<b>Tema 2:</b> ¿Cómo se transfiere la materia entre los seres vivos? .....	158
Actividad exploratoria .....	158
Experimento final .....	172
Evaluación de proceso .....	173
<b>Opinión con fundamento</b> .....	174
<b>Síntesis de la unidad</b> .....	176
<b>Biología en la historia</b> .....	178
<b>Evaluación final</b> .....	180
<b>Proyecto</b> .....	183
<b>Solucionario</b> .....	184
<b>Anexos</b> .....	196
<b>Bibliografía</b> .....	208

Unidad

# 1

# La célula, unidad básica de los seres vivos



Todos los seres vivos, desde las diminutas bacterias que puede haber en la punta de un alfiler, hasta las enormes ballenas que surcan nuestro mar, poseen características que los diferencian de la materia inerte.

Los seres vivos nacen, se desarrollan, crecen, se reproducen y responden frente a estímulos. No obstante, la principal semejanza que compartimos todos los organismos tiene que ver con unas diminutas estructuras de las que todos estamos “hechos”.

## LO QUE APRENDERÉ

- Comprender que la célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos, y la portadora de la información genética de estos.
- Diferenciar los distintos tipos de célula que existen.
- Conocer las principales moléculas que componen la célula, y sus propiedades estructurales y energéticas.
- Comprender que el metabolismo es el proceso que determina que las células perduren en el tiempo.
- Reconocer que las células especializadas determinan el funcionamiento de órganos, tejidos y sistemas más complejos, asegurando la circulación de materia y el flujo de energía.

## LO QUE SÉ

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno. Luego, comparte tus respuestas con tus compañeras y compañeros. Considera que no hay respuestas correctas ni incorrectas, lo importante es que las contestes a partir de las ideas y conocimientos que tengas al respecto.

1. ¿Qué seres vivos observas en las fotografías?
2. ¿En qué se parecen?
3. ¿Qué diferencias observas entre ellos?
4. ¿Todos poseen la misma cantidad de células? Explica.
5. Las células de la mariposa y la flor, ¿son iguales entre sí?, ¿por qué?
6. ¿Todas las células que componen al pudú son iguales? Explica.
7. ¿Con qué instrumento el ser humano ha podido observar las células?



## LO QUE ME GUSTARÍA SABER

Te invitamos a que a partir de las imágenes de estas páginas, y de tus conocimientos e inquietudes, escribas en tu cuaderno cuatro o cinco preguntas cuya respuesta te gustaría encontrar en esta unidad. Por ejemplo:

- ¿Dónde se encuentra la información genética de los organismos?
- ¿Qué es el metabolismo?, ¿cuál es su importancia?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿Cuál es la utilidad del microscopio en el estudio de los seres vivos?

### A. Lluvia de ideas

Planteen respuestas a la pregunta enunciada en el título, las que su profesora o profesor escribirá en la pizarra.

### B. ¡A trabajar!

Organícense en grupos, según les indique su profesor o profesora, y realicen la siguiente actividad.

#### Materiales:

- Un microscopio.
- Azul de metileno.
- Catáfilo (tela) de cebolla.
- Un portaobjetos.
- Un cuchillo plástico.
- Papel absorbente.
- Un cubreobjetos.
- Una cápsula de Petri.

#### Procedimiento:

1. Lean el **Anexo 1** (páginas 196 a 201) y luego el **Anexo 2** (páginas 202 a 204), este último sobre el uso del microscopio y la preparación de muestras. Si tienen dudas, aclárenlas con su profesora o profesor.
2. Con el cuchillo de plástico saquen un trozo de catáfilo de cebolla, como les indicará su profesor o profesora, y colóquenlo en una cápsula de Petri. Observen la estructura que ven a simple vista, dibújenla y descríbanla en sus cuadernos.
3. Obtengan otro trozo de catáfilo de cebolla, colóquenlo en el portaobjetos y agréguele una gota de azul de metileno. Esperen alrededor de dos minutos y cubran la preparación con el cubreobjetos, retirando el exceso de colorante con papel absorbente.
4. Observen la muestra al microscopio, comenzando con la lente de menor aumento hasta llegar a la de mayor ampliación. Dibujen y describan en sus cuadernos lo que observan.



### C. Analicemos los resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué diferencia existe entre las observaciones que hicieron con y sin microscopio?
2. ¿Qué estructura microscópica descubrieron en el catáfilo de cebolla?
3. ¿Cuántas observan, aproximadamente, en un campo visual?
4. ¿A qué corresponden las “celditas” que ven?
5. Si no hubieran observado la muestra al microscopio, ¿habrían pensado que correspondía a un tejido formado por células?, ¿por qué?
6. ¿Cómo se relacionan la invención del microscopio y el descubrimiento de la célula?
7. ¿Qué importancia tienen los avances tecnológicos en el desarrollo de la ciencia?

## 1.1 El estudio de la célula

¿Qué instrumento ha sido fundamental para estudiar la célula? Ciertamente que el **microscopio óptico**. Podemos decir que el estudio de la célula se inicia con la invención de este instrumento. Pero, ¿quién inventó el microscopio?

La invención del microscopio se le atribuye al holandés Zacharias Janssen, hacia el año 1590. Sin embargo, existen ciertas controversias al respecto. Cuenta la historia que cuando Janssen era pequeño, descubrió el microscopio mientras jugaba con otro niño, en el taller de Hans Lippershey. Aunque los niños miraban con dos lentes dañadas la veleta de una iglesia, observaban que esta parecía acercarse. Lippershey vislumbró en este “juguete” un instrumento que le permitiría hacer dinero, y le llamó “tubo óptico”. Ante la dificultad de probar quién fue realmente el inventor del microscopio, su origen aún está en debate.

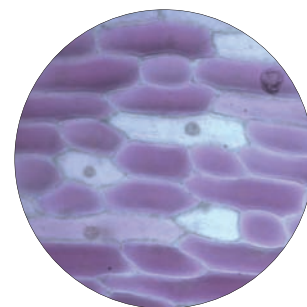
Las células son la unidad vital de los organismos; análogamente, son como los ladrillos que forman una casa. Esto fue comprendido hacia 1839, cuando el botánico alemán Matthias Schleiden (1804-1881) y el naturalista alemán Theodor Schwann (1810-1882), plantearon los primeros postulados de lo que hoy se conoce como la teoría celular. ¿Recuerdas cuáles son?

- Todos los organismos están formados por células, es decir, la célula es la **unidad estructural** de todos los seres vivos.
- La célula es la **unidad funcional** de todos los seres vivos, ya que en ella tienen lugar las reacciones metabólicas del organismo.
- Toda célula se origina de una **célula preexistente**. Por ende, las células contienen el **material hereditario**.

### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Teoría:** planteamiento basado en evidencias empíricas que permite explicar de manera coherente ciertos fenómenos, y hacer predicciones. Las teorías están sujetas a revisión y, dependiendo de los avances de la disciplina podrían, eventualmente, llegar a ser descartadas y reemplazadas por otras.

**Reacciones metabólicas:** son las reacciones químicas que permiten que la célula funcione correctamente.



Células de cebolla morada vistas al microscopio óptico.

Gentileza Alejandro Munizaga, jefe del Servicio de Microscopía Electrónica. Facultad de Ciencias Biológicas. PUC.

#### INTERPRETAR Y EXPLICAR

### Actividad 1

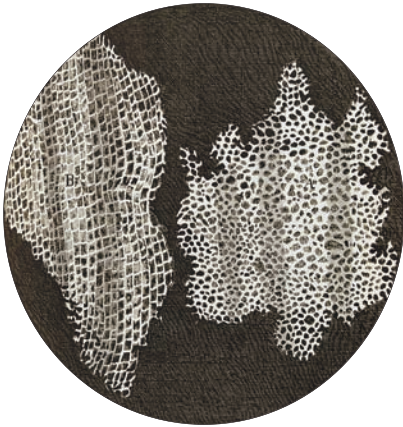
En parejas, realicen la siguiente actividad. Luego, compartan sus ideas con el resto del curso.

1. A partir de la siguiente afirmación, expliquen el primer postulado de la teoría celular: “Millones de células forman la piel de nuestro cuerpo”.
2. Expliquen el segundo postulado de la teoría celular, considerando la siguiente afirmación: “El estómago secreta jugos gástricos que son producidos por algunas de sus células”.
3. A partir de la siguiente afirmación, expliquen el tercer postulado de la teoría celular: “Para que un órgano dañado se regenere, las células deben formar nuevas células”.
4. Hay seres vivos unicelulares (formados por una célula) y multicelulares o pluricelulares (formados por muchas células). Si los organismos unicelulares corresponden a una célula, ¿se cumplen en ellos los postulados de la teoría celular?, ¿por qué?



## CONCEPTOS CLAVE

**Metabolismo:** conjunto de reacciones químicas que le permiten a la célula funcionar correctamente.



Robert Hooke (1635-1703) al observar con un microscopio finos trozos de corcho, descubrió diminutas estructuras a las que llamó células (del latín *cellula*, que significa “habitación pequeña”), pues le recordaban las celdas donde vivían los monjes de aquella época (ver fotografía). Pero lo que realmente observó Hooke era la pared celular de las células vegetales de la corteza del alcornoque, es decir, eran células muertas.

## Planteamiento de la teoría celular

Si bien la teoría celular fue la culminación de una serie de estudios realizados por importantes científicos, predominan los de Matthias Schleiden y de Theodor Schwann, no solo por el valor de sus trabajos, sino también por la influencia que ejercieron en el pensamiento de su época. A continuación, se describen los principales aportes al planteamiento de la teoría celular:

- **Matthias Schleiden** (1804-1881). Botánico alemán que aportó con importantes obras de botánica. En su publicación “Contribuciones a la fitogénesis”, expone sus ideas acerca de que todas las plantas están formadas por células, que el embrión de estas deriva de una célula única, y que el núcleo constituye el “germen” de la célula. Schleiden también planteó la teoría de que las células vegetales se forman a partir del citoblasto (que ahora conocemos como núcleo), el que proviene de una sustancia madre que llenaba las celdillas vistas por Hooke.
- **Theodor Schwann** (1810-1882). Naturalista alemán que realizó numerosos trabajos de anatomía y fisiología. Schwann se dedicó a estudiar diferentes tejidos animales, en una época en la que los instrumentos microscópicos carecían del perfeccionamiento que tienen en la actualidad. A partir de los trabajos de Schleiden y los suyos, en 1839 publicó “Investigaciones microscópicas sobre la concordancia en estructura y crecimiento de los animales y plantas”, donde dio a conocer las bases de la teoría celular, estableciendo que todos los tejidos están formados por células, y que las células vegetales y animales son análogas. Para Schwann, la célula era una vesícula llena de líquido, que se originaba a partir del citoblastema, una masa irregular en la que primero se formaban los núcleos y luego, alrededor de ellos, las celdillas.
- **Rudolph Virchow** (1821-1902). Médico alemán que, en 1858, estableció que las células solo se forman de otras preexistentes.

Es importante señalar el hecho de que a partir de los trabajos de Schleiden y Schwann no solo se extendió la concepción celular a animales y plantas; también se establecieron principios relacionados con su generación, lo que justifica la denominación de teoría celular, la que hasta ahora ha demostrado ser correcta. Actualmente, el conocimiento acerca de la célula permite afirmar los siguientes hechos, complementando los postulados de la teoría celular:

- hay organismos unicelulares (formados por una célula) y multicelulares (constituidos por dos o más células);
- el metabolismo de un organismo ocurre al interior de las células;
- las células contienen información hereditaria que se transmite a las hijas;
- las células son prácticamente idénticas en su composición química;
- la actividad de un ser vivo depende de la actividad de la o las células que lo componen.

**EXPERIMENTO INICIAL**

## La incidencia de los trabajos de Pasteur en las teorías de la generación espontánea y celular

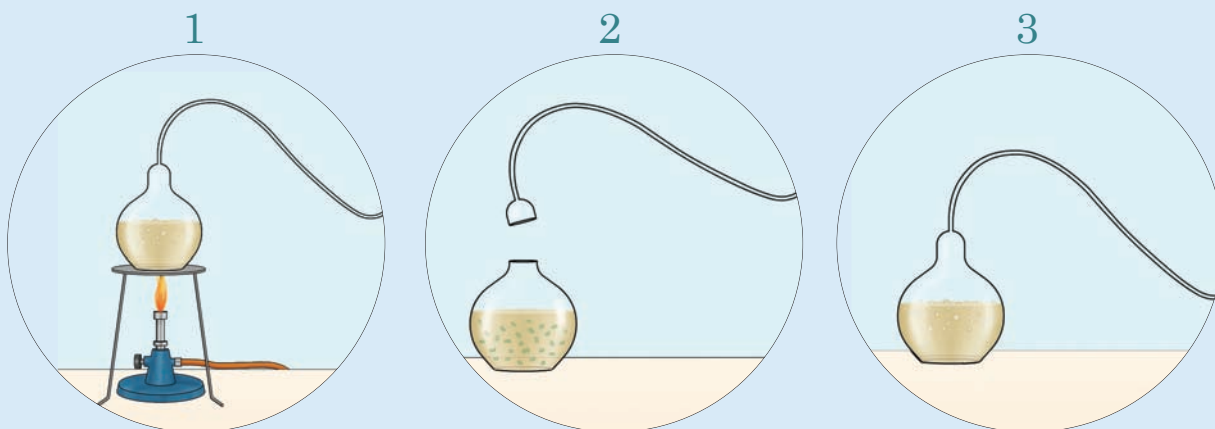
**A. Hipótesis**

La teoría celular es producto de una serie de experimentos realizados por científicos, por lo general, con recursos limitados, pero aplicando una correcta metodología. Enmarcados en lo anterior, se encuentran los trabajos de Luis Pasteur (que estudiaste en Octavo Básico), que permitieron descartar la teoría de la generación espontánea.

Organícense en grupos de tres o cuatro integrantes y busquen información sobre la hipótesis que Pasteur planteó al realizar su clásico experimento, usando matraces tipo cuello de cisne. Una hipótesis es una respuesta anticipada y tentativa frente a un problema planteado.

**B. Diseño experimental**

A continuación, se describe el procedimiento que Pasteur llevó a cabo para poner a prueba su hipótesis. *Pasteur puso caldo de carne en dos matraces tipo cuello de cisne. Hirvió los caldos (1) y esperó varios días, sin observar señales de descomposición. Posteriormente, cortó la parte superior de uno de los matraces (2), observando en este la descomposición del caldo en pocos días, mientras que el otro seguía sin contaminarse (3).*

**C. Análisis de resultados y conclusiones**

1. Los resultados de Pasteur, ¿comprobaron su hipótesis? Expliquen.
2. ¿Por qué los trabajos de Pasteur permitieron descartar la teoría de la generación espontánea?
3. ¿Cuál de los postulados de la teoría celular se desprende a partir del experimento de Pasteur? Fundamenten.
4. ¿Qué ventajas hubiera tenido Pasteur de haber realizado sus trabajos en nuestra época? Expliquen.
5. ¿De qué manera se evidencia en la actividad que acaban de realizar el hecho de que una teoría es un planteamiento que está sujeto a revisión?

## 1.2 Estructura básica de la célula

Todos los seres vivos estamos formados por células, las que llevan a cabo nuestras funciones vitales. ¿Cuáles son las estructuras básicas de la célula?

ASOCIAR Y DESCRIBIR

### Actividad 2

Reunidos en grupos de 3 ó 4 integrantes, consigan los siguientes materiales: una bolsa de plástico transparente que pueda amarrarse, un recipiente de plástico, gelatina en polvo, una cuchara, un metro de lana de color oscuro y agua. Luego, realicen la siguiente actividad.

1. Coloquen la gelatina en el recipiente de plástico, y agréguele la cantidad de agua (fría y caliente) indicada en el envase de la gelatina. Luego, disuelvan la gelatina usando la cuchara, déjenla enfriar hasta que esté tibia, y coloquen la mezcla en la bolsa de plástico.
2. Coloquen el trozo de lana al interior de la bolsa, cuidando que esta no quede dispersa, sino que enrollada en sí misma (ver fotografía).
3. Amarren la bolsa y déjenla en un refrigerador, hasta que la gelatina cuaje.
4. Finalmente, dibujen el modelo que obtuvieron, en sus cuadernos.
5. Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos. Si es necesario, recurran a fuentes de información.
  - a. ¿Cuál de los materiales representa la membrana plasmática?
  - b. ¿Qué función cumple la membrana plasmática?
  - c. ¿Qué estructura de la célula representa la gelatina?, ¿y la lana?
  - d. ¿Cuál es la función que cumplen estas estructuras?
  - e. ¿Qué importancia le atribuyen al uso de modelos en ciencias?



Las tres estructuras básicas de la célula son la membrana plasmática, el citoplasma y el material genético. Compara tus respuestas a la actividad 2 con la información de la siguiente tabla.

### TEN PRESENTE QUE...

Las funciones vitales de los seres vivos, que llevan a cabo las células, son, entre otras, la nutrición, y la reproducción. Además, las células se relacionan con otras células, igual como los organismos se relacionan entre sí en el ecosistema.

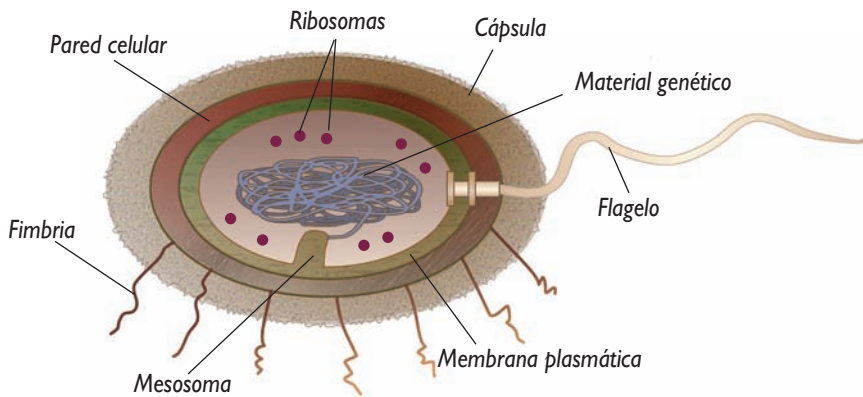
Estructura	Descripción
Membrana plasmática	Rodea la célula, confiriéndole el límite con el ambiente. A través de ella la célula interactúa con su entorno, mediante el intercambio de sustancias.
Citoplasma	Es la zona que comprende el interior de la célula. Es un medio acuoso, en el que ocurre la mayor parte del metabolismo celular.
Material genético o ADN	El ADN (ácido desoxirribonucleico) controla las características estructurales y funcionales de la célula.

### 1.3 Tipos de células según su estructura

En uno de los postulados de la teoría celular se señala que todos los seres vivos estamos formados por células. Sin embargo, no todas las células son iguales, diferenciándose en múltiples aspectos, como forma, estructura, tamaño, función, etcétera. Según su estructura, podemos distinguir dos grandes tipos de células. ¿Recuerdas cuáles son?

#### A. Células procariontes

Estructuralmente, las células procariontes se consideran más primitivas: poseen las estructuras básicas que vimos en la página 13 (membrana plasmática, citoplasma y material genético). Además, muchas de ellas tienen pared celular y otras estructuras externas a la membrana plasmática. A pesar de su "simpleza", las células procariontes, como las bacterias, tienen prácticamente todas las características de los seres vivos (se reproducen, crecen, responden a cambios de su entorno, entre otras). De hecho, las bacterias corresponden a los primeros seres vivos que surgieron en la Tierra. En cuanto al **material genético**, estas células se caracterizan porque **está disperso en el citoplasma**, en una región llamada nucleóide. Además, las células procariontes **no presentan divisiones o compartimentos celulares** en su interior.



Representación de un tipo de célula procarionte. Averigua sobre la función de: pared celular, cápsula, mesosoma, flagelo y fimbrias.

#### B. Células eucariontes

Estas células también están rodeadas por una membrana plasmática, pero, a diferencia de las células procariontes, su citoplasma presenta diferentes compartimentos celulares, llamados organelos. Además, su **material genético** no está disperso en el citoplasma, sino que se encuentra **al interior del núcleo**, un organelo celular. En las páginas siguientes estudiaremos la estructura de las células eucariontes.

#### CONEXIÓN CON... LA TAXONOMÍA

Según el tipo de células que presentan, los seres vivos se pueden clasificar en procariontes y eucariontes. También pueden clasificarse de acuerdo al número de células que los conforman, en unicelulares y pluricelulares o multicelulares. En 1990, el científico alemán Carl Woese propuso la existencia de tres dominios para clasificar a los seres vivos: Archaea, Bacteria y Eukarya. Actualmente, se considera que al dominio Eukarya pertenecen cuatro reinos: protista, fungi, plantae y animalia.

Averigua las características de los organismos de los dominios Archaea y Bacteria, y de los cuatro reinos del Eukarya, en cuanto al tipo y número de células que los componen.

#### CONCEPTOS CLAVE

**Organelos:** estructuras presentes en el citoplasma de las células eucariontes, que cumplen funciones específicas.

## 1.4 Células eucariontes animales y vegetales

Las células animales y vegetales son eucariontes, pero, ¿en qué se parecen?, ¿en qué se diferencian?

OBSERVAR Y COMPARAR

### Actividad 3

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor, y realicen la siguiente actividad.

**1.** Consigan los siguientes materiales:

- un microscopio óptico.
- dos portaobjetos.
- dos cubreobjetos.
- un cotonito.
- azul de metileno.
- un gotario.
- papel absorbente.
- una hoja de una planta de lirio.



- 2.** Una o uno de ustedes raspe suavemente su paladar con el cotonito, como les indicará su profesora o profesora. Coloquen la muestra sobre el portaobjetos, frotando el cotonito sobre este.
- 3.** Apliquen una gota de azul de metileno sobre la muestra y esperen unos dos minutos. Luego, cubran su preparación con el cubreobjetos y retiren el exceso de colorante usando papel absorbente.
- 4.** Observen la preparación al microscopio, empezando con el de menor aumento hasta llegar al de mayor amplificación (si tienen dudas consulten el **Anexo 2**, de las páginas 202 a 204). Dibujen en sus cuadernos lo observado, registren sus observaciones y el aumento empleado. Comparen sus resultados con los de otros grupos.
- 5.** Obtengan una muestra delgada de la hoja de lirio, colóquela en el otro portaobjetos y agréguele una gota de agua. Cubran la preparación con el cubreobjetos, retirando el exceso de líquido.
- 6.** Observen la preparación al microscopio. En sus cuadernos, dibujen lo observado, registren sus observaciones y el aumento empleado. Comparen sus resultados con los de otros grupos.
- 7.** Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.
- ¿Qué estructuras observaron en ambas muestras?
  - ¿Qué diferencias apreciaron entre las células animales y vegetales?
  - ¿Pueden observar las células a simple vista?, ¿por qué?

### Diferencias entre las células animales y vegetales

Entre las células animales y vegetales hay semejanzas y diferencias. Probablemente, al realizar la actividad de la página anterior no pudiste observarlas en detalle, pero te invitamos a conocerlas a continuación.

COMPARAR E IDENTIFICAR

#### Actividad 4

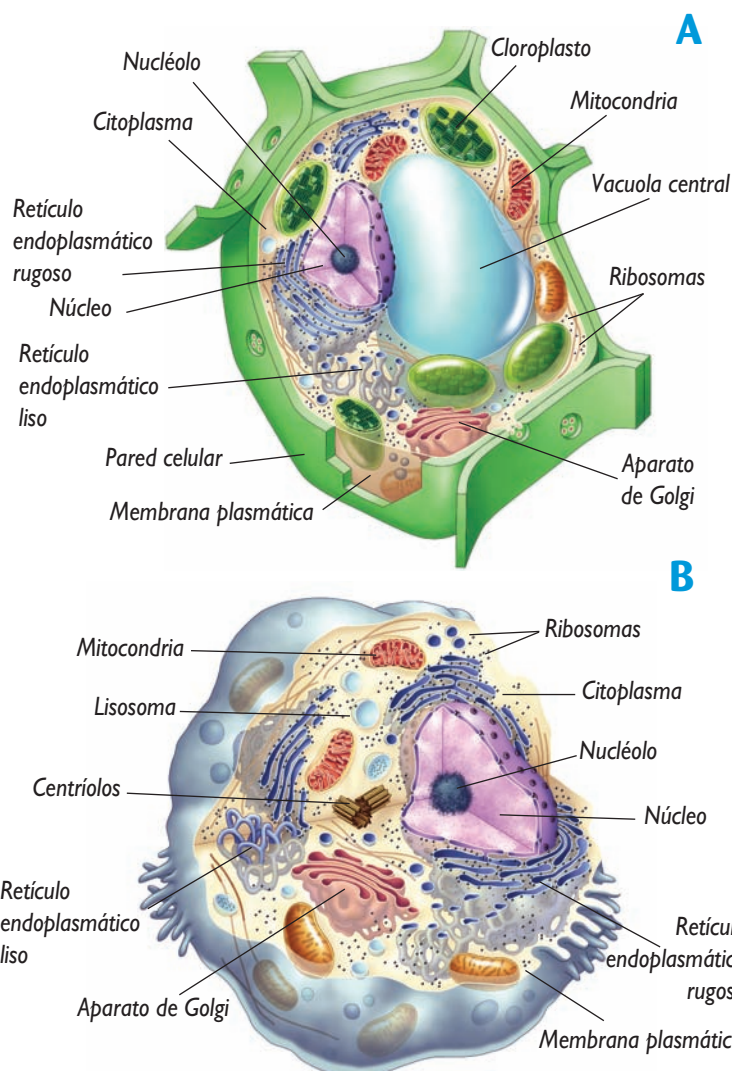
Copia en tu cuaderno una tabla como la que aparece a continuación y complétala a partir de las representaciones de célula animal y vegetal que aparecen en esta página.

Estructuras y organelos presentes:		
en ambas células	solo en células animales	solo en células vegetales
Copia en tu cuaderno		

Las **células vegetales**, además de estar rodeadas por la membrana plasmática, lo están por la **pared celular**, que les confiere rigidez y resistencia a las altas presiones que el agua ejerce en su interior. Además, las células vegetales tienen dos organelos que no se encuentran en las células animales:

- las **vacuolas** centrales son grandes sacos membranosos, que participan en el almacenamiento de agua y de productos de secreción.
- los **plastidios** son organelos rodeados por una doble membrana, que poseen su propio ADN, y cumplen diversas funciones en las plantas. Hay tres tipos de plastidios: los **cloroplastos**, plastidios con pigmentos (clorofila) que participan en la fotosíntesis; los **leucoplastos**, que son plastidios sin pigmentos que se han transformado en almacenadores de nutrientes como el almidón; y los **cromoplastos**, que son cloroplastos que han cambiado su clorofila por pigmentos de otros colores (amarillos, anaranjados o rojos).

Por otra parte, las **células animales** poseen unas estructuras cilíndricas llamadas **centríolos**, que no se encuentran en las células vegetales, cuya función permite que el material genético se divida cuando la célula se reproduce.



Representación de una célula vegetal (A) y de una animal (B).

## 1.5 Estructura de la célula eucarionte

Como vimos anteriormente, la invención del microscopio permitió descubrir las células, y el perfeccionamiento de este instrumento ha facilitado observar y analizar su estructura.

### A. Citoplasma

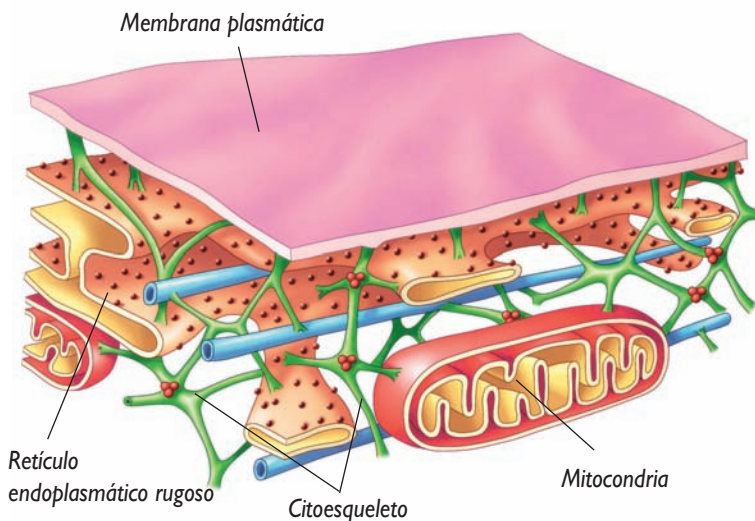
El citoplasma es la zona que comprende el interior de la célula, y en él se encuentran diversos organelos.

INFERIR Y EXPLICAR

#### Actividad 5

Reúnete con un compañero o compañera y respondan estas preguntas en sus cuadernos.

1. Si el estado físico del citoplasma fluctúa entre semisólido y semilíquido, ¿cuál de estos estados esperarían observar cuando aumenta la temperatura ambiental?, ¿y si esta disminuye? Fundamenten sus respuestas.
2. Si el citoesqueleto (ver imagen) le da forma y estabilidad a la célula, ¿qué ocurriría si las células carecieran de esta estructura?, ¿por qué?



Representación de la organización interna de la célula eucarionte.

El citoplasma consiste en un medio acuoso, semilíquido o semisólido. En su interior, se encuentran organelos, como las mitocondrias, el núcleo y el aparato de Golgi, entre otros, que realizan funciones específicas. En el citoplasma ocurre la mayor parte del **metabolismo celular**.

¿Qué estructura permite que los organelos se mantengan sujetos y relativamente estables al interior del citoplasma? Como puedes ver en la imagen que aparece en esta página, en el citoplasma se observa una especie de enrejado que le da forma y estabilidad a la célula, llamado citoesqueleto.

FORMULAR HIPÓTESIS Y DISEÑAR

#### Actividad 6

Se ha observado que los organelos celulares no permanecen fijos en el citoplasma, sino que pueden migrar a diferentes zonas de él. ¿Cómo es posible esto si existe el citoesqueleto que los ancla? Reúnete con un compañero o compañera, formulen una hipótesis al respecto, y después ideen y confeccionen un modelo para explicarla.

## B. Organelos celulares

¿En qué tipo de células se encuentran los organelos? Los organelos celulares solo se encuentran en las células eucariontes, y corresponden a estructuras con doble membrana que cumplen funciones específicas en el citoplasma, las que son fundamentales para el buen funcionamiento de la célula eucarionte.

### SELECCIONAR INFORMACIÓN Y DESCRIBIR

#### Actividad 7

Copia la siguiente tabla en tu cuaderno y complétala. Para ello, recurre a diferentes fuentes de información. Después, comparte tus respuestas con tus compañeros y compañeras.

Estructura u organelo	Célula en la que se encuentra (animal y/o vegetal)	Descripción y función
Mitocondria		
Cloroplasto		
Núcleo		
Retículo endoplasmático rugoso		
Retículo endoplasmático liso		
Aparato de Golgi		
Vacuola central		
Lisosoma		
Peroxisoma		
Centríolos		
Ribosoma		

Los organelos poseen una estructura común: están rodeados por una membrana. Los ribosomas y los centríolos no son considerados organelos, puesto que son estructuras sin membranas.

En la próxima unidad, analizaremos en detalle la estructura y función de la membrana plasmática.

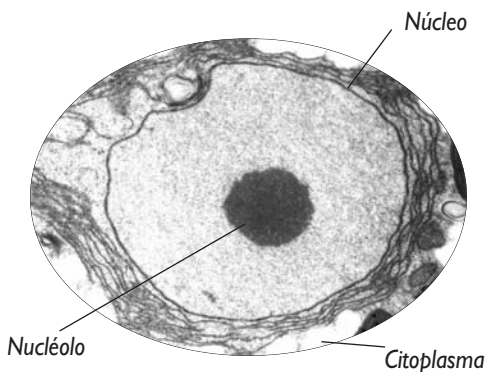


Imagen de un núcleo celular y parte del contenido citoplasmático, obtenida con un microscopio electrónico de transmisión (MET). Averigua en qué se diferencian el MET y el microscopio óptico.

#### TEN PRESENTE QUE...

Las plantas poseen cloroplastos y mitocondrias, lo que implica que realizan fotosíntesis y que respiran. Entonces, podemos decir que las plantas son como una doble fábrica, en la que se produce glucosa y, al mismo tiempo, este azúcar se utiliza como fuente de energía química.

# ¿De bacterias a mitocondrias y cloroplastos?

**Existe una teoría que postula que organelos como las mitocondrias y los cloroplastos se habrían originado a partir de organismos procariontes. Esta teoría se denomina teoría endosimbiótica.**

Las células eucariontes poseen en su citoplasma organelos que desempeñan importantes funciones. Entre ellos están las mitocondrias (en células animales y vegetales) y los cloroplastos (en células vegetales), en los que tienen lugar la respiración celular y la fotosíntesis, respectivamente.

Las mitocondrias y los cloroplastos son organelos que poseen su propio ADN y que están rodeados por dos membranas. Considerando la relativa autonomía de estos organelos, y su semejanza con las bacterias, surgió la idea de que las mitocondrias y los cloroplastos se habrían originado a partir de antiguas bacterias aeróbicas y bacterias fotosintéticas (posiblemente cianobacterias), respectivamente.

La teoría endosimbiótica, formulada por la científica Lynn Margulis, en 1967, postula que tanto las bacterias aeróbicas como las bacterias fotosintéticas habrían sido englobadas por microorganismos que con el tiempo dieron origen a las células eucariontes. Algunas evidencias a favor de esta teoría son las siguientes:

- Las mitocondrias y los cloroplastos contienen ADN de forma circular, al igual que los procariontes.
- Las mitocondrias y los cloroplastos contienen sus propios ribosomas (estructuras que participan en la síntesis de proteínas), los que están formados por una subunidad grande, típica de células eucariontes, y una subunidad pequeña, característica de los procariontes.
- Muchos de los antibióticos que destruyen o inhiben a las bacterias, también inhiben la síntesis proteica en mitocondrias y cloroplastos.

Fuente: Miller y Levine, *Biología*. Prentice Hall. 2004 (adaptación).

## Trabajemos con la información

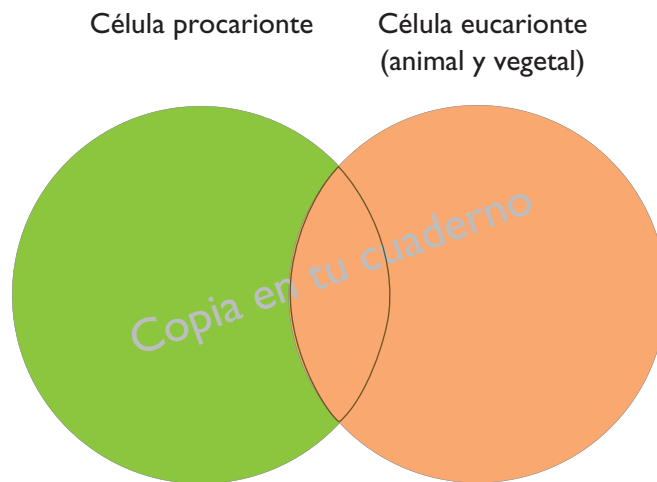
Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué postula la teoría endosimbiótica?
2. ¿Qué argumentos fundamentan esta teoría?
3. ¿Crees que el desarrollo tecnológico del microscopio ayudó a Lynn Margulis a formular la teoría endosimbiótica? Explica.
4. ¿Qué impacto pudo tener la teoría endosimbiótica para el conocimiento científico?
5. ¿Qué utilidad para la medicina y para la salud de las personas representa la teoría endosimbiótica?

I. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Por qué no es correcto comparar las células con globos llenos de agua y elementos flotando en su interior?
2. Mediante ejemplos, explica los postulados de la teoría celular.
3. Si observas células de la raíz de una planta a través de un microscopio, ¿esperarías encontrar cloroplastos en ellas?, ¿por qué?

II. Copia el siguiente diagrama en tu cuaderno, y complétalo anotando los organelos y estructuras celulares donde corresponda.



III. Completa una tabla como la siguiente en tu cuaderno.

Tipo de célula	Estructuras y organelos presentes solo en ellas	Función de estas estructuras y organelos
Vegetal		
Animal		

**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿De qué manera(s) te resultó más fácil aprender: haciendo modelos, usando el microscopio, buscando información, comparando dibujos?, ¿a qué piensas que se debe?
2. ¿Cuál fue el tema que te costó más aprender?, ¿qué hiciste para solucionar esto?

# Tema 2 Composición química de la célula

## ACTIVIDAD EXPLORATORIA

### ¿Qué relación existe entre los alimentos que consumimos y el correcto funcionamiento de nuestro organismo?

#### A. Lluvia de ideas

Organícense en parejas, planteen posibles respuestas a la pregunta enunciada en el título y escribanlas en la pizarra.

#### B. ¡A trabajar!

Analicen la tabla que aparece a continuación, que muestra las sustancias químicas presentes en algunos de nuestros tejidos y órganos.

Tabla N° 1: Composición química de algunos tejidos y órganos del cuerpo humano.

Sustancia química (%)	Cerebro	Músculos	Sangre	Huesos
Agua	60	70	90	25
Sales minerales	0,5-1	0,5-1	0,7	45
Glúcidos	1-2	0,5	0,1	0,1
Lípidos	13-15	5-10	0,5	2
Proteínas	23	20	8	28

Fuente: <http://ciencias.ucv.cl/programa/biologia/pagina57.html> (última visita, octubre de 2008).

#### C. Analicemos los resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Cuál es la sustancia química más abundante en cada tejido y órgano?
2. ¿Qué sustancia química es la menos abundante en cada uno de ellos?
3. ¿Cuál es el tejido u órgano que contiene más lípidos?
4. ¿Qué tejido u órgano contiene más agua?
5. ¿Qué pasaría con nuestros tejidos y órganos si no consumimos agua?
6. ¿Cómo es la composición química de los tejidos y órganos, independiente del que se trate? Expliquen.
7. Las sustancias químicas enunciadas en la **Tabla N° 1** corresponden a los nutrientes que consumimos en la dieta. Los nutrientes son la materia prima que nuestro organismo necesita para crecer y reparar tejidos. Algunos de estos nutrientes aportan la energía que las células necesitan para llevar a cabo diversos procesos. Entonces, ¿influye la dieta en el correcto funcionamiento de nuestro organismo? Fundamenten.



## 2.1 Las moléculas que forman la materia viva

Las moléculas que forman parte de los seres vivos y sus células se denominan **biomoléculas**. Podemos decir, entonces, que la célula tiene una base química constituida por las biomoléculas que la conforman.

Las biomoléculas presentes en los organismos pueden clasificarse en inorgánicas (agua y sales minerales) y orgánicas (proteínas, glúcidos, lípidos y ácidos nucleicos). Según la información de la **Tabla N° 1** de la página anterior, ¿cuál es, en general, la biomolécula inorgánica más abundante en los órganos y tejidos?, ¿y la biomolécula orgánica más abundante?

Por otra parte, las biomoléculas, como todas las moléculas, están formadas por una variedad de elementos químicos. A continuación te invitamos a descubrir algo más de los elementos químicos de nuestro cuerpo.

### INTERPRETAR, INFERIR Y CONSTRUIR

#### Actividad 8

A partir de la tabla que aparece a continuación, realiza las actividades propuestas.

**Tabla N° 2:** Abundancia de diferentes elementos en el cuerpo humano.

Elemento	Porcentaje del peso corporal (%)	Elemento	Porcentaje del peso corporal (%)
Azufre	0,3	Hidrógeno	10,0
Calcio	1,3	Nitrógeno	3,0
Carbono	18,0	Oxígeno	65,0
Cloro	0,1	Potasio	0,4
Fósforo	1,0	Sodio	0,1

Fuente: Archivo editorial.

- Con los datos de la tabla, construye un gráfico de barras. En el eje x ubica los elementos y en el eje y, el porcentaje de peso corporal correspondiente. Te sugerimos que grafiques los datos de manera ascendente.
- Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.
  - ¿Cuáles son los tres elementos más abundantes en nuestro cuerpo?, ¿a qué crees que se debe?
  - ¿Cuáles son los tres elementos más escasos en nuestro cuerpo?
  - ¿Por qué la suma total del porcentaje del peso corporal no equivale al 100%?
  - ¿Qué puedes concluir sobre la composición química de las células de nuestro organismo?
  - Averigua la función que cumplen en la célula los elementos de la tabla.

Como viste en la actividad anterior, de los más de 100 elementos químicos conocidos, solo tres de ellos representan el 93% de la materia viva (carbono, hidrógeno y oxígeno), y son los que integran, en mayor proporción, a las biomoléculas.



El 90% del “peso” de un ser humano, aproximadamente, corresponde a agua. ¿Qué cantidad de agua tiene tu cuerpo?

### CONCEPTOS CLAVE

**Iones:** átomos que por pérdida o ganancia de uno o más electrones adquieren carga eléctrica.

## A. Biomoléculas inorgánicas

Las biomoléculas inorgánicas son aquellas que no contienen carbono, siendo el dióxido de carbono una excepción. ¿Cuáles son las principales biomoléculas inorgánicas presentes en los seres vivos?

Biomoléculas inorgánicas	Características
Agua	Es la biomolécula más abundante en los seres vivos, y se caracteriza por ser un excelente disolvente y medio de suspensión para una gran variedad de moléculas presentes en las células. Otra importante propiedad del agua es su <b>capacidad termoestabilizadora</b> , que impide los cambios bruscos de temperatura.
Sales minerales	Las sales minerales se encuentran en el organismo en pequeñas cantidades. Algunas están al interior de las células (medio intracelular) y otras fuera de ellas (medio extracelular). Cuando las sales se disuelven forman <u>iones</u> , como el sodio ( $\text{Na}^+$ ), el potasio ( $\text{K}^+$ ) y el cloro ( $\text{Cl}^-$ ). Los <b>iones mantienen el grado de salinidad del organismo y regulan la acidez corporal</b> , entre otras funciones.
Gases	En nuestro cuerpo hay una constante incorporación, producción y eliminación de gases. A través del sistema respiratorio, por ejemplo, inhalamos grandes volúmenes diarios de <b>oxígeno</b> ( $\text{O}_2$ ) y eliminamos <b>dióxido de carbono</b> ( $\text{CO}_2$ ). Estos gases son los más abundantes en nuestras células, y están involucrados en reacciones químicas de <b>producción de energía</b> .

#### SELECCIONAR INFORMACIÓN Y EXPLICAR

### Actividad 9

En parejas, respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas. Si es necesario, consulten fuentes de información.

1. ¿Qué importancia tiene la capacidad termoestabilizadora del agua?
2. ¿A qué se debe esta capacidad?
3. ¿Qué importancia tienen los iones sodio ( $\text{Na}^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) y cloro ( $\text{Cl}^-$ ) para nuestro organismo?

## B. Biomoléculas orgánicas

Las biomoléculas orgánicas son importantes constituyentes estructurales y funcionales de las células. Las biomoléculas orgánicas se caracterizan por tener un esqueleto formado por átomos de carbono.

¿Cuáles son las principales biomoléculas orgánicas constituyentes de las células? Las biomoléculas orgánicas más importantes en las células son:

- los glúcidos;
- los lípidos;
- las proteínas;
- los ácidos nucleicos.

ANALIZAR E INTERPRETAR

### Actividad 10

Analiza la información de la tabla que aparece a continuación. Luego, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

**Tabla N° 3:** Biomoléculas y su abundancia (%) en diferentes células.

Biomoléculas orgánicas e inorgánicas %	Tipo de célula:		
	procarionte (bacteria)	vegetal (catáfilo de cebolla)	animal (célula muscular)
Glúcidos	3	3,5	3
Lípidos	2	1	4,5
Proteínas	15	16	18
Ácidos nucleicos	8	4,5	1,5
Agua	70	72	70
Sales minerales	1	2	1

Fuente: Archivo editorial.

1. ¿Cuál es la biomolécula más abundante en las tres células?, ¿a qué tipo corresponde, orgánica o inorgánica?
2. ¿Qué biomolécula orgánica es la más abundante en las tres células?, ¿y la menos abundante?
3. ¿Qué semejanzas encuentras en la composición química de las tres células analizadas?, ¿qué diferencias?
4. ¿Qué conclusión general puedes extraer a partir de tu respuesta anterior?

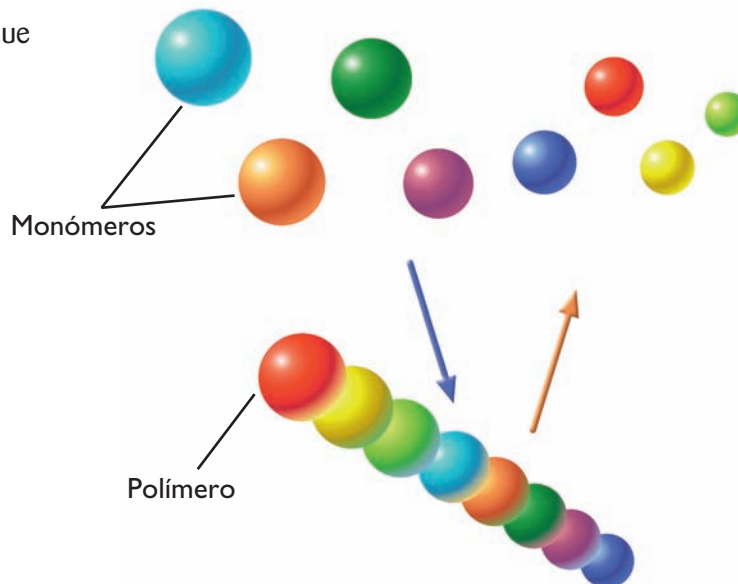
De acuerdo a lo que analizaste en la **Tabla N° 1** (página 22) y en la **Tabla N° 3** (página 25), las **proteínas son las biomoléculas orgánicas más abundantes** en las células. Esto se debe a que, como veremos más adelante, las proteínas participan prácticamente en todas las funciones celulares.

## C. Organización de las biomoléculas orgánicas

INTERPRETAR E INFERIR

### Actividad 11

En parejas, observen la imagen que aparece a continuación. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.



1. ¿Cómo definirían el concepto de polímero?
2. ¿Qué significa entonces el proceso de polimerización?
3. ¿Puede llamársele polímero a una biomolécula formada por un solo tipo de monómero? Expliquen.
4. ¿Qué significa el doble sentido de las flechas?
5. ¿Qué ocurriría con el polímero si cambia el orden de los monómeros?

La mayoría de las biomoléculas orgánicas están formadas por la unión de unidades básicas, llamadas **monómeros**, que difieren entre las distintas biomoléculas.

Mediante el proceso de **polimerización**, que corresponde a la unión de monómeros que originan **polímeros**, pueden formarse biomoléculas de gran tamaño, llamadas **macromoléculas**. La unión de pocos monómeros también forma oligómeros.

### CONCEPTOS CLAVE

#### Electrones de valencia:

son los electrones que pueden unirse con otros, mediante enlaces.

Como vimos anteriormente, los tres elementos más abundantes en las biomoléculas son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. En la formación de las biomoléculas orgánicas, el carbono tiene gran relevancia. ¿A qué se debe esto? En primer lugar, los átomos de carbono presentan cuatro electrones de valencia, lo que implica que pueden unirse a otros cuatro átomos, como el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno, entre muchos otros, originando variadas moléculas. En segundo lugar, el átomo de carbono también puede unirse a otros átomos de carbono, originando largas cadenas, las que pueden dar lugar a la formación de macromoléculas.

## UN NUEVO EXPERIMENTO

## ¿Para qué nos sirve la saliva?

**A. Hipótesis**

Organícense en grupos, según les indique su profesor o profesora, formulen posibles hipótesis para el problema planteado, considerando que el almidón es un polímero que está constituido por monómeros de glucosa.

**B. Diseño experimental**

Lleven a cabo la siguiente actividad.

**Materiales:** 100 mL de disolución de almidón (o el líquido resultante de una papa sin cáscara remojada en agua), licor de Fehling A y B, mechero, trípode con su rejilla de asbesto, cuatro vasos de precipitado (tres grandes y uno pequeño), 50 mL de disolución de glucosa y un termómetro.



Deben ser cuidadosas y cuidadosos al trabajar con el mechero, para evitar quemaduras que podrían resultar gravísimas.

**Procedimiento:**

1. Viertan 50 mL de disolución de almidón en un vaso de precipitado grande, y agréguele licor de Fehling A y B (2 mL). Luego, calienten la mezcla usando el mechero. Describan los cambios que observan.
2. Pongan los 50 mL de disolución de glucosa en otro vaso de precipitado, y agréguele licor de Fehling A y B (2 mL). Luego, calienten la mezcla con el mechero. Describan en sus cuadernos lo que observan.
3. Viertan 50 mL de disolución de almidón en el vaso de precipitado pequeño, agréguele unos 5 mL de saliva y calienten la mezcla a baño María, usando el otro vaso de precipitado, durante 30 minutos, a 37 °C.
4. Agréguele 2 mL de licor de Fehling A y B a la mezcla anterior y caliéntenla usando el mechero. Describan los cambios.
5. Confeccionen una tabla para presentar los resultados obtenidos.

**C. Análisis de resultados y conclusiones**

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos, considerando que el licor de Fehling A y B se torna anaranjado cafésoso en presencia de glucosa.

1. ¿En qué disoluciones hubo presencia de glucosa?
2. ¿Por qué la presencia de glucosa fue negativa en la disolución de almidón?
3. ¿Para qué se realizó la prueba de la glucosa?
4. ¿Qué acción tuvo la saliva sobre el almidón? Expliquen usando los términos monómero y polímero. Entonces, ¿corroboran o rechazan su hipótesis?, ¿por qué?

**Conversemos**

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Se organizaron para realizar las actividades colaborativamente?
2. ¿Fueron responsables en el uso del mechero?, ¿qué importancia tiene esto?

## 2.2 Los glúcidos

ANALIZAR

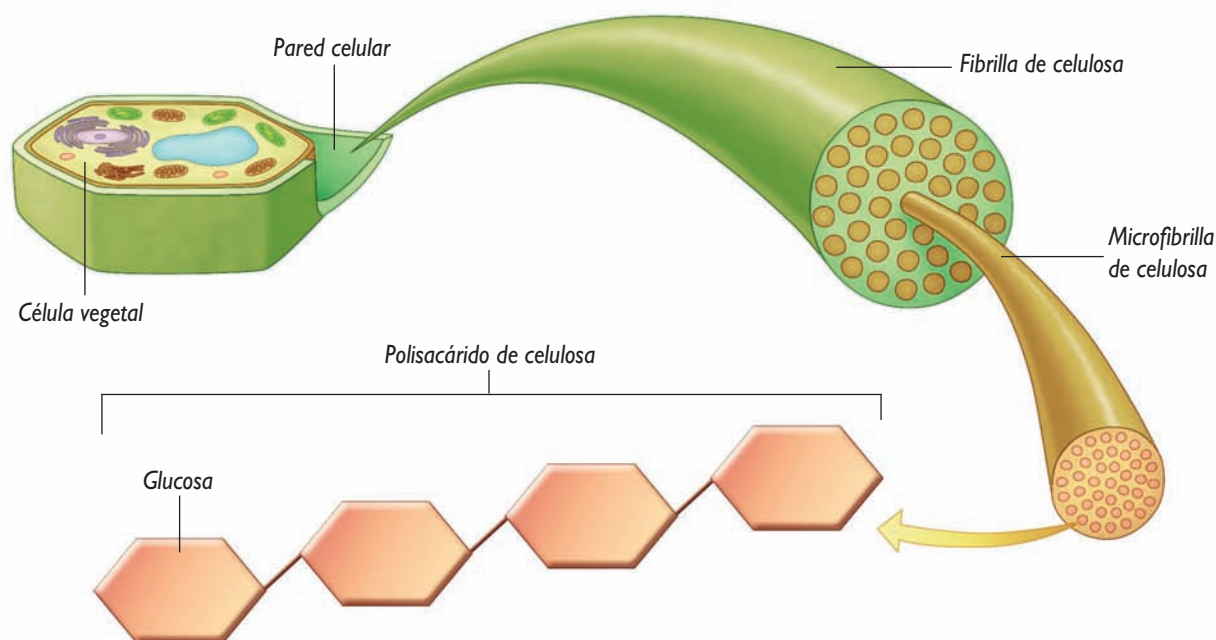
### Actividad 12

En parejas, consigan una etiqueta de un paquete de fideos. Luego, a partir de la información nutricional presente en ella, respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Cuántas porciones pueden obtenerse del paquete de fideos?
2. ¿Qué biomoléculas orgánicas (nutrientes) contienen los fideos?
3. ¿Qué tipo de biomolécula orgánica contienen en mayor cantidad?
4. ¿Qué porcentaje de glúcidos tienen los fideos?
5. ¿Cómo debe ser el consumo de este alimento? Expliquen.

A los glúcidos también se les llama azúcares, carbohidratos o hidratos de carbono, y son componentes fundamentales de la célula. La palabra glúcido proviene del griego *glucos*, que significa dulce, pero no todos los alimentos que contienen glúcidos tienen este sabor, como, por ejemplo, el pan y los fideos.

Los glúcidos están **formados por carbono, hidrógeno y oxígeno**, y su principal función es constituir una **reserva energética para el organismo**. Otros tienen una función estructural, ya que forman parte de la membrana plasmática y de la pared celular de algunas bacterias y de las células vegetales (ver imagen).



La imagen muestra uno de los principales componentes de la pared celular de las células vegetales: el polisacárido celulosa. ¿Cómo se llama su monosacárido?

Los monómeros de los glúcidos son los **monosacáridos**, que al unirse forman polímeros a los que, en general, se les denomina **polisacáridos**. Los monosacáridos son los glúcidos más simples, ya que están formados por una molécula; los disacáridos están constituidos por dos monosacáridos. ¿Cuántos monosacáridos conforman los trisacáridos y los tetrasacáridos?

## 2.3 Los lípidos

OBSERVAR, DESCRIBIR E INTERPRETAR

### Actividad 13

Junto con una compañera o compañero, realicen la siguiente actividad.

1. Viertan agua en un vaso, hasta la mitad de su capacidad.
2. Cuidadosamente, agréguele aceite al vaso, hasta cubrir la superficie del agua.
3. Observen y describan en sus cuadernos lo que ocurre.
4. Con una cuchara, revuelvan la mezcla de agua con aceite. Esperen unos minutos y describan lo que observan.
5. Respondan estas preguntas en sus cuadernos.
  - a. ¿Qué ocurre cuando el agua y el aceite se mezclan?
  - b. Con respecto a su respuesta anterior, ¿a qué se deberá esto?

Los lípidos, conocidos comúnmente como grasas y aceites, están **formados por carbono e hidrógeno, principalmente, y también por oxígeno**, aunque en menor proporción. La principal característica de los lípidos es que **son insolubles en agua** (hidrófobos), como viste en la actividad anterior.

A diferencia de las demás biomoléculas orgánicas, los lípidos **no forman polímeros**, porque no existen formas monoméricas de ellos. Sin embargo, hay lípidos simples y complejos, según su estructura molecular y la cantidad de átomos que tengan. Las grasas neutras son los lípidos más simples, y están formadas por una molécula de glicerol y moléculas de ácidos grasos.

¿Qué función cumplen los lípidos? Los lípidos **almacenan energía** y algunos cumplen una **función estructural**, ya que forman parte de membranas biológicas y de envolturas impermeables (fosfolípidos). Además, hay hormonas sexuales que son lípidos y participan en el desarrollo y en la función sexual de diversas especies. ¿Qué hormonas sexuales conoces?

Los lípidos más abundantes en nuestro cuerpo son los **triglicéridos**, que son almacenados en unas células llamadas adipocitos, formando una capa de grasa bajo la piel, que constituye una reserva energética para el organismo y, además, permite el aislamiento térmico de este.



El aceite de oliva contiene ácidos grasos insaturados, y el de maíz, poliinsaturados. Averigua en qué se diferencian estos lípidos.

### INTER@CTIVIDAD

Visita el sitio web:

[www.inta.cl/materialEducativo/guia\\_vida\\_saludable2005.pdf](http://www.inta.cl/materialEducativo/guia_vida_saludable2005.pdf)

y averigua qué medidas puedes llevar a cabo para prevenir enfermedades asociadas al consumo desmedido de alimentos ricos en grasas.

### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Hormonas:** sustancias producidas y liberadas por glándulas, que viajan por la sangre y actúan sobre diversos órganos, induciendo diferentes tipos de respuestas celulares.

## 2.4 Las proteínas



Son las biomoléculas orgánicas más abundantes de la célula. Las diferentes proteínas de nuestro organismo realizan diversas funciones, como:

- tienen un **rol estructural**, ya que forman parte de componentes celulares, como los ribosomas y la membrana plasmática.
- participan en la **defensa de nuestro organismo** contra agentes nocivos. Un ejemplo son los anticuerpos.
- **transportan sustancias** vitales para nuestro organismo. La hemoglobina, por ejemplo, es una proteína que transporta oxígeno.
- regulan importantes procesos fisiológicos (**hormonas**).
- posibilitan la ocurrencia de casi todas las reacciones químicas en las células. Estas proteínas se denominan **enzimas**, y facilitan las reacciones químicas que ocurren al interior de la célula.

Las proteínas son parte constituyente de uñas, pelo, conchas, huesos y telarañas, entre otras estructuras.

### INFERIR Y FORMULAR HIPÓTESIS

#### Actividad 14

Junto con un compañero o compañera, realicen la siguiente actividad.

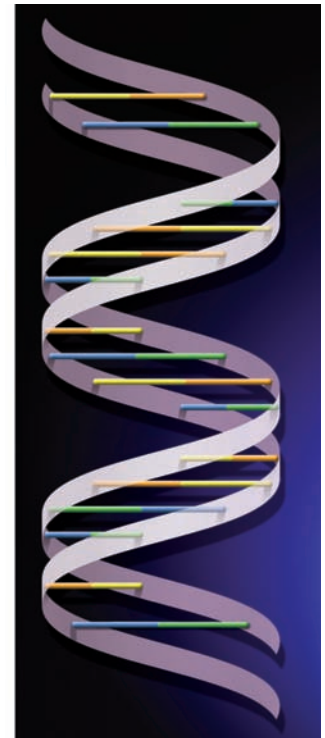
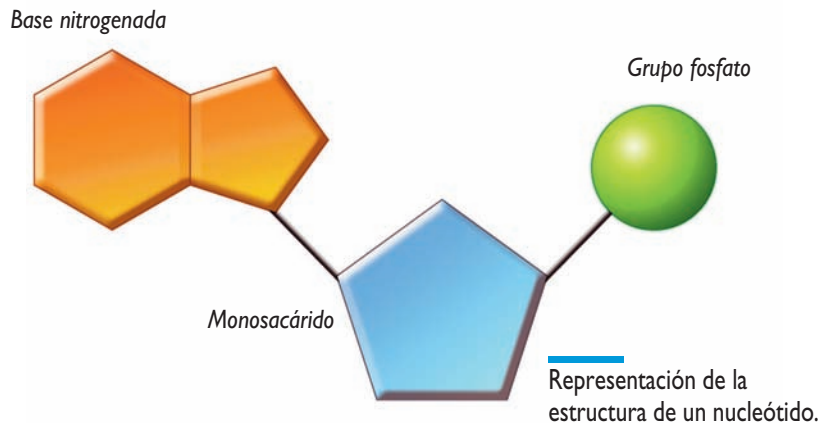
1. Consigan un cabello lo más largo posible, amárrenlo a un sacapuntas y hagan oscilar el sacapuntas, sosteniéndolo del cabello. ¿Qué observan?
2. ¿El cabello resiste el “peso” que ejerce el sacapuntas?, ¿a qué se deberá esto, considerando que el cabello está constituido por muy pocas capas de células, y es una estructura rica en proteínas? Formulen una hipótesis.

¿De qué están hechas las proteínas? Al igual que los glúcidos, las proteínas están formadas por monómeros. En el caso de las proteínas, estos se denominan aminoácidos, y están formados por **carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno** y, en ocasiones, azufre. Una proteína puede contener desde decenas hasta centenas de aminoácidos, obteniéndose así los péptidos (oligómeros) y los polipéptidos (polímeros), o simplemente proteínas.

En la naturaleza existen veinte aminoácidos distintos, cuya combinación da origen a una gran variedad de proteínas.

## 2.5 Los ácidos nucleicos

Estas biomoléculas están formadas por **carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo**. Los monómeros de los ácidos nucleicos son los **nucleótidos**, y los polímeros, los **polinucleótidos**. Los nucleótidos están formados por tres moléculas: un monosacárido, un grupo fosfato y una base nitrogenada.



Si la estructura del ADN se asemeja a una escalera de caracol, ¿qué parte de los nucleótidos serían los peldaños?

Hay dos tipos de ácidos nucleicos: el ácido desoxirribonucleico o ADN, y el ácido ribonucleico o ARN. ¿Qué función cumplen estas macromoléculas? El ADN almacena, transmite y expresa la información genética de las células. Esta información “controla” las actividades celulares, debido a que es la base para la síntesis de proteínas. El ARN, por su parte, participa en la síntesis de proteínas, ya que lleva desde el núcleo al citoplasma la información contenida en el ADN.

La estructura del ADN consiste en dos cadenas de polinucleótidos enrolladas en forma de escalera de caracol, que se enfrentan entre sí y se mantienen unidas, a través de las bases nitrogenadas, mediante un tipo de enlace llamado puentes de hidrógeno.

### REFLEXIONEMOS

Hoy en día, científicos y científicas realizan alteraciones en el ADN de diferentes organismos, produciendo así alimentos transgénicos. Esto se hace con el objetivo de otorgarles ciertas propiedades, por ejemplo, frutas de colores más atractivos y de mejor sabor, verduras más resistentes a plagas y a la sequía, etcétera. Pero, los alimentos transgénicos ¿son tan beneficiosos como los naturales? Si bien la manipulación genética para producir alimentos transgénicos pretende mejorar su calidad, aún queda por establecer si constituyen algún tipo de riesgo para nuestra salud. Hoy se discute si entre los posibles efectos de los transgénicos están unas proteínas, llamadas priones, que producen enfermedades que afectan al sistema nervioso central, denominadas encefalopatías espongiformes transmisibles. Comenten en torno a la opinión que tienen frente a la producción y venta de alimentos transgénicos, fundamentando su postura.

## 2.6 Reconocimiento de biomoléculas orgánicas

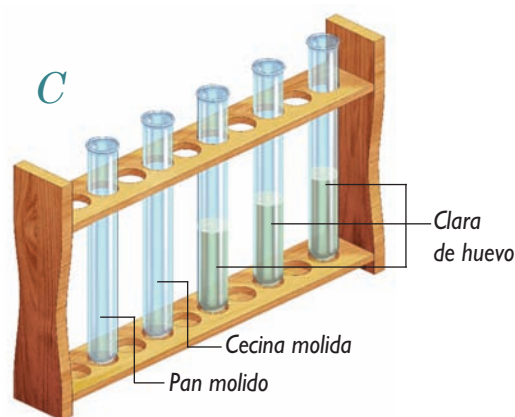
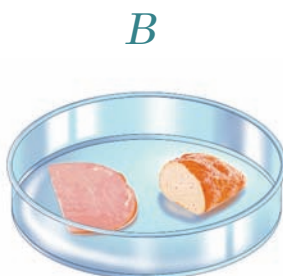
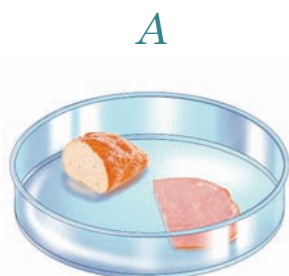
Los nutrientes están contenidos en los alimentos que consumimos, los que pueden ser de diferente origen. Es decir, los obtenemos de otros seres vivos que también requieren de estas biomoléculas para el correcto funcionamiento de sus células.

### EXPERIMENTAR Y ANALIZAR

#### Actividad 15

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor. Luego, realicen esta actividad.

1. Consigan: pan, clara de huevo, un trozo de cecina, lugol, ácido nítrico, éter (o acetona), tres gotarios, una pipeta, cinco tubos de ensayo, dos cápsulas de Petri, un mortero y una hoja de papel.
2. Dividan en tres partes las muestras de pan, clara de huevo y cecina, tratando de que sean iguales. Coloquen las muestras de pan y cecina en las dos cápsulas de Petri, y las de clara de huevo en tres tubos de ensayo (ver imágenes A, B, C). Después hagan las siguientes pruebas:
  - **Prueba del almidón (glúcido).** Tomen una de las cápsulas de Petri y, con un gotario, agrégueles 3 a 5 gotas de lugol a las muestras de pan y cecina. Repitan lo anterior con una de las muestras de clara de huevo. Observen lo que ocurre y registren sus observaciones.
  - **Prueba de lípidos.** Con el mortero, muelan, separadamente, un trozo de pan y uno de cecina, y deposítenlos en tubos de ensayo diferentes. Deben lavar el mortero después de moler cada alimento. Con un gotario, agréguele 5 gotas de éter (o acetona) a cada tubo, incluyendo uno que contenga clara de huevo. Posteriormente, extraigan con un gotario una gota de cada mezcla, viértanlas sobre la hoja de papel y escriban a qué alimento pertenece cada una. Deben lavar el gotario después de extraer cada muestra. Dejen secar el papel, obsérvenlo a trasluz y registren lo observado.
  - **Prueba de proteínas.** Pídanle a su profesora o profesor que agregue 1 mL de ácido nítrico a las muestras de pan, cecina y clara de huevo que quedan, usando la pipeta. Observen lo que ocurre y registrenlo.



3. Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.
  - a. ¿En qué alimento(s) hubo un cambio en la coloración del lugol?, ¿a qué creen que se debe?
  - b. ¿Qué alimento(s) dejó(aron) una mancha traslúcida en el papel?, ¿por qué ocurriría esto?
  - c. ¿Con qué alimento(s) el ácido nítrico adquirió una coloración café amarillenta?, ¿qué les sugiere esto?



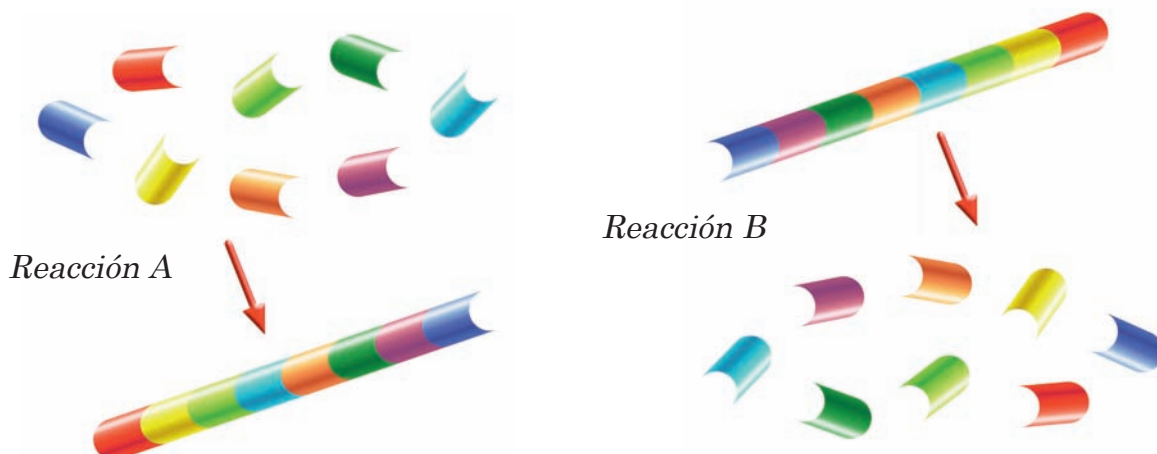
La manipulación del ácido nítrico requiere de mucho cuidado, pues puede provocar graves quemaduras en la piel.  
No huelan el éter ni la acetona, porque pueden dañar sus vías respiratorias

## 2.7 Metabolismo celular

INTERPRETAR

## Actividad 16

Observa los siguientes esquemas y después responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



1. ¿En qué caso se forman moléculas más complejas?
2. ¿En cuál de ellos los productos resultantes son monómeros?
3. ¿En qué caso(s) piensas que se necesita energía para que ocurra la reacción?, ¿por qué?
4. ¿En cuál crees que se libera energía? Fundamenta tu respuesta.

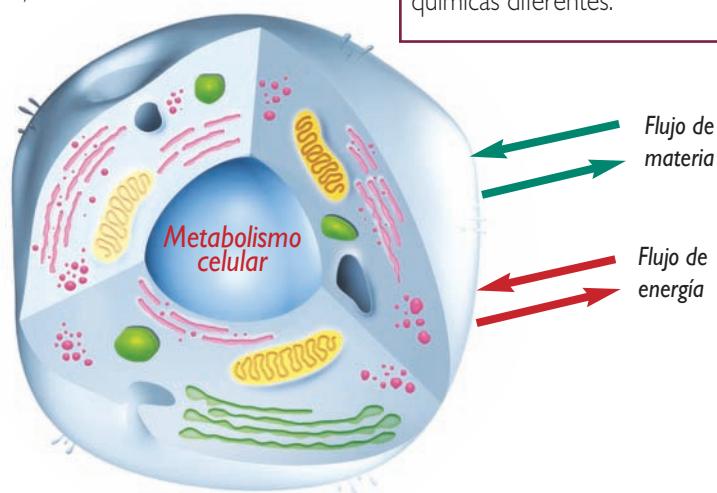
En las células de nuestro cuerpo constantemente ocurren reacciones químicas, como la construcción de macromoléculas a partir de monómeros, o la simplificación de estas en sus unidades básicas. Estas reacciones ocurren en todas las estructuras de la célula, pero principalmente en el citoplasma y al interior de sus organelos. La célula es considerada una maquinaria viva, porque se autosustenta gracias a su directa relación con el medio que la rodea. Esto implica un constante flujo de materia y energía entre la célula y el medio. Podemos decir, entonces, que no existiría metabolismo si imaginamos a la célula como una unidad de vida aislada de su entorno.

Al conjunto de reacciones químicas que ocurren al interior de la célula se le denomina **metabolismo celular**. La ocurrencia de estas reacciones es facilitada por las **enzimas**.

### ¿? CONCEPTOS CLAVE

#### Reacciones químicas:

procesos a través de los cuales las sustancias químicas iniciales experimentan un cambio químico convirtiéndose en sustancias químicas diferentes.



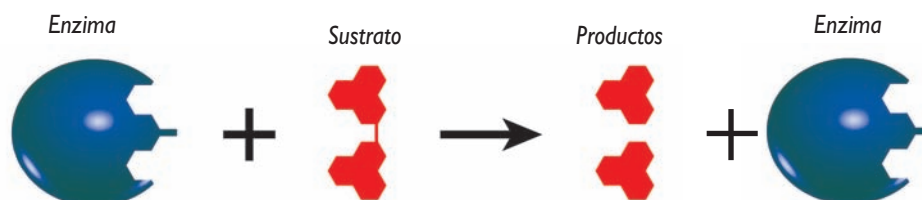
## 2.8 Anabolismo y catabolismo

Como vimos en la página anterior, las reacciones químicas que se producen dentro de las células pueden formar macromoléculas a partir de monómeros, o viceversa. Según esto, podemos clasificar las reacciones metabólicas en dos grupos: anabólicas y catabólicas. Al conjunto de reacciones anabólicas se le denomina anabolismo, y al conjunto de reacciones catabólicas, catabolismo.

INTERPRETAR E INFERIR

### Actividad 17

El esquema representa una reacción metabólica. A partir de él, responde las preguntas planteadas.



1. En la reacción representada, ¿se unen o separan moléculas?, ¿por qué?
2. Esta reacción, en general, ¿requerirá o liberará energía? Explica.

### CONCEPTOS CLAVE

**Sustratos:** sustancias sobre las que actúan las enzimas.

**ATP (adenosín trifosfato):** molécula fundamental para la vida de las células, ya que proporciona la energía necesaria para que se lleven a cabo las diferentes actividades celulares. El ATP está formado por tres grupos fosfato y adenosina, y se le considera la “moneda energética” de los seres vivos.

#### A. Anabolismo

En las reacciones anabólicas **se unen dos o más sustratos simples para producir moléculas más complejas**. Un ejemplo de reacción anabólica es la formación de un polímero a partir de sus monómeros constitutivos. ¿Qué acción llevan a cabo las enzimas en las reacciones anabólicas? En este tipo de reacciones las enzimas participan en la unión de las moléculas de los sustratos, formando enlaces entre ellas. “Construir” moléculas más complejas implica un **requerimiento de energía química (ATP)** por parte de la célula. Esta energía es utilizada en las reacciones anabólicas para la formación de enlaces entre los sustratos.

#### B. Catabolismo

En las reacciones catabólicas **se producen dos o más sustratos simples a partir de moléculas complejas**, como ocurre cuando un polímero se divide dando origen a sus monómeros. A diferencia de lo que ocurre en las reacciones anabólicas, en las catabólicas las enzimas rompen los enlaces de las moléculas, **liberando energía**. En algunas reacciones, esta energía es liberada en forma de calor, gracias al cual nuestro organismo mantiene una temperatura relativamente constante (alrededor de 37 °C). En otras, la energía liberada es almacenada en forma de energía química en moléculas de ATP, las que pueden ser utilizadas en las reacciones anabólicas que requieren de esta energía.

## 2.9 Las enzimas

### EXPERIMENTAR, FORMULAR HIPÓTESIS Y ANALIZAR

#### Actividad 18

Organícense en grupos, de acuerdo a las indicaciones de su profesora o profesor. Luego, realicen la actividad que se propone.

1. Consigan los siguientes materiales: hígado de pollo (panita), un vaso de precipitado, agua oxigenada, un tubo de ensayo, una gradilla, agua potable y un mortero.
2. Muelan un trozo de hígado usando el mortero.
3. Viertan agua potable con un poco de agua oxigenada en el tubo de ensayo. ¿Qué observan?
4. Echen el hígado molido en el vaso de precipitado y agréguele un poco de agua oxigenada. Describan lo que ocurre.
5. Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas.
  - a. ¿Qué diferencias observaron en el agua oxigenada que mezclaron con agua y la que mezclaron con el hígado?, ¿a qué se deben estas diferencias? Formulen una hipótesis.
  - b. ¿Cuál es la función de los peroxisomas? Revisen la tabla que completaron en sus cuadernos para la actividad 7 de la página 19.
  - c. Las células del hígado contienen una enzima que se denomina peroxidasa, la cual transforma el agua oxigenada en agua y oxígeno. ¿Cuál de los productos mencionados observaron en el experimento realizado?, ¿por qué?
  - d. ¿Qué tipo de reacción experimenta el agua oxigenada al interior de los peroxisomas, anabólica o catabólica? Expliquen.

Las reacciones metabólicas que se producen al interior de la célula ocurren rápida y eficientemente. No obstante, las mismas reacciones son lentísimas o imposibles de ocurrir fuera de los organismos. Esto se debe a las enzimas, que son proteínas que **facilitan la ocurrencia de las reacciones químicas dentro de la célula**. A este proceso de facilitación de las reacciones químicas se le denomina **catálisis**.

Además de su capacidad catalítica, las enzimas tienen otras propiedades:

- Son **específicas**: una enzima puede catalizar solo un tipo de reacción.
- Son **eficientes**: una misma enzima puede catalizar miles de reacciones químicas del mismo tipo, una tras otra.
- Su **actividad depende de la temperatura y de la acidez**. Las enzimas tienen una temperatura y un pH óptimos, que corresponden a los valores de estas variables en los que estas biomoléculas “trabajan” más rápido.



En nuestro cuerpo, las enzimas, en general, actúan de manera óptima a 37 °C y a un pH determinado, que depende del lugar donde actúa la enzima (ácido, básico o neutro).

## ¿Cómo actúan las enzimas?

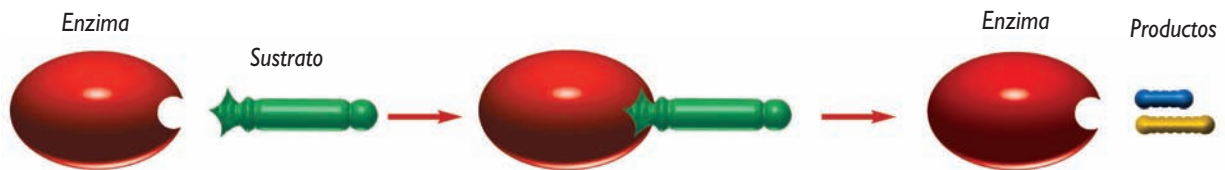
Como vimos en la página anterior, cada enzima es específica para una reacción química, ya que cada enzima puede unirse solo a un tipo de reactante o sustrato. Pero ¿cómo se determina la especificidad de la unión enzima-sustrato?

COMPARAR, ANALIZAR Y DESCRIBIR

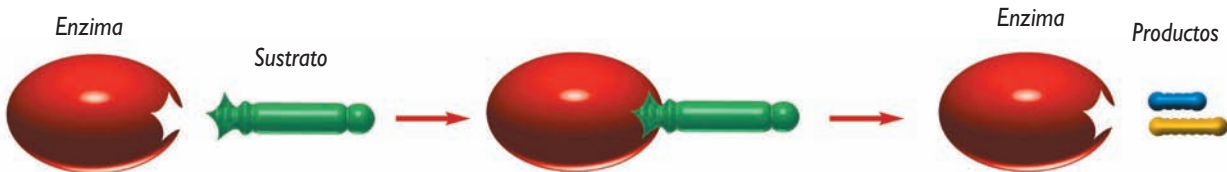
### Actividad 19

Junto con un compañero o compañera, comparen los dibujos que aparecen a continuación, que muestran dos modelos que explican la especificidad de las enzimas. Después, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

#### Modelo de ajuste inducido



#### Modelo llave-cerradura



1. ¿En qué se parecen ambos modelos?
2. ¿Qué diferencias encuentran entre ellos?
3. Describan ambos modelos en sus cuadernos.

La especificidad de la unión enzima-sustrato está básicamente determinada por la forma o estructura tridimensional de las moléculas y por las características químicas de estas. Una explicación que los científicos han dado para la especificidad de la unión enzima-sustrato es el modelo **llave-cerradura**, según el cual la enzima tiene una **forma complementaria exacta a la del sustrato**. Sin embargo, este modelo no representa lo que ocurre con todas las enzimas.

Otra explicación para la especificidad de la unión enzima-sustrato es el **modelo de ajuste inducido**. Según este modelo, la enzima no tiene una forma completamente compatible con la del sustrato antes de unirse a él, sino que, cuando el sustrato está muy cerca de la enzima, esta **modifica su estructura tridimensional**, “ajustándose” a la del sustrato.

## LECTURA CIENTÍFICA

## La juanasa puede lavar ropa a bajas temperaturas

**Utilizando ciertas enzimas que el krill posee en su estómago, el ingeniero químico Juan Alfonso Asenjo desarrolló una enzima para ser usada en detergentes que operan a bajas temperaturas.**

En Chile, remplazar el agua caliente para lavar la ropa por agua fría, puede representar un enorme ahorro energético.

Juan Asenjo relata que esta innovación surgió en 1996: “Y descubrí que el krill –un diminuto crustáceo que abunda en los mares antárticos– tenía ciertas enzimas en su estómago –proteínas que fabrican un montón de cosas a partir de la degradación de alimentos– y que nunca nadie las había purificado. Entonces yo hice la relación krill-baja temperatura-enzimas y, por otra parte, detergentes-enzimas eficientes. Como el krill vive a 0 °C, pensé que estas enzimas debían tener actividad a baja temperatura”.

Aunque en un principio le costó recaudar fondos gubernamentales para el proyecto, la investigación dio frutos: “Se descubrieron cuatro enzimas en el

estómago del krill y las purificamos. Pero una era la “top”. Le pusimos la juanasa”. Como no existía en ninguna otra parte del mundo, la patentó en Estados Unidos. “Esta enzima degrada proteínas y funciona a muy baja temperatura”. Esto permite fabricarla para incorporarla a detergentes que sirven “para lavar con agua fría y disminuir el gasto energético”.

Todos los detergentes que existen tienen alguna enzima que degrada las manchas de proteínas, grasas, etcétera. Las enzimas que se usan en estos detergentes para funcionar requieren de una temperatura óptima de 60 °C. “A nadie se le había ocurrido usar enzimas que tuvieran actividad eficiente a baja temperatura”, comenta Asenjo.

A partir del descubrimiento de las propiedades y aplicaciones de la juanasa, se han abierto otros proyectos: “Estamos realizando el tercer proyecto FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico). Ya hemos conversado con algunos empresarios que están interesados en crear un consorcio biotecnológico y esto abre una brecha no explotada en Chile”.

Fuente: [www.innovacionmadeinchile.cl/innovadores/industria/enzima\\_krill.html](http://www.innovacionmadeinchile.cl/innovadores/industria/enzima_krill.html) (última visita, octubre de 2008). Adaptación.

### Trabajemos con la información

Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué es la juanasa?, ¿cuál es su procedencia?
2. ¿Qué revolución produjo el descubrimiento de la juanasa?
3. ¿De qué manera el desarrollo de la tecnología permitió el descubrimiento científico de la juanasa?
4. ¿Por qué el descubrimiento de la juanasa es un aporte para la sociedad?
5. En general, ¿qué relación existe entre el desarrollo científico, tecnológico y social?

## EXPERIMENTO FINAL

### ¿Cómo influye la temperatura en la actividad enzimática?

Organícense en grupos, según las indicaciones de su profesora o profesor. Luego, realicen la actividad propuesta a continuación, a partir de la cual podrán trabajar como lo hacen las científicas y científicos.

#### A. Hipótesis

Definido el problema de investigación, enunciado en el título, identifiquen las variables involucradas en este, según corresponda (variable independiente, variable dependiente, variable controlada).

Posteriormente, planteen una hipótesis y escríbanla en sus cuadernos. Una hipótesis es una posible respuesta al problema de investigación, que se plantea como una afirmación y debe incluir las variables presentes en este.

#### B. Diseño experimental

Esta etapa corresponde a la formulación del plan de trabajo que llevarán a cabo para poner a prueba la hipótesis enunciada para el problema de investigación. Si corresponde, este tiene que incluir los materiales y el procedimiento que con ellos debe realizarse, además de las medidas de seguridad pertinentes.

También es necesario que definan cómo registrarán los resultados (tablas, gráficos, esquemas, dibujos, etcétera).

Es importante considerar que esta etapa también puede consistir en la descripción de una actividad realizada, incluyendo los resultados obtenidos (en tablas, gráficos, etcétera).

#### C. Análisis de resultados y conclusiones

Esta etapa corresponde a dar respuesta a ciertas preguntas que sirven para interpretar los resultados obtenidos. Deben evitar aquellas cuya respuesta es sí o no.

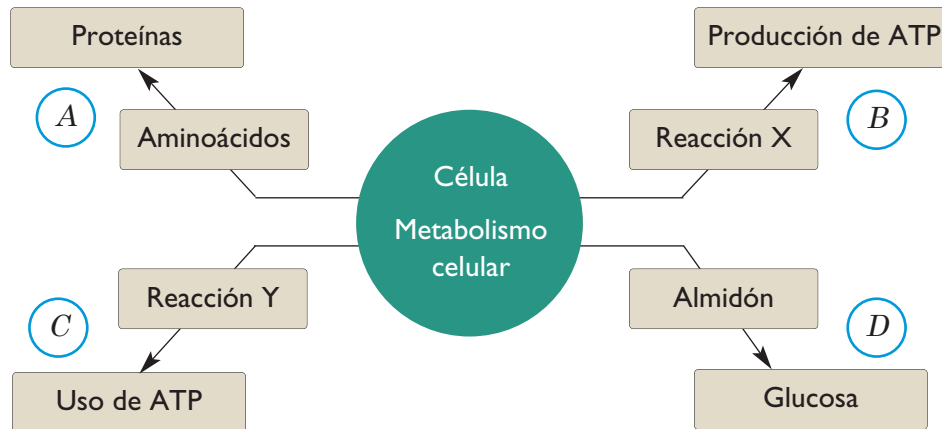
Finalmente, se formulan las conclusiones, algunas de las cuales deben relacionarse con la hipótesis planteada. Recuerden que toda hipótesis, aunque deba ser replanteada, es una instancia de aprendizaje.

#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Siguieron paso a paso la organización del proyecto de investigación?
2. ¿Trabajaron colaborativamente en el planteamiento del diseño experimental?
3. ¿Todos los integrantes del grupo participaron en la formulación de las preguntas de análisis de los resultados?
4. ¿Respetaron las ideas de sus compañeras y compañeros?

I. Observa atentamente el siguiente esquema. Después, copia en tu cuaderno la tabla que está debajo de él, marcando con un ✓ según el tipo de reacción que corresponda.



Reacción	Catabólica	Anabólica	Requiere energía	Produce energía
A				
B				
C				
D				

II. Copia la siguiente tabla en tu cuaderno y complétala con la información que se solicita.

Características	Biomoléculas orgánicas			
	Glúcidos	Lípidos	Proteínas	Ácidos nucleicos
Composición química				
Nombre del monómero*				
Nombre del polímero*				
Función en la célula				

(\* si corresponde)

**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿De qué manera(s) te resultó más fácil aprender?, ¿a qué piensas que se debe?
2. ¿Qué tema te resultó más fácil aprender?, ¿a qué lo atribuyes?
3. ¿Qué hiciste para aprender los temas que te resultaron más difíciles?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿Qué estructuras conforman una pata de pollo?

### A. Lluvia de ideas

Organícense en parejas o en grupos, según las indicaciones de su profesor o profesora, planteen posibles hipótesis para el problema enunciado en el título, y escríbanlas en la pizarra.

### B. ¡A trabajar!

Realicen la siguiente actividad.

#### Materiales:

- Una bandeja plástica.
- Una pata de pollo.
- Papel absorbente.
- Pinzas.
- Una lupa.



#### Procedimiento:

1. Coloquen la pata de pollo sobre la bandeja plástica. Obsérvenla, dibújenla y descríbanla en sus cuadernos.
2. Con las pinzas, separen la piel, los músculos y el hueso de la pata de pollo.
3. Observen cada una de las estructuras, a simple vista y con la lupa.
4. En sus cuadernos, dibujen cada estructura (piel, músculos y hueso), píntenlas y descríbanlas.
5. Una vez que terminen la actividad, dejen limpio y ordenado su lugar de trabajo.

### C. Analicemos los resultados

Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas.

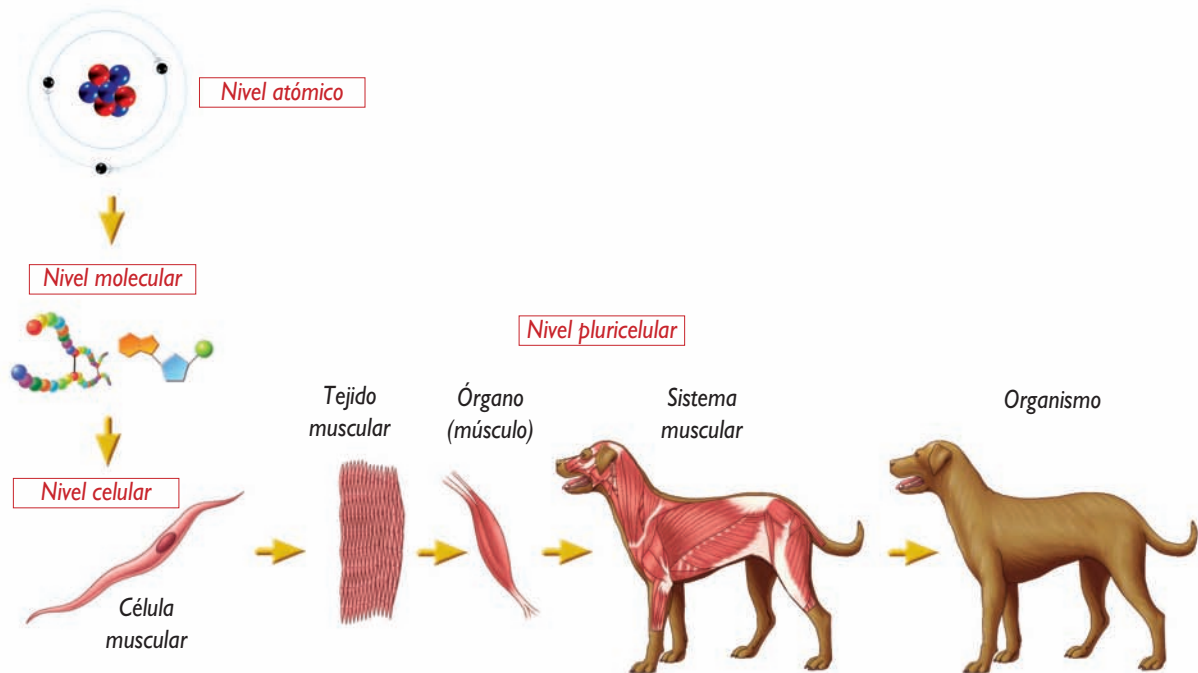
1. ¿Qué es la pata de pollo: una célula, un tejido o un órgano? Si es necesario, busquen las definiciones correspondientes.
2. ¿Qué es la piel de la pata de pollo: una célula, un tejido o un órgano?, ¿y los músculos?, ¿y el hueso?
3. ¿De qué están hechas las tres estructuras observadas?, ¿cómo podrían comprobarlo? Expliquen.
4. Con respecto a sus respuestas anteriores, ¿cómo se relacionan las células, los tejidos y los órganos? Expliquen.
5. A partir de los resultados obtenidos, ¿corroboran su hipótesis? Si su respuesta es negativa, planteen una nueva hipótesis para el problema enunciado.

### 3.1 Niveles de organización biológica

INTERPRETAR

#### Actividad 20

A continuación se representan los principales niveles de organización de los seres vivos. A partir de ellos, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



1. ¿Qué macromoléculas forman parte de las células?
2. ¿A partir de qué se forman los tejidos?
3. ¿A qué dan origen los tejidos?
4. ¿Qué es un sistema?

La complejidad de los organismos pluricelulares se basa en los diferentes niveles de organización que posee su cuerpo. Ya sabes que hay macromoléculas que constituyen la célula. Pues bien, la agrupación de células forma tejidos, los que se organizan para dar origen a órganos y estos, a su vez, forman sistemas corporales.

Los órganos corresponden a un conjunto de tejidos que cumplen funciones específicas para realizar una tarea global y compleja. Generalmente, los órganos realizan tareas especializadas y para ello deben contar con un grupo de tejidos distintos que trabajan coordinadamente.

Por otra parte, los sistemas son un conjunto de órganos que cumplen funciones distintas, pero que permiten el funcionamiento integrado del sistema que constituyen.

## CONCEPTOS CLAVE

**Tejido conjuntivo:** se caracteriza por su origen embrionario, a partir de una capa de células llamada mesénquima embrionario. Su principal función es de sostén y conexión entre tejidos. Por ejemplo, conecta los tejidos epitelial y muscular.

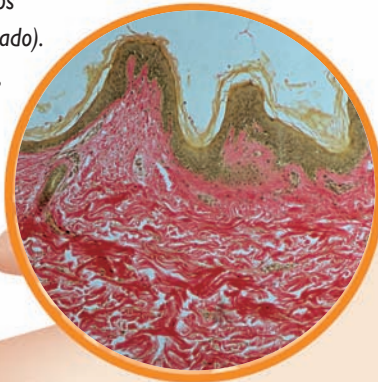
## 3.2 Los tejidos

Los organismos pluricelulares se caracterizan por estar constituidos por una gran cantidad de células, que para cumplir sus funciones deben “trabajar especializado”. Sin embargo, esto no basta, ya que también deben “trabajar en equipo”. ¿Qué significa esto?

En los organismos pluricelulares, las células se agrupan dando origen a los tejidos. Podemos decir, entonces, que en los organismos existe una verdadera “división del trabajo”, en la que cada tejido desempeña una tarea particular para mantener al organismo vivo y saludable.

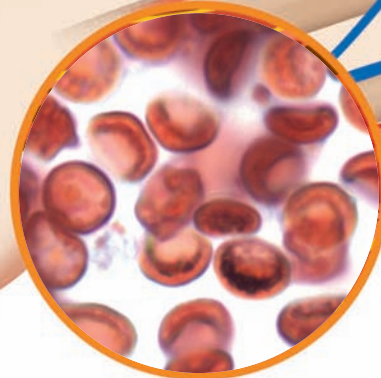
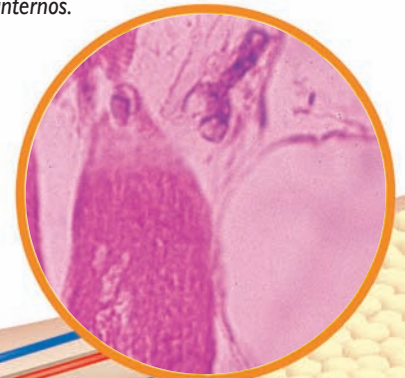
### Tejido epitelial

Está formado por una o varias capas de células que recubren la superficie del organismo, además de las cavidades, órganos, conductos, mucosas y glándulas. En el caso de la piel, conforma la epidermis, que es la capa más superficial de esta. La epidermis está compuesta por aproximadamente cinco estratos celulares (epitelio pluriestratificado). También presenta melanocitos, que son células con pigmentos que le dan el color a la piel; células de Langerhans, que tienen funciones defensivas, y células nerviosas. No posee vasos sanguíneos.



### Tejido adiposo

Está conformado por células que acumulan grasa, llamadas adipocitos. En el brazo, forma parte de la hipodermis, que es la capa más interna de la piel. Este tejido, además de evitar la pérdida de calor, sirve de amortiguador, protegiendo órganos internos.

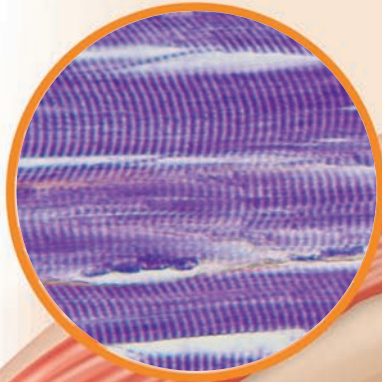


### Tejido sanguíneo

Corresponde a un tipo de tejido conjuntivo (conectivo). Posee una fase sólida conformada por los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas; y una fase líquida, representada por el plasma. Los glóbulos rojos son células que transportan nutrientes y gases; los glóbulos blancos, como los linfocitos, son tipos celulares involucrados en la defensa del organismo; y las plaquetas, que corresponden a fragmentos celulares, participan en la coagulación sanguínea.

**Tejido muscular**

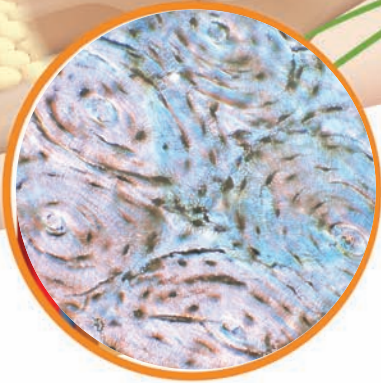
Está formado por células alargadas, llamadas miocitos o fibras musculares. Los músculos del brazo, responsables del movimiento de este, están conformados por tejido muscular liso voluntario o esquelético. Otros tipos de tejido muscular son el estriado involuntario, presente en el corazón, y el liso involuntario, que no posee estriaciones y se encuentra en la mayoría de los vasos sanguíneos y en órganos como los del sistema digestivo.

**Tejido nervioso**

Forma parte de los órganos del sistema nervioso, y está conformado por las neuronas (conducen las señales nerviosas) y las neuroglías o células gliales. Mediante este tejido recibimos los estímulos del medio y se controla la respuesta del organismo frente a estos.

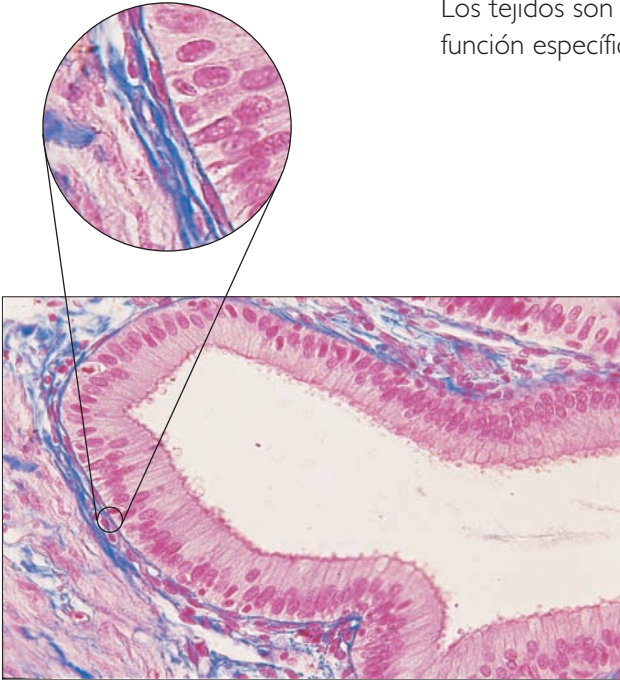
**Tejido óseo**

Forma los huesos, que le dan forma y sostén al organismo. Es un tipo de tejido conjuntivo (conectivo) conformado por distintas células: los osteoblastos, encargados de la formación de tejido óseo nuevo; los osteocitos, que corresponden a osteoblastos maduros; y los osteoclastos, encargados de reabsorber o eliminar materia ósea. Según su estructura, se distinguen el tejido esponjoso, que está formado por espacios vacíos y tiene aspecto de red; y el tejido compacto, de aspecto duro y uniforme, abundante en huesos largos, como el húmero, del brazo, y el fémur, de la pierna.



## Funciones de los tejidos

Los tejidos son un conjunto de células de forma similar, que cumplen una función específica. ¿Qué relación habrá entre esta función y su forma?



Tejido epitelial que recubre las paredes del intestino delgado. ¿Qué función cumplirán las células de este tejido?

### SELECCIONAR INFORMACIÓN, DISEÑAR Y COMPLETAR

#### Actividad 21

Organícense en nueve grupos de trabajo, según les indique su profesora o profesor, y realicen la siguiente actividad.

1. Escriban en papelitos el nombre de los tejidos que aparecen a continuación, y sorteen el que le corresponderá a cada grupo.
  - **Tejido animal:** epitelial, conjuntivo (conectivo), muscular y nervioso.
  - **Tejido vegetal:** epidérmico, xilema y floema, parénquima, colénquima y esclerénquima.
2. Busquen información en diferentes fuentes sobre el tejido que les tocó. Los aspectos que deben considerar en la selección de la información son: por qué se considera un tejido, dónde se ubica, qué forma tienen sus células y la función que desempeñan, y una enfermedad asociada al tejido.
3. Preparen material para exponer la información que encontraron, a sus compañeros y compañeras. Pueden recurrir a PowerPoint, modelos, papelógrafos, etcétera.
4. Tomen apuntes de la presentación de todos los grupos, completando una tabla como la siguiente en sus cuadernos.

Tejido	Ubicación	Forma de las células	Función del tejido	Enfermedad asociada
Copia en tu cuaderno				

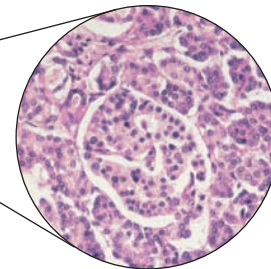
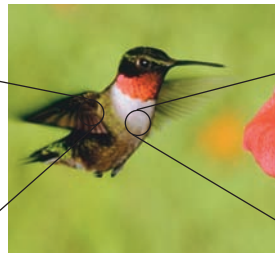
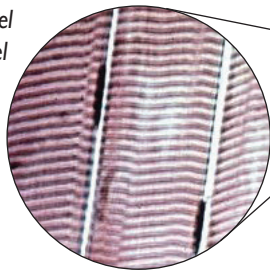
Al agruparse, las células forman tejidos que cumplen funciones específicas.  
¿Cuáles son estas funciones?, ¿qué se requiere para que se realicen?

## ANALIZAR E INFERIR

**Actividad 22**

Las siguientes imágenes muestran dos tipos de tejido de un ave: muscular y glandular. El tejido muscular permite el movimiento del animal, a través de su contracción y relajación; y el tejido glandular produce sustancias químicas que son secretadas y así pueden llevar a cabo su función.

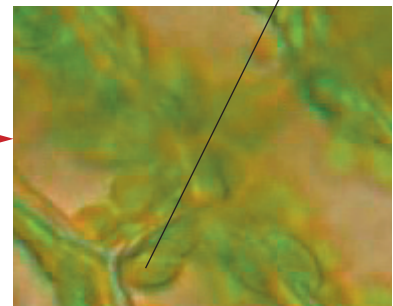
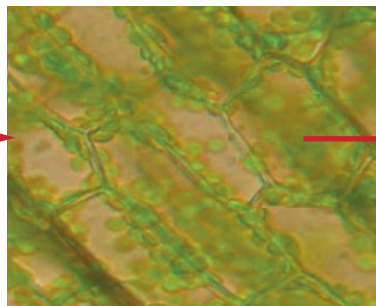
*Tejido muscular del ala, que permite el bateo de estas.*



*Tejido secretor del páncreas que produce jugo pancreático, el que participa en la digestión de los alimentos.*

1. ¿Qué organelos debiera haber en mayor cantidad en las células musculares del ala? Fundamenta.
2. Las células secretoras del páncreas, ¿qué organelos debieran tener en mayor cantidad?, ¿por qué?
3. ¿Cómo crees que es la producción de ATP en las células musculares, alta o baja? Explica.

Que un tejido lleve a cabo sus funciones específicas, depende de diversos factores. Por ejemplo: el tejido de la hoja de la planta acuática de la fotografía inferior, llamada elodea, está especializado para llevar a cabo uno de los principales procesos celulares de los vegetales: la fotosíntesis. Esto se evidencia en la gran cantidad de cloroplastos que hay en el interior de sus células. Entonces, para su funcionamiento, el tejido requiere del desarrollo y especialización de los organelos, y de las reacciones metabólicas que participan en el proceso fotosintético que ocurre al interior de las células que lo conforman.

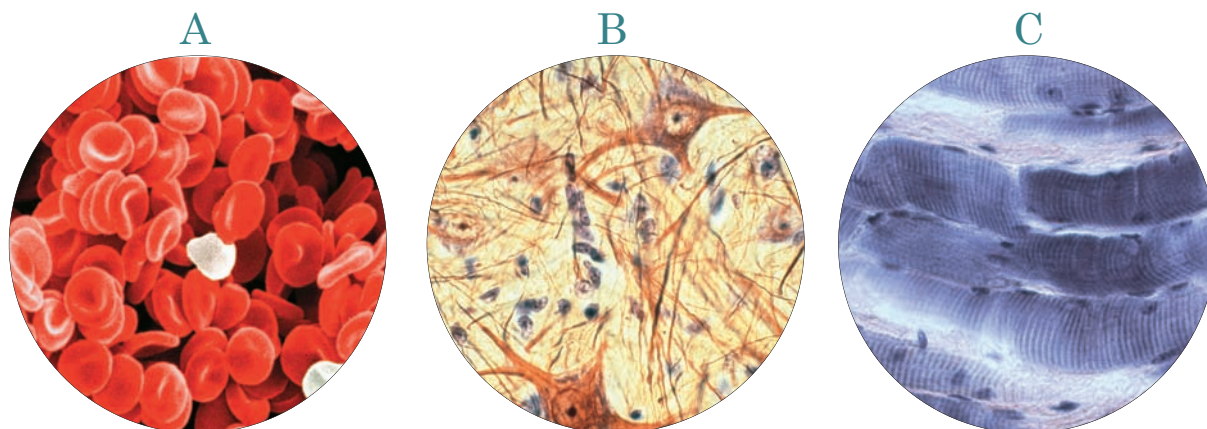


### 3.3 Diferenciación celular

COMPARAR, ANALIZAR Y DESCRIBIR

#### Actividad 23

Observa las imágenes de células de un organismo pluricelular, que aparecen a continuación. Luego, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



Imágenes de células de nuestro organismo: glóbulos rojos (A), neuronas (B) y células musculares (C).

1. ¿Qué forma tienen las células? Descríbelas.
2. ¿Cuál es su función? Si es necesario, recurre a fuentes de información.
3. ¿Piensas que hay relación entre la forma de las células y su función? Explica.

#### TEN PRESENTE QUE...

En el proceso de diferenciación celular, los glóbulos rojos pierden su núcleo al poco tiempo de madurar, dejándole espacio a la proteína hemoglobina que transporta oxígeno.

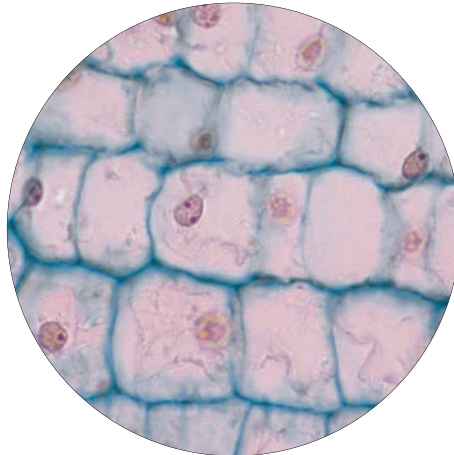
Las células de un organismo pluricelular no tienen la misma forma. ¿De qué depende esta característica de las células? En las imágenes de la actividad anterior, puedes notar que los glóbulos rojos son discos bicóncavos (A); las neuronas poseen gran cantidad de ramificaciones (B); y las células musculares son alargadas (C). El hecho de que las células tengan formas distintas tiene relación con la función que cumplen. Las neuronas, por ejemplo, presentan ramificaciones que les permiten transmitir el impulso nervioso, y las células musculares, dada su forma alargada, facilitan que los músculos se contraigan y relajen.

Las **formas y funciones** de las células están **determinadas genéticamente**, a través de procesos que ocurren en el desarrollo. Esto quiere decir que la información hereditaria contenida en el ADN, presente en el núcleo de las células eucariontes, determina sus funciones y forma.

I. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. Explica la o las ventajas que tiene para los organismos pluricelulares estar formados por millones de células que se “reparten el trabajo”.
2. ¿Cómo se evidencia, en el citoplasma, la especialización funcional de una célula?
3. ¿Por qué se dice que la forma de una célula obedece a la función que esta cumple? Explica mediante un ejemplo.
4. ¿Qué organelo debiera presentar un gran desarrollo en una célula cuya función es la defensa inmunológica? Explica.

II. ¿Qué nivel de organización biológica muestra la siguiente imagen? Fundamenta tu respuesta.



III. Explica los niveles de organización biológica a través de un mapa conceptual.

#### Aprendo mejor

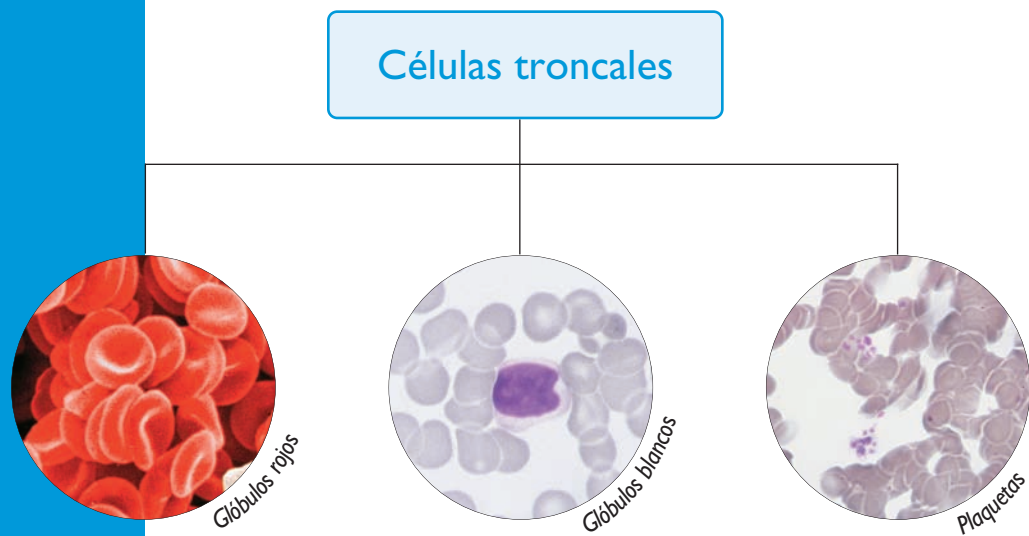
Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Qué tema te resultó más difícil de aprender?, ¿a qué lo atribuyes?
2. ¿Cómo te resulta más fácil aprender: buscando información, haciendo tablas, interpretando gráficos, haciendo mapas conceptuales, etcétera?
3. ¿De qué manera podrías usar la metodología anterior para estudiar los temas que más te cuesta aprender, en esta y otras asignaturas?

## Células troncales: promesas y problemas

### Exploro

¿De dónde provienen todas las células de nuestro cuerpo? Aunque parezca increíble, cada célula del cuerpo se originó mediante la reproducción de una pequeña cantidad de células llamadas troncales o madres, las que a su vez provienen de la división del huevo fecundado. Las células troncales son células no especializadas que tienen la capacidad para diferenciarse en una gran cantidad de tipos de células. Durante el desarrollo embrionario, las células troncales originan todos nuestros tejidos. Hay pruebas que demuestran la presencia de células troncales en los adultos, como las células troncales de la médula ósea, que producen las diferentes células sanguíneas que remplazan a las que se pierden por el desgaste normal (ver esquema).



Diversos investigadores han observado que, en ocasiones, es posible desarrollar células nerviosas, musculares y hepáticas a partir de células troncales humanas. Sin embargo, estos experimentos aún se encuentran en etapas iniciales de desarrollo. Por esto se sigue considerando la posibilidad de usar células troncales provenientes de embriones humanos.

Aunque nuestro cuerpo produce diariamente miles de millones de células nuevas, no siempre puede producir el tipo de célula adecuada para remplazar a las dañadas por lesiones o enfermedades. Por ejemplo, prácticamente no produce nuevas neuronas para reparar graves lesiones de la médula espinal, como una parálisis. Las células troncales podrían ser la solución para este problema, sabiendo que un grupo de investigadores descubrió que los implantes de células troncales pueden revertir los efectos de lesiones cerebrales en ratones. Existe la esperanza de que lo mismo suceda con humanos y que estas células puedan revertir lesiones cerebrales y espinales.

Las células troncales también pueden usarse para desarrollar nuevo tejido hepático, reemplazar válvulas cardíacas y revertir los efectos de la diabetes, entre otras aplicaciones.

En 1998, un grupo de investigadores aisló células troncales embrionarias humanas e informaron que estas podían crecer transformándose en tejidos diferentes. Sin embargo, el uso de células de embriones humanos es cuestionado desde el punto de vista moral y ético, ya que la manipulación de estas células está en el límite del tema de la clonación humana: las células troncales embrionarias tienen la capacidad para formar un individuo nuevo y completo.

**Fuente:** Miller y Levine, *Biología*. Prentice Hall. 2004. (Adaptación)

### Analizo

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué son las células troncales?
2. ¿De dónde pueden obtenerse células troncales?
3. ¿Qué ventajas representan las células troncales para la medicina?
4. ¿Qué problemas éticos surgen debido al uso de células troncales de embriones humanos?

### Tomo una decisión

Organícense en grupos, de acuerdo a las indicaciones de su profesora o profesor, y realicen la actividad planteada a continuación.

1. Dividan el grupo en dos, y sorteen quiénes estarán a favor del uso de células troncales provenientes de embriones humanos y quiénes en contra.
2. Recurren a diferentes fuentes de información para que investiguen y profundicen más sobre el tema del uso de células troncales obtenidas de embriones humanos, y así puedan establecer los argumentos que usarán a favor de la postura que les correspondió. También es importante que establezcan argumentos contra la postura opuesta.
3. Guiados por su profesor o profesora, organicen un debate en el que todos los grupos expongan sus ideas y argumentos. Recuerden ser respetuosas y respetuosos.
4. Finalmente, comenten sobre la postura que ustedes tienen frente al uso de las células troncales provenientes de embriones humanos, dando las fundamentaciones correspondientes.

### Informo a los demás

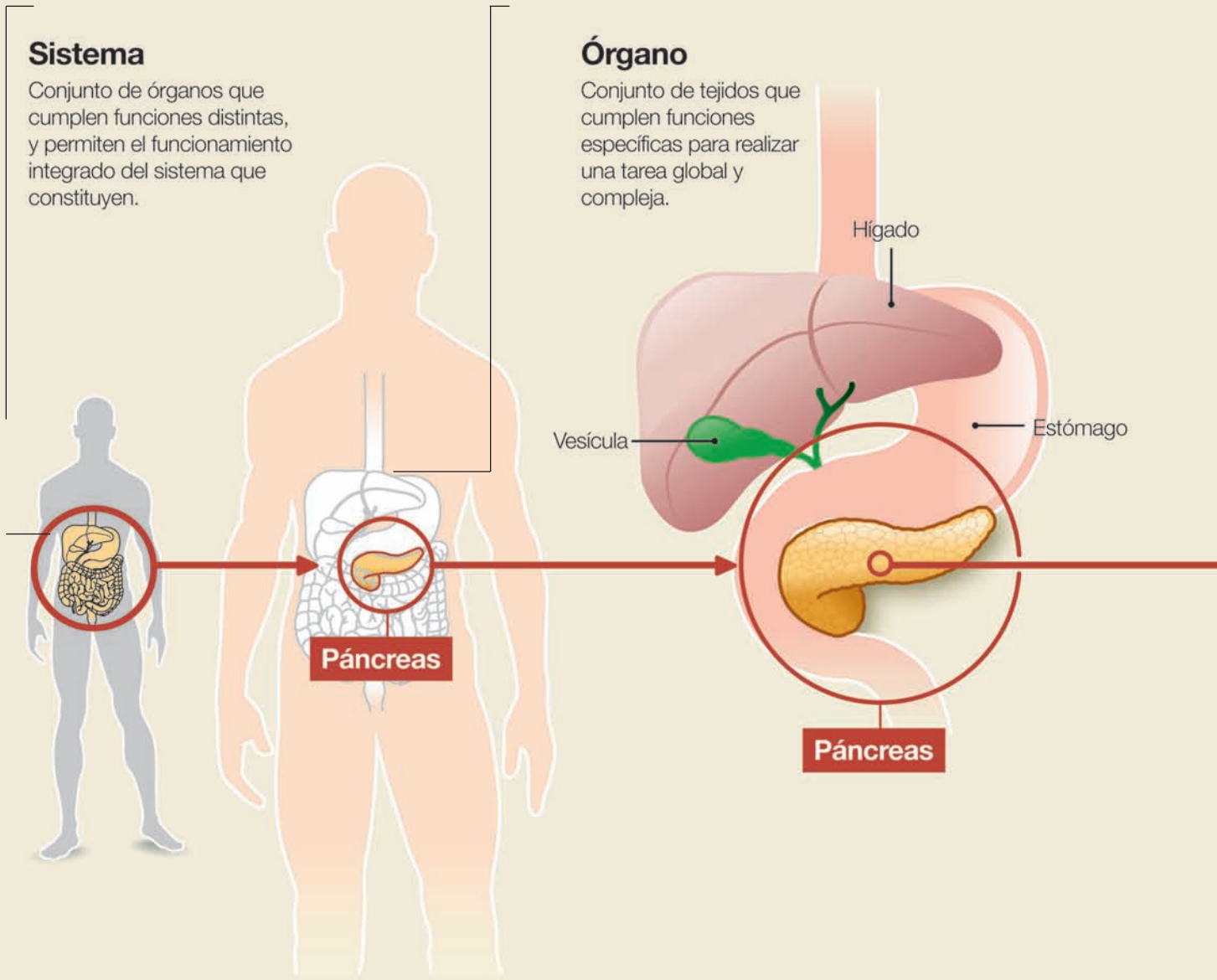
Al finalizar el debate, puede que algunos de ustedes hayan fortalecido su postura frente al tema tratado, y que otros hayan cambiado de opinión de manera fundamentada. Ahora, les invitamos a dar a conocer a la comunidad de su colegio cuáles son los aspectos positivos y negativos del uso de las células troncales obtenidas de embriones humanos. Para ello, organícense en parejas y confeccionen un afiche. Usen toda su creatividad en la elaboración del afiche, utilizando eslóganes e imágenes, entre otros recursos.

## Sistema

Conjunto de órganos que cumplen funciones distintas, y permiten el funcionamiento integrado del sistema que constituyen.

## Órgano

Conjunto de tejidos que cumplen funciones específicas para realizar una tarea global y compleja.



### Trabaja con la información

1. ¿Qué importancia tiene el hecho de que los órganos que conforman un sistema “trabajen” de manera integrada?
2. ¿Qué sucede si las células de un tejido comienzan a dividirse de manera descontrolada?
3. ¿Qué importancia tiene el proceso de diferenciación celular? Explica.
4. ¿Cuáles son las principales biomoléculas que forman parte de las células?
5. ¿Qué papel cumple el metabolismo celular en el correcto funcionamiento de nuestro organismo?

**Tejido**

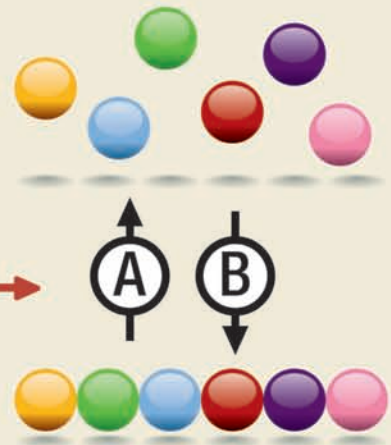
Grupo de células especializadas en cumplir una función determinada.

**Célula**

Unidad básica estructural, funcional y productora de material genético de los seres vivos.

**Biomoléculas**

Son las moléculas constitutivas de las células. Hay biomoléculas **orgánicas**, que son ricas en carbono (lípidos, glúcidos, proteínas y ácidos nucleicos); e **inorgánicas**, que son pobres en carbono o carecen de él (agua y sales minerales).

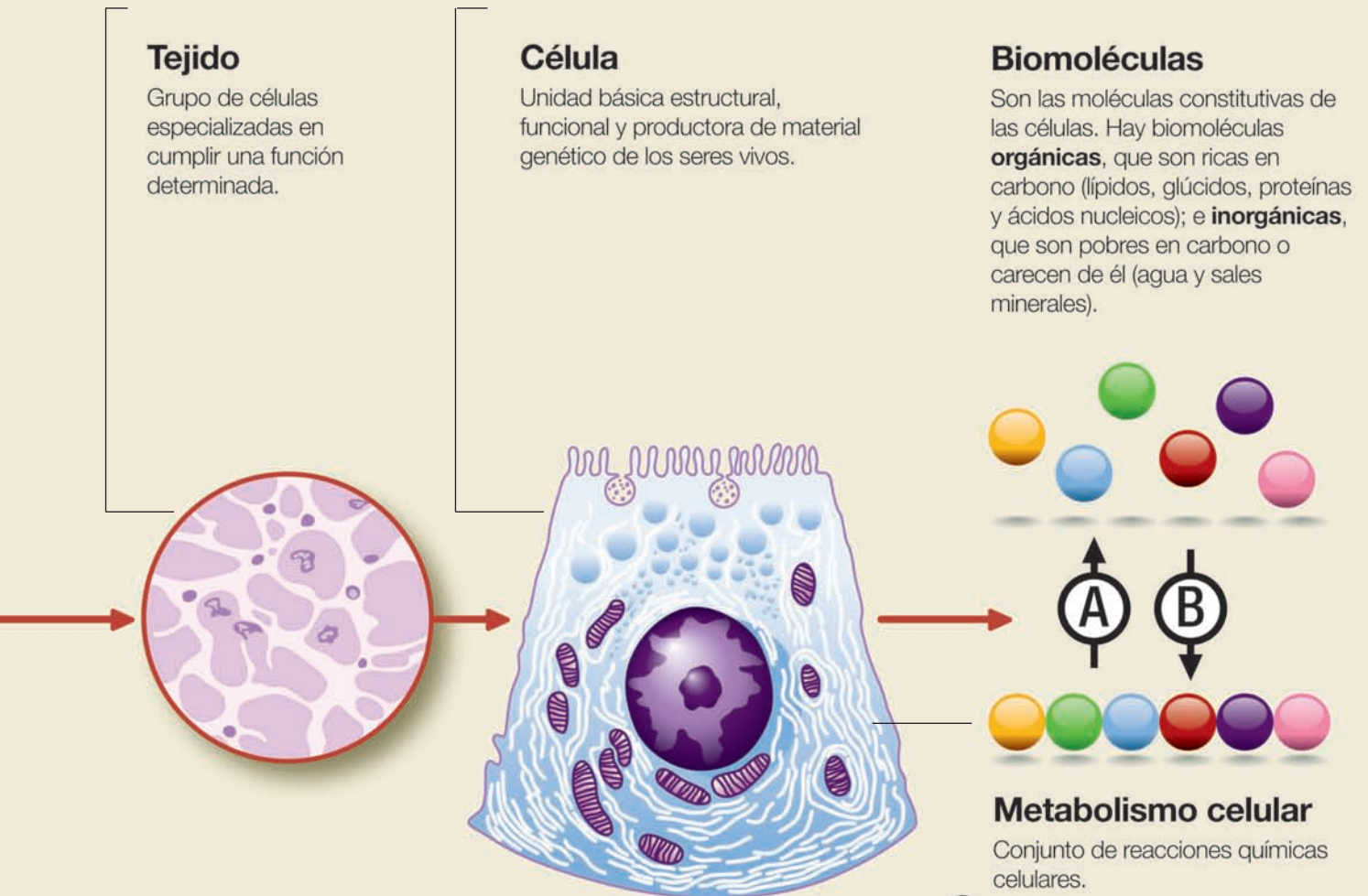
**Metabolismo celular**

Conjunto de reacciones químicas celulares.

- (A) Catabolismo:** conjunto de reacciones producto de las cuales se forman sustancias simples a partir de moléculas más complejas.
- (B) Anabolismo:** conjunto de reacciones mediante las cuales se forman moléculas complejas a partir de sustancias más simples.

**Diferenciación celular**

Proceso que permite a las células adquirir una forma y función específicas.





**1665**

**Robert Hooke** (1635-1703). Físico y astrónomo inglés, a partir de observaciones de células muertas de la corteza del alcornoque (corcho), acuña el concepto de célula en 1665.

Hooke fue un científico experimental y se desarrolló en áreas como la biología, la medicina, la física, la microscopía, la náutica y la astronomía. Pese a todos los estudios y aportes que realizó en el ámbito de la ciencia, sus restos yacen en una tumba desconocida.

### En el mundo...

En la época, destacan las contribuciones a la ciencia del matemático, físico y filósofo religioso francés Blaise Pascal, considerado, junto con Charles Babbage, el padre de las computadoras.



**1838-1839**

**Matthias Schleiden** (1804-1881). Botánico alemán, era considerado como un hombre polémico, ya que, por ejemplo, se burlaba de otros botánicos porque solo se dedicaban a nombrar y describir a las plantas; en cambio, él las estudiaba con el microscopio. A partir de las observaciones hechas con este instrumento, en 1838 afirmó que todas las plantas estaban compuestas de células. También planteó que el crecimiento de las plantas se debe a la generación de nuevas células.



**1855**

**Rudolph Virchow** (1821-1902). Médico alemán, se le considera el fundador de la patología celular. Acuñó el término *omnis cellula a cellula* en 1855, que quiere decir que toda célula deriva de otra preexistente, completando así la llamada teoría celular.

También planteó que las enfermedades no surgen en los órganos y tejidos del cuerpo, sino que en células individuales.



Un año más tarde, en 1839, **Theodor Schwann** (1810-1882), fisiólogo y anatomista alemán que se dedicó principalmente a la investigación experimental, concluyó que todos los animales están “hechos” de células. Con esto, y el planteamiento celular sobre las plantas hecho por Schleiden, se unificaron la botánica y la zoología bajo una teoría común. Por otra parte, es importante señalar que Schwann descubrió la pepsina en el año 1836, una enzima digestiva presente en el estómago.



**1878**

**Wilhelm Kühne** (1837-1900). Fisiólogo alemán, acuña el término enzima para describir el proceso de la fermentación de la levadura. También descubrió la tripsina, convirtiéndose en el primer científico en descubrir el mecanismo de acción de una proteasa, es decir, una enzima que degrada las proteínas.

#### En el mundo...

El automóvil a vapor, inventado por Amedeé Bolleé, es uno de los avances tecnológicos más importantes de la época.

Por otro lado, en esta época tiene lugar en Chile la Guerra del Pacífico (1879-1884), conflicto armado entre nuestro país y las repúblicas de Perú y Bolivia.



**1944**

**Oswald Avery** (1877-1955). Junto a sus colaboradores, descubre que el ADN es la molécula de la herencia.

#### En el mundo...

Acontece el conflicto bélico más grande en la historia de la humanidad: la Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

**2007**

Se obtienen células madre a partir de células de la piel humana.

#### Trabaja con la información

1. ¿Qué importancia tienen las investigaciones de Robert Hooke?, ¿qué relevancia tiene el hecho de que haya sido un científico experimental? ¿Puede considerarse a Schleiden como un científico experimental? Explica.
2. ¿Qué importancia le atribuyes a los trabajos de Schwann?
3. Averigua:
  - por qué a la encefalitis aguda congénita se le llama enfermedad de Virchow.
  - de qué manera se relacionan el descubrimiento de Kühne y los medicamentos inhibidores de proteasas, que se usan en la actualidad para combatir el virus del SIDA.
4. ¿Cómo se relaciona el descubrimiento de Avery con el estudio de la célula?
5. ¿Qué ventajas representa la obtención de células madre (troncales) de la piel humana, en relación a las que se obtienen de embriones humanos?
6. ¿De qué manera se relaciona la ciencia con los avances tecnológicos y los conflictos bélicos?

**I. Escribe en tu cuaderno la pregunta y la alternativa correcta.**

1. Imagina que observas al microscopio una célula desconocida, y concluyes que se trata de una célula vegetal. ¿Cuál de las siguientes alternativas corresponde a un hecho que pudo permitirte identificar el tipo de célula observada?
  - A. Poseía citoplasma.
  - B. Poseía membrana plasmática.
  - C. En su interior se encontraban cloroplastos.
  - D. En el citoplasma había gran cantidad de mitocondrias.
  - E. Su material genético estaba disperso en el citoplasma.
2. ¿Cuál de los siguientes postulados **no** forma parte de la teoría celular?
  - A. Las células se organizan en tejidos diferenciados.
  - B. Todas las células se originan de otra preexistente.
  - C. Las células son la unidad funcional de los seres vivos.
  - D. Las células son la unidad básica estructural de los organismos.
  - E. Todos los seres vivos están formados por células.
3. ¿Cuál de las siguientes características corresponde a las bacterias?
  - A. No tienen pared celular.
  - B. La membrana plasmática está ausente.
  - C. Los organelos de su citoplasma realizan funciones específicas.
  - D. Poseen un núcleo celular capaz de controlar las actividades celulares.
  - E. El material genético se localiza en una zona del citoplasma denominada nucleoide.
4. ¿Cuál de los siguientes bioelementos es fundamental en la estructura de moléculas orgánicas presentes en la célula?

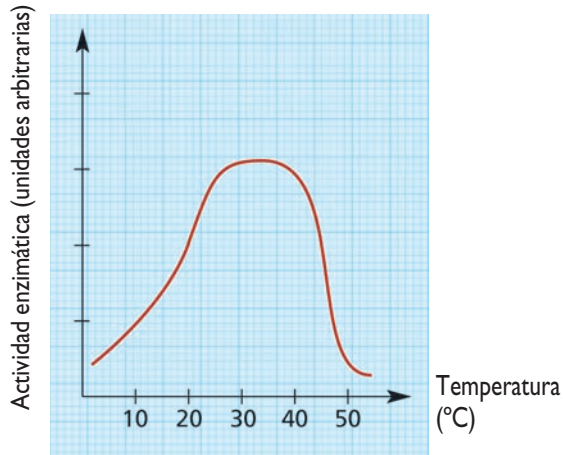
A. Agua.	D. Nitrógeno.
B. Carbono.	E. Hidrógeno.
C. Oxígeno.	
5. “Biomolécula orgánica más abundante de los seres vivos, que realiza diversas funciones”. ¿A qué biomolécula corresponde esta definición?

A. Agua.	D. Proteínas.
B. Lípidos.	E. Ácidos nucleicos.
C. Glúcidos.	

## II. Responde en tu cuaderno.

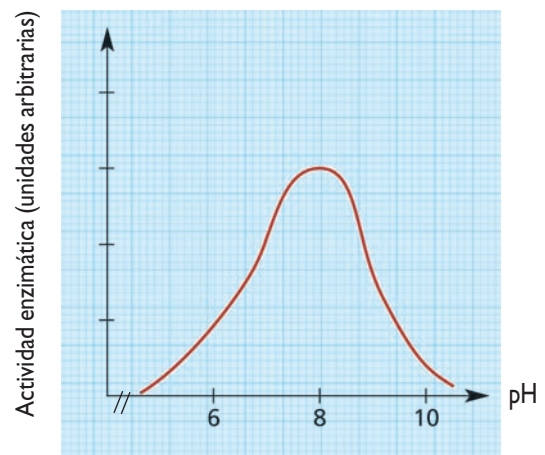
1. Analiza los siguientes gráficos, y luego responde las preguntas planteadas.

**Gráfico N° 1:** Efecto de la temperatura en la actividad de la amilasa salival.



Fuente: Archivo editorial.

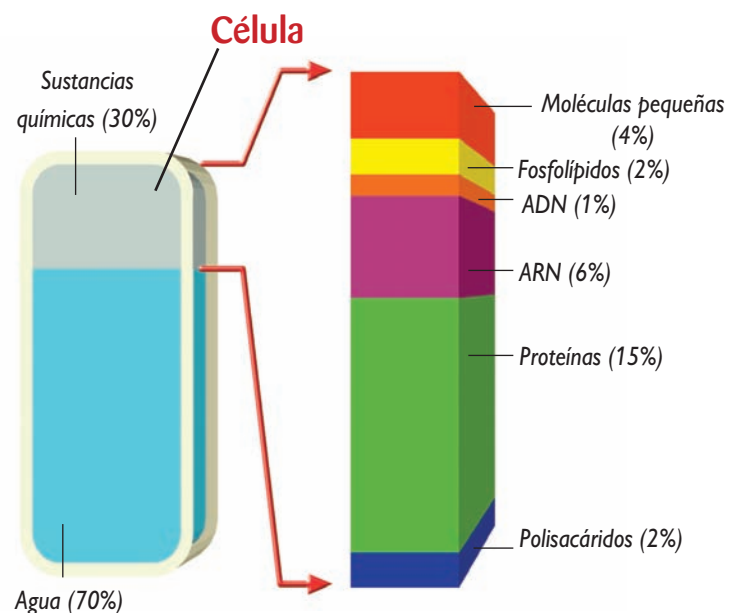
**Gráfico N° 2:** Efecto del pH en la actividad de la tripsina.



Fuente: Archivo editorial.

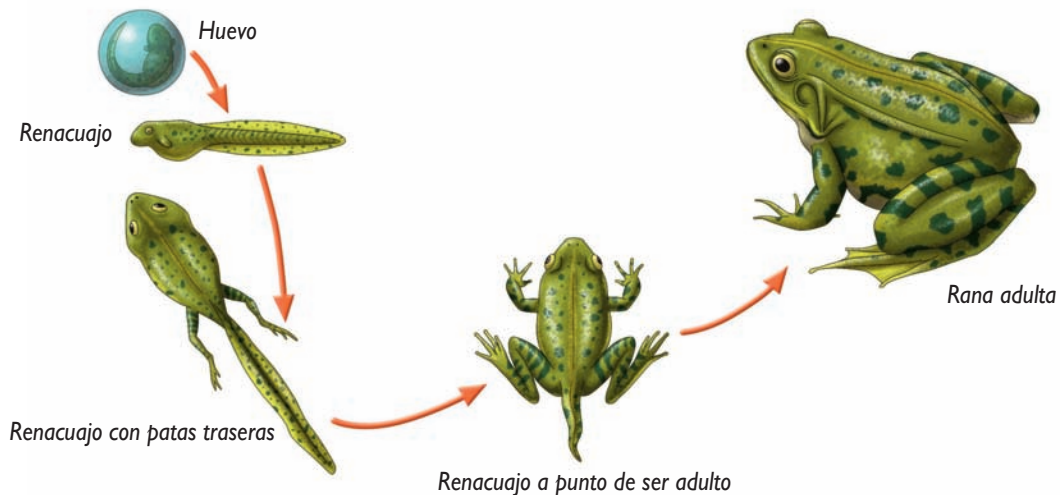
- ¿Cuál es la temperatura óptima de la amilasa salival? Explica.
  - ¿Cómo se relaciona lo anterior con nuestra temperatura corporal?
  - ¿Cuál es el pH óptimo de la tripsina? Fundamenta.
2. A partir de la imagen que muestra la composición química de una célula:

- Construye un gráfico de barras con los datos mostrados y señala cuáles son los dos componentes más abundantes de la célula.
- Responde: ¿todas las células tienen esta composición química? Explica.



### III. Piensa y responde en tu cuaderno.

1. Si un grupo de células ha incrementado notoriamente un tipo de metabolismo, ¿qué harías para concluir si se trata de anabolismo o catabolismo?
2. A continuación se representa la metamorfosis de una rana. Explica este proceso utilizando los conceptos: diferenciación celular y los niveles de organización biológica.



#### LO QUE AHORA SÉ

Te invitamos a que vuelvas a contestar las preguntas de la sección *Lo que sé* (página 9). Luego, compara tus respuestas iniciales con las de ahora.

1. ¿En qué se diferencian tus respuestas iniciales con las que diste ahora?
2. ¿Por qué fue importante estudiar los contenidos de la unidad?
3. ¿Qué puedes concluir al respecto?

Ahora, te invitamos a contestar otras preguntas.

1. ¿Qué estructuras se encuentran en todas las células?
2. ¿Cómo pueden clasificarse las células?
3. ¿Qué biomoléculas forman parte de las células?

Intenta responder las preguntas que te hiciste al comienzo de la unidad, en la sección *Lo que me gustaría saber* (página 9). Para aquellas que no sepas la respuesta, busca nueva información y contéstalas.

**PROYECTO****Un modelo tridimensional****Objetivo:**

Construir un modelo tridimensional para representar una estructura o proceso.

**Procedimiento:**

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor, y lleven a cabo la siguiente actividad.

1. Elijan la estructura o proceso que representarán, mediante un modelo tridimensional. Estos son:

- Célula eucarionte animal.
- Célula eucarionte vegetal.
- Polímero (a elección).
- Reacciones anabólicas.
- Reacciones catabólicas.
- Modelo del encaje inducido.

2. Dibujen el diseño de su modelo en sus cuadernos y pónganse de acuerdo en las dimensiones de este, en quién traerá los materiales que utilizarán, etcétera. Utilicen toda su creatividad en la elección de los materiales y en la forma en que presentarán su modelo.

3. Si es el caso, deben hacer etiquetas para identificar estructuras en el modelo tridimensional.

4. Enuncien 3 ó 4 preguntas que podrían ser estudiadas utilizando el modelo elaborado.

5. Diseñen un procedimiento que les permita responder alguna de las preguntas enunciadas.

**Pauta de corrección:**

Al revisar el modelo se considerarán los siguientes aspectos:

- Representatividad (el modelo tiene que mostrar realmente la estructura o proceso elegido).
- Proporcionalidad (debe existir relación en el tamaño de las estructuras representadas).
- Tamaño (el modelo debe tener un tamaño que permita ver todas sus estructuras o componentes).
- Estabilidad (el modelo puede exponerse, sin necesidad de sostenerlo o afirmarlo).
- Rotulación (en el modelo están identificadas las estructuras y componentes que corresponden, y la letra usada en la rotulación tiene un tamaño adecuado y es legible, es decir, puede leerse).

**Aprendo mejor**

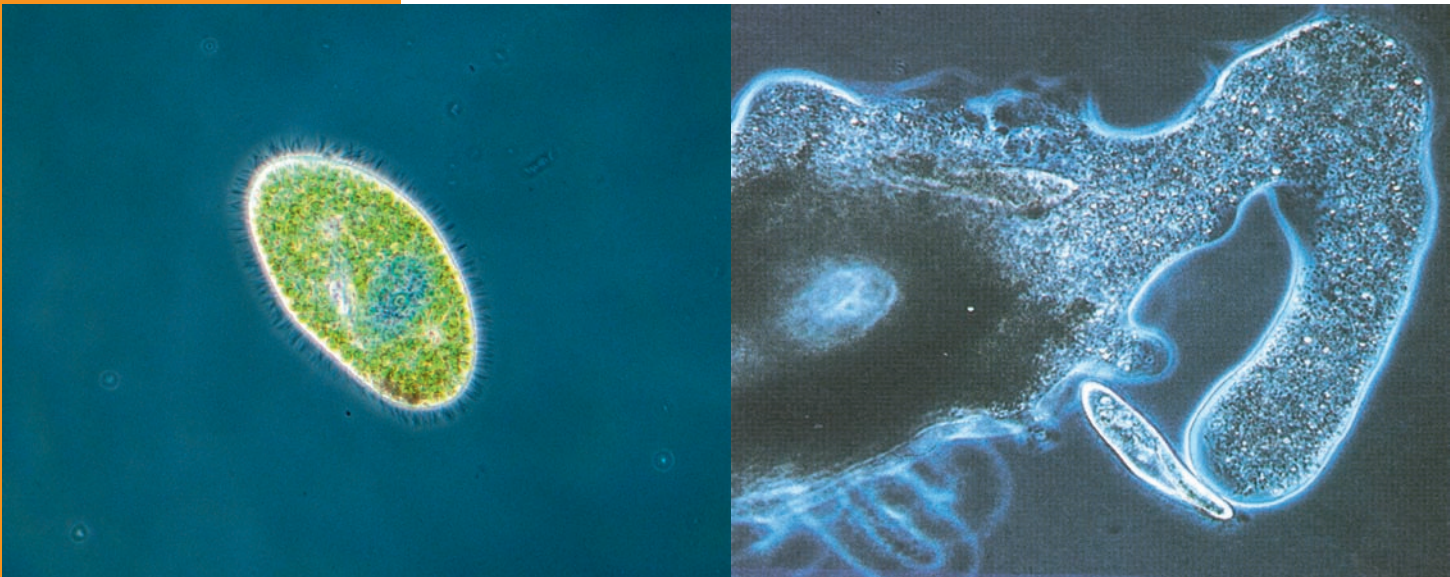
Reflexiona en torno a las siguientes preguntas, y luego contéstalas en tu cuaderno.

1. ¿Qué contenido(s) de la unidad te costó aprender?, ¿a qué piensas que se debe?
2. Con respecto a tu respuesta anterior, ¿cómo te hubiera resultado más fácil aprenderlos?
3. ¿Cuál(es) fue(ron) el(los) contenido(s) de la unidad que aprendiste con mayor facilidad?

Unidad

# 2

## Interacción célula-ambiente



Como aprendiste en la unidad anterior, todos los seres vivos estamos constituidos por células. Para poder mantenerse vivas, las células deben estar en constante interacción con el medio que les rodea, captando señales, incorporando nutrientes y eliminando sus desechos. En otras palabras, las células dependen del medio circundante para su sobrevivencia.

### LO QUE APRENDERÉ

- Comprender que la célula está en constante interacción con el medio que le rodea.
- Reconocer que la membrana plasmática capta señales y transporta sustancias desde la célula hacia el medio que le rodea, y viceversa.
- Describir la estructura y composición de la membrana plasmática, y comprender que esta presenta una permeabilidad selectiva a las sustancias que se movilizan desde la célula hacia el medio circundante, y en sentido inverso.
- Describir los distintos tipos de transporte de sustancias que ocurren a través de la membrana plasmática.

## LO QUE SÉ

Responde en tu cuaderno las preguntas planteadas. Luego, comparte tus respuestas con tus compañeras y compañeros. Es importante que consideres que no hay respuestas correctas ni incorrectas, lo importante es que las contestes a partir de las ideas y conocimientos que tienes al respecto.

1. ¿Qué organismos observas en las fotografías?
2. ¿Qué sustancias químicas hay al interior de la célula?, ¿y en el medio que la rodea?
3. ¿Cuál es la principal biomolécula que hay al interior de la célula y en el medio que la circunda? Explica.
4. ¿Qué estructura(s) tienen que atravesar las sustancias que entran o salen de las células?
5. Cuando una célula ingiere a otro organismo, ¿qué ocurre con la membrana plasmática de esta?
6. ¿Qué sucede con las células de una planta si esta se marchita?
7. Si una persona tiene la sensación de sed, ¿qué ocurriría con sus células si no bebe agua?



## LO QUE ME GUSTARÍA SABER

Te invitamos a que a partir de las imágenes de estas páginas, y de tus inquietudes y conocimientos, escribas en tu cuaderno cinco o seis preguntas que te gustaría poder responder al estudiar esta unidad. Como referencia, puedes considerar las biomoléculas inorgánicas y orgánicas que conforman la célula, las que estudiaste en la unidad anterior.

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿De qué depende que una sustancia atraviese o no una membrana?

### A. Lluvia de ideas

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor, planteen posibles hipótesis para la pregunta enunciada en el título y escríbanlas en la pizarra. Recuerden que las células se encuentran en un medio que posee sustancias químicas importantes para su buen funcionamiento, como agua, sales minerales, proteínas, glúcidos, etcétera.

### B. ¡A trabajar!

Realicen la siguiente actividad.

#### Materiales:

- Papel celofán.
- Solución de almidón (50 mL) o el líquido resultante de una papa sin cáscara remojada en agua.
- Yodo o lugol.
- Un elástico.
- Un frasco de vidrio.

#### Procedimiento:

1. Viertan la solución de almidón en una bolsa hecha con papel celofán.
2. Echen agua en el frasco, sin llenarlo completamente, y agréguele 5 a 10 gotas de yodo o lugol. Revuelvan la mezcla para que quede homogénea.
3. Introduzcan la bolsa de celofán en el vaso de precipitado y sujétenla con un elástico (ver imagen).
4. Esperen entre 20 a 30 minutos.
5. Registren en sus cuadernos los cambios que observan.



### C. Analicemos los resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué estructura celular representa la bolsa de plástico?
2. ¿Qué representan, a nivel celular, las mezclas al interior de la bolsa y fuera de ella?
3. ¿En qué líquido se produjo un cambio de coloración, en el que está al interior de la bolsa de celofán o en el del frasco de vidrio?
4. ¿Qué debió ocurrir para que se produjera este resultado: ingresó yodo a la bolsa o salió almidón de esta? Recuerden que el yodo y el lugol adquieren una coloración azul violácea en presencia de almidón.
5. ¿De qué depende que una sustancia atraviese una membrana? Recuerden que el almidón es una macromolécula.

## 1.1 La célula en el ambiente

INTERPRETAR E INFERIR

### Actividad 1

En parejas, y a partir de la tabla que aparece a continuación, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

**Tabla N° 1:** Concentración de diferentes elementos químicos dentro y fuera de la célula.

Elemento químico	Concentración <u>intracelular</u> en milimoles (mM)	Concentración <u>extracelular</u> en milimoles (mM)
Sodio	5-15	145
Potasio	140	5
Magnesio	0,5	1-2
Calcio	0,0001	1-2
Cloro	5-15	110

Fuente: Archivo editorial.

1. ¿Qué elemento es el más abundante dentro de la célula?, ¿y fuera de ella?
2. ¿Qué elemento es el menos abundante dentro de la célula?, ¿y fuera de ella?
3. ¿Qué semejanzas observan entre los medios intra y extracelular?
4. La composición química a ambos lados de la membrana, ¿es desigual?, ¿por qué?
5. ¿Qué relación existe entre los datos de la tabla y el concepto de membrana como límite celular? Expliquen.

Las células mantienen su independencia del medio que las rodea, gracias a que poseen una estructura que separa su medio interno, o citoplasma, del externo. Esta estructura es la **membrana plasmática**.

Todas las células están rodeadas por la membrana plasmática, una capa muy delgada y flexible que les permite mantener su forma e individualidad.

Medio extracelular

Membrana plasmática



### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Intracelular:** que se encuentra o sucede al interior de la célula.

**Extracelular:** que está u ocurre fuera de la célula.

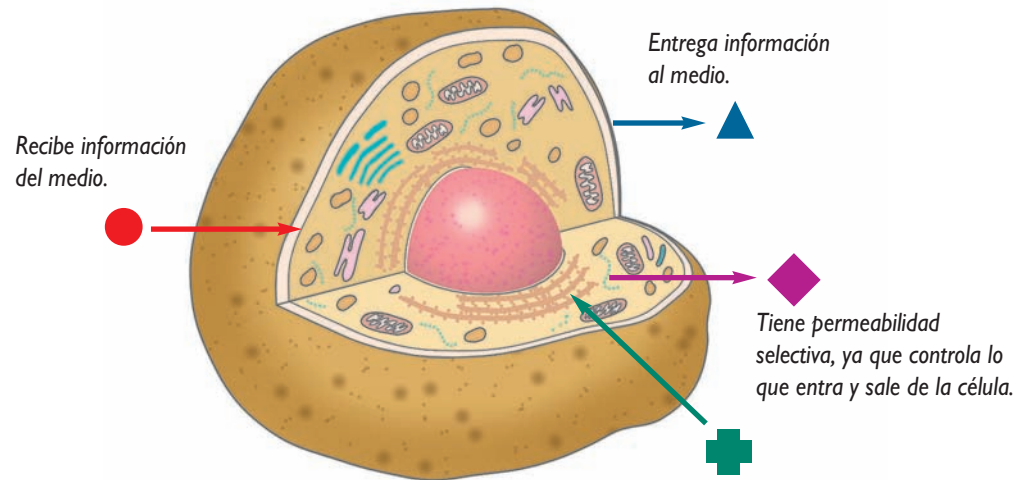
Medio intracelular (citoplasma)

La imagen muestra una célula (neurona) y el medio que la rodea.

## 1.2 La membrana plasmática: barrera receptiva, comunicativa y semipermeable

La membrana plasmática no es un límite celular pasivo, ya que establece una constante interacción entre su medio interno y el medio que la circunda.

El esquema que aparece a continuación representa las principales interacciones de la membrana plasmática con el medio que la rodea.

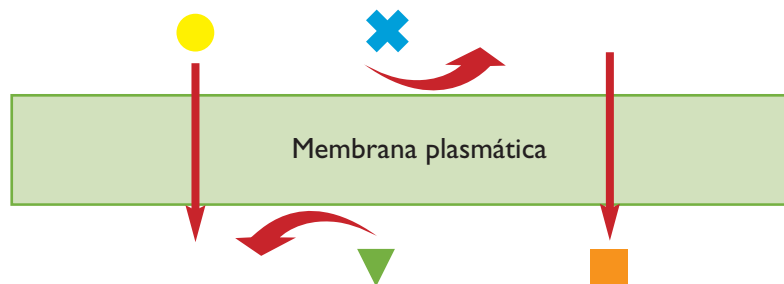


### ANALIZAR E INTERPRETAR

#### Actividad 2

Junto con un compañero o compañera, realicen las siguientes actividades.

1. Analicen el esquema que aparece a continuación. Después, señalen cuál de las tres interacciones de la membrana plasmática con su medio representa. Expliquen.



2. Averigüen ejemplos específicos en los que se evidencien las tres interacciones de la membrana plasmática con el ambiente que la rodea.

## EXPERIMENTO INICIAL

## ¿Cómo es la composición química de la membrana plasmática en diferentes tipos de células?

### A. Hipótesis

Organícense en parejas y lean las siguientes hipótesis:

- La membrana plasmática presenta la misma composición química, porque cumple la misma función en todas las células.
- La membrana plasmática presenta distinta composición química, dependiendo de la célula y de la función que esta desarrolla.

Escriban en sus cuadernos la hipótesis que consideran que responde al problema planteado.

### B. Diseño experimental

Lean la siguiente información: Un científico estudió la composición química de la membrana plasmática de tres células distintas: una ameba, un glóbulo rojo y una neurona. Los gráficos que se muestran en esta página representan los resultados obtenidos por el científico.

### C. Análisis de resultados y conclusiones

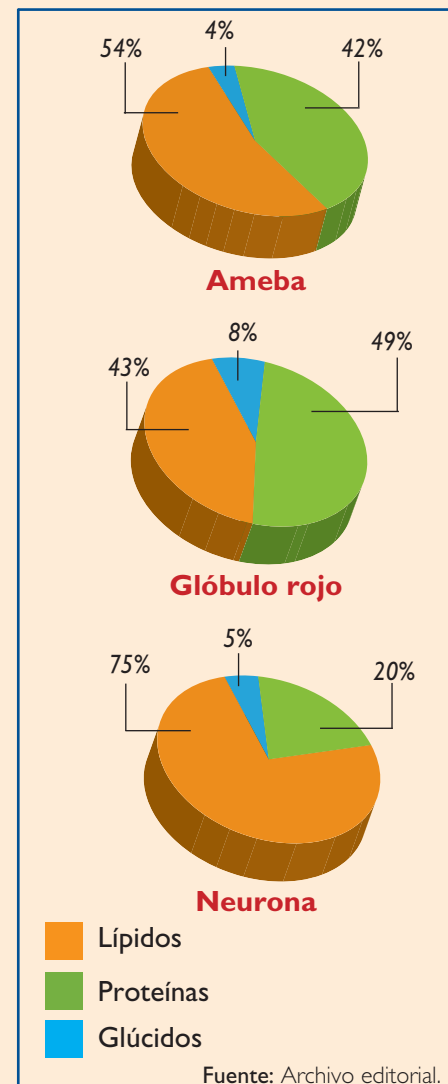
Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué biomoléculas forman parte de las membranas plasmáticas?
2. ¿Cuál es la biomolécula más abundante en cada caso?, ¿y la menos abundante?
3. Las biomoléculas que forman parte de las membranas plasmáticas, ¿están en la misma proporción?, ¿a qué se deberá esto?
4. ¿Qué conclusiones pueden extraer a partir del análisis de los gráficos?
5. Según su respuesta a la pregunta anterior, ¿se comprueba la hipótesis que eligieron? Si su respuesta es negativa, ¿qué hipótesis responde al problema?

#### Conversemos

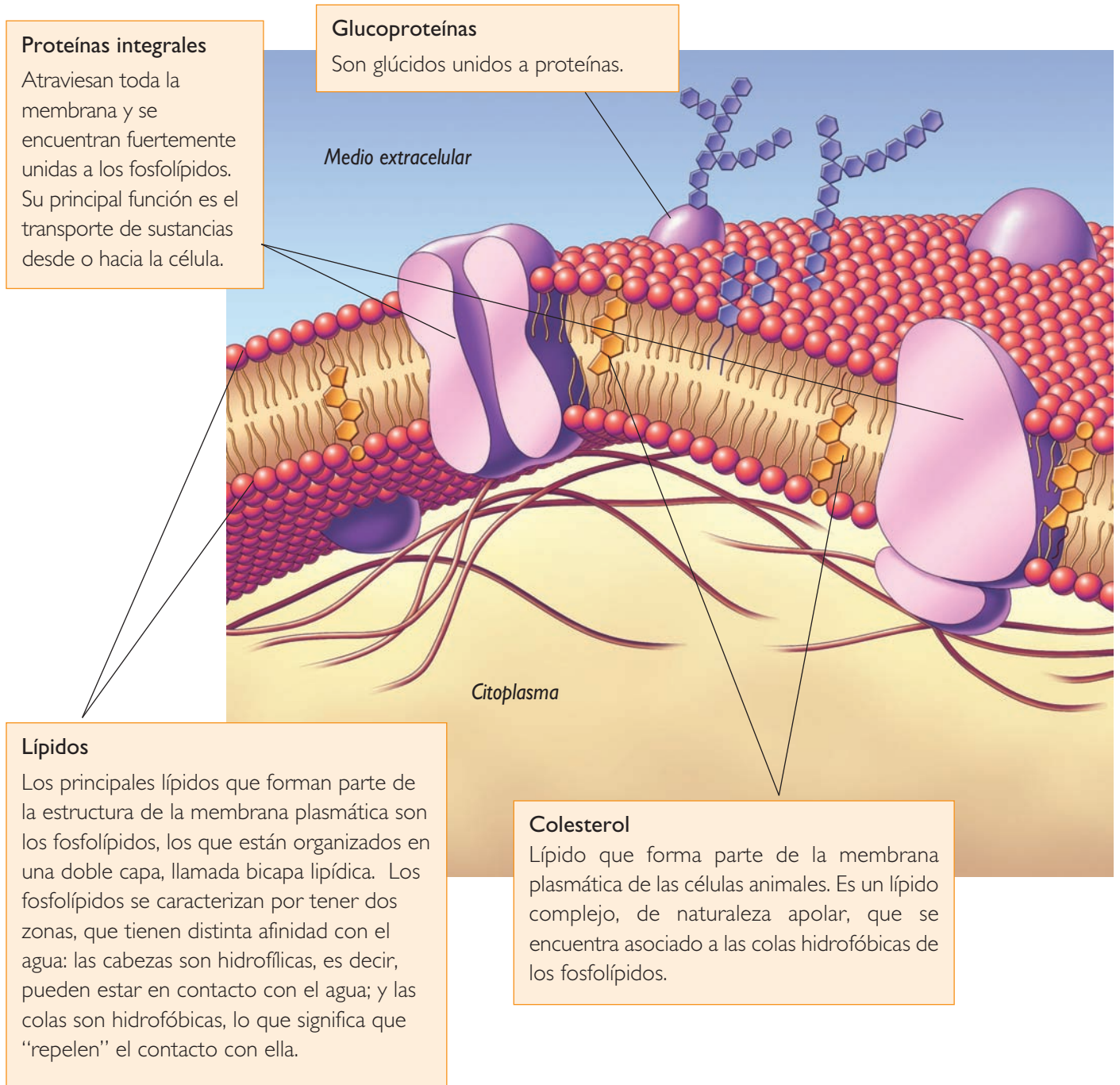
Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Participaron en la elección de la hipótesis?
2. ¿Leyeron atentamente la información de los puntos A, B y C?
3. ¿Participaron en el análisis de los resultados?



### 1.3 Estructura de la membrana plasmática

¿Qué biomoléculas forman parte de la estructura de la membrana plasmática? Como viste en la actividad de la página anterior, la membrana plasmática está compuesta por **proteínas, lípidos y glúcidos**. La cantidad de cada una de estas biomoléculas varía entre en los distintos tipos de célula.



**Actividad 3**

En parejas, busquen información en diversas fuentes, y respondan las siguientes preguntas.

1. Los fosfolípidos ¿son moléculas polares o apolares?, ¿por qué?
2. ¿Por qué los fosfolípidos son considerados moléculas anfipáticas? Expliquen.

**Glucolípidos**

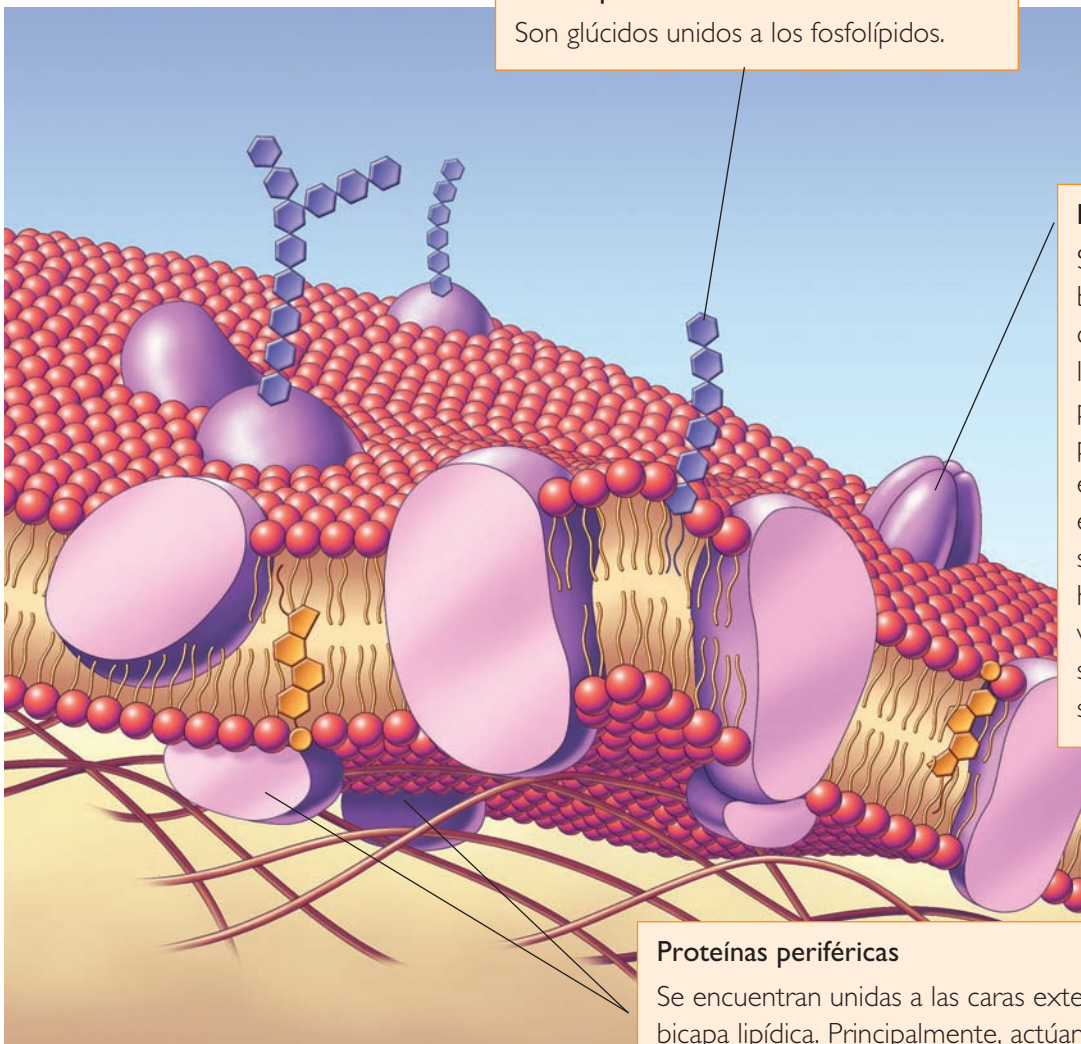
Son glúcidos unidos a los fosfolípidos.

**Proteínas**

Son las principales biomoléculas que conforman la mayoría de las membranas plasmáticas. Entre sus principales funciones están: recibir señales externas y transportar sustancias desde la célula hacia el exterior, y viceversa. Las proteínas son diversas en cuanto a su estructura y función.

**Proteínas periféricas**

Se encuentran unidas a las caras externa o citoplasmática de la bicapa lipídica. Principalmente, actúan como enzimas y receptores de señales.



Los **glúcidos** se encuentran unidos a proteínas y a fosfolípidos, constituyendo **glucoproteínas y glucolípidos**, respectivamente. El conjunto de glúcidos asociado a la membrana plasmática se denomina **glucocálix**, y se encuentra exclusivamente en la cara exterior de esta, que es la que está en contacto con el medio extracelular.

## 1.4 Modelo del mosaico fluido

La imagen de las páginas anteriores muestra la estructura de la membrana plasmática, conocida como **modelo del mosaico fluido**. Este modelo fue propuesto por Singer y Nicolson, en el año 1972, gracias a los avances en microscopía electrónica que les permitieron ver la estructura de la membrana plasmática con mayor detalle. El nombre de este modelo se debe a que su forma recuerda los cuadros artísticos denominados mosaicos. La membrana plasmática presenta dos superficies. La superficie o **cara externa** es la que se comunica con el medio extracelular, y la superficie o **cara citoplasmática** (interna) es la que está en contacto con el citoplasma.

### INFERIR, FORMULAR HIPÓTESIS Y SELECCIONAR INFORMACIÓN

#### Actividad 4

1. Junto con un compañero o compañera, contesten las siguientes preguntas en sus cuadernos.
  - a. Si algunas proteínas atraviesan la bicapa lipídica, de extremo a extremo, ¿serán moléculas anfipáticas?, ¿por qué?
  - b. Si una proteína solo “mira” hacia la cara externa de la membrana plasmática, ¿qué tipo de proteína es, hidrofóbica o hidrofílica? Expliquen.
  - c. Con respecto a su respuesta anterior, ¿qué función podría cumplir esta proteína? Formulen una hipótesis.
  - d. Se ha observado que algunas proteínas de la membrana plasmática que “miran” hacia la cara interna de esta funcionan como enzimas. ¿Qué significa esto? Fundamenten.
2. Consulten diversas fuentes de información y respondan en sus cuadernos.
  - a. Hay proteínas de la membrana plasmática que sirven de anclaje para unir dos células vecinas. Investiguen sobre las proteínas que participan en las uniones de hendidura, en las uniones estrechas y en los desmosomas. Acompañen la información con dibujos.
  - b. Si el glucocálix solo se encuentra “mirando” hacia la cara externa de la membrana plasmática, ¿qué función desempeña?
  - c. ¿Qué función cumplen las moléculas de colesterol en las membranas plasmáticas de las células animales?

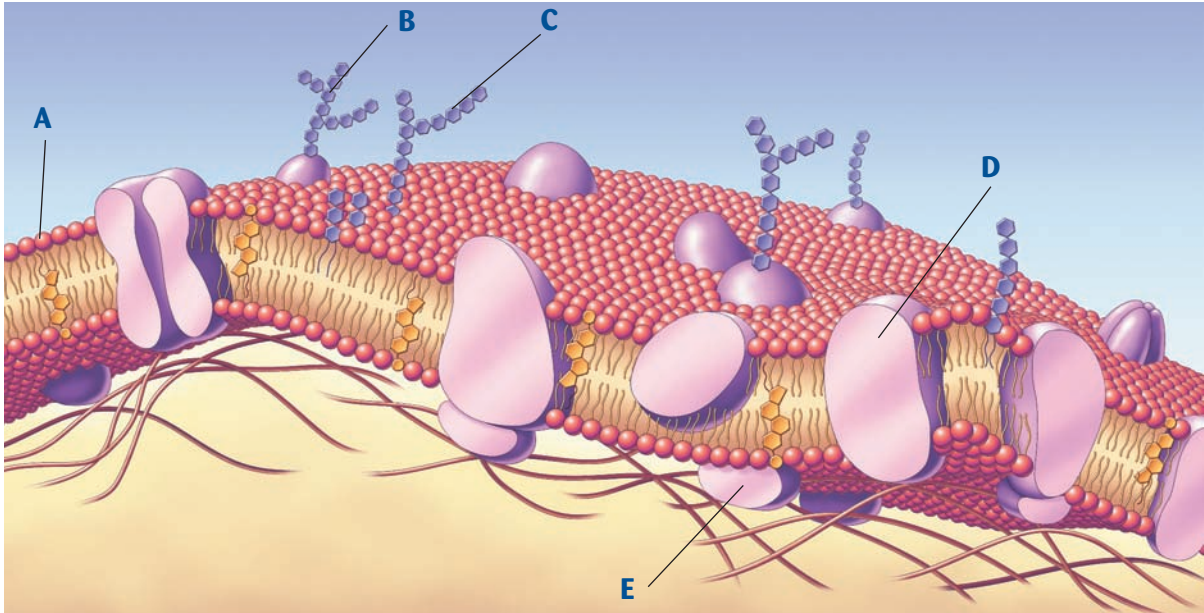
#### CONEXIÓN CON... EL ARTE

Un mosaico es una obra compuesta de piedras, vidrios, madera, entre otros materiales, cuya unión y organización dan origen a diversas figuras. Esta técnica es muy antigua, ya que su uso se remonta a épocas precristianas. En la membrana plasmática, ¿qué biomoléculas serían las piedras del mosaico?



Mosaico bizantino del siglo VI, que representa al Emperador Constantino y su Corte. Se encuentra en la iglesia San Vital de Rávena, Italia.

I. Observa la siguiente imagen. Luego, copia la tabla que aparece a continuación y complétala.



Biomolécula	Nombre	Características
A		
B		
C		
D		
E		

II. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Qué interacciones establece la célula con el medio que la circunda?
2. ¿Qué pasaría si la membrana plasmática fuera completamente impermeable a todas las sustancias del entorno celular? Explica.

**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué contenido te resultó más fácil aprender?
2. ¿Cuál fue el contenido que más te costó aprender?, ¿qué estrategia usaste para solucionar esto?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿De qué depende que las moléculas se muevan en un sentido?

### A. Lluvia de ideas

Planteen posibles hipótesis para el problema de investigación enunciado en el título, y escribanlas en la pizarra.

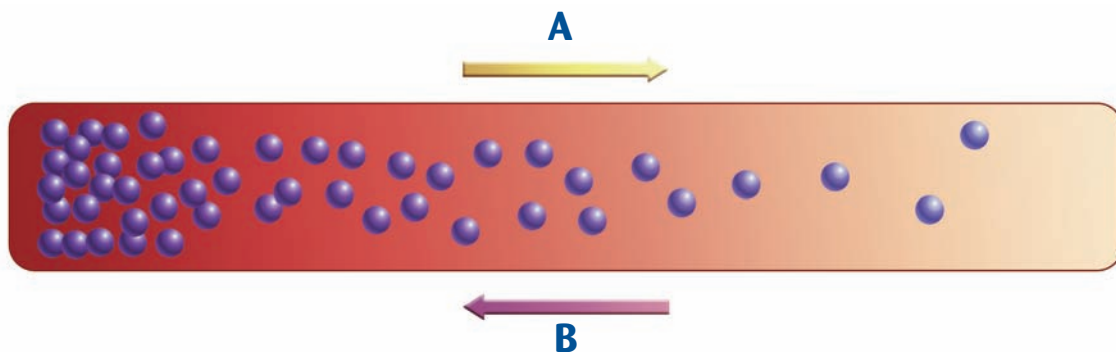
### B. ¡A trabajar!

1. Su profesora o profesor encenderá un incienso en un extremo de la sala.
2. Desde su puesto, cada uno de ustedes debe levantar la mano en el momento en que comienza a sentir el olor del incienso.

### C. Analicemos los resultados

En parejas, respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Quién percibió primero el olor?, ¿dónde estaba sentada o sentado?
2. ¿Quién fue el último o la última en sentir el olor?, ¿dónde estaba sentado o sentada?
3. ¿Dónde estaba más concentrado el olor a incienso al principio?, ¿dónde estaba menos concentrado?
4. ¿Qué ocurrió con la concentración de las moléculas de incienso hasta que el último compañero o compañera de ustedes lo percibió?
5. Según su respuesta anterior, y a partir de la siguiente imagen, ¿cuál fue el movimiento que experimentaron las moléculas de incienso: A o B?



6. Sabiendo que las moléculas se mueven desde el lugar donde están más concentradas hacia donde lo están menos, ¿cómo definirían el gradiente de concentración de las moléculas de incienso?
7. A partir de los resultados obtenidos, ¿se corrobora la hipótesis que plantearon? Si su respuesta es negativa, formulen una nueva hipótesis y escribanla en sus cuadernos.
8. ¿Ocurrirá algo similar con las moléculas que hay en el citoplasma y en el medio extracelular? Expliquen. Recuerden que las moléculas se encuentran disueltas en agua, tanto en el citoplasma como en el medio extracelular, y que están en constante movimiento.

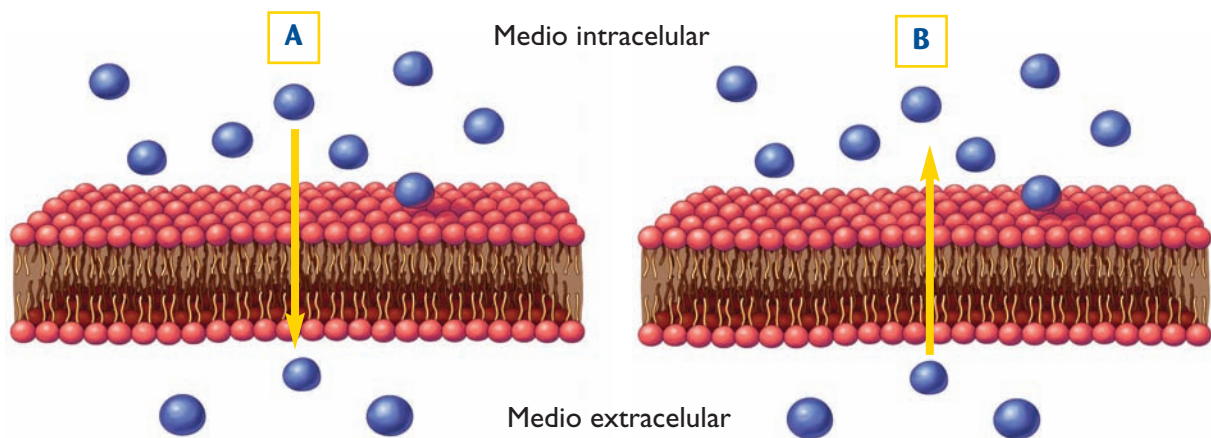
## 2.1 El gradiente de concentración

Tanto el medio intracelular como el extracelular contienen sustancias disueltas en agua, a las que se les llama **solutos**. El agua que las disuelve se denomina **solvente**, y al conjunto de solutos disueltos en agua se le llama **disolución**. Las moléculas de una disolución están en constante movimiento, debido a la energía cinética que poseen. Como viste en la actividad de la página anterior, cuando las moléculas de una sustancia se mueven, lo hacen desde donde se encuentran más concentradas hacia donde están menos concentradas. Debido a esto, se establece un cambio paulatino en la concentración de las moléculas en el espacio, como si fuera un degradé de colores. Este cambio en la concentración de una sustancia a lo largo del espacio se denomina gradiente de concentración.

### INTERPRETAR Y ANALIZAR

#### Actividad 5

Junto con un compañero o compañera, analicen los dibujos que aparecen a continuación. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas que se plantean.



1. ¿En qué medio se encuentran más concentradas ambas sustancias?
2. ¿Las moléculas de la situación A se mueven a favor o en contra de su gradiente de concentración?, ¿por qué?
3. ¿Las moléculas de la situación B se mueven a favor o en contra de su gradiente de concentración? Expliquen.
4. ¿En qué situación se necesitará energía para que las moléculas se muevan?, ¿por qué?

Entre el espacio intracelular y extracelular también se establece un gradiente de concentración de las moléculas que se encuentran disueltas en agua. Estas moléculas, cuando atraviesan la membrana plasmática, lo pueden hacer a favor del gradiente de concentración o en contra de este, como viste en la actividad anterior. Según esto, el **transporte de las moléculas puede ser pasivo o activo**, respectivamente.

## UN NUEVO EXPERIMENTO

# ¿Cómo afecta el tamaño de la célula la difusión de sustancias en su interior?

### A. Hipótesis

Organícense en grupos, según las indicaciones de su profesora o profesor, formulen una hipótesis para el problema planteado y escríbanla en sus cuadernos.

### B. Diseño experimental

Lleven a cabo la siguiente actividad.

**Materiales:** un vaso de precipitado grande, un sobre de gelatina incolora, un recipiente plástico, un cuchillo plástico, fenolftaleína y vinagre.

#### Procedimiento:

1. Preparen la gelatina incolora con fenolftaleína, según les indique su profesor o profesora.
2. Cuando haya gelificado, corten tres cubos de **distinto tamaño** y colóquenlos en el vaso de precipitado grande.
3. Viertan vinagre en el vaso de precipitado, hasta cubrir por completo los cubos de gelatina.
4. Registren los cambios que observan y midan el tiempo que demora cada cubo en virar completamente a incoloro.

### C. Análisis de resultados y conclusiones

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué representan los cubos de gelatina?
2. ¿Qué representan los límites de cada cubo?
3. ¿Cuál de los dos medios, “intracelular o extracelular”, representa el lugar donde agregaron vinagre?
4. ¿Qué cambios observaron en los cubos al agregarles vinagre?
5. Si la fenolftaleína, que es fucsia, vira a incoloro en presencia de un ácido (vinagre), ¿cómo explicarían los cambios observados en los tres cubos?
6. ¿Cuánto tiempo demoraron en evidenciarse los cambios en cada cubo?
7. Con respecto a sus respuestas anteriores, ¿cómo afecta el tamaño de la célula la velocidad de ingreso de las sustancias hacia el centro de ella? Expliquen.
8. Comprueben la validez de su hipótesis. De ser necesario, formulen una nueva y escríbanla en sus cuadernos.

#### Conversemos

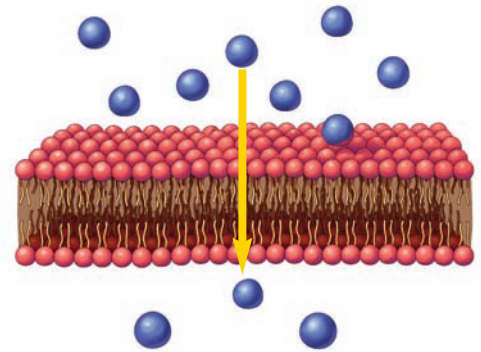
Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Siguieron minuciosamente las indicaciones dadas?
2. ¿Se organizaron para realizar las actividades en forma conjunta?
3. ¿Dejaron limpio y ordenado el lugar de trabajo?

## 2.2 Transporte pasivo

Como vimos anteriormente, si las partículas se mueven a favor de su gradiente de concentración, el transporte es pasivo, ya que estas no necesitan energía extra para su movilización, pues usan su propia energía cinética. En la actividad de la página 68, el transporte de las moléculas de incienso, ¿fue pasivo o activo?, ¿por qué?

En el transporte pasivo, el flujo de sustancias ocurre hasta que en ambos lados de la membrana plasmática la sustancia alcanza igual concentración. Este estado se conoce como isotonicidad. A continuación revisaremos los distintos tipos de transporte pasivo que ocurren entre la célula y el medio extracelular.



Representación de la difusión simple.

### A. Difusión simple

Este tipo de transporte pasivo lo realizan moléculas relativamente pequeñas e hidrofóbicas. Su vía de paso a través de la membrana plasmática es la bicapa de fosfolípidos, como muestra la imagen.

INFERIR

#### Actividad 6

Copia la siguiente tabla en tu cuaderno. Luego, complétala marcando con una **X**, según corresponda. Si es necesario, busca información sobre las características de las moléculas que desconoces.

Molécula	¿Es transportada por simple difusión?	
	Sí	No
CO <sub>2</sub>		
Proteína		
O <sub>2</sub>		
Na <sup>+</sup>		
Urea		

1. ¿Qué relación existe entre las características de la bicapa de fosfolípidos y el tipo de moléculas que la pueden atravesar?
2. El oxígeno ingresa a la célula, para participar en la respiración celular, por difusión simple. Entonces, ¿dónde se encuentra más concentrado, en el citoplasma o en el medio extracelular? Explica.

#### TEN PRESENTE QUE...

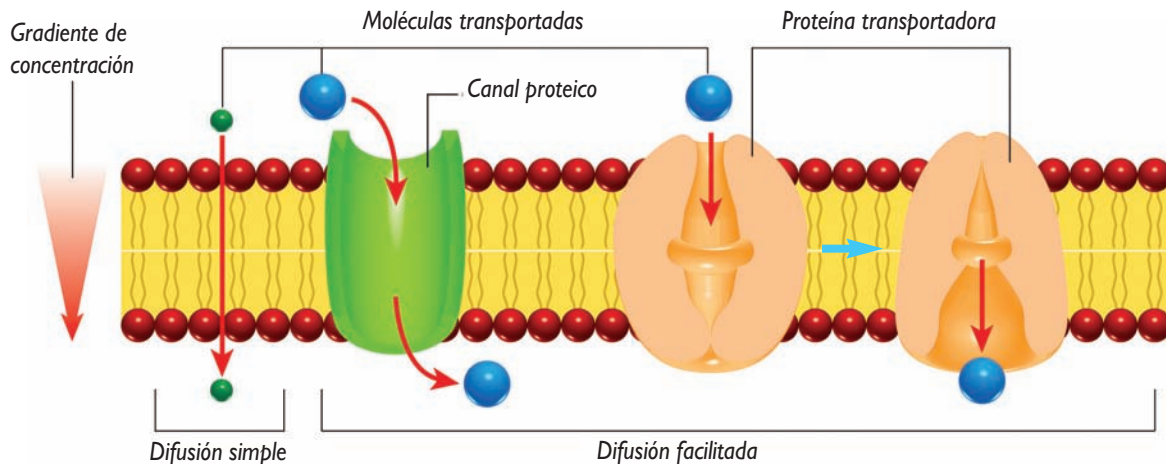
Por mucho tiempo se pensó que el agua era transportada solo por difusión simple a través de la bicapa de fosfolípidos. Sin embargo, ahora se sabe que es otro el mecanismo principal, el que aprenderás más adelante. ¿Por qué crees que solo una pequeña proporción de agua atraviesa la membrana plasmática por difusión simple?

## B. Difusión facilitada

ANALIZAR, COMPARAR Y DESCRIBIR

### Actividad 7

En parejas, analicen el siguiente esquema, que representa la difusión simple y la difusión facilitada por proteínas de canal y por proteínas transportadoras. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas a continuación.



1. ¿Qué semejanzas presentan los dos tipos de difusión?, ¿qué diferencias?
2. ¿Qué semejanzas observan entre los tipos de difusión facilitada?, ¿qué diferencias?
3. Describan el transporte de sustancias mediante difusión facilitada.

### INTER@CTIVIDAD

En los sitios:

[http://sebbm.bq.ub.es/BioROM/contenido/JCorzo/temasco\\_mpletos/transporte/Clase%201.htm](http://sebbm.bq.ub.es/BioROM/contenido/JCorzo/temasco_mpletos/transporte/Clase%201.htm) y

[http://sebbm.bq.ub.es/BioROM/contenido/JCorzo/temasco\\_mpletos/transporte/Clase%202.htm](http://sebbm.bq.ub.es/BioROM/contenido/JCorzo/temasco_mpletos/transporte/Clase%202.htm) podrás observar

animaciones de la difusión facilitada (porinas y canales, y transportadores, respectivamente). Última visita, marzo de 2009.

En la difusión facilitada, como su nombre lo sugiere, las moléculas atraviesan la membrana plasmática gracias a estructuras presentes en ella, que facilitan su traslado. Estas estructuras corresponden a **proteínas**. Existen dos tipos de difusión facilitada: a través de canal y a través de transportadores o *carriers*.

- **Difusión facilitada a través de canal.** En este tipo de transporte participan **proteínas integrales** de la membrana, y se denominan **proteínas de canal**. Estas transportan, específicamente, átomos que poseen carga eléctrica, es decir, iones. Por esto, a menudo se les conoce como canales iónicos. Cada ion tiene un canal específico. Algunos canales se encuentran constantemente abiertos, y otros regulan el paso de las partículas a través de “compuertas” que se abren y se cierran.
- **Difusión facilitada a través de transportadores.** Las proteínas que participan en este tipo de transporte también son **integrales**, y se llaman **proteínas transportadoras o carriers**. Estas proteínas transportan moléculas, generalmente en sus **estados monoméricos**, como es el caso de la glucosa. Una vez que los nutrientes de los alimentos que ingieres en tu colación llegan al medio extracelular, ¿la célula introduce o saca glucosa de ella a través de su transportador?

## LECTURA CIENTÍFICA

## Fibrosis quística: un error del canal de cloro

La fibrosis quística es una enfermedad pulmonar hereditaria fatal, que se presenta en 1 de cada 2.000 recién nacidos vivos. Es la enfermedad genética letal más común entre la población blanca.

La causa de la fibrosis quística (FQ) es el defecto en la producción y/o función de una proteína de la membrana celular, denominada CFTR o canal de cloro, que regula el paso de este ion. El defecto se hereda si ambos padres son portadores del gen defectuoso.

Hoy en día, existen más de 3.000 personas afectadas por fibrosis quística. El aumento de la sobrevivencia de estos enfermos se ha logrado mediante el uso de antibióticos y manejo nutricional. El promedio de vida ha aumentado desde menos de 1 año, en 1940, a más de 29 años en la actualidad.

El CFTR se encuentra en la mayoría de los epitelios, lo que explica que la FQ sea una enfermedad multisistémica, con compromiso variable de vías aéreas y tejido pulmonar,

conductos pancreáticos, intestino, canalículos excretores de las glándulas sudoríparas, conductos biliares y conductos deferentes.

La falla de la apertura del canal de cloro tiene como consecuencia que el ion cloro se concentre al interior de la célula y, por lo tanto, se produzca un mucus deshidratado, extremadamente viscoso y espeso, que se adhiere a los bronquiólos y bronquios, obstruyéndolos paulatina y progresivamente.

Esta secreción es especialmente susceptible a la colonización con bacterias, principalmente *Haemophylus influenzae*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. La infección bacteriana endobronquial se hace crónica, especialmente por *S. aureus* y *P. aeruginosa*, generando una respuesta inflamatoria persistente e intensa, con llegada de gran cantidad de neutrófilos que contribuyen al daño, producto de la liberación de enzimas proteolíticas y factores oxidantes. La terapia de la FQ consiste en: antibióticos, bronco-dilatadores, corticoides, terapia física del tórax, ejercicios, oxígeno, medidas nutricionales y trasplante cardiopulmonar.

Fuente: [www.clinicalascondes.cl/Area\\_Academica/Revista\\_Medica\\_Abril\\_2002/articulo\\_003.htm](http://www.clinicalascondes.cl/Area_Academica/Revista_Medica_Abril_2002/articulo_003.htm) (última visita, octubre de 2008). Adaptación.

### Trabajemos con la información

Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué es la fibrosis quística?
2. ¿Cuál es la causa que origina la fibrosis quística?
3. ¿Cómo se relacionan los descubrimientos científicos con los conocimientos sobre las enfermedades que afectan a las personas?
4. Considerando el caso de la FQ, ¿cómo se relacionan la tecnología, la ciencia y la sociedad?

## 2.3 Transporte activo

Como vimos anteriormente, si **las partículas se mueven en contra de su gradiente de concentración**, el transporte es activo. Esto significa que se necesita **energía extra**, por parte de la célula, para vencer la fuerza que las otras moléculas ejercen al moverse en sentido contrario.

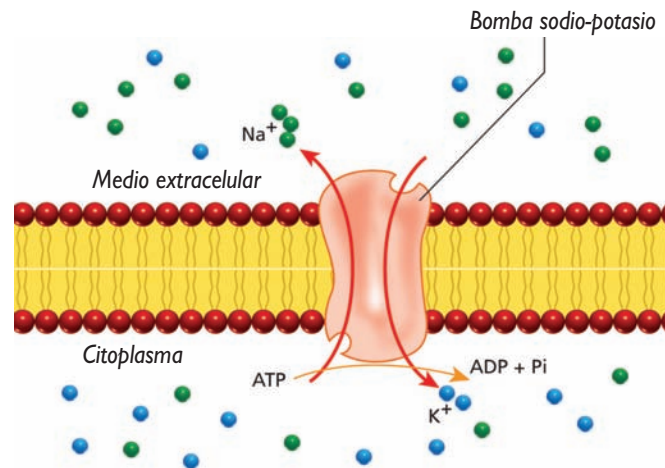
### A. Transporte activo a través de bombas

Para llevar a cabo el transporte activo de sustancias, la célula obtiene la energía de las moléculas de ATP (adenosín trifosfato). Esta molécula es la “encargada” de almacenar y proporcionar la energía que se necesita en las funciones celulares. Una de ellas es la que realizan las **proteínas bomba**, que forman parte de la membrana plasmática.

ANALIZAR E INTERPRETAR

#### Actividad 8

Junto con una compañera o compañero, analicen el siguiente esquema, que muestra el transporte activo a través de la bomba sodio-potasio. Luego, contesten en sus cuadernos las preguntas que se plantean.



1. ¿Dónde se encuentra el ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) en mayor concentración, en el medio intra o extracelular?, ¿qué sucede con el ion potasio ( $\text{K}^+$ )?
2. ¿Hacia dónde transporta la célula el ion  $\text{Na}^+$ ?, ¿y el ion  $\text{K}^+$ ?
3. ¿Qué debe ocurrir para que la célula pueda llevar a cabo el transporte de estos iones? Expliquen.

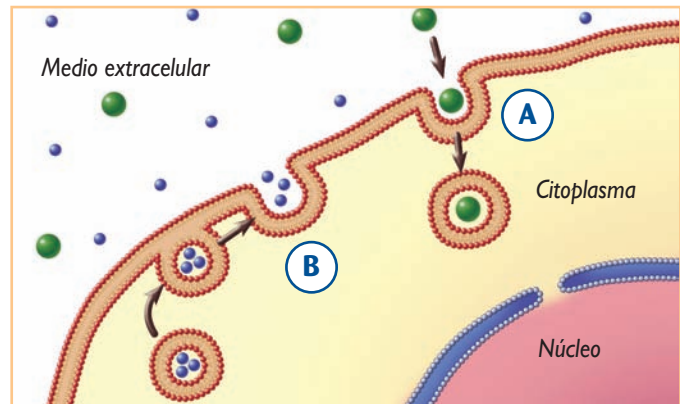
Las proteínas bomba transportan **iones** a través de la membrana plasmática. Una bomba importantísima para el correcto funcionamiento de los sistemas nervioso y muscular es la bomba sodio-potasio. El ion sodio ( $\text{Na}^+$ ), generalmente se encuentra en mayor concentración fuera de la célula y en menor concentración dentro de ella. El ion potasio ( $\text{K}^+$ ), en cambio, es abundante dentro la célula, pero escaso fuera de ella. Para mantener esta diferencia de concentraciones, la célula gasta energía (ATP), ya que la bomba sodio-potasio debe transportar ambos iones contra el gradiente de concentración, es decir, el  $\text{Na}^+$  hacia el medio extracelular, y el  $\text{K}^+$ , hacia el citoplasma.

## B. Transporte activo en masa

ANALIZAR Y DESCRIBIR

### Actividad 9

En parejas, analicen el siguiente esquema, que muestra los procesos de endocitosis y exocitosis. A partir de él, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.



Representación de la endocitosis (A) y la exocitosis (B).

1. Describan los procesos de endocitosis y exocitosis.
2. ¿En qué se diferencian ambos procesos?
3. ¿Qué tipo de moléculas podrían utilizar estos tipos de transporte? Expliquen.

El transporte en masa incluye la **endocitosis**, proceso en el que se introducen moléculas al interior de la célula, y la **exocitosis**, que es el proceso contrario, es decir, la liberación de moléculas al medio extracelular. Las partículas que utilizan este tipo de transporte se caracterizan por tener un gran tamaño, como es el caso de las proteínas y los polisacáridos. Incluso, las células pueden eliminar bacterias a través de la endocitosis.

Como viste en la imagen de la actividad anterior, en estos procesos no participa una estructura específica de la membrana plasmática, sino que una porción completa de ella que, a modo de sacos, engloba las grandes partículas que son transportadas. Estos **sacos membranosos** se denominan **vesículas**, y su formación requiere de un gran **gasto de energía** por parte de la célula.

### REFLEXIONEMOS

La leucemia es una enfermedad que se caracteriza por el aumento considerable de glóbulos blancos en la sangre. Los glóbulos blancos no solo fagocitan bacterias (proceso similar a la endocitosis), sino que también células normales del organismo, que reconocen como extrañas. Un tratamiento posible para la leucemia es el trasplante de médula, tejido donde se producen glóbulos blancos sanos. ¿Qué opinas de la donación de órganos?, ¿estarías dispuesta o dispuesto a ser donante de médula?, ¿por qué? Comenten entre todos sus respuestas, sin olvidar que todas las opiniones son válidas y respetables.

## Alcoholismo: efectos del alcohol en las membranas biológicas

El etanol (compuesto activo de las bebidas alcohólicas), al igual que otros alcoholes, puede actuar en las membranas biológicas de formas diferentes.

En las membranas plasmáticas, el etanol puede actuar de distinta manera: alterando la fluidez de las membranas, lo que indirectamente afecta el funcionamiento de las proteínas; o interactuando directamente con las proteínas de la membrana. Cada vez hay más evidencias de que los efectos de la intoxicación crónica con etanol pueden estar relacionados con cambios a nivel celular.

La interacción del etanol con las membranas biológicas, incluyendo lípidos y proteínas, puede causar cambios significativos en la función de la membrana. En diversos estudios que se han hecho para conocer los efectos del alcohol en membranas biológicas, incluyendo membranas plasmáticas y membranas de organelos intracelulares, la interpretación común es que todos los efectos del etanol y otros alcoholes sobre las células, se deben a una interacción inespecífica del alcohol con la membrana, la que se traduce en un aumento en la fluidez de la misma.

Fuente: [www.bvs.hn/RMH75/pdf/1993/pdf/Vol61-1-1993-4.pdf](http://www.bvs.hn/RMH75/pdf/1993/pdf/Vol61-1-1993-4.pdf) (última visita, octubre de 2008). Adaptación.

El mantenimiento de un nivel óptimo de fluidez en las membranas es importante para el funcionamiento normal de numerosas proteínas de la misma, de manera que un incremento en la fluidez podría alterar las interacciones normales entre lípidos y proteínas, afectando las funciones de estas últimas.

Existe un amplio rango de compuestos químicos, entre ellos los alcoholes, que tienen efectos anestésicos muy similares a nivel celular, lo que sugiere que no hay una interacción química específica entre un sitio receptor en las proteínas y todas las moléculas que tienen actividad anestésica. En vista de esto, se ha asumido una hipótesis, que plantea que existe una perturbación estructural común en las membranas biológicas, que es causada por todos los anestésicos, independientemente de su estructura, la que es percibida por las proteínas blanco.

Cualquiera sea la forma de actuar del etanol sobre las membranas biológicas, los efectos podrían explicar, al menos en parte, su peligrosidad por consumo desmedido y como causante de muerte por cirrosis hepática.

### Trabajemos con la información

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué es el etanol?
2. ¿Qué efecto tiene el etanol sobre las membranas biológicas de las células?
3. Con respecto a tu respuesta anterior, ¿qué importancia tiene el estudio de las membranas plasmáticas para la salud de las personas?
4. ¿Qué relación existe entre el desarrollo de la tecnología, para el estudio de las membranas plasmáticas, y los avances en el conocimiento científico en esta área y en la prevención del alcoholismo en la sociedad?

## I. Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

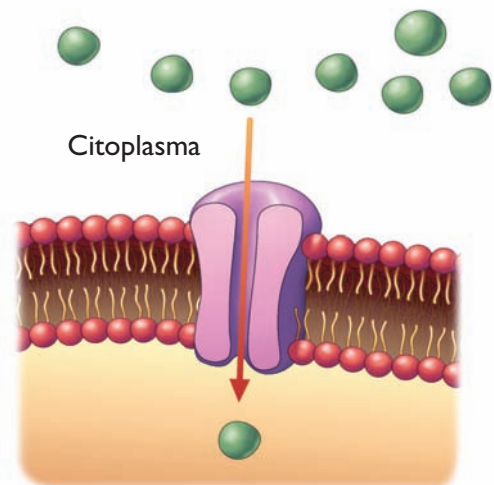
1. ¿Cuál es la principal diferencia entre un transporte pasivo y uno activo?
2. Si tuvieras que determinar si una sustancia utiliza o no la difusión simple como mecanismo de transporte, ¿qué aspectos deberías considerar?
3. ¿Por qué las partículas de gran tamaño, como una enzima (proteína), deben utilizar el transporte en masa para salir de la célula? Explica.
4. ¿Qué pasaría con el gasto de ATP destinado para el transporte, si los transportadores de una célula estuvieran momentáneamente bloqueados?, ¿por qué?

## II. Copia el siguiente cuadro en tu cuaderno, y complétalo.

Tipo de transporte	Descripción
Difusión facilitada por proteínas de canal.	
Difusión facilitada por proteínas transportadoras.	

## III. Analiza la imagen, y responde las preguntas que se plantean.

1. ¿Dónde se encuentra más concentrada la sustancia?
2. ¿En qué sentido son transportadas las partículas de la sustancia?
3. ¿A través de qué estructura de la membrana se realiza el transporte?
4. ¿De qué tipo de sustancia se podría tratar?, ¿por qué?
5. ¿El transporte es a favor o en contra de su gradiente de concentración? Explica.
6. ¿La célula requiere de energía extra para transportar estas partículas?, ¿por qué?
7. ¿Qué tipo de transporte representa la imagen?
8. ¿Cuándo se detendrá el movimiento de las partículas?

**Aprendo mejor**

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Qué contenido aprendiste más fácilmente?, ¿a qué lo atribuyes?
2. ¿Cuál fue el contenido que te resultó más complejo?, ¿por qué?
3. ¿De qué manera(s) te resulta más fácil aprender, comparando imágenes, haciendo modelos, intercambiando opiniones con tus compañeras y compañeros?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿Cómo afecta la concentración de sales del medio a la masa de las células?

### A. Lluvia de ideas

Según las indicaciones de su profesora o profesor, organícense en grupos de trabajo, planteen posibles hipótesis para el problema de investigación enunciado en el título y escríbanlas en sus cuadernos. Recuerden que en el medio intra y extracelular las moléculas se encuentran diluidas en agua, y que esta se está moviendo constantemente desde el citoplasma hacia fuera de la célula, y viceversa.

### B. ¡A trabajar!

Realicen la siguiente actividad.

**Materiales:** una papa, un cuchillo, balanza, dos vasos de precipitado, agua destilada, sal de mesa, una cuchara y un lápiz marcador.

#### Procedimiento:

1. Pelen la papa y corten dos pedazos lo más parecidos posibles. Sean cuidadosas y cuidadosos al usar el cuchillo, ya que es un utensilio cortopunzante que puede ocasionar graves heridas (ver **Anexo 1**, páginas 196 a 201).
2. Midan la masa de cada trozo de papa y registren los datos en sus cuadernos. No olviden utilizar la unidad de medida que corresponde.
3. Llenen uno de los vasos de precipitado con agua destilada, y el otro, con agua y una cucharada sopera de sal de mesa (disuelvan la sal usando la cuchara). Rotulen los vasos, según corresponda.
4. Coloquen uno de los pedazos de papa en el vaso con agua destilada, y el otro, en el vaso con agua y sal. Escriban en cada vaso la masa del trozo de papa que colocaron en su interior.
5. Después de 30 minutos, saquen los pedazos de papa de los vasos de precipitado y vuelvan a masarlos. Registren los resultados obtenidos.

### C. Analicemos los resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. Describan el aspecto de cada trozo de papa.
2. ¿Qué ocurrió con la masa de los pedazos de papa, aumentó o disminuyó?
3. ¿A qué atribuyen los resultados obtenidos?
4. ¿Qué habrá ocurrido con la cantidad de agua al interior de las células de cada trozo de papa? Expliquen.
5. ¿Cuál fue el sentido del movimiento del agua en las células de cada pedazo de papa?, ¿por qué?
6. Comparen los resultados obtenidos con la hipótesis que plantearon inicialmente, ¿esta se corrobora?, ¿por qué? Si su respuesta es negativa, planteen una nueva hipótesis para el problema de investigación.

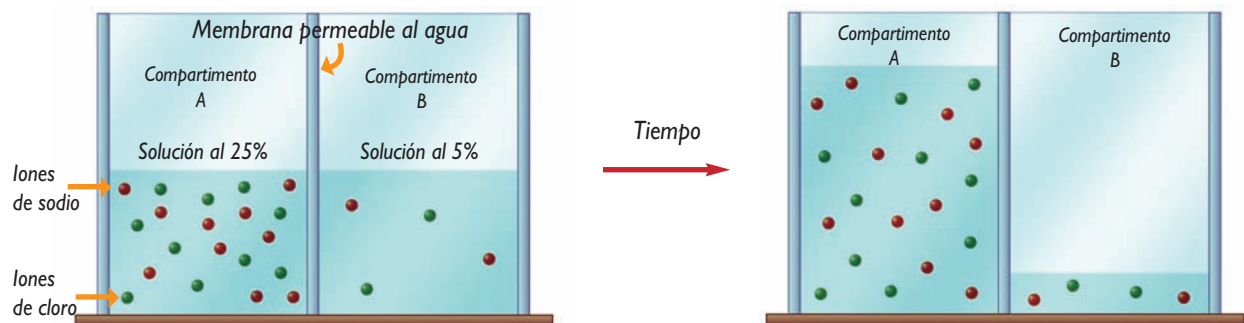
### 3.1 El movimiento del agua desde y hacia la célula

¿Qué ocurre cuando tienes sed y bebes agua?, ¿por qué se marchitan una flor o las hojas de una planta? Las situaciones descritas se relacionan con el transporte de agua desde y hacia las células. El agua es el compuesto químico más abundante de la célula y, por lo tanto, de los seres vivos. Por ello, su transporte es muy importante, ya que tanto en el citoplasma como en el medio extracelular esta molécula cumple variadas funciones, como regular la temperatura, disolver sustancias, ser el medio para que ocurran las reacciones metabólicas, transportar nutrientes, etcétera. El transporte de agua a través de la membrana plasmática se denomina **osmosis**.

ANALIZAR E INFERIR

#### Actividad 10

Analiza el siguiente esquema, junto con un compañero o compañera, y respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.



1. ¿En qué compartimento se encuentran más concentrados los iones, en el A o en el B?
2. ¿En cuál de los compartimentos hay más agua?
3. ¿Qué sustancia se movió luego de transcurrido un tiempo, el agua o los iones?, ¿por qué?
4. ¿Desde y hacia cuál de los compartimentos se movieron las partículas de la sustancia que señalaron en la pregunta anterior? Fundamenten.
5. ¿Qué tipo de transporte es la osmosis: pasivo o activo? Expliquen.

A partir de la actividad anterior, pudiste darte cuenta de que el agua se mueve **desde donde el soluto se encuentra menos concentrado hacia donde está más concentrado**, de modo de igualar las concentraciones del soluto en ambos lados de la membrana. Si una disolución presenta una baja concentración de soluto con respecto al solvente, se dice que es **hipotónica** (hipo = poco), mientras que aquella donde el soluto se encuentra más concentrado se denomina **hipertónica** (hiper = mucho). Entonces, el agua se mueve desde una disolución hipotónica hacia una hipertónica. ¿Hasta cuándo? Hasta que ambos lados tengan la misma concentración de soluto, es decir, sean **isotónicos** (iso = igual). En el esquema de la actividad anterior ¿cuál de los compartimentos tenía una disolución hipotónica?, ¿cuál contenía una disolución hipertónica?

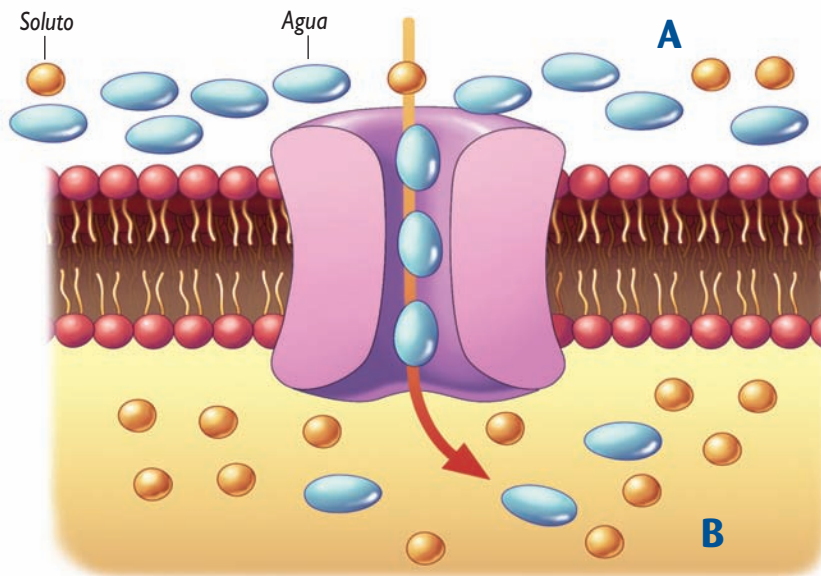
### 3.2 Mecanismo de transporte del agua

Por mucho tiempo se pensó que la principal vía de entrada y salida de agua, desde y hacia la célula, se realizaba a través de la bicapa de fosfolípidos. Si bien el agua utiliza este medio de transporte, no es el principal, ya que se ha descubierto uno que es específico para este vital compuesto.

ANALIZAR E INFERIR

#### Actividad 11

Analiza el siguiente esquema y responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean.



1. ¿Cuál de los dos lados es hipotónico, A o B?, ¿por qué?
2. ¿Cuál de ellos es hipertónico?, ¿por qué?
3. ¿El agua se mueve desde el medio hipotónico al hipertónico, o al revés? Explica.
4. ¿Cuál es el sentido del movimiento del agua, a favor o en contra de su gradiente de concentración?
5. ¿En qué momento se detendrá el movimiento del agua?
6. ¿Qué estructura de la membrana plasmática utiliza el agua para movilizarse?
7. Con respecto a tus respuestas anteriores, ¿cuál es el tipo de transporte mediante el cual el agua se mueve a través de la membrana?

El principal mecanismo de transporte del agua a través de la membrana plasmática es mediante **proteínas de canal**, que reciben el nombre de **aquaporinas**. Estos canales son verdaderos poros que transportan el agua desde un medio hipotónico hacia otro hipertónico, hasta alcanzar el estado de isotonicidad (equilibrio). Podemos concluir, entonces, que la osmosis corresponde a una difusión facilitada mediada por un canal, es decir, es un **transporte pasivo**.

## LECTURA CIENTÍFICA

# Los canales de agua

Las membranas plasmáticas de las células de todos los mamíferos son permeables al agua. Sin embargo, el grado de permeabilidad varía entre unos tejidos y otros. El movimiento de agua se produce de forma pasiva.

Probablemente, la mayoría de las membranas celulares tiene una permeabilidad más bien escasa al agua, pero suficiente para permitir la regulación de su volumen y de otras funciones.

Hay membranas, como las de los epitelios secretores o absortivos, y las de células endoteliales, que requieren una elevada permeabilidad al agua, para facilitar el transporte de fluidos como respuesta a pequeños cambios osmóticos. La observación de que la permeabilidad al agua de algunos tejidos es excesivamente alta, como para ser explicada por simple difusión, fue fundamental para el desarrollo del concepto de un canal específico para el transporte de agua.

Hoy se sabe de la existencia de una familia de canales proteicos específicos para el agua, que se denominan aquaporinas (AQP), y corresponden a proteínas integrales de membrana. La elevada

permeabilidad al agua que presentan distintos tejidos refleja en gran medida su papel fisiológico. Las AQP abundan en las células de los riñones, eritrocitos, cerebro, vesícula biliar, ojos, glándulas sudoríparas, etcétera. Por otra parte, también hay tejidos que requieren segregar agua para la producción de distintos líquidos biológicos, como el líquido cefalorraquídeo, el humor acuoso, la saliva, el sudor, la bilis y las secreciones pulmonares, entre otros.

Quizás, el aspecto clínico más relevante de las AQP sea el potencial beneficio que se puede obtener de la modulación de los canales de agua. Así, la inhibición farmacológica de las AQP podría ser de gran ayuda en pacientes que no respondan a los diuréticos convencionales y, especialmente, en aquellos con bajo nivel de sodio. También podrían desempeñar un papel en el tratamiento de determinadas enfermedades, como la hidrocefalia y las cataratas, entre otras. En definitiva, el descubrimiento de la existencia de canales específicos para el agua ha sido fundamental para el conocimiento del transporte de la misma y su regulación en los tejidos. No obstante, se trata de un campo abierto a la investigación, en el que todavía quedan numerosas interrogantes por resolver.

**Fuente:** P. Fernández-Llama y A. Botey. *Aquaporinas: canales proteicos de membrana para el agua*. Servicio de Nefrología. Hospital Clínic i Provincial. Barcelona. Universidad de Barcelona. En: [http://croptechology.unl.edu/animation/transpiration\\_esp.swf](http://croptechology.unl.edu/animation/transpiration_esp.swf) (última visita, marzo de 2009). Adaptación.

## Trabajemos con la información

Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué son las aquaporinas?, ¿dónde se encuentran?
2. ¿De qué manera el desarrollo tecnológico ha facilitado descubrimientos como el de las aquaporinas?
3. ¿Qué utilidades tiene para la sociedad el descubrimiento de las aquaporinas? Explica.

## EXPERIMENTO FINAL

# ¿Qué cambios se observan en las células vegetales cuando se someten a medios hipertónicos e hipotónicos?

Organícense en grupos, según las indicaciones de su profesora o profesor. Luego, realicen la actividad que se propone a continuación, a partir de la cual podrán trabajar como lo hacen las científicas y científicos. El movimiento de agua hacia dentro y fuera de las células es provocado por diferencias de concentraciones de los solutos en ambos lados de la membrana.

### A. Hipótesis

Definido el problema de investigación enunciado en el título, identifiquen las variables involucradas en este, según corresponda (independiente, dependiente, controlada).

Posteriormente, planteen la hipótesis y escríbanla en sus cuadernos. Recuerden que una hipótesis es una posible respuesta al problema de investigación, enunciada como una afirmación, que considera las variables presentes en este.

### B. Diseño experimental

En esta etapa deben llevar a cabo la formulación del plan de trabajo que realizarán para poner a prueba la hipótesis asociada al problema de investigación. Este tiene que incluir los materiales y el procedimiento, además de las medidas de seguridad necesarias. También es importante definir cómo serán registrados los resultados (tablas, gráficos, esquemas, dibujos, etcétera).

No olviden que esta etapa también puede consistir en la descripción de una actividad realizada, que incluya los resultados obtenidos.

### C. Análisis de resultados y conclusiones

En esta etapa corresponde dar respuesta a ciertas preguntas que permiten interpretar los resultados obtenidos. Hay que evitar aquellas cuya respuesta es sí o no.

Para finalizar, debe realizarse la formulación de las conclusiones, algunas de las cuales deben estar relacionadas con la hipótesis planteada. No olviden que toda hipótesis, aunque deban replantearla, es una instancia de aprendizaje.

#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Siguieron paso a paso la organización del proyecto de investigación?
2. ¿Trabajaron colaborativamente en el planteamiento del diseño experimental?
3. ¿Fueron respetuosos y respetuosas de las ideas de sus compañeras y compañeros?

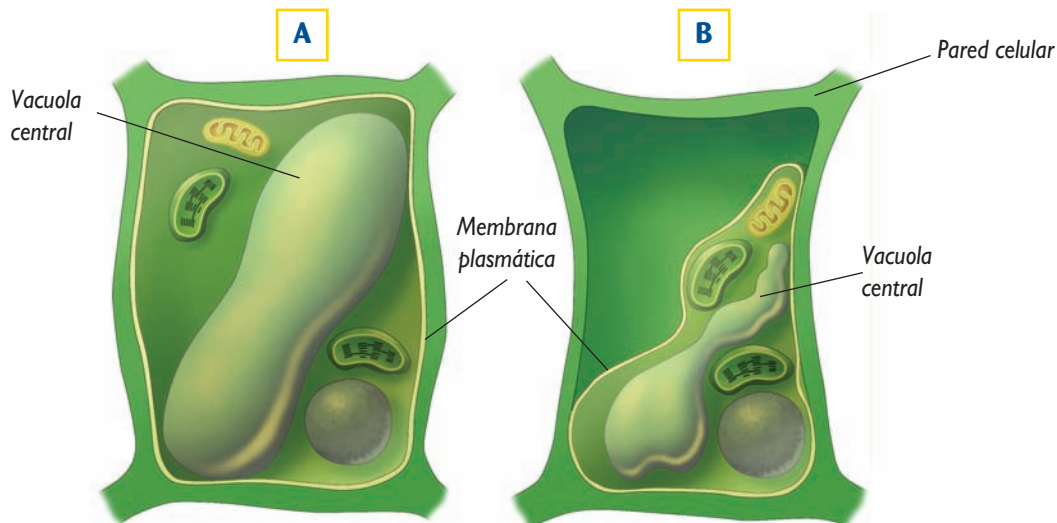
### 3.3 Osmosis en células vegetales

Frente a los cambios de concentración de solutos en el medio que las rodea, las células vegetales movilizan agua desde o hacia ellas, provocando una serie de cambios celulares.

ANALIZAR E INFERIR

#### Actividad 12

Analiza la imagen que aparece a continuación y, a partir de ella, contesta en tu cuaderno las preguntas que se plantean.



1. ¿Cómo era el medio extracelular en el que se encontraba la célula en A: hiper o hipotónico?, ¿por qué?
2. ¿Cómo era el medio extracelular en el que se encontraba la célula en B: hiper o hipotónico? Explica.
3. ¿Hacia qué medio (intracelular o extracelular) se movilizó el agua en las células vegetales en A y B?
4. ¿Qué ocurre con el volumen celular en ambos casos?
5. ¿Qué ocurrió con la membrana plasmática de las células en A y B?, ¿a qué se debe esto?

El cambio más evidente que se observa en la osmosis, en células vegetales, es el del **volumen celular**. Cuando las células vegetales se encuentran en un medio hipertónico, pierden agua de su citoplasma, lo que determina la disminución de su volumen. Bajo el microscopio se observa que la vacuola central, encargada principalmente de la reserva de agua, se contrae debido a la pérdida de agua, y que la membrana plasmática se retrae, alejándose de la pared celular. Este fenómeno se denomina **plasmólisis**. Contrariamente, cuando las células vegetales se encuentran en un medio hipotónico, el agua ingresa al citoplasma, aumentando el volumen de la vacuola central y acercando la membrana plasmática a la pared celular. Este fenómeno se denomina **turgencia**.

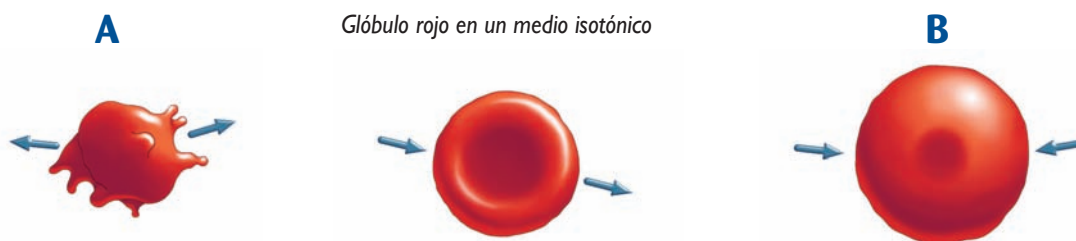
### 3.4 Osmosis en células animales

Las células animales también experimentan una serie de cambios cuando se someten a diferentes condiciones de contenido hídrico. Los cambios de volumen, producto de esto, son evidentes y fáciles de reconocer.

ANALIZAR E INFERIR

#### Actividad 13

Analiza las imágenes, y después contesta en tu cuaderno las preguntas que se solicitan.



1. ¿Cómo era el medio extracelular del glóbulo rojo en A: hipertónico o hipotónico?
2. ¿El medio extracelular del glóbulo rojo en B es hiper o hipotónico?
3. ¿Qué ocurrió con el volumen del glóbulo rojo en cada caso? Explica.
4. ¿Hacia qué medio (intracelular o extracelular) se movilizó el agua en ambos casos?, ¿por qué?

#### TEN PRESENTE QUE...

Lo más frecuente es que las células vegetales no se “revienten” ni se crenen, lo que se debe a la pared celular que las rodea. No obstante, esto ocurre siempre y cuando el transporte de agua no sea extremo.

Cuando una célula se encuentra en un medio hipertónico, se produce la salida de agua desde esta, por osmosis. En el caso de los glóbulos rojos, este fenómeno se denomina **crenación**. ¿Qué ocurre si la célula está en un medio hipotónico? En este caso, el agua entra hacia la célula, produciendo el aumento de volumen de esta. En algunos casos, la célula puede “reventarse”, fenómeno conocido como **citólisis**.

### 3.5 Fenómenos fisiológicos asociados a la osmosis

Hay enfermedades que están asociadas a problemas en la osmosis de las células, que explican por qué se sienten síntomas como deshidratación, deficiencia en el transporte de oxígeno, poliuria (exceso de orina excretada), polidipsia (sed excesiva), entre otros.

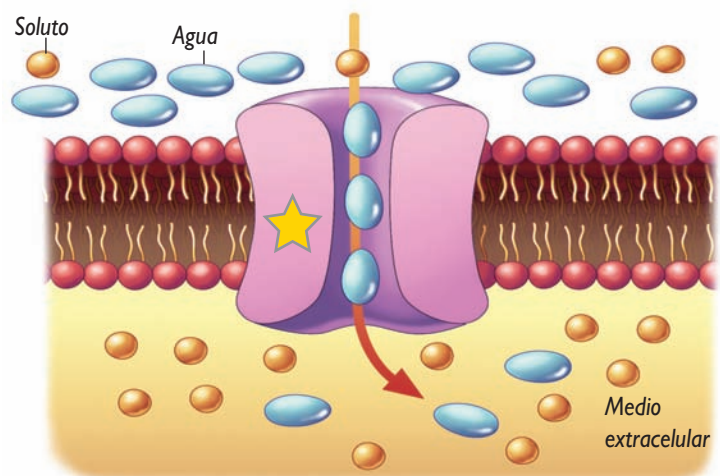
La **diabetes insípida**, por ejemplo, es una patología asociada a la deficiencia parcial o total de vasopresina, llamada también hormona antidiurética (HAD), o a la resistencia frente a su efecto. La hormona antidiurética, producida y secretada por la hipófisis, viaja hasta los riñones para “dar la orden” de que se reabsorba agua y que esta se conserve en el cuerpo. Esto ocurre porque la HAD estimula la producción de aquaporinas (ver *Lectura científica* de la **página 81**). En el caso de las personas que padecen diabetes insípida hipofisaria, que no secretan suficiente HAD, el agua no se reabsorbe, debido a lo cual producen grandes volúmenes de orina diluida. Entonces, en presencia de HAD se forma orina concentrada y, en su ausencia, diluida.

## I. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Cuál es el principal mecanismo a través del cual el agua se moviliza desde el medio intracelular hacia el extracelular, o viceversa? Descríbelo.
2. ¿En qué consisten los fenómenos de crenación y citólisis? Explica usando como ejemplo los glóbulos rojos.
3. Imagina que se introduce una medusa de mar en un vaso de precipitado que contiene agua destilada (sin solutos). A partir de esta información, ¿qué tonicidad tiene el medio en el que se introdujo la medusa?, ¿hacia dónde se moverá el agua: hacia el interior de las células de la medusa o hacia el interior de estas?, ¿por qué?
4. Para representar la osmosis, un estudiante coloca una bolsa semipermeable en una disolución con agua y sal. La disolución al interior de la bolsa tiene la misma concentración de sal que el medio externo. ¿Es este un buen modelo?, ¿por qué?
5. Se tienen dos disoluciones, A y B, separadas por una membrana semipermeable. La disolución A es hipotónica con respecto a la B. Si la membrana plasmática es impermeable al soluto, ¿en qué lado aumentará el nivel de agua, en A o en B? Explica.

## II. La imagen muestra la membrana plasmática de una célula vegetal. A partir de ella, responde las preguntas planteadas.

1. ¿Cuál de los medios es hipertónico?, ¿por qué?
2. ¿Cómo se denomina la estructura señalada con la estrella?
3. ¿Qué pasará con el volumen de la célula vegetal después de transcurrido un tiempo?, ¿cómo se denomina este fenómeno?

**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿De qué manera(s) te resultó más fácil aprender: interpretando experimentos, buscando información, comparando imágenes?, ¿a qué atribuyes esto?
2. ¿Cuál fue el tema que te costó menos aprender?, ¿a qué crees que se debe?
3. ¿Qué tema te costó más aprender?, ¿qué hiciste para solucionar esto?

## La cocaína: una droga que bloquea proteínas de la membrana plasmática

### Exploro

Los cambios adaptativos que suceden en la función cerebral, producto del consumo de drogas, tienen que ver con aquellos efectos biológicos que caracterizan al síndrome adictivo, tales como la tolerancia, sensibilización, dependencia y supresión. La persona adicta, entonces, experimenta un deterioro progresivo de su salud física, social y psicológica.

Cuando un individuo consume cocaína, por cualquier vía, esta llega a todas las áreas del cerebro. En él, la cocaína se une a ciertos sitios en las áreas del cerebro donde las neuronas secretan dopamina. La dopamina es una sustancia química (neurotransmisor) que se libera cuando se produce una estimulación eléctrica en las neuronas. Cuando la dopamina se libera al espacio extracelular, inmediatamente se une a un receptor proteico localizado en la membrana plasmática de la neurona contigua. La activación de dicho receptor ocasiona una serie de cambios electrofisiológicos que producen un significativo incremento de la excitabilidad neuronal, la que se traduce en una sensación de alerta, placer y bienestar en la persona. En condiciones normales, una vez que la dopamina se une al receptor, esta inmediatamente es recapturada por una proteína localizada en la membrana de la neurona que secretó dopamina, denominada bomba de recaptura o transportador, para así volver a ser almacenada o degradada por vía enzimática.



¿Por qué una vida saludable propicia el no consumo de drogas?

La adicción a las drogas es un fenómeno muy complejo, que ocasiona cambios funcionales cerebrales, los que ocurren en respuesta a la exposición prolongada a las drogas y que pueden persistir por un período prolongado, después de la cesación del consumo.

Cuando un individuo ha consumido cocaína, se produce un bloqueo del transportador de recaptura de dopamina, lo que provoca mayor disponibilidad de dopamina en el espacio extracelular, una hiperestimulación de los receptores y una consecuente sobreactivación del sistema nervioso, que finalmente se traduce en la expresión de “repertorios” de conducta asociados con la adicción a la cocaína.

Debido a que la dopamina permanece más tiempo actuando en el receptor de la neurona que la recibe, los efectos son variados. Por ejemplo: genera tolerancia progresivamente incrementada, aumentando el riesgo de muerte por fallo cardíaco o intoxicación general; dilatación de las pupilas; aumento de la presión sanguínea y de la temperatura del cuerpo.

Entre los efectos psicológicos se produce la euforia, caracterizada por locuacidad y aumento de la sociabilidad, aceleración mental e hiperactividad. Luego de este estado de excitación aparecen períodos de depresión bien marcados; por ello las personas con efectos de la cocaína inhalada tienen cambios de carácter, pasando de la euforia a la apatía o al mal humor.

Fuente: [www.ameceac.org/publ2.html](http://www.ameceac.org/publ2.html) (última visita, octubre de 2008). Adaptación.

## Analizo

Responde estas preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué es la dopamina?
2. ¿Qué efectos produce la dopamina?
3. ¿Qué acción tiene la cocaína en la membrana plasmática de las neuronas?
4. ¿Por qué se dice que los efectos de la cocaína son en realidad los efectos de la dopamina?
5. ¿Por qué las personas que consumen cocaína ponen en riesgo su vida?
6. ¿Qué responsabilidad tiene la sociedad en la adicción de las personas que consumen cocaína?
7. ¿De qué manera la sociedad puede contribuir a que las personas adictas salgan adelante?

## Tomo una decisión

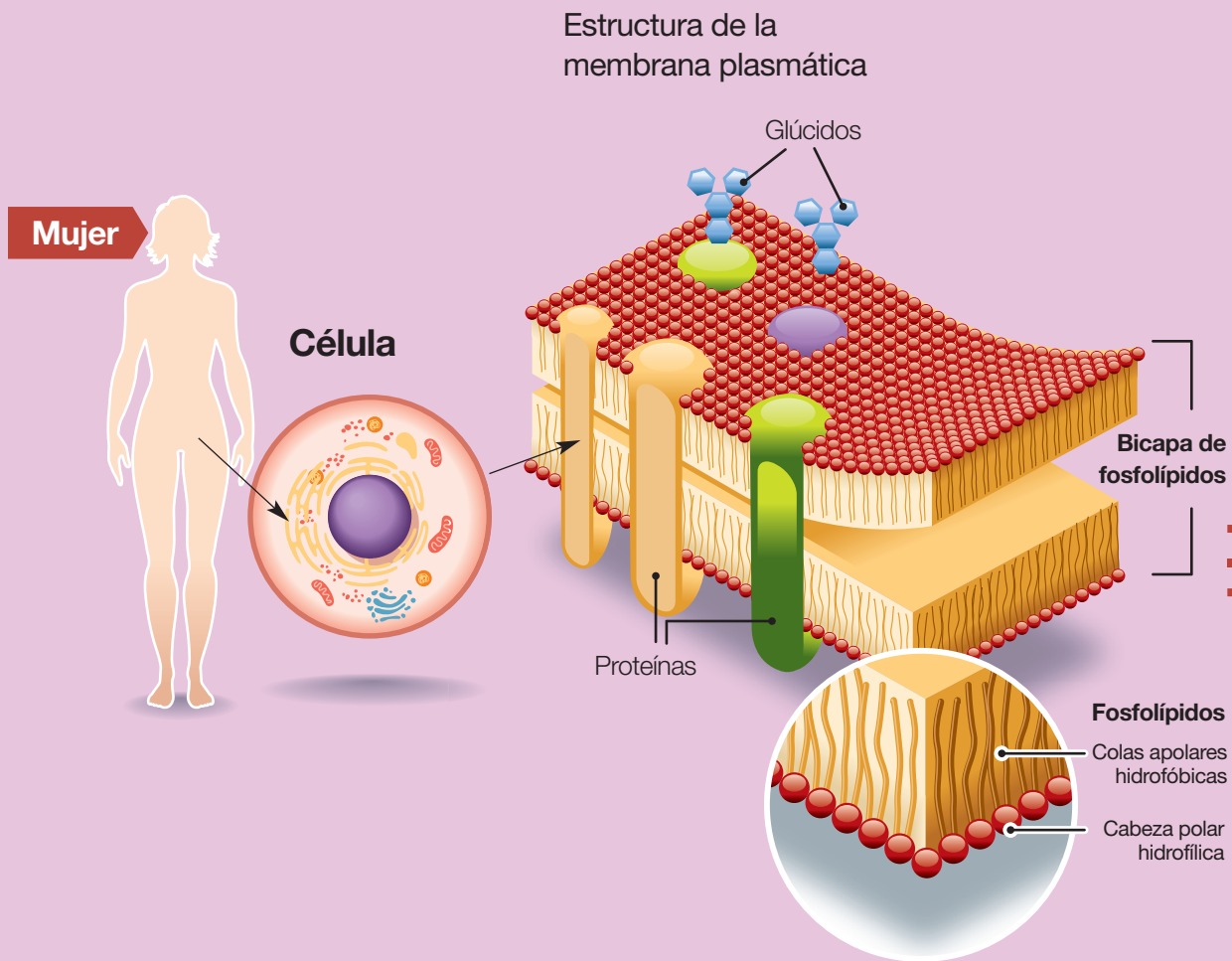
Comenten, guiados por su profesora o profesor, sobre las siguientes preguntas.

1. ¿Qué opinas del consumo de drogas?
2. ¿Conoces a alguien que sea adicto a alguna droga?, ¿cómo crees que puedes ayudarlo o ayudarla?
3. Imagina que estás con un grupo de amigos y amigas, y uno de ellos invita a los demás a consumir cocaína. ¿Qué harías? Si optas por el no consumo de drogas, ¿simplemente te irías a otro lado? Explica.

## Informo a los demás

Una vez que terminen de comentar en torno a las preguntas planteadas en el punto anterior, organícense en parejas y diseñen un tríptico informativo acerca del daño que provocan las drogas. Pueden buscar información en la página [www.conace.cl](http://www.conace.cl) para complementar la de la lectura.

Una vez que terminen sus trípticos, distribúyanlos en diferentes lugares de su colegio, para que el resto de la comunidad educativa se informe acerca del daño que provoca el consumo de drogas.



### Trabaja con la información

1. ¿Qué importancia tiene para las células la función que cumple la membrana plasmática?
2. ¿A qué se debe la distribución espacial que tienen los fosfolípidos que estructuran la membrana plasmática?
3. ¿En qué se diferencian los transportes activo y pasivo?
4. ¿En qué se asemejan el transporte mediado por proteínas de canal y el que realizan los *carriers*? ¿en qué difieren?
5. ¿Cómo se relacionan el transporte activo en masa y la defensa de nuestro organismo de agentes patógenos?
6. ¿En qué consiste la osmosis, ¿qué importancia tiene para las células? Explica.





**1748**

**Jean Antoine Nollet** (1700-1770). Físico francés que realizó diversos estudios sobre electricidad, hidráulica y acústica. Descubrió la semipermeabilidad de las membranas celulares en 1748. También observó cómo el sonido puede propagarse en un medio líquido. Inventó un electroscopio usando láminas de oro. Entre sus obras destacan *Lecciones de física experimental* y *El arte de los experimentos*.

---

#### **En el mundo...**

Los avances tecnológicos y científicos más importantes de la época fueron la invención del pararrayos, por Benjamín Franklin, y el comienzo formal de la clasificación científica, por Carlos Linneo.



**1828**

**Henri Dutrochet** (1776-1847). Físico y fisiólogo francés, es considerado como uno de los grandes fisiólogos del siglo XIX. Para Dutrochet, las leyes fundamentales de la física y de la química explicaban todos los procesos de la vida. Describió el proceso osmótico en células semipermeables, en 1828, al observar que la difusión del solvente ocurría siempre desde la solución de menor concentración de un soluto (que no puede pasar) hacia la solución de mayor concentración. Además, explicó que el solvente que fluye puede ejercer una presión sobre la membrana, a la que llamó presión osmótica.

Henri Dutrochet también estudió el desarrollo embrionario de diversas especies.

---

#### **En el mundo...**

La inducción electromagnética, descubierta por Michael Faraday, y la invención del telégrafo, por Samuel Morse, son los avances científicos y tecnológicos que destacan en esta época.

#### **Trabaja con la información**

1. ¿Qué importancia tuvo el descubrimiento de Nollet?
2. ¿Cómo explicarías el planteamiento de Dutrochet, usando el concepto gradiente de concentración?
3. ¿En qué se diferencian los modelos de “sándwich” y “mosaico fluido”? ¿qué desventajas presenta el primero en relación al segundo?

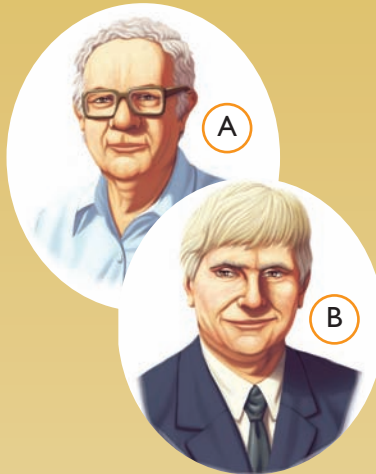


**1959**

**J. David Robertson** (1923-1995) Nació en Tuscaloosa, Alabama (EEUU). Fue el microscopista electrónico más importante en el estudio de las membranas celulares. En 1959 y luego de innumerables observaciones postuló la unidad de membrana, constituida por una triple capa mayormente compuesta de lípidos y proteínas. Con esto modificó el modelo de “sandwich” propuesto por Hugh Davson y James Danielli en 1935. Robertson agrega también que la unidad de membrana está presente en todas las formas celulares, variando en pequeños aspectos unas de otras.

**En el mundo...**

En este período destacan el descubrimiento de Plutón y la creación del primer marcapasos artificial.



**1972**

**Seymour Singer (A)** y **Gurch Nicolson (B)** proponen el modelo de membrana plasmática conocido como “mosaico fluido”, según el cual las membranas celulares están conformadas por una bicapa lipídica, en la que se encuentran inmersas diversas proteínas.

**En el mundo...**

Entre los hitos de la época figuran los lanzamientos de la sonda soviética *Marsnik 6* a Marte, por la Unión Soviética, y de la sonda espacial *Mariner 10*, por Estados Unidos. Ambos acontecimientos están inmersos en la “carrera espacial” entre estos países.



**2003**

**Peter Agre** (1949-). Biólogo y profesor estadounidense. Su interés por el estudio de la membrana plasmática lo llevó a descubrir las aquaporinas, hallazgo que lo hizo merecedor del premio Nobel de Química el año 2003.

**En el mundo...**

Se viven la era digital y la globalización.

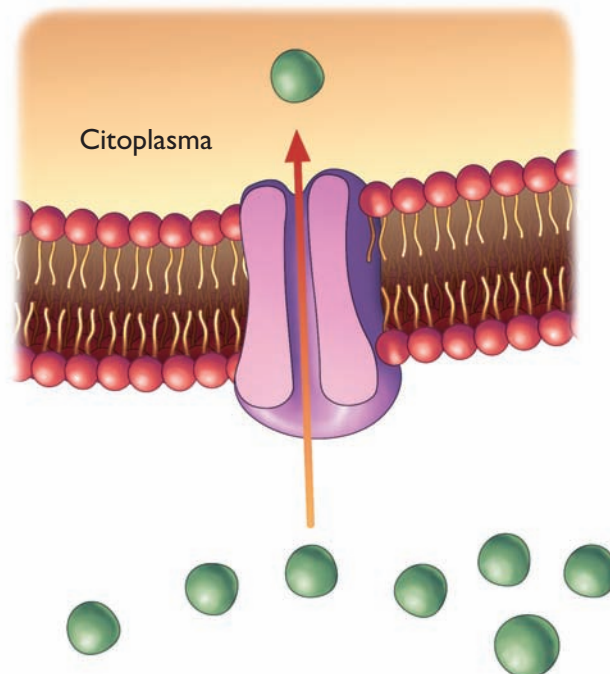


## II. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. Imagina que realizas un experimento en el que le añades una droga a un tejido animal, que bloquea sus aquaporinas. Luego, sumerges el tejido en un medio hipertónico. El tejido es impermeable a los solutos presentes en este medio. ¿Qué esperarías observar? Explica.
2. Supón que estás analizando un tejido vegetal y observas que la cantidad de ATP presente en él se reduce notablemente cuando transporta iones hacia el interior de sus células.
  - a. Explica qué tipo de transporte se está presentando, ¿activo o pasivo?, ¿por qué?
  - b. ¿Qué estructura de la membrana plasmática vegetal utilizan los iones para atravesarla?
  - c. ¿Dónde se encuentran más concentrados los iones, fuera o dentro de la célula?, ¿por qué?
3. ¿Por qué cuando un glóbulo blanco fagocita bacterias, “defendiéndote” de las enfermedades que estas te podrían ocasionar, gasta una enorme cantidad de energía?

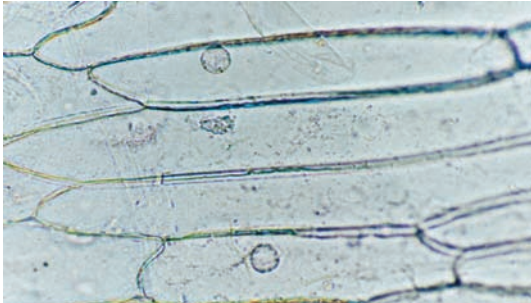
## III. El dibujo muestra el transporte de una sustancia a través de la membrana plasmática.

1. ¿A qué lado de la membrana plasmática se encuentra más concentrada la sustancia?
2. ¿Esta sustancia se está transportando en forma pasiva o activa?  
Fundamenta.
3. ¿Qué tipo de transporte específico está experimentando la sustancia?  
Justifica tu respuesta.

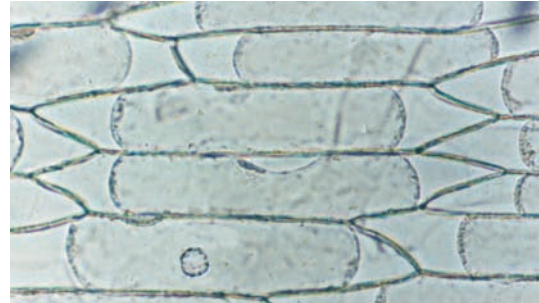


IV. Observa las fotografías que aparecen a continuación, y responde las preguntas planteadas a partir de ellas.

**A**



**B**



1. ¿Qué diferencias hay entre las células vegetales de ambas fotografías?
2. ¿Por qué en ambas fotografías las células mantienen, relativamente, su forma? Explica.
3. ¿En cuál de las fotografías se aprecia mejor el transporte de agua a través de la membrana?, ¿por qué?
4. ¿Qué tipo de transporte ocurrió en las células donde hubo movimiento de agua? Fundamenta.
5. ¿Cómo es el medio extracelular donde se encuentran las células de las fotografías **A** y **B**: isotónico, hipotónico o hipertónico?

### LO QUE AHORA SÉ

Contesta nuevamente las preguntas de la sección *Lo que sé* (página 59), y compáralas con tus respuestas iniciales.

1. ¿Cambiaron las respuestas que diste ahora respecto de las iniciales?, ¿a qué crees que se debe esto?
2. ¿De qué manera el hecho de estudiar los contenidos de la unidad te sirvió para mejorar tus respuestas?
3. ¿Qué puedes concluir de lo anterior?

Ahora, te invitamos a contestar nuevas preguntas.

1. ¿En qué se diferencian el transporte pasivo y el transporte activo?
2. ¿Qué es la osmosis?, ¿cuál es su importancia?

Intenta responder las preguntas que te hiciste en la sección *Lo que me gustaría saber* (página 59).

Para las que no encuentres respuesta, busca información en otras fuentes y contéstalas.

**PROYECTO**

## Investiguemos acerca del tema: osmosis, salud humana y adaptación vegetal

**Objetivo:**

Conocer, a través de la investigación, enfermedades del ser humano y adaptaciones vegetales relacionadas con la osmosis.

**Procedimiento:**

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor, y realicen la siguiente actividad.

1. Guiados por su profesor o profesora, sorteen la enfermedad o adaptación vegetal sobre la que tendrán que buscar información.

Enfermedades:

- Hemólisis.
- Diabetes mellitus.
- Diarrea osmótica.
- Estreñimiento.

Adaptaciones vegetales y su relación con la osmosis:

- Modificaciones de las hojas.
- Modificaciones de las raíces.
- Posición, cierre y apertura de los estomas.

2. En diferentes fuentes de información, indaguen sobre el tema que les correspondió, especialmente lo referido a la causa o consecuencia osmótica asociada a la enfermedad o adaptación (problemas en los canales de agua, alta hipertonicidad, etcétera).
3. Para presentar su trabajo, pueden utilizar apoyos audiovisuales, como presentaciones en PowerPoint, videos, animaciones, papelógrafos, modelos 3D, entre otros.

**Pauta de corrección:**

Para que realicen un buen trabajo, ocúpense de los aspectos que se utilizarán para evaluar su trabajo indagatorio y expositivo. Estos son:

- Dominio del tema.
- Seguridad al exponer el trabajo.
- Uso del vocabulario científico.
- Aporte personal.
- Calidad del material audiovisual.
- Uso del material audiovisual.
- Defensa de los argumentos.
- Tono de voz.
- Presentación personal.

**Aprendo mejor**

Reflexiona en torno a las siguientes preguntas. Luego, contéstalas en tu cuaderno.

1. ¿Cuál fue el contenido que menos te costó aprender?, ¿a qué lo atribuyes?
2. ¿Qué contenido te costó aprender?, ¿cómo te hubiera resultado más fácil aprenderlo?

Unidad

# 3

# Fotosíntesis y relaciones alimentarias



Durante la primavera, la mayoría de las plantas crecen con mayor rapidez y florecen. Asimismo, suele aumentar la cantidad de insectos y de aves en el ambiente. Lo anterior implica numerosos procesos de intercambio de materia y energía entre los seres vivos, y entre estos y su ambiente. En estos procesos influyen diversos factores, entre estos las acciones que el ser humano ejerce sobre los ecosistemas.

## LO QUE APRENDERÉ

- Caracterizar la fotosíntesis, sus etapas y los procesos que estas involucran; y comprender su importancia para los seres vivos y los ecosistemas.
- Analizar los efectos de algunos factores ambientales sobre la fotosíntesis.
- Reconocer la función de los niveles tróficos, y las relaciones que se establecen entre ellos.
- Analizar efectos positivos y negativos de las acciones de las personas en los ecosistemas.

## LO QUE SÉ

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno, y comparte tus respuestas con tus compañeras y compañeros. Recuerda que no hay respuestas correctas ni erradas, lo importante es que las contestes a partir de las ideas y conocimientos que tengas.

1. ¿Qué seres vivos observas en las fotografías?, ¿cuáles de ellos son autótrofos?
2. ¿Qué proceso(s) realizan solo los organismos autótrofos?
3. ¿Qué es la fotosíntesis?, ¿cómo influye la luz solar en este proceso?
4. ¿Qué sustancias se obtienen a través del proceso de fotosíntesis?
5. ¿Qué crees que pueden hacer los agricultores para aumentar la fotosíntesis de plantas cultivadas?
6. ¿De qué manera los animales se benefician del proceso de fotosíntesis?
7. ¿De dónde obtienen los animales los nutrientes que necesitan para sus procesos vitales?



## LO QUE ME GUSTARÍA SABER

Te invitamos a que, en tu cuaderno, escribas cuatro o cinco preguntas referidas al proceso de fotosíntesis y a las relaciones de alimentación entre los seres vivos, cuya respuesta piensas que podrías encontrar en esta unidad. Algunos términos que puedes utilizar son: fotosíntesis-cadenas alimentarias-tramas alimentarias-luz solar-plantas-nutrición.

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

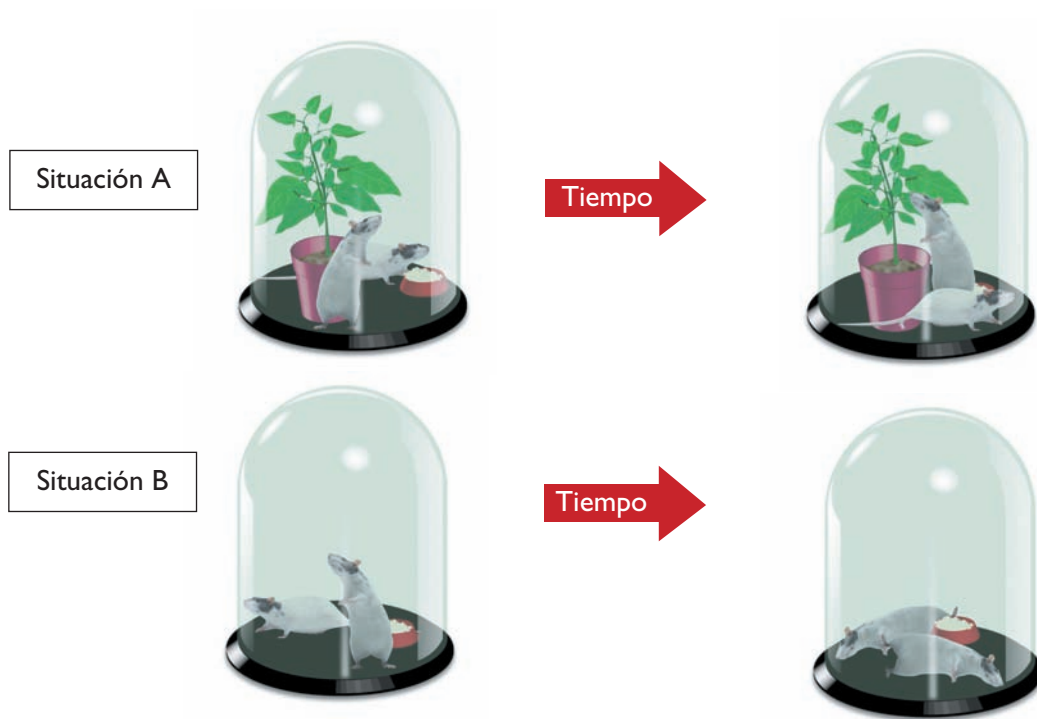
## ¿Qué importancia tiene la fotosíntesis para los seres vivos?

### A. Lluvia de ideas

En parejas, planteen posibles hipótesis para el problema enunciado en el título y escribanlas en sus cuadernos.

### B. ¡A trabajar!

Analicen y describan las situaciones experimentales representadas a continuación, considerando que se usaron ratones de la misma especie, que presentaban prácticamente las mismas condiciones biológicas (sexo, edad, masa, estado de salud, etcétera); y que la campana es hermética.



### C. Analicemos los resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué variables permanecieron constantes en el experimento?
2. ¿Cuál fue la variable independiente?, ¿por qué?
3. ¿Qué les ocurrió a los ratones de la situación B?, ¿cómo explican este hecho?
4. ¿Por qué los ratones de la situación A sobrevivieron?
5. ¿Qué importancia tiene la fotosíntesis para las plantas?, ¿y para los animales?
6. A partir de los resultados de la actividad experimental, ¿corroboran su hipótesis?, ¿por qué?

## 1.1 La fotosíntesis, un proceso vital

Todos los seres vivos incorporan continuamente sustancias químicas del medio para desarrollar sus diferentes procesos vitales. En el caso de organismos autótrofos, como las plantas, las algas y algunas bacterias (cianobacterias), el proceso fundamental de su nutrición es la **fotosíntesis**. Este proceso consiste en una serie de reacciones químicas en las que se utilizan sustancias inorgánicas presentes en el ambiente: **agua** ( $H_2O$ ) y **dióxido de carbono** ( $CO_2$ ). Para la ocurrencia de estas reacciones se necesita **energía lumínica**, la cual es **transformada en energía química** por los organismos fotosintéticos.

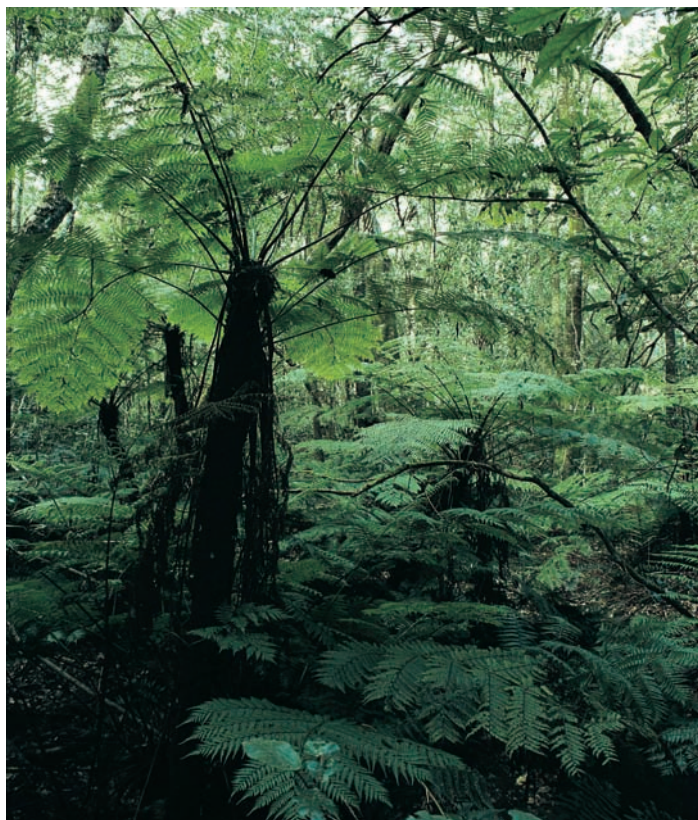
En la fotosíntesis se producen dos sustancias imprescindibles para los seres vivos del ecosistema. Como pudiste deducir de la actividad de la página anterior, una de las sustancias producidas en la fotosíntesis es el **oxígeno** ( $O_2$ ), que se libera a la atmósfera. Este gas está íntimamente relacionado con el proceso de respiración celular que realizan todos los seres vivos aeróbicos. La otra sustancia fundamental producida en la fotosíntesis es la **glucosa** ( $C_6H_{12}O_6$ ), una molécula de alto valor energético a partir de la cual se originan otras biomoléculas indispensables para los organismos, como proteínas, lípidos y otros glúcidos (como el almidón). Estas biomoléculas, derivadas de la fotosíntesis, son la base de la nutrición de los heterótrofos.

### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Autótrofos:** organismos que son capaces de sintetizar sus propios nutrientes.

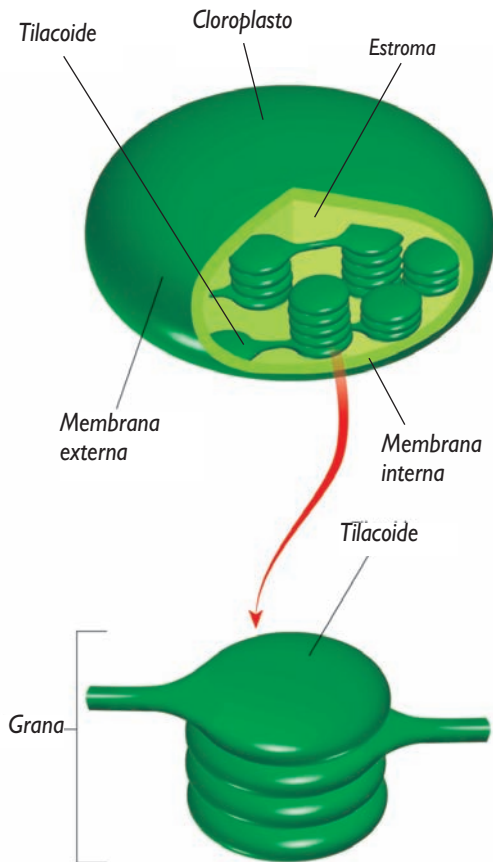
**Aeróbicos:** organismos que utilizan oxígeno en la respiración celular, proceso mediante el cual obtienen energía aprovechable por la célula.

**Heterótrofos:** organismos que se alimentan de otros seres vivos, o de partes de ellos.



Gracias a la fotosíntesis las plantas pueden crecer. Cuando las hojas de las plantas aumentan de tamaño, significa que se están formando nuevas células, o bien que estas están aumentando de tamaño.

## 1.2 Estructuras que participan en la fotosíntesis



Los organismos fotosintéticos tienen nutrición autótrofa, ya que son capaces de sintetizar los nutrientes necesarios para sus procesos vitales. Para llevar a cabo este proceso, estos organismos requieren estructuras especializadas. ¿En qué organelo ocurre la fotosíntesis? En el caso de algas y plantas, el organelo celular en el que se realiza este proceso es el **cloroplasto**, cuya estructura se describe en esta página.

En el interior de los cloroplastos hay un pigmento fundamental para que la fotosíntesis se lleve a cabo, llamado **clorofila**. Otros pigmentos fotosintéticos importantes son los carotenoides: los carotenos (tonalidad rojiza anaranjada) y las xantófilas (tonalidad amarillo pardo).

Los cloroplastos se componen de una doble membrana, en cuyo interior, o estroma, se encuentran discos membranosos llamados tilacoides, que al agruparse forman una estructura denominada grana.

### TEN PRESENTE QUE...

En general, se considera que las hojas son el principal órgano fotosintético de la planta. Sin embargo, los tallos verdes y los sépalos de las flores son tejidos fotosintéticamente activos, debido a que poseen cloroplastos con clorofila. Por ejemplo, los tallos y espigas de plantas como el trigo poseen, antes de madurar, una alta capacidad fotosintética.

### OBSERVAR E INFERIR

#### Actividad 1

Organícense en grupos y consigan una planta de elodea o lirio, un portaobjetos, un cubreobjetos, un gotario, agua, papel absorbente y un microscopio óptico. Luego, desarrollen la siguiente actividad.

1. Coloquen una hoja de elodea, de las más nuevas, sobre el portaobjetos y agréguele unas gotas de agua. Si usan lirio, obtengan una muestra de su cutícula, como lo hicieron en la actividad de la página 16 de la unidad 1.
2. Cubran la muestra con el cubreobjetos y retiren el líquido excedente con papel absorbente.
3. Observen la preparación con el microscopio óptico (pueden revisar el **Anexo 2**, de las páginas 202 a 204). Dibujen y registren sus observaciones en sus cuadernos.
4. Respondan: ¿qué estructuras reconocen en la muestra?, ¿en qué se fijaron para identificarlas?

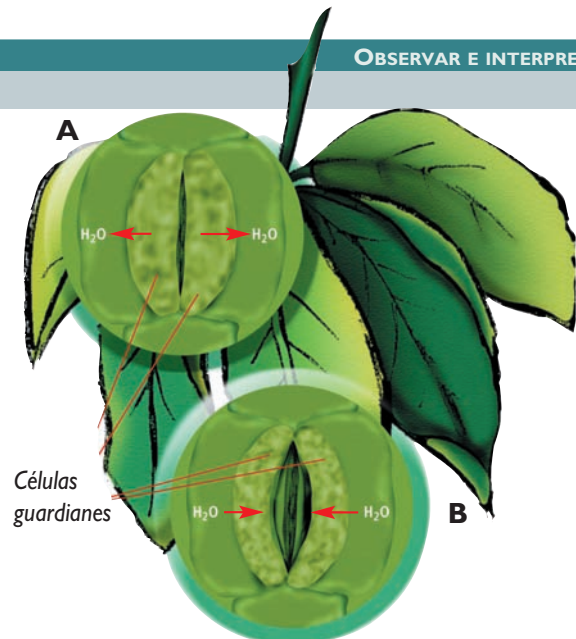
### 1.3 Entrada de agua y dióxido de carbono a la planta

¿Cómo ingresan el agua ( $H_2O$ ) y el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) a la planta? En el caso del **agua**, esta ingresa por las **raíces** y luego es transportada hacia las hojas por conductos formados por un tejido llamado **xilema**. El **dióxido de carbono**, que es un gas presente en la atmósfera, ingresa a través de las hojas por unos poros llamados **estomas** (del griego *stoma*, que significa boca). Los estomas están formados por unas células llamadas **células oclusivas o guardianes** y permiten el intercambio de vapor de agua y otros gases entre la planta y su medio.

#### Actividad 2

Observa la imagen y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

1. Si el agua entra y sale de las células guardianes por osmosis, ¿cómo debiera ser la concentración de sales al interior de estas, en A y en B? Puedes revisar la página 82, de la unidad 2.
2. En relación con lo anterior, ¿de qué crees que depende la apertura y el cierre de los estomas? Explica.
3. Si la planta está en un medio donde el agua escasea, ¿qué ocurrirá con los estomas?, ¿qué importancia tiene esto?



Las células guardianes experimentan cambios en su forma y volumen determinando así la **apertura o cierre de los estomas**. Cuando la concentración de sales al interior de las células guardianes es mayor que fuera de estas, el agua ingresa a ellas por osmosis, provocando que se hinchen y se abra así el estoma. Esto permite que el  $CO_2$  presente en la atmósfera ingrese al interior de la hoja. Por el contrario, cuando la concentración de sales es mayor fuera de las células guardianes, el agua sale de estas y el estoma se cierra.

En condiciones normales, los estomas de la mayoría de las plantas están abiertos durante el día y cerrados durante la noche.

La salida de agua por los estomas se denomina **transpiración**. Es importante mantener hidratadas las plantas, ya que, cuando la cantidad de agua no es suficiente, los estomas se cierran, impidiendo la entrada de  $CO_2$ . Si esta situación se mantiene en el tiempo, la planta puede morir.

#### INTER@CTIVIDAD

En el sitio [http://croptechology.unl.edu/animation/transpiration\\_esp.swf](http://croptechology.unl.edu/animation/transpiration_esp.swf) (última visita, marzo de 2009), encontrarás mucha información y una animación de los procesos de transpiración y absorción de agua por las raíces, además de los factores ambientales que influyen en estos procesos. Construye un esquema que muestre el movimiento de agua en la planta.

## EXPERIMENTO INICIAL

# ¿Qué sucede con la fotosíntesis en ausencia de clorofila?

### A. Hipótesis

Organícense en grupos, según las indicaciones de su profesora o profesor, y planteen una hipótesis para el problema enunciado. Escríbanla en sus cuadernos.

### B. Diseño experimental

Realicen la siguiente actividad.

**Materiales:** una planta con hojas de color verde y blanco o amarillo (variegadas), alcohol de 96°, un mechero, dos vasos de precipitado (que quepa uno dentro del otro), una cápsula de Petri, pinzas y lugol. Las hojas de plantas variegadas poseen partes verdes y otras de color amarillo o blanco, por ejemplo, que carecen de clorofila.

#### Procedimiento:

1. Coloquen dos hojas de la planta dentro del vaso de precipitado pequeño, y agréguele alcohol hasta que las hojas queden cubiertas. Luego, caliéntenlo a baño María hasta que las hojas se decoloren. Recuerden las precauciones que deben tener al trabajar con el mechero, sobre todo porque el alcohol se evapora muy rápido y en contacto con la llama puede inflamarse (ver **Anexo 1**, páginas 196 a 201).
2. Apaguen el mechero y, con mucho cuidado, saquen las hojas del vaso de precipitado utilizando las pinzas.
3. Laven las hojas, pónganlas en la cápsula de Petri y agrégueles lugol. Recuerden que el lugol es una sustancia que en presencia de almidón se torna de color violeta.

### C. Análisis de resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿A qué creen que se debe el color verde que adquiere el alcohol al hervir las hojas?
2. ¿Qué ocurrió al agregarle lugol a las hojas?, ¿por qué?
3. ¿Qué cambio experimentó el lugol en contacto con la parte de las hojas que era de color verde?, ¿y con la que era de color blanco o amarillo?
4. ¿A qué se debe esta diferencia?, ¿qué relación tiene con el problema de investigación?
5. A partir de los resultados obtenidos, ¿corroboran su hipótesis? Si su respuesta es negativa, planteen una nueva hipótesis para el problema de investigación.

#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Trajeron los materiales con los que se comprometieron?
2. ¿Respetaron las instrucciones dadas en el diseño experimental?
3. ¿Fueron cuidadosas y cuidadosos al usar el mechero?
4. ¿Respetaron las ideas de sus compañeros y compañeras?

## LECTURA CIENTÍFICA

# Cómo “enfrentan” las plantas las condiciones del desierto

Las plantas de los desiertos son diferentes a las que habitan regiones con climas más húmedos. Se caracterizan, por ejemplo, por sus hojas, a veces en forma de espinas, y porque generalmente son pequeñas.

Muchas plantas del desierto son suculentas, es decir, almacenan agua en sus hojas o raíces. Los cactus son plantas de este tipo, al igual que otras como el ágave y el aloe. Para sobrevivir, una planta suculenta absorbe grandes cantidades de agua en períodos cortos, por lo que casi todas poseen raíces extensas y superficiales. Además, las suculentas utilizan el agua de una forma muy eficiente, por ejemplo, las hojas de la mayoría de ellas tienen cutículas cerosas que las hacen casi impermeables cuando sus estomas están cerrados. Por otra parte, la mayoría de las suculentas poseen hojas espinosas o tóxicas, por lo que los animales evitan comerlas. Desde el punto de vista

de la fotosíntesis, muchas suculentas abren sus estomas durante la noche y captan el dióxido de carbono. En el día, mientras los estomas están cerrados, la fotosíntesis se realiza usando el dióxido de carbono ya incorporado.

Otra adaptación de las plantas del desierto es su capacidad para tolerar largos períodos de sequía, durante los cuales inactivan sus procesos vitales. Las raíces de los arbustos y árboles tolerantes a la sequía son muy extensas, y se caracterizan por desarrollarse a mayor profundidad, lo que les permite absorber el agua almacenada en las capas profundas del suelo.

Otras plantas son capaces de sobrevivir a las condiciones desfavorables del desierto, produciendo sus semillas y muriendo antes de la llegada del período más seco. La mayoría de estas semillas germinan solo cuando ha ocurrido una lluvia intensa, y pueden permanecer en estado de latencia por períodos de hasta diez años.

**Fuente:** Mark Dimmitt. “How plants cope with the desert climate”.

En: [www.desertmuseum.org/programs/succulents\\_adaptation.html](http://www.desertmuseum.org/programs/succulents_adaptation.html) (última visita, marzo de 2009). Adaptación.

## Trabajemos con la información

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son las principales adaptaciones de las plantas del desierto?, ¿qué ventajas representan?
2. Explica dos de las adaptaciones que poseen las plantas suculentas.
3. Si una persona utiliza plantas suculentas para un jardín, ¿qué beneficios conllevaría para el ambiente?
4. ¿Por qué las plantas suculentas son fundamentales para los ecosistemas del desierto?
5. ¿Qué investigaciones podrían realizar los científicos con este tipo de plantas? Explica.

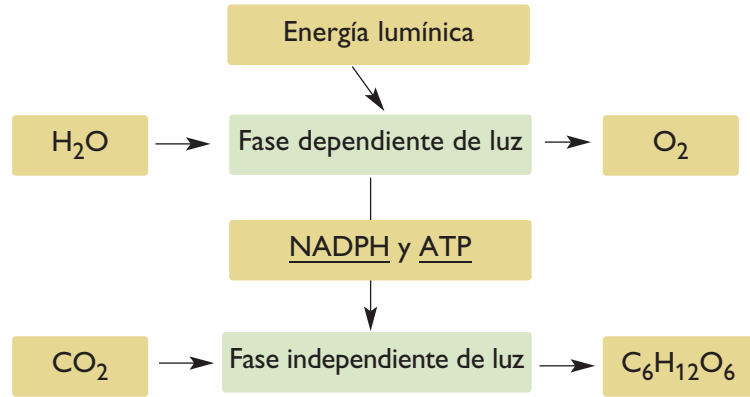
## 1.4 Fases de la fotosíntesis

ANALIZAR E INTERPRETAR

### Actividad 3

En parejas, analicen el esquema y respondan las preguntas planteadas.

1. ¿Cuáles son las fases de la fotosíntesis?
2. ¿Cuáles son los reactantes y los productos de las fases de la fotosíntesis?
3. ¿A partir de qué molécula se produce oxígeno?, ¿y glucosa?



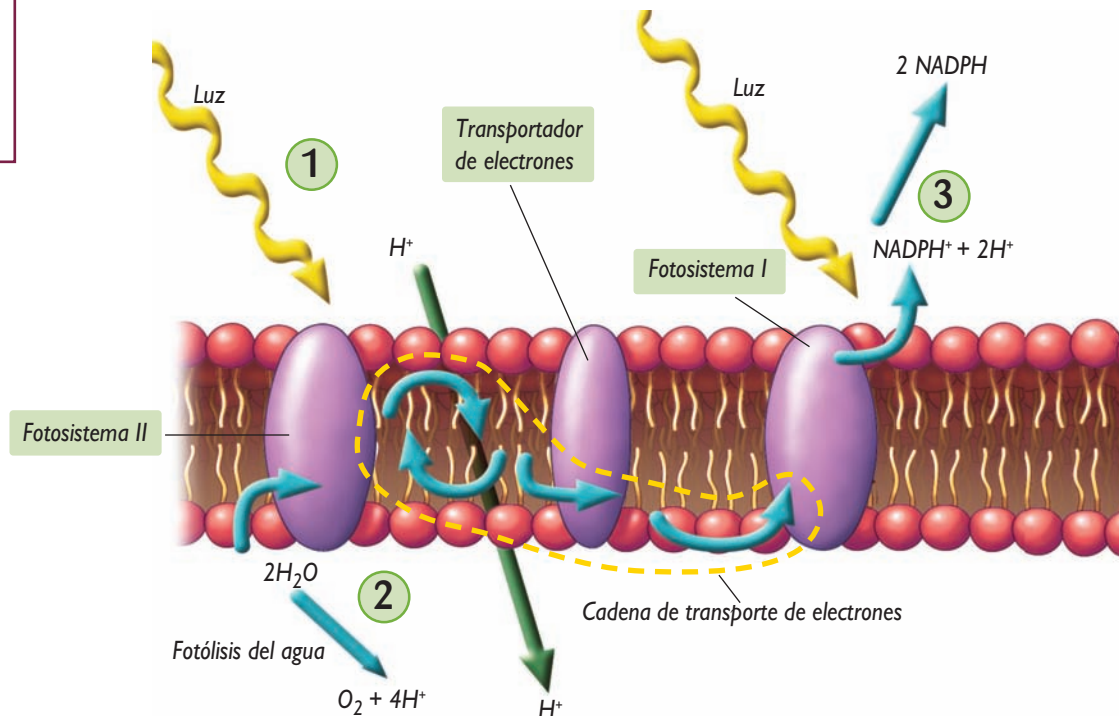
### CONCEPTOS CLAVE

**NADPH:** molécula con alta capacidad para captar y ceder electrones.

**ATP** (adenosín trifosfato): molécula fundamental en los procesos energéticos de los seres vivos. Es un nucleótido caracterizado por poseer enlaces con un alto valor energético.

### A. Fase primaria o dependiente de luz

Al interior de los cloroplastos, los pigmentos fotosintéticos se organizan formando fotosistemas, que son unidades que captan energía lumínica y se encuentran en la membrana de los tilacoides. En cada fotosistema, la antena, que es un conjunto de pigmentos, absorbe gran parte de la energía lumínica, la modifica y la conduce hacia el **centro de reacción**, que es donde se encuentra una molécula de clorofila que desencadena el proceso fotosintético.



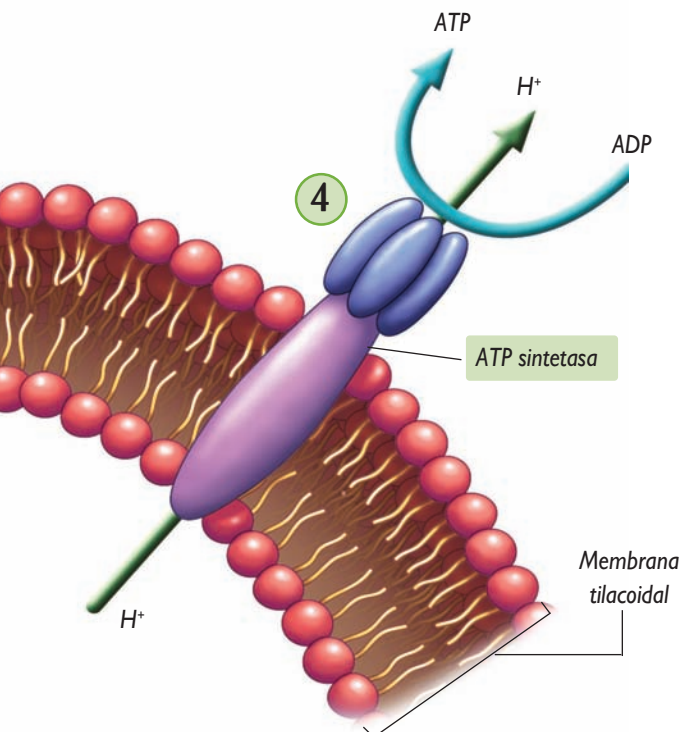
- 1 Las reacciones de la fase dependiente de luz se inician cuando los fotones de energía lumínica (luz) estimulan el fotosistema II, ubicado dentro de la membrana tilacoidal del cloroplasto. Los fotones impactan los pigmentos presentes en la antena (que forma parte del fotosistema), y luego son conducidos hacia el centro de reacción compuesto por una molécula de clorofila. Lo anterior provoca la liberación de un electrón, que es transferido a otra molécula (transportador de electrones), la que a su vez lo transfiere a otra, generándose una **cadena de transporte de electrones**.
- 2 Simultáneamente, debido a la estimulación de la clorofila del centro de reacción, ocurre la **fotólisis del agua**, proceso en el que dos moléculas de agua son degradadas dando origen a una molécula de oxígeno, que posteriormente puede ser liberada al ambiente, y a cuatro iones hidrógeno ( $H^+$ ). Es importante destacar que el oxígeno que se produce en la fotosíntesis proviene de las moléculas de agua.
- 3 La cadena de transporte de electrones se acopla al **fotosistema I**. Cuando la molécula de clorofila del fotosistema I es estimulada por otro fotón, se genera una nueva cadena de transporte de electrones, que finalmente produce una sustancia llamada **NADPH**.
- 4 Cuando los iones hidrógeno ( $H^+$ ) atraviesan la enzima ATP sintetasa, su energía se usa para transformar ADP en **ATP**. El ATP, junto con el NADPH, posteriormente serán usados para sintetizar glucosa.



### CONCEPTOS CLAVE

**Fotones:** partículas portadoras de energía electromagnética.

**Electrón:** partícula subatómica de carga eléctrica negativa, que se ubica en la corteza del átomo.

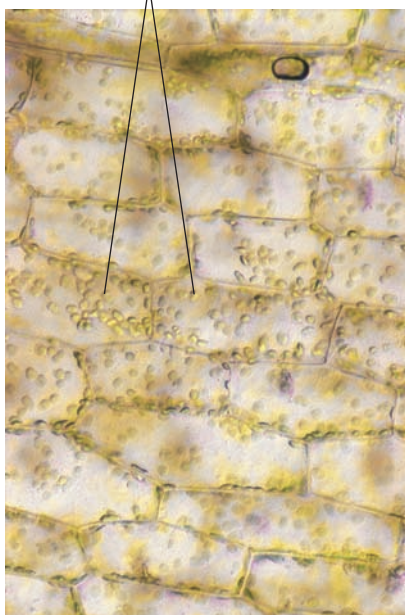


## B. Fase secundaria o independiente de luz

En esta etapa, en la que la energía lumínica **no** es necesaria, las moléculas de ATP y NADPH, que se sintetizaron en la fase primaria, son utilizadas en las diferentes reacciones químicas que conducen a la **formación de glucosa**, proceso que ocurre en el **estroma**. En el **ciclo de Calvin**, a partir de una serie de reacciones químicas sucesivas, se sintetizan moléculas de glucosa a partir de  $\text{CO}_2$ .

En las reacciones químicas que conforman el ciclo de Calvin participan diversas enzimas. La más importante de ellas se denomina **ribulosa bifosfato** (rubisco, en forma abreviada), y es la enzima que interviene en la reacción en que se capta  $\text{CO}_2$ . Esta enzima es la proteína más abundante de los vegetales.

Cloroplastos



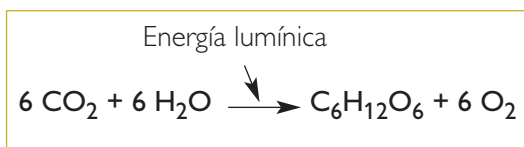
A partir de la glucosa también se sintetizan moléculas que conforman los tejidos vegetales, como el de la fotografía, que muestra células vegetales con cloroplastos en su interior.

## 1.5 Balance en la fotosíntesis

En la fotosíntesis ocurren transformaciones de materia y energía. Desde el punto de vista de la materia, hay una **transformación de sustancias** simples e inorgánicas, como el dióxido de carbono y el agua, en sustancias orgánicas y de mayor complejidad como la glucosa. Asimismo, la fotólisis del agua permite que se libere oxígeno al ambiente.

Una vez que la planta sintetiza glucosa, esta puede utilizarse de variadas formas. Por ejemplo, la unión de numerosas moléculas de glucosa forma polímeros como el almidón y la celulosa. El almidón es una molécula de alto valor energético, que se almacena en tejidos de reserva; y la celulosa es un constituyente de las paredes celulares y de diversos tejidos que brindan sostén a la planta.

La ecuación química que resume el proceso de fotosíntesis, que es **endergónico** (utiliza energía), es:



### INFERIR Y EXPLICAR

#### Actividad 4

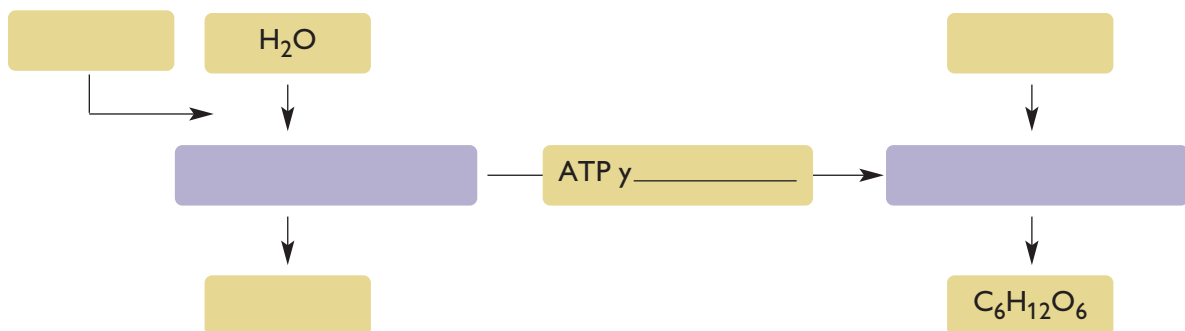
Si en un ciclo de Calvin ingresa solo una molécula de  $\text{CO}_2$ , y la fórmula química de la molécula de glucosa es  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , ¿cuántos ciclos deben ocurrir para formar esta molécula? Explica.

**I. En tu cuaderno, explica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifica las falsas.**

1. En el ciclo de Calvin ocurre la síntesis de ATP y NADPH.
2. Los estomas son los lugares de las hojas en los que ocurre la fotosíntesis.
3. Un fotosistema está compuesto por el centro de reacción y por los pigmentos antena.
4. En la fotosíntesis, la fase dependiente de luz se inicia en el fotosistema I.
5. El oxígeno ( $O_2$ ) se forma a partir de la molécula de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).
6. La membrana tilacoidal se encuentra ubicada al interior del cloroplasto.
7. La molécula de ATP posee un alto valor energético.
8. La fotosíntesis es un proceso de tipo exergónico.
9. La transpiración consiste en la pérdida de agua por la planta, a través de sus estomas.

**II. Desarrolla las siguientes actividades en tu cuaderno.**

1. Copia el esquema en tu cuaderno, y describe brevemente las fases de la fotosíntesis.



2. Escribe, de manera secuencial, los procesos de la fase dependiente de luz señalados a continuación.
  - a. La energía lumínica es conducida por el complejo antena hacia el centro de reacción.
  - b. Se forma el NADPH.
  - c. La clorofila del centro de reacción del fotosistema II es estimulada por la energía lumínica.
  - d. Se estimula el fotosistema I.
  - e. Ocurre la fotólisis del agua.

**Aprendo mejor**

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿De qué manera(s) te resultó más fácil aprender: usando el microscopio, interpretando dibujos, analizando esquemas?, ¿a qué lo atribuyes?
2. ¿Qué tema te costó más aprender?, ¿qué acciones realizaste para solucionar esto?

## ACTIVIDAD EXPLORATORIA

### ¿Cómo influye la intensidad lumínica en la fotosíntesis?

#### A. Lluvia de ideas

Organícense en parejas, según las indicaciones de su profesora o profesor; planteen posibles hipótesis para el problema enunciado y escríbanlas en sus cuadernos. Recuerden que una hipótesis es una respuesta tentativa para una pregunta determinada, que considera las mismas variables del problema de investigación.

#### B. ¡A trabajar!

1. Consigan papel milimetrado y regla.
2. Grafiquen los datos de la siguiente tabla. En el **eje x** ubiquen los valores de la tasa fotosintética, y en el **eje y**, la intensidad lumínica. No olviden ponerle un título al gráfico.

**Tabla N° 1:** Tasa fotosintética\*, a diferente intensidad lumínica.

Intensidad lumínica (W/m <sup>2</sup> )	Tasa fotosintética (unidades arbitrarias)
0	0
250	33
500	50
750	55
1.000	56

**Fuente:** Archivo editorial. \*La tasa fotosintética es una medida de la capacidad de la planta para fijar dióxido de carbono.

#### C. Análisis de resultados y conclusiones

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Cuál es la variable independiente en este experimento?, ¿por qué?
2. ¿Cuál es la variable dependiente? Expliquen.
3. ¿Qué ventajas representa graficar la información de la tabla para su interpretación?, ¿por qué?
4. ¿Qué ocurrió con la tasa fotosintética a medida que la intensidad lumínica aumentó?
5. ¿Qué sucede con la tasa fotosintética después de los 500 W/m<sup>2</sup>?, ¿cómo explicarían este hecho?
6. ¿De qué manera influye la intensidad lumínica en la tasa fotosintética? Expliquen.
7. A partir de los resultados, ¿corroboran su hipótesis? Si su respuesta es negativa, formulen una nueva hipótesis para el problema científico enunciado.

## 2.1 ¿Qué factores influyen en la fotosíntesis?

La síntesis de glucosa, producto de la fotosíntesis, permite que la planta acumule biomasa y sintetice otras moléculas fundamentales para sus procesos metabólicos.

Hay algunos **factores que influyen en la efectividad de la fotosíntesis**, es decir, que afectan positiva o negativamente la producción de glucosa de una planta. A continuación se describen estos factores.

### A. Intensidad lumínica

Como viste en las páginas 104 y 105, la energía lumínica es fundamental para la ocurrencia de la fase primaria de la fotosíntesis. En general, y de acuerdo a la actividad de la página anterior, la **tasa fotosintética aumenta progresivamente a medida que aumenta la intensidad lumínica**, hasta un valor máximo, que suele estar alrededor de los 600 watts, y que varía entre las especies. Una vez alcanzado este valor máximo, la tasa fotosintética se mantiene relativamente constante, aunque la intensidad lumínica se incremente.



Una mayor intensidad lumínica suele estar acompañada de una mayor temperatura. ¿Qué puedes concluir en relación con el aumento de la temperatura y la tasa fotosintética?

#### INTERPRETAR Y ANALIZAR

#### Actividad 5

En parejas, analicen la información de la tabla N° 2. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

1. ¿Qué ocurre con la tasa fotosintética a medida que aumenta la temperatura?
2. ¿Qué ocurre con la tasa fotosintética después de los 30 °C?, ¿cómo explicarían este hecho?
3. ¿Cómo influye la temperatura en la tasa fotosintética? Expliquen.

**Tabla N° 2:** Tasa fotosintética, a diferente temperatura.

Temperatura (°C)	Tasa fotosintética (a alta intensidad lumínica)
0	12
10	18
20	40
30	85
40	26

Fuente: Archivo editorial.



#### CONCEPTOS CLAVE

**Biomasa:** materia orgánica producida en un proceso biológico (espontáneo o provocado), utilizable como fuente de energía.



A baja temperatura, la actividad enzimática disminuye, pudiendo incluso ocurrir la muerte de una planta.

### TEN PRESENTE QUE...

Hay sales minerales presentes en el suelo que, aunque se requieren en bajas cantidades, son imprescindibles para que la planta realice sus funciones vitales. Ejemplos de estas sustancias, que son absorbidas por las raíces, son el fósforo, el hierro, el calcio y el cobre, entre otras. Para asegurar que las plantas cultivadas dispongan de las sales minerales necesarias, los agricultores utilizan productos llamados fertilizantes.

## B. Temperatura

Experimentos realizados con diferentes plantas han demostrado que estas **aumentan su tasa fotosintética a medida que se incrementa la temperatura**, lo que descubriste con la actividad de la página anterior. Sin embargo, existe una temperatura límite sobre la cual la tasa fotosintética empieza a decrecer progresivamente.

Es importante señalar que el aumento de la tasa fotosintética no siempre implica mayor acumulación de biomasa por la planta, ya que al aumentar la temperatura también se incrementa el proceso de respiración celular, en el que las plantas utilizan las moléculas de glucosa producidas durante la fotosíntesis.

Las diferentes especies vegetales poseen rangos de temperatura óptima para los cuales la tasa fotosintética es más eficiente. Dentro de estos rangos, la actividad enzimática tiende a aumentar, lo que se traduce en una mayor producción de glucosa. Por ejemplo, en plantas de origen tropical, como el maíz, el rango de temperatura en el que la tasa fotosintética es mayor oscila entre los 25 °C y los 34 °C, mientras que en plantas de origen más templado, como el trigo, el rango óptimo oscila entre los 10 °C y los 24 °C.

## C. Disponibilidad de agua y concentración de CO<sub>2</sub>

Para que el proceso de fotosíntesis se realice de forma exitosa, la planta debe **absorber continuamente agua** a través de sus raíces. Esto determina que los estomas de las hojas y tallos se mantengan abiertos, posibilitando el ingreso de una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> a los tejidos fotosintéticos. Por el contrario, cuando las plantas se ven enfrentadas a situaciones de estrés, por falta de agua, cierran sus estomas, lo que significa la disminución de su tasa fotosintética. Si esta situación continúa, las células vegetales pierden agua desde sus vacuolas. ¿Qué consecuencias podría tener esto para la planta?

Por otra parte, la **tasa fotosintética tiende a aumentar a medida que se incrementa la concentración de dióxido de carbono**. Sin embargo, este aumento tiene un límite; incluso altas concentraciones de CO<sub>2</sub> pueden inhibir la fotosíntesis.

## 2.2 Efectos de la intervención humana en la fotosíntesis

### APLICAR Y EXPLICAR

#### Actividad 6

Imagina que con tus compañeras y compañeros van a construir un huerto escolar, en el que cultivarán diferentes hortalizas. ¿Qué acciones llevarías a cabo para que las plantas aumenten su tasa fotosintética? Explica mediante ejemplos.

Desde la antigüedad el ser humano ha desarrollado estrategias con el fin de obtener una mayor producción de alimentos de origen vegetal. Estas estrategias han llevado al surgimiento de diversos métodos para aumentar la fotosíntesis en las plantas. Por ejemplo:

#### A. Construcción de invernaderos

En los invernaderos se pueden cultivar alimentos en zonas en las que no existen condiciones adecuadas para ello. Incluso, hay invernaderos en los que se usan tecnologías computacionales que permiten regular, automáticamente, la temperatura, la humedad del aire, y entregar el agua de riego en la medida en que se necesite. Además, hay invernaderos que poseen fuentes de luz artificial, gracias a las cuales se incrementa la fotosíntesis de las plantas que se cultivan.



En los invernaderos se pueden cultivar hortalizas en zonas en las que en el invierno la temperatura desciende de los 0 °C.

#### B. Desarrollo de sistemas de riego

Los sistemas de riego se han convertido en una importante herramienta para aumentar la tasa fotosintética, especialmente en zonas afectadas por períodos de sequía.

En la actualidad, gracias a los sistemas de riego, a las plantas se les entrega la cantidad precisa de agua que necesitan, evitando que este vital recurso sea desperdiciado. Además, al agua de riego muchas veces se le agregan productos fertilizantes, que contienen sales minerales necesarias para el desarrollo de las plantas.

### CONEXIÓN CON... LA HISTORIA

El maíz fue una importante fuente de alimento para los pueblos originarios de América. Algunos de ellos atribuían su origen a la intervención divina. Los aztecas, por ejemplo, creían que el maíz, que crecía en una región lejana, había sido traído a su pueblo por el dios Quetzalcoatl. Según los aztecas, Quetzalcoatl se transformó en una hormiga negra, recorrió largas distancias, venciendo el cansancio y los obstáculos, tomó un grano de maíz con sus mandíbulas e hizo el viaje de regreso.

## CONCEPTOS CLAVE

**Genoma:** conjunto de genes que se encuentran en las células de un organismo.

### C. Avances biotecnológicos

Mediante procedimientos biotecnológicos, se ha logrado introducir genes de una especie en el genoma de otra, logrando así que esta última “incorpore” una característica determinada. Los organismos modificados a través de este procedimiento se denominan transgénicos.

Es así que científicas y científicos han logrado producir plantas capaces de crecer en condiciones de escasez de agua y en climas poco favorables. También se ha modificado la forma u orientación del crecimiento de las hojas, con el fin de que puedan captar mejor la energía lumínica proveniente del sol. Es decir, se han generado plantas más eficientes en el proceso de fotosíntesis.

#### EXPLICAR Y ARGUMENTAR

#### Actividad 7

1. Lee atentamente la siguiente información.

*Frente a la producción de plantas transgénicas, hay ecologistas que han planteado la necesidad de estudiar el impacto que para el ambiente podría tener su cultivo. Por otro lado, si bien las plantas transgénicas presentan características mejoradas, aún queda por determinar si su consumo conlleva algún riesgo para nuestra salud.*

2. Comenta con tus compañeras y compañeros.

a. ¿Qué ventajas tiene el uso de plantas transgénicas?, ¿qué desventajas?

b. ¿Por qué es importante llevar a cabo otras investigaciones antes de continuar cultivando plantas transgénicas?

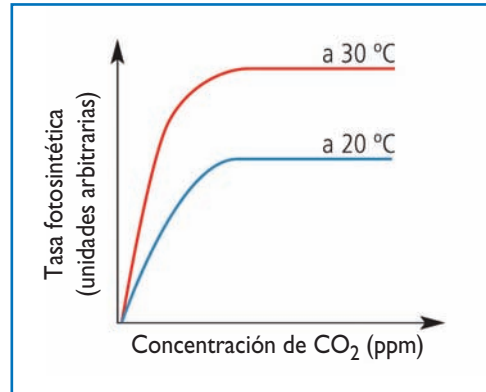


Muchos bosques tropicales han sido talados con el fin de sustituirlos por cultivos agrícolas o para la ganadería, lo que ha provocado efectos como la pérdida de la biodiversidad y la erosión de los suelos.

Como hemos visto, cuando la tasa fotosintética de las plantas aumenta, puede producirse una mayor cantidad de alimentos y productos de origen vegetal. Actualmente, existe una alta demanda por los cultivos agrícolas a nivel mundial, debido al aumento de la población en muchos países. Sin embargo, esta mayor demanda debe estar acompañada de un esfuerzo por proteger el ambiente, ya que, por ejemplo, muchas de las innovaciones tecnológicas utilizan combustibles fósiles como fuente energética. Asimismo, el uso excesivo de plaguicidas puede afectar los cultivos y causar diferentes efectos negativos sobre los ecosistemas y las tramas tróficas.

**I. Analiza el gráfico que aparece a continuación, y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.**

1. ¿Qué título le pondrías al gráfico?, ¿por qué?
2. ¿Qué ocurre con la tasa fotosintética a medida que aumenta la concentración de CO<sub>2</sub>? Explica.
3. ¿A qué se debe la diferencia en la tasa fotosintética entre los 20 °C y los 30 °C? Fundamenta.



**II. Para las situaciones planteadas a continuación, explica qué efecto se produce sobre la fotosíntesis.**

1. Durante un verano soleado, un grupo de plantas de jardín no es regado durante varios días.
2. En un jardín, se eliminan ramas de los árboles más altos, para que la luz solar llegue a las plantas más bajas.
3. Un pequeño arbusto crece en un lugar al que llegan gases producidos en procesos de combustión, como el CO<sub>2</sub>.
4. Una planta es cultivada en el interior de una casa, en condiciones de luz artificial permanente.

**III. Copia el siguiente cuadro en tu cuaderno y complétalo con dos ejemplos, en cada caso.**

Ventajas de la intervención humana en el aumento de la tasa fotosintética.	
Desventajas de la intervención humana en el aumento de la tasa fotosintética.	

Copia en tu cuaderno

**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿De qué manera la interpretación de gráficos favorece tu aprendizaje? Explica.
2. ¿Cuál de los temas te fue más fácil aprender?, ¿a qué crees que se debe esto?
3. ¿Qué hiciste para aprender los temas que te resultaron más difíciles?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿Qué sucede si se extingue una especie de un ecosistema?

### A. Lluvia de ideas

Organícense en parejas y planteen una hipótesis para el problema enunciado. Escríbanla en sus cuadernos.

### B. ¡A trabajar!

Analicen el siguiente esquema, que representa las relaciones de alimentación en un ecosistema marino.



### C. Analicemos los resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué tipo de alimentación tienen las algas y el fitoplancton: autótrofa o heterótrofa?, ¿y los demás organismos?
2. ¿De qué se alimentan los choritos y las almejas?, ¿qué interacción podría presentarse entre ellos?
3. ¿De qué se alimentan los caracoles?, ¿y las estrellas de mar?
4. ¿Qué ocurrirá con las algas si se extinguen los caracoles?
5. Si las estrellas de mar se extinguen, ¿qué sucederá con los demás organismos? Expliquen.
6. A partir de sus respuestas anteriores, ¿corroboran su hipótesis? Expliquen.

### 3.1 Relaciones alimentarias

RECORDAR

#### Actividad 8

Copia la siguiente tabla en tu cuaderno y complétala. Si es necesario, revisa las páginas 23 a 32 de la unidad 1.

Biomolécula	Composición química	Función
Agua		
Lípidos		
Glúcidos		
Proteínas		
Sales minerales		
Ácidos nucleicos		

La **transferencia de materia y energía** entre los seres vivos ocurre, principalmente, a través de las **relaciones alimentarias** que se establecen entre ellos, lo que determina que la mayoría estén constituidos por las mismas moléculas. Como vimos en la unidad 1, biomoléculas como el agua, las sales minerales, los glúcidos, los lípidos y las proteínas se transfieren entre los organismos a través de la alimentación, lo que conlleva también una transferencia de energía. Esto se debe a que algunas de estas biomoléculas son utilizadas como fuente de energía. ¿Cuáles son estas?



Cuando un ser vivo se alimenta de otro, está adquiriendo los nutrientes necesarios para satisfacer sus necesidades.

Es importante señalar que el estudio de las relaciones alimentarias permite comprender el funcionamiento de un ecosistema.

Según la forma en que los seres vivos obtienen la materia y energía que requieren para satisfacer sus necesidades vitales, se clasifican en: productores, consumidores y descomponedores.

#### A. Productores

Son organismos **autótrofos**, es decir, que son capaces de **sintetizar sus nutrientes** a partir de sustancias simples e inorgánicas, utilizando energía. Ejemplos de productores son los organismos **fotosintéticos**, como las plantas y las algas, que usan energía lumínica para sintetizar nutrientes; y organismos **quimiosintéticos**, como algunas bacterias que utilizan energía química.

#### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Ecosistema:** comprende todas las comunidades que viven en un ambiente determinado, e incluye las interacciones que se establecen entre los seres vivos que las componen, además de las que se producen entre los organismos y los factores del ambiente.

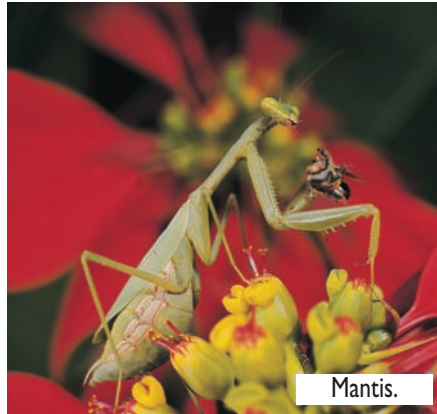
## B. Consumidores

Son organismos heterótrofos, es decir, que **se alimentan de otros seres vivos**, o de partes de ellos, para obtener la materia y energía que necesitan. Según el tipo de ser vivo del que se alimentan, preferentemente, los consumidores pueden ser: primario o de niveles superiores (secundario, terciario, cuaternario, etc.).



Langosta.

**Consumidores primarios:** son los que se alimentan de organismos productores.



Mantis.

**Consumidores secundarios:** son los que se alimentan de consumidores primarios.



Orca.

**Consumidores terciarios:** son los que se alimentan de consumidores secundarios.

## C. Descomponedores

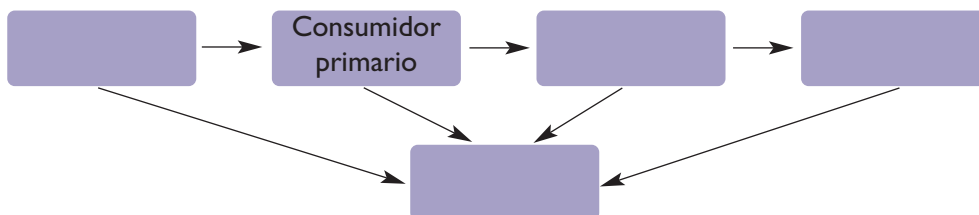
Son seres vivos heterótrofos que obtienen su materia y energía mediante la **degradación de la materia orgánica** de organismos productores o consumidores muertos. En general, los descomponedores corresponden a gran parte de las bacterias y de los protistas, junto con los organismos del reino fungi.

Los productores, consumidores y descomponedores corresponden a los tres grandes **niveles tróficos** del ecosistema.

### COMPLETAR Y EXPLICAR

#### Actividad 9

1. Copia el siguiente esquema en tu cuaderno, y complétalo con los términos que corresponde.



2. Responde en tu cuaderno.

- ¿Qué organismos consumidores corresponden a animales herbívoros?, ¿y a carnívoros?
- ¿De dónde obtienen los organismos productores la materia y la energía necesarias para sintetizar las moléculas que los constituyen? Fundamenta tu respuesta.

## 3.2 Productores y descomponedores en el ecosistema

### SELECCIONAR INFORMACIÓN E INTERPRETAR

#### Actividad 10

Dada la amplia variedad de climas y condiciones ambientales presentes en Chile, junto a la gran cantidad de especies endémicas, los ecosistemas de nuestro país tienen un importante valor ecológico.

En parejas, realicen la siguiente actividad.

1. Describan dos ecosistemas de nuestro país, considerando las diferentes especies de seres vivos que los habitan y las condiciones del clima, relieve y disponibilidad de agua, entre otros factores.
2. Hagan un esquema de cada ecosistema, indicando las relaciones que existen entre los elementos que nombraron en el punto anterior: entre los seres vivos, y entre estos y los elementos del ambiente.
3. En los esquemas, distingan organismos productores y descomponedores, y expliquen con qué elementos del ecosistema se relacionan.
4. Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.
  - a. ¿Cuál es la importancia de los productores para los ecosistemas?
  - b. ¿Qué importancia tienen los descomponedores para los ecosistemas?
  - c. ¿Qué sucedería en un ecosistema si se extinguieran los consumidores?

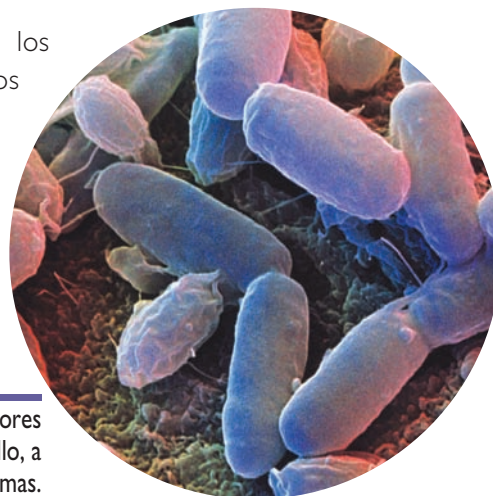
Al analizar un ecosistema, es importante considerar las interacciones que se establecen entre los seres vivos, y entre estos y los factores del ambiente, muchas de las cuales involucran traspasos de materia y energía.

En el caso de los **productores**, las principales interacciones con el medio son las relacionadas con la fotosíntesis, como: captación de energía lumínica, dióxido de carbono, agua y sales minerales; y liberación de oxígeno. En cuanto a la interacción con otros seres vivos, los productores son la base de las cadenas alimentarias, pues, al servirles de alimento a los consumidores primarios, les transfieren materia y energía, las que luego son traspasadas a los demás eslabones de las cadenas.

Los organismos **descomponedores** son fundamentales para los ecosistemas, porque permiten degradar la materia orgánica de los restos de seres vivos a sus unidades más simples. Por ejemplo, los tejidos vegetales compuestos por grandes moléculas de polisacáridos son degradados, dando lugar a gran cantidad de monosacáridos. Así, gran parte de estas sustancias pueden ser nuevamente utilizadas por los seres vivos, lo que permite el "reciclaje" de los nutrientes en el ecosistema.

#### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Especies endémicas:** son aquellas exclusivas de un lugar, área o región geográfica y que, de forma natural, no se encuentran en otra parte del mundo.



Gran parte de la biomasa de los descomponedores contribuye a enriquecer el suelo y, con ello, a mejorar las características de los ecosistemas.

## UN NUEVO EXPERIMENTO

# ¿Cómo afecta el pH la actividad de los descomponedores?

### A. Hipótesis

Organícense en grupos, según las indicaciones de su profesora o profesor, y planteen una hipótesis para el problema enunciado.

### B. Diseño experimental

Realicen la siguiente actividad.

**Materiales:** balanza, cuchillo plástico, pipeta, agua destilada, vinagre, bicarbonato, papel pH, lápiz marcador o cinta adhesiva, un tomate y cuatro cápsulas de Petri.

#### Procedimiento:

1. Con el lápiz marcador, o usando pedacitos de papel y cinta adhesiva, rotulen las cápsulas de Petri con números del 1 al 4.
2. Usando la pipeta, viertan 5 mL de agua destilada en cada cápsula de Petri, de modo que esta cubra completamente su superficie.
3. En cada placa, agreguen las sustancias que muestra la tabla y midan el pH de cada una.
4. Corten cuatro rebanadas de tomate, de 1 cm de espesor, aproximadamente, y colóquenlas en las cápsulas de Petri.
5. Dejen las cápsulas en un lugar donde **no** les llegue directamente la luz del sol, y observen lo que le sucede al tomate a los 2, 3, 5 y 7 días. Registren los cambios.
6. Transcurridos los 7 días, midan el pH de cada una de las sustancias de las cápsulas.

Cápsula N°	Sustancias
1	5 mL de vinagre
2	5 mL de agua destilada
3	5 mL de agua destilada + 2 g de bicarbonato
4	5 mL de vinagre + 1 g de bicarbonato

### C. Análisis de resultados y conclusiones

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿En qué casos la acción de los descomponedores fue mayor?, ¿a qué creen que se debe esto?
2. ¿De qué manera el pH afecta la actividad de los descomponedores?
3. A partir de los resultados obtenidos, ¿corroboran su hipótesis? Expliquen.

#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Respetaron el procedimiento indicado?, ¿por qué es importante hacerlo?
2. ¿Cómo solucionaron las dudas o problemas que se les presentaron?

### 3.3 Cadenas y tramas alimentarias

INTERPRETAR

#### Actividad 11

Observa los seres vivos de las fotografías que aparecen a continuación. Luego, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



1. ¿Qué nivel trófico ocupan los organismos?
2. Considerando la transferencia de materia y energía en los seres vivos, ¿qué indica el sentido de las flechas?

En un ecosistema pueden manifestarse distintas relaciones alimentarias entre las especies, lo que determina la transferencia de materia y energía de los organismos productores hacia los consumidores. Los descomponedores, por su parte, obtienen materia y energía de los productores y los consumidores.

Las relaciones alimentarias, o tróficas, pueden representarse a través de una **cadena alimentaria o trófica**, que es un diagrama de flujo lineal, que se inicia con un organismo autótrofo y finaliza con un organismo heterótrofo, que se alimenta de otros seres vivos, pero que no es consumido por otro organismo.

Si bien las cadenas alimentarias nos permiten comprender cómo se produce el flujo de materia y energía en un ecosistema, esta situación está muy simplificada, ya que en la naturaleza los consumidores suelen alimentarse de organismos de más de una especie. Debido a lo anterior, para representar la estructura trófica de un ecosistema se utilizan las **tramas alimentarias o tróficas**, las que están constituidas por muchas cadenas alimentarias interconectadas entre sí. Tanto en las cadenas como en las tramas alimentarias, el sentido del flujo de materia y energía que se produce entre las especies se representa a través de flechas.

Además de mostrar la riqueza y variedad de las relaciones tróficas de un ecosistema, las tramas alimentarias permiten comprender el funcionamiento de los ecosistemas.

**Actividad 12**

Organícense en parejas y analicen la trama trófica representada en la imagen. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

1. ¿Qué nivel trófico ocupa cada organismo?
2. ¿Hay organismos que sean, simultáneamente, consumidores primarios y secundarios?, ¿cuáles?
3. ¿Hay organismos que sean consumidores secundarios y terciarios, a la vez?, ¿cuáles?
4. Escriban dos cadenas alimentarias presentes en la trama trófica.

**TEN PRESENTE QUE...**

En las cadenas alimentarias, es frecuente que los organismos descomponedores sean ubicados al final de la secuencia. Si bien esto es correcto, se omite el hecho de que los descomponedores pueden obtener materia y energía de cualquier organismo de la cadena alimentaria. Por ello, es importante recordar que las cadenas alimentarias constituyen una representación simplificada de las relaciones de alimentación entre los seres vivos.

El análisis de las cadenas alimentarias entrega información acerca de la cantidad de niveles tróficos de un ecosistema. Además, la cantidad de cadenas tróficas presentes en un ecosistema es un buen reflejo de la estabilidad que este posee, y el número de especies muestra la biodiversidad del ecosistema.

Tanto las cadenas como las tramas tróficas permiten conocer las especies involucradas en las transferencias de materia y energía en un ecosistema, y analizar algunas de las relaciones que se establecen entre los organismos. Sin embargo, para entender cómo funcionan estas relaciones en los ecosistemas, es fundamental contar con otros datos que puedan ser cuantificados, como la cantidad de energía asociada a diferentes especies.

## LECTURA CIENTÍFICA

## Intervención humana altera la trama trófica del ecosistema costero

Después de dos años de mantener aislada una sección de un kilómetro de costa, un grupo de científicos notó un incremento de los locos (*Concholepas concholepas*) dentro de la reserva. El loco, un gastrópodo carnívoro altamente explotado en Chile, produjo una disminución de las poblaciones de chorito (*Perumytilus purpuratus*), una especie dominante en el intermareal, y principal presa del loco. También se observó un aumento de las lapas (*Fissurella sp.*), otro molusco explotado por el ser humano, lo que determinó la disminución de algunas algas, mientras que otras, como el “cochayuyo” (*Durvillaea antarctica*), se acrecentaron. De esta forma, la zona intermareal dentro de la reserva libre de la intervención humana adquirió una apariencia, composición de especies y relaciones alimentarias radicalmente diferentes a las observadas fuera de esta. El paisaje intermareal rocoso chileno, de plataformas cubiertas por gran cantidad de choritos y escasos locos, hasta entonces considerado el estado “normal y natural”, fue reconocido como un ecosistema fuertemente alterado por la actividad humana.

**La intervención humana puede causar un gran impacto sobre los ecosistemas, afectando a las poblaciones de las especies que los habitan.**

Este estudio fue uno de los primeros en demostrar, científicamente, que la intervención humana puede tener un gran impacto sobre los ecosistemas costeros. El experimento también demostró que, en ciertos casos, las poblaciones y ecosistemas marinos afectados por la actividad humana, pueden recuperarse rápidamente una vez protegidos de la sobreexplotación.

Los resultados de este estudio inspiraron el trabajo conjunto entre los mariscadores artesanales y los científicos, para la utilización sustentable de las especies de las zonas intermareales. Esto se tradujo en un incremento de las especies explotadas, y en una mejora en la producción económica para los mariscadores. Este sistema se ha expandido a partir de lo estipulado en una sección de la Ley de Pesca, de 1991, mediante un sistema pionero de Áreas de Manejo de Recursos Marinos.

**Fuente:** “El experimento de exclusión humana”. ECIM.

En: [www.ecim.cl/history/exclusion/esp/](http://www.ecim.cl/history/exclusion/esp/) (última visita, marzo de 2009). Adaptación.

### Trabajemos con la información

Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. De las especies descritas, ¿cuáles son productores?, ¿cuáles consumidores?
2. ¿Qué cambios produjo el aumento de los locos en las relaciones alimentarias?
3. ¿De qué manera el conocimiento de las relaciones alimentarias permite tomar medidas de utilización sustentable de los recursos marinos?

### 3.4 Tramas tróficas chilenas

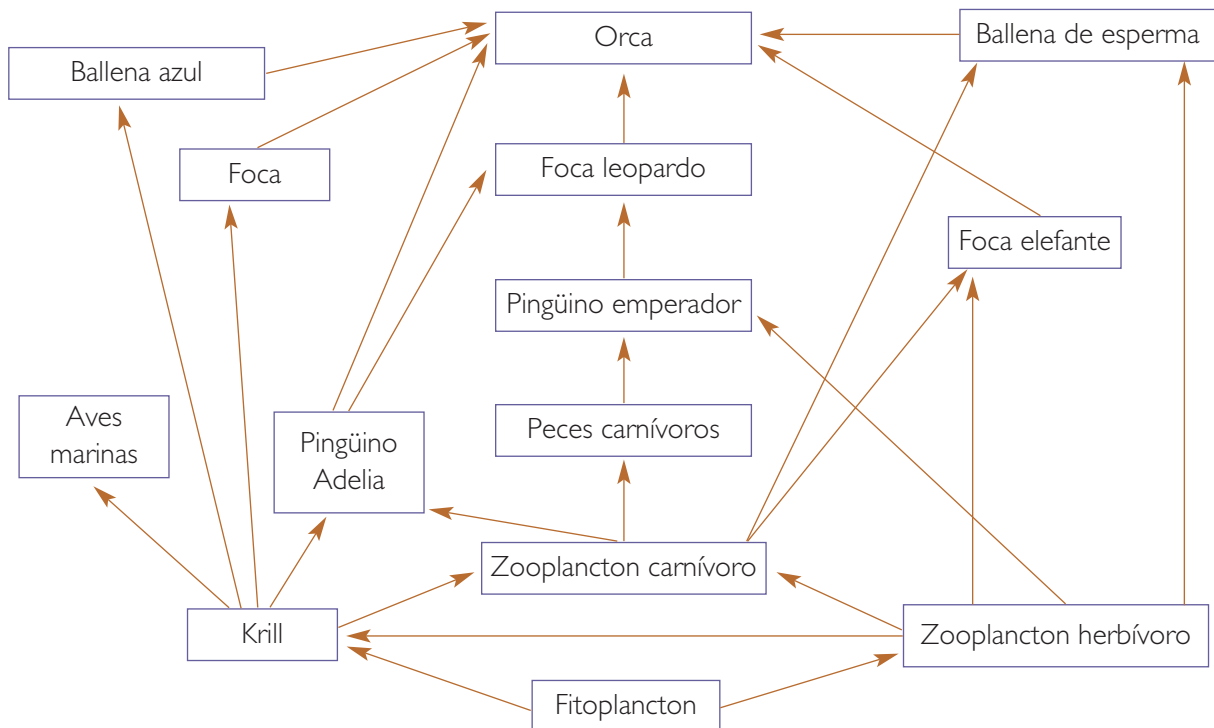
En Chile existe una gran variedad de ecosistemas, lo que se relaciona con la rica biodiversidad que posee nuestro país. A continuación, estudiaremos las relaciones tróficas que se establecen en diferentes ecosistemas chilenos.

#### A. Trama trófica de los mares y costas antárticas

ANALIZAR

#### Actividad 13

En parejas, analicen la trama trófica representada a continuación. Posteriormente, respondan las preguntas planteadas.



1. ¿Cuáles son los niveles tróficos de esta trama?
2. ¿Qué organismos ocupan más de un nivel trófico?
3. ¿Por qué en este ecosistema los organismos productores corresponden a fitoplancton, y no a vegetales?
4. ¿De qué organismos se alimenta el pingüino emperador?, ¿y el pingüino Adelia?
5. Muchos barcos pesqueros se dedican a la captura de krill en los mares antárticos; ¿qué efectos puede provocar esta situación sobre la trama trófica?

## B. Trama trófica de un ecosistema de alta montaña

La siguiente trama trófica se presenta en las quebradas de la cordillera de Doña Ana, ubicada al interior del valle del Elqui, en la Cuarta Región. En este ecosistema, los productores corresponden a la vegetación que se desarrolla en las vegas que rodean los cursos de agua, y a algunos arbustos y pastos que se encuentran en los faldeos de la quebrada. Además, por ser un ecosistema de montaña, el crecimiento de los vegetales ocurre, principalmente, en los meses más cálidos.

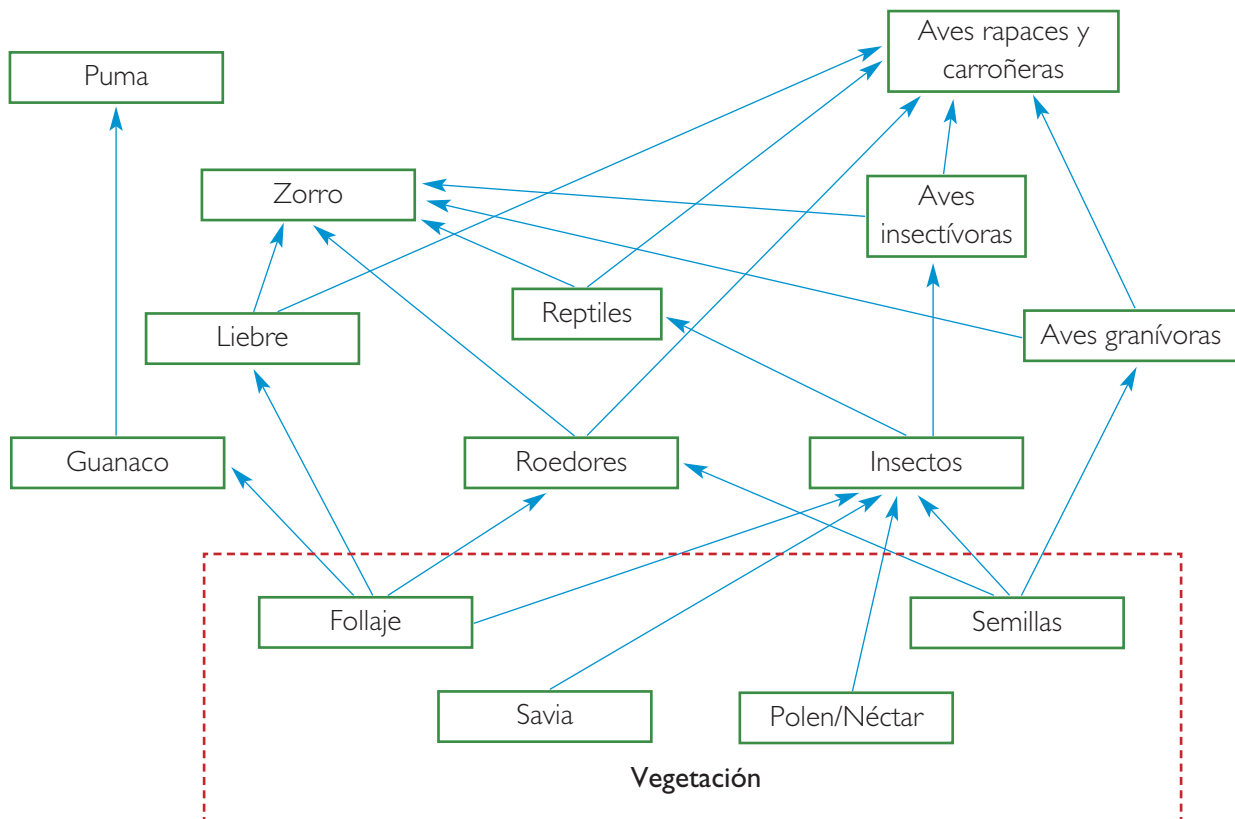
### ¿? CONCEPTOS CLAVE

**Vegas:** terrenos bajos, llanos y fértiles, que se inundan fácilmente.

#### Actividad 14

ANALIZAR

En parejas, analicen la trama trófica que se representa a continuación. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.



1. ¿Qué niveles tróficos están presentes en esta trama?
2. ¿Hay organismos que ocupen más de un nivel trófico?, ¿cuáles?
3. ¿Qué sucedería con la población de aves granívoras si disminuye la población de roedores?, ¿por qué?

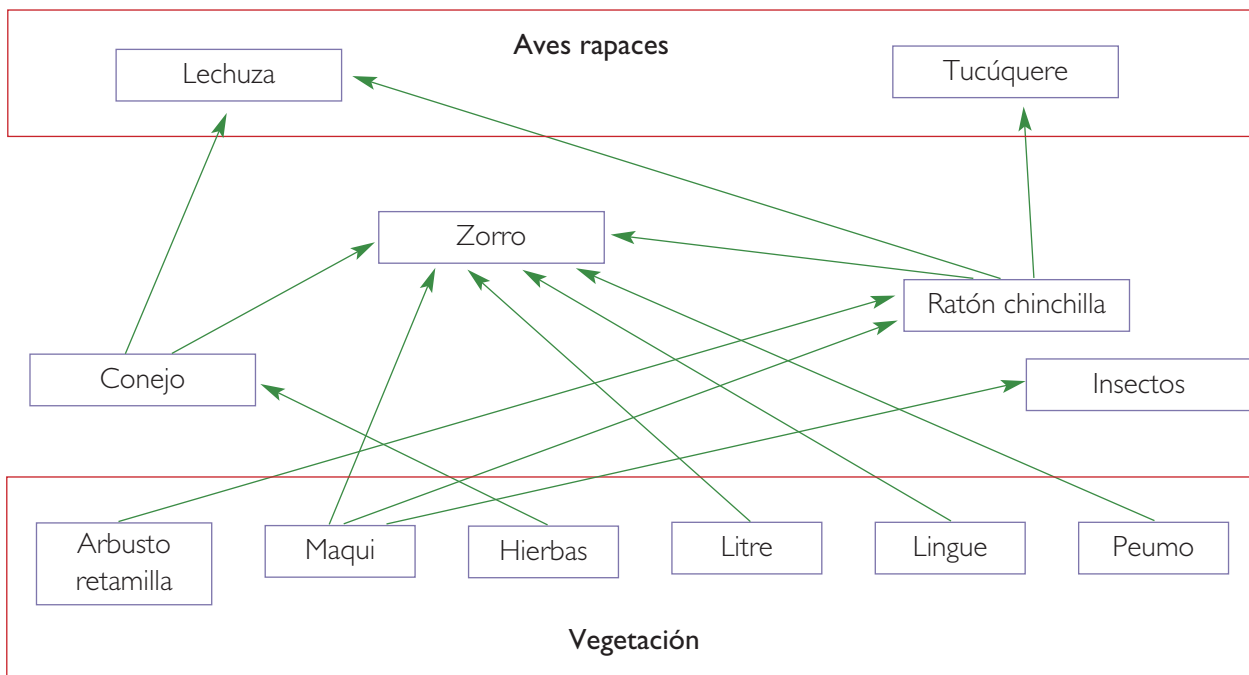
### C. Trama trófica de la zona central de Chile

La siguiente trama trófica pertenece al bosque esclerófilo que se desarrolla en quebradas y en las laderas con orientación sur de los cerros de la cordillera de la Costa y de la precordillera andina. Se caracteriza por poseer, preferentemente, árboles y arbustos de hojas duras. En esta zona, las precipitaciones se concentran en los meses de invierno, lo que implica que la vegetación debe soportar la sequía que se presenta durante los meses cálidos.

ANALIZAR

#### Actividad 15

En parejas, analicen la trama trófica que se representa a continuación. Posteriormente, respondan las preguntas planteadas.



1. ¿Cuáles son los niveles tróficos de esta trama?
2. ¿Qué organismos ocupan más de un nivel trófico?
3. ¿Qué tipo de alimentación posee el zorro?, ¿qué ventajas le significa esto?

### 3.5 Efectos de la intervención humana en las tramas alimentarias

Los seres humanos podemos ocasionar efectos positivos y negativos sobre la diversidad y estabilidad de las interacciones del ecosistema.

#### A. Efectos positivos

Entre los efectos positivos de la intervención humana en las relaciones tróficas están el control biológico de especies y los programas de reintroducción de especies degradadas, entre otros.



Actualmente, las poblaciones de la hierba de San Juan, y de los insectos herbívoros que se introdujeron para controlarlas, están en equilibrio.

- **Control biológico de especies.** Esta técnica se utiliza para regular la abundancia de una especie que provoca un desequilibrio en el ecosistema. Por ejemplo, hay plantas e insectos que poseen una altísima capacidad de reproducirse y, en momentos, pueden convertirse en plagas. Cuando esto ocurre, estas especies se vuelven negativas para el ecosistema, porque depredan de manera excesiva a otras especies, o porque compiten con ellas por recursos como el agua y el alimento.

Para contrarrestar estos efectos, se introducen en el ecosistema organismos que se alimentan de las especies plaga y, con el tiempo, se logra reducir su número, reestableciéndose así el equilibrio del ecosistema.

Para que las medidas de control biológico sean exitosas, se requiere que la nueva especie se alimente específicamente de la especie plaga, y que sea capaz de adaptarse a las condiciones del lugar, ya que suelen ser especies originarias de otros lugares (introducidas). Cuando el control biológico es exitoso, la nueva especie se reproduce, aumenta su población y reduce la plaga, sin afectar el funcionamiento del ecosistema. Un ejemplo exitoso de control biológico en Chile es el de la llamada hierba de San Juan, que compite con cultivos agrícolas en la zona centro sur de nuestro país.

#### INFERIR Y EXPLICAR

##### Actividad 16

En parejas, expliquen de qué manera controlarían una población de insectos plaga, sin usar plaguicidas, sino que organismos de otra especie.

## REFLEXIONEMOS

La acción del ser humano sobre los ecosistemas ha sido tan relevante que, en algunos casos, estos han sido modificados completamente. Muchas especies se han extinguido o sus poblaciones se encuentran en niveles alarmantemente bajos. ¿Qué acciones concretas pueden realizar ustedes para contribuir a la conservación de los ecosistemas?

- **Programas de reintroducción de especies degradadas.** La sobreexplotación puede provocar la disminución, e incluso la desaparición de las especies, degradando los ecosistemas. Frente a esto se han desarrollado iniciativas que buscan reintroducir a estas especies en sus ecosistemas originarios, incorporándolas a la trama trófica original. Con esto se logra enriquecer la biodiversidad del ecosistema y preservar las poblaciones.

## B. Efectos negativos

Lamentablemente, hay acciones humanas que han ocasionado efectos negativos sobre los ecosistemas. Los casos más relevantes se relacionan con la sobreexplotación de especies y el uso de pesticidas en la actividad agrícola.

- **Sobreexplotación de especies.** Muchas especies han sido explotadas por el ser humano, con el fin de satisfacer sus necesidades. Esto ha implicado, en numerosos ecosistemas, la alteración de sus redes tróficas. Cuando ocurre la explotación de organismos productores, como es el caso de los bosques, se altera la supervivencia de organismos consumidores, debido a la reducción de sus fuentes de nutrientes. Por su parte, la sobreexplotación de consumidores también provoca desequilibrios para el ecosistema. Si bien en algunos casos puede reestablecerse el equilibrio, en otros los daños para el ecosistema pueden ser irreparables.
- **Uso de pesticidas.** En ocasiones, la actividad agrícola afecta negativamente las relaciones tróficas de los ecosistemas, principalmente por el uso de pesticidas, que eliminan organismos que depredan o compiten con los productos cultivados.



Si bien el uso de pesticidas en la agricultura permite la conservación de los cultivos, se han desarrollado iniciativas que buscan controlar y reducir su uso, ya que provocan la muerte de otras especies.

## LECTURA CIENTÍFICA

## Calentamiento global y sus efectos en las tramas tróficas de los océanos

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el calentamiento global ha causado diversos efectos en el clima de la Tierra.

El calentamiento global corresponde al incremento de la temperatura promedio de la atmósfera, a nivel planetario. Este fenómeno se debe, principalmente, al efecto invernadero, que es una consecuencia de la acumulación de gases como el dióxido de carbono y el metano. Estos gases forman una capa que disminuye la transferencia de la radiación solar desde la atmósfera al espacio, generando así un aumento de la temperatura global.

El calentamiento global también afecta los océanos, ya que al aumentar la temperatura del aire, aumenta también la de la superficie del agua, haciendo que esta disminuya su densidad y se separe de la capa de agua fría, que es rica en nutrientes y está situada a mayor profundidad.

Esta capa de nutrientes es la base de las tramas tróficas del océano. Entonces, al aumentar la temperatura del agua, los nutrientes presentes en las capas más frías no pueden desplazarse hacia la superficie, haciendo que la tasa fotosintética disminuya.

Para que ocurra la transferencia de materia y energía entre los organismos marinos, se requiere un balance entre las condiciones de temperatura y luz. Cuando este balance se altera, al aumentar la temperatura de los océanos, por ejemplo, el fitoplancton se desarrolla antes que los organismos consumidores, lo que ocasiona una menor disponibilidad de alimento para estos últimos, debido a que sus períodos de crecimiento no están sincronizados. Además, la modificación en la temperatura de las aguas puede provocar migraciones de las especies marinas a zonas con aguas más frías, lo que provoca una alteración de las tramas tróficas, y una mayor competencia por los alimentos con las especies nativas del lugar.

**Fuente:** Lindell, N. (2008), "A discordant sea: global warming and its effect on marine populations".  
En: <http://geography.about.com/od/geographyintern/a/globalmarine.htm> (última visita, julio 2010). Adaptación.

### Trabajemos con la información

Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Por qué el aumento de la temperatura del agua provoca la reducción de la tasa fotosintética?
2. Mediante un ejemplo, explica la relación entre la fotosíntesis y las tramas tróficas marinas.
3. Menciona y explica dos efectos del aumento de la temperatura del agua sobre las tramas tróficas de los océanos.
4. ¿Qué efectos puede tener para las personas la disminución de la fotosíntesis en el mar?

## EXPERIMENTO FINAL

# Temperatura y crecimiento vegetal

Organícense en grupos, según las indicaciones de su profesora o profesor, y realicen la actividad propuesta. A partir de ella trabajarán como lo hacen las científicas y científicos.

### A. Problema de investigación

Diferentes antecedentes indican que plantas como la lechuga y la espinaca crecen a medida que aumenta la temperatura del ambiente que habitan, lo que se evidencia en la superficie de sus hojas. Frente a esto, podría afirmarse que si estas plantas se someten a las mismas condiciones ambientales de temperatura y disponibilidad de agua, pero con intensidades crecientes de luz, el crecimiento de las hojas se incrementará. Formulen un problema de investigación, relacionado con la situación expuesta.

### B. Hipótesis

Definido el problema de investigación, identifiquen las variables involucradas en este (variable independiente, variable dependiente, variable controlada). Luego, planteen una hipótesis y escríbanla en sus cuadernos.

### C. Diseño experimental

Esta etapa, que corresponde a la formulación del plan de trabajo que llevarán a cabo para poner a prueba la hipótesis asociada al problema de investigación, tiene que incluir, si lo amerita, los materiales y el procedimiento que con ellos debe realizarse, además de las medidas de seguridad necesarias. También es importante que definan cómo registrarán los resultados (tablas, gráficos, esquemas, dibujos, etcétera).

No olviden que esta etapa también puede consistir en la descripción de una actividad realizada, incluyendo los resultados obtenidos (en tablas, gráficos, etcétera).

### D. Análisis de resultados y conclusiones

En esta etapa corresponde dar respuesta a ciertas preguntas formuladas para interpretar los resultados obtenidos. Finalmente, se formulan las conclusiones, algunas de las cuales deben relacionarse directamente con la hipótesis planteada.

#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. El diseño experimental ¿fue el adecuado para poner a prueba la hipótesis?, ¿por qué?
2. ¿Qué aspecto(s) del diseño experimental podrían mejorar?
3. Los resultados obtenidos ¿permiten dar una respuesta confiable al problema de investigación?  
Expliquen.

**I. Escribe en tu cuaderno el término de la columna A junto a la definición correspondiente de la columna B.**

**Columna A**

- Trama trófica.
- Productores.
- Cadena alimentaria.
- Descomponedores.
- Consumidores.

**Columna B**

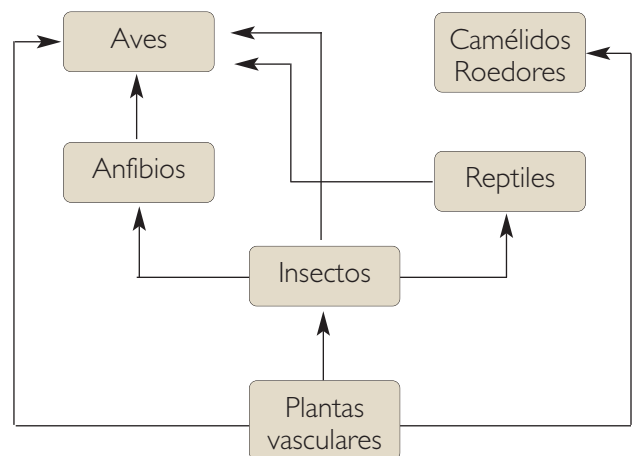
- Organismos autótrofos.
- Organismos que obtienen sus nutrientes alimentándose de otros seres vivos.
- Representación de las diferentes relaciones alimentarias de un ecosistema.
- Representación simplificada y secuencial de las transferencias de materia y energía.
- Organismos que degradan la materia orgánica proveniente de los restos de otros seres vivos.

**II. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.**

1. ¿Qué efectos provocaría sobre un ecosistema la disminución de los productores?
2. ¿Qué efectos provocaría el aumento de los consumidores primarios?
3. ¿Por qué hay organismos que pueden ser, simultáneamente, consumidores primarios y secundarios?

**III. Observa el esquema que representa una red trófica de un ecosistema lacustre del altiplano de Chile. Luego, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.**

1. Identifica las especies pertenecientes a los niveles: productor, consumidor primario y consumidor secundario.
2. ¿Qué podría pasar en el ecosistema si, bruscamente, disminuyen las poblaciones de insectos? Explica.
3. En este ecosistema se desarrolla gran cantidad de especies de aves, ¿a qué se deberá esto?
4. ¿Qué acciones podrían llevarse a cabo para contrarrestar los efectos que sobre esta trama ocasionaría la extinción de los reptiles?



**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿De qué manera(s) te resultó más fácil aprender? Explica.
2. ¿Qué tema te costó aprender?, ¿a qué lo atribuyes?
3. ¿Qué hiciste para aprender los temas que te resultaron más difíciles?

## Proyecto Lafken Mapu Lahual

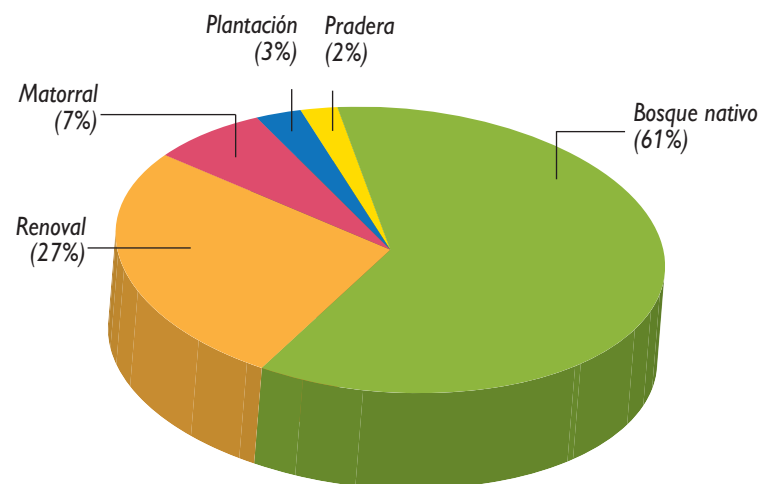
El área protegida Lafken Mapu Lahual, “Mar y Tierra de Alerces”, tiene funciones ecológicas relevantes. Por ejemplo, el bosque valdiviano templado que alberga representa uno de los escasos lugares donde el bosque nativo litoral permanece relativamente intacto, alcanzando hasta el borde del agua. Además, esta zona se caracteriza por la inexistencia de fuentes contaminantes, y porque las cuencas de los ríos drenan bosques virtualmente vírgenes.

El lugar posee bosques, humedales, playas arenosas y promontorios rocosos expuestos, que contienen una amplia gama de hábitats y especies de la flora y fauna, lo que favorece la actividad turística.

Por otra parte, el impacto humano es todavía muy bajo. En el área, la población humana corresponde a cuatro comunidades conocidas como Huellehue, Loy Cumilef, Nirehue y Cóndor, representadas, en su mayoría, por etnias mapuche-huilliche. Las actividades económicas de esta población se basan, principalmente, en la pesca, en una agricultura para consumo familiar y en la utilización de la madera de alerce, bajo un plan de manejo aprobado y sustentable. En este sentido se fabrican tejuelas de alerce y la comunidad se encarga de controlar que no ingresen personas de fuera a trabajar en sus cordilleras.

Lafken Mapu Lahual es un área protegida desde el año 2005, que permite la protección de los recursos naturales marinos y terrestres de gran relevancia para la región y el país. Se ubica en la zona costera del bosque de la X Región de los Lagos, abarcando 32 kilómetros de costa. Además, incluye dos zonas de estuarios, correspondientes a la zona de penetración de las más altas mareas de los ríos Huellehue y Cholhuaco.

**Gráfico N° 1:** Distribución del uso del suelo presente en la cuenca del río Huellehue.



Fuente: [www.conama.cl](http://www.conama.cl)

Para conservar la rica biodiversidad y la cultura de esta zona, se considera realizar un modelo que permita que las poblaciones que habitan el área utilicen los recursos presentes de manera sustentable, mejorando así su calidad de vida y dando la oportunidad a las futuras generaciones de disfrutar de este lugar.

Especies representativas de esta zona son:

- El alerce (*Fitzroya cupressoides*), que se distribuye en Chile en zonas cordilleranas de la Región de los Lagos. Es una hermosa conífera que puede alcanzar hasta 50 metros de altura y 5 metros de diámetro. El alerce es la segunda especie vegetal más longeva del mundo, habiéndose encontrado individuos de más de 3.500 años. Esta especie se encuentra en peligro de extinción, a pesar de ser declarada Monumento Natural.
- El delfín austral (*Lagenorhynchus australis*) es un cetáceo de cuerpo robusto y grande, que mide aproximadamente 2 metros y puede pesar hasta 115 kilogramos. Es de hábitos costeros y penetra en bahías y canales. Se alimenta de animales como cefalópodos, langostinos y variados peces de mediano tamaño. El delfín se encuentra amenazado por acción de la pesca y la caza, por lo que su categoría de conservación es vulnerable.

Fuente: [www.conama.cl/gefmarino/1307/propertyvalue-13224.html](http://www.conama.cl/gefmarino/1307/propertyvalue-13224.html) (última visita, marzo de 2009). Adaptación.

## Analizo

Responde en tu cuaderno.

1. ¿Por qué el área de protección Lafken Mapu Lahual es de gran importancia ecológica? Señala tres razones.
2. Según el gráfico de la página anterior, ¿cómo se distribuye la superficie del suelo en la cuenca del río Huellélhue?
3. ¿Por qué esta zona posee una importancia cultural relevante?
4. ¿A qué se debe que se haya declarado como área de protección a esta zona?
5. Para favorecer el manejo sustentable de este lugar, ¿por qué es fundamental incorporar a las personas que lo habitan?

## Tomo una decisión

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

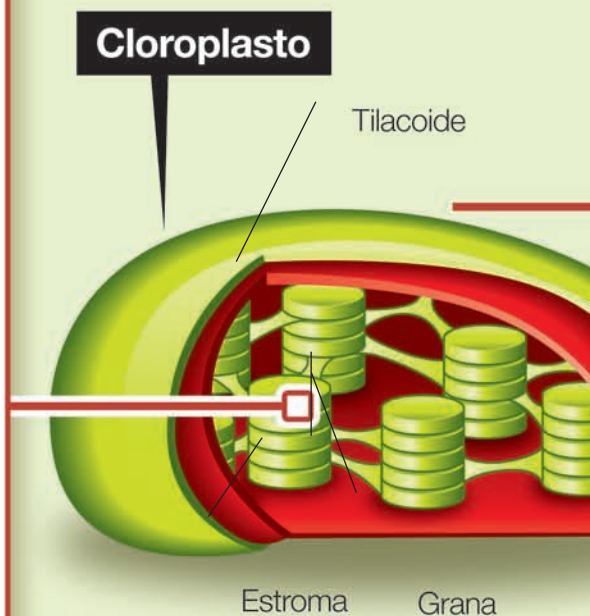
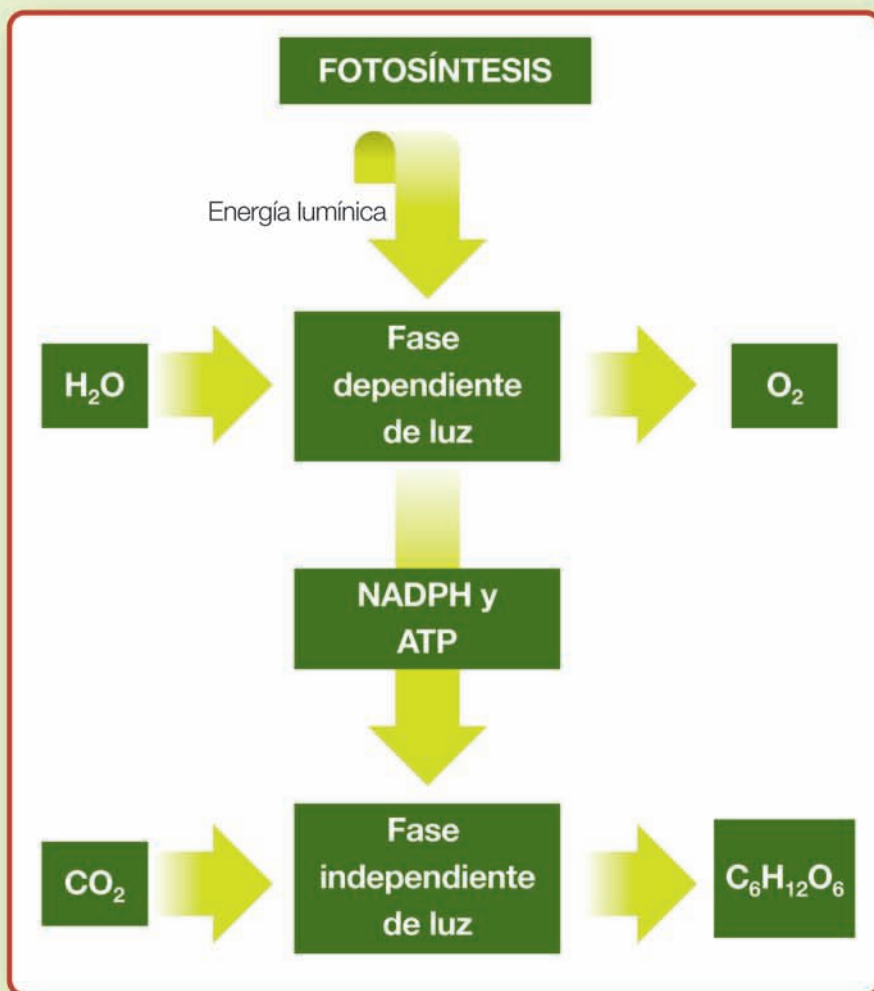
1. En Chile, ¿es necesario establecer más áreas de protección?, ¿por qué?
2. ¿Por qué es importante valorar la diversidad biológica y cultural de nuestro país?
3. ¿Qué podrías hacer tú para contribuir a la conservación de las áreas de protección?

## Informo a los demás

En parejas, busquen información en textos o Internet y elaboren un tríptico acerca de las diversas áreas silvestres protegidas, de CONAF, o de las áreas de protección privadas de su región, enfatizando los siguientes aspectos:

- especies más representativas de la zona y su categoría de conservación,
- importancia ecológica de la zona,
- elementos de importancia cultural de esta zona de protección.

Posteriormente, repartan los trípticos a miembros de la comunidad escolar (estudiantes, padres, directivos, auxiliares y docentes).



**Cloroplasto.** Organelo en el que ocurre la fotosíntesis, que está compuesto de una doble membrana. En su interior presenta discos membranosos, llamados tilacoides, que se agrupan formando una estructura conocida como grana. El espacio interior del cloroplasto se denomina estroma.

**Fotosíntesis.** Proceso que llevan a cabo organismos autótrofos, en el cual, a partir de agua y dióxido de carbono, y en presencia de energía lumínica, se producen oxígeno y glucosa.

### Trabaja con la información

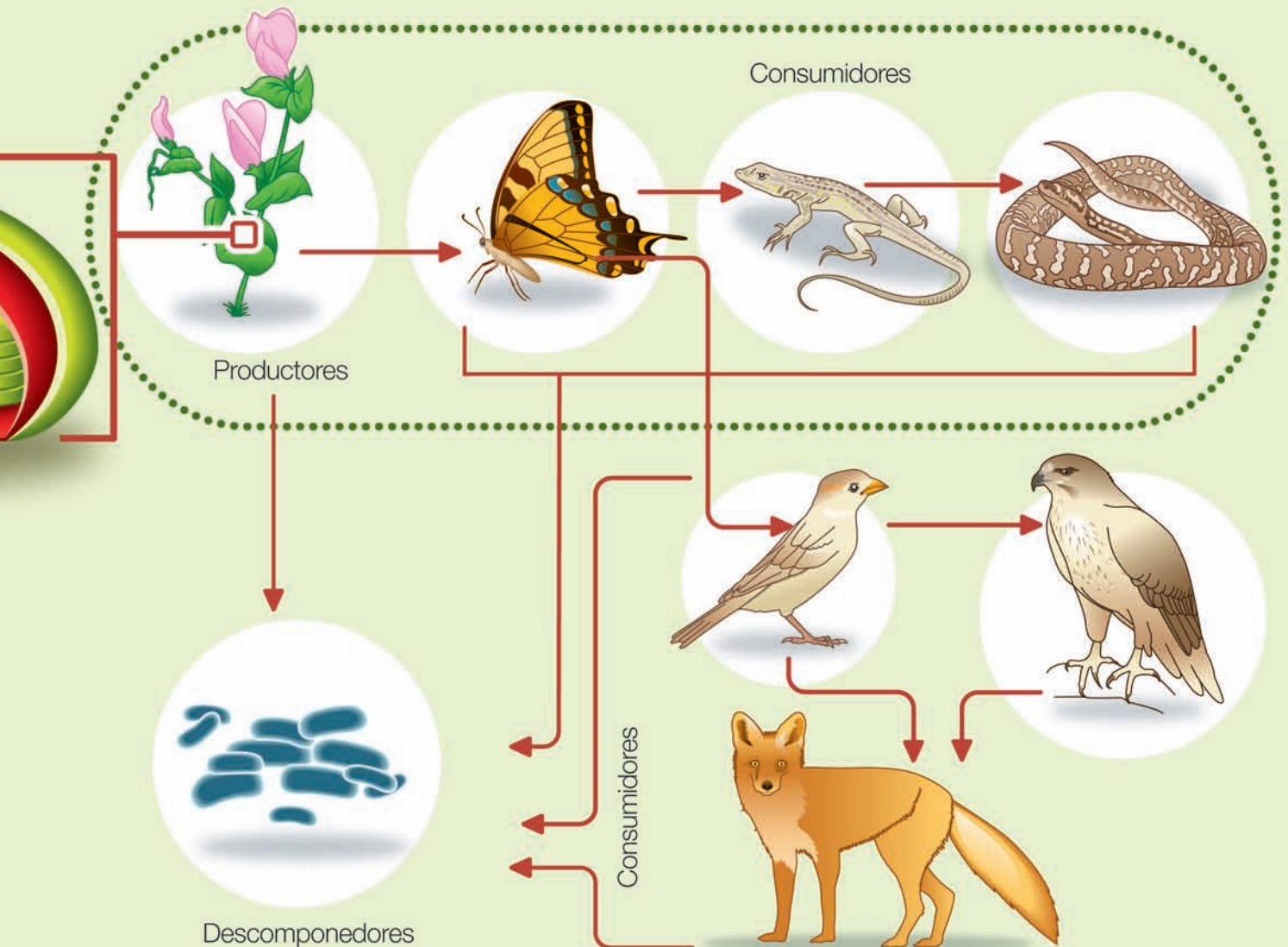
1. ¿Qué organismos realizan fotosíntesis?, ¿cuál es su importancia para el ecosistema?
2. ¿En qué se diferencian las fases primaria y secundaria de la fotosíntesis?
3. ¿Cómo se relacionan las cadenas y tramas alimentarias?
4. ¿Qué importancia tienen los descomponedores para el ecosistema?
5. ¿De qué manera se relacionan la fotosíntesis y las relaciones alimentarias al interior del ecosistema?

## TRAMA TRÓFICA

Representación de la estructura trófica del ecosistema, que está constituida por varias cadenas alimentarias interconectadas entre sí.

### Cadena trófica

Diagrama de flujo lineal, que se inicia con un organismo autótrofo y finaliza con un organismo heterótrofo, y representa los flujos de materia y energía en el ecosistema.



#### Niveles tróficos

- **Productores.** Organismos autótrofos (que son capaces de sintetizar sus nutrientes), como los fotosintéticos y los quimiosintéticos.
- **Consumidores.** Organismos heterótrofos (que se alimentan de otros seres vivos, o de partes de ellos). Pueden ser: primarios o de niveles superiores (secundario, terciario, etc).
- **Descomponedores.** Seres vivos que obtienen materia y energía degradando los restos de organismos productores o consumidores, o sus desechos.



**1643**

**Jan Baptista van Helmont** (1577-1644), químico, fisiólogo y médico belga, concluye que el aumento de la masa de los árboles se debe, principalmente, al agua. Van Helmont fue el primer científico que diferenció los conceptos gas y aire. Consideraba al aire y al agua como los elementos básicos del Universo, y a esta última como el principal constituyente de la materia.

### En el mundo...

Uno de los avances tecnológicos de la época es la invención del telescopio.



**1774**

**Joseph Priestley** (1733-1804), teólogo británico, filósofo y educador, descubre que las plantas liberan una sustancia que mantiene una vela encendida, la que hoy conocemos como oxígeno.

Más tarde, en 1779, **Jan Ingenhousz** (1730-1799), fisiólogo y químico holandés, descubre que las plantas acuáticas producen burbujas de oxígeno, en presencia de luz.



**1837**

**Henri Dutrochet** (1776-1847) demuestra que solo las células que contienen clorofila incorporan  $\text{CO}_2$ . También demostró que la respiración es idéntica en plantas y animales. Dutrochet, además, describió la entrada de  $\text{CO}_2$  a la planta, a través de los estomas.



Cinco años más tarde, en 1842, **Julius Robert von Mayer** (1814-1878), físico y médico alemán, plantea que las plantas transforman energía lumínica en energía química.

### Trabaja con la información

1. ¿Qué importancia tienen las investigaciones de Van Helmont?
2. ¿De qué manera se relacionan los estudios de Priestley e Ingenhousz?
3. ¿Qué aporte al estudio de la fotosíntesis consideras más relevante: el de Von Sachs, el de Blackman, o el de Calvin? Fundamenta.
4. ¿Qué importancia tienen los adelantos tecnológicos para las ciencias? Explica.


**1862**
**Julius von Sachs**

(1832-1897), botánico alemán, demuestra que en la fotosíntesis se forman com-puestos de carbono (glúcidos). Además, a él se le atribuye la ecuación de la fotosíntesis:

$$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{energía lumínica} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$$


---

**En el mundo...**

En esta época se desarrolla la Guerra de Secesión, en Estados Unidos, entre 1861 y 1865.

Pierre Paul Broca, antropólogo francés, determina la ubicación cerebral del centro del lenguaje, conocido como área de Broca.


**1905**
**Frederick Frost Blackman**

(1866-1947), botánico inglés, confirma que la fotosíntesis tiene un paso dependiente de la luz y otro independiente de esta. Blackman midió la velocidad de la fotosíntesis en distintas condiciones: diferente intensidad lumínica, y efecto combinado de la luz y la temperatura. Fue así que planteó que en la fotosíntesis coexisten al menos dos factores limitantes, que son la intensidad lumínica y la temperatura, concluyendo que hay un grupo de reacciones que dependen de la luz pero no de la temperatura, y otro grupo de reacciones que no dependen de la luz, pero sí de la temperatura.

---

**En el mundo...**

Uno de los avances científicos de la época es el descubrimiento de los grupos sanguíneos, por Kart Landsteiner.


**1949**
**Melvin Calvin** (1911-1997),

químico y profesor estadounidense, realizó experimentos sobre la fotosíntesis con cultivos de un alga verde unicelular, logrando esclarecer los pasos del proceso de fijación de  $\text{CO}_2$ , por las partes verdes de las plantas, denominado, posteriormente, ciclo Calvin. En 1961 recibió el Premio Nobel de Química por este trabajo.

---

**En el mundo...**

Entre los avances tecnológicos de la época están el primer computador de programa almacenado y el primer videojuego.

**I. Lee y analiza cada pregunta, y escribe en tu cuaderno la alternativa correcta.**

1. Una ramita de elodea se coloca en el interior de un embudo, como muestra la fotografía. Después de seis horas de estar bajo la luz solar, se observan burbujas en el tubo de ensayo. ¿A qué sustancia corresponden estas burbujas, principalmente?
  - A. Oxígeno.
  - B. Nitrógeno.
  - C. Hidrógeno.
  - D. Dióxido de carbono.
  - E. Monóxido de carbono.
2. ¿Cuál de las siguientes sustancias se produce durante la fase oscura?
  - A. Lípidos.
  - B. Glúcidos.
  - C. Proteínas.
  - D. Sales minerales.
  - E. Ácidos nucleicos.



3. Una niña piensa que las plantas necesitan crecer en un suelo que tenga arena. Para probar esto, utiliza dos macetas con plantas. En una de ellas coloca una planta con arena, en un lugar donde le llega luz solar, y la riega frecuentemente con agua. ¿Cuál de las siguientes imágenes muestra lo que la niña debe hacer con la otra planta para probar su hipótesis?

**A.** Arena y agua.



**B.** Arena, tierra y agua.



**C.** Arena y tierra.



**D.** Tierra y agua.



**E.** Ninguna de las anteriores.

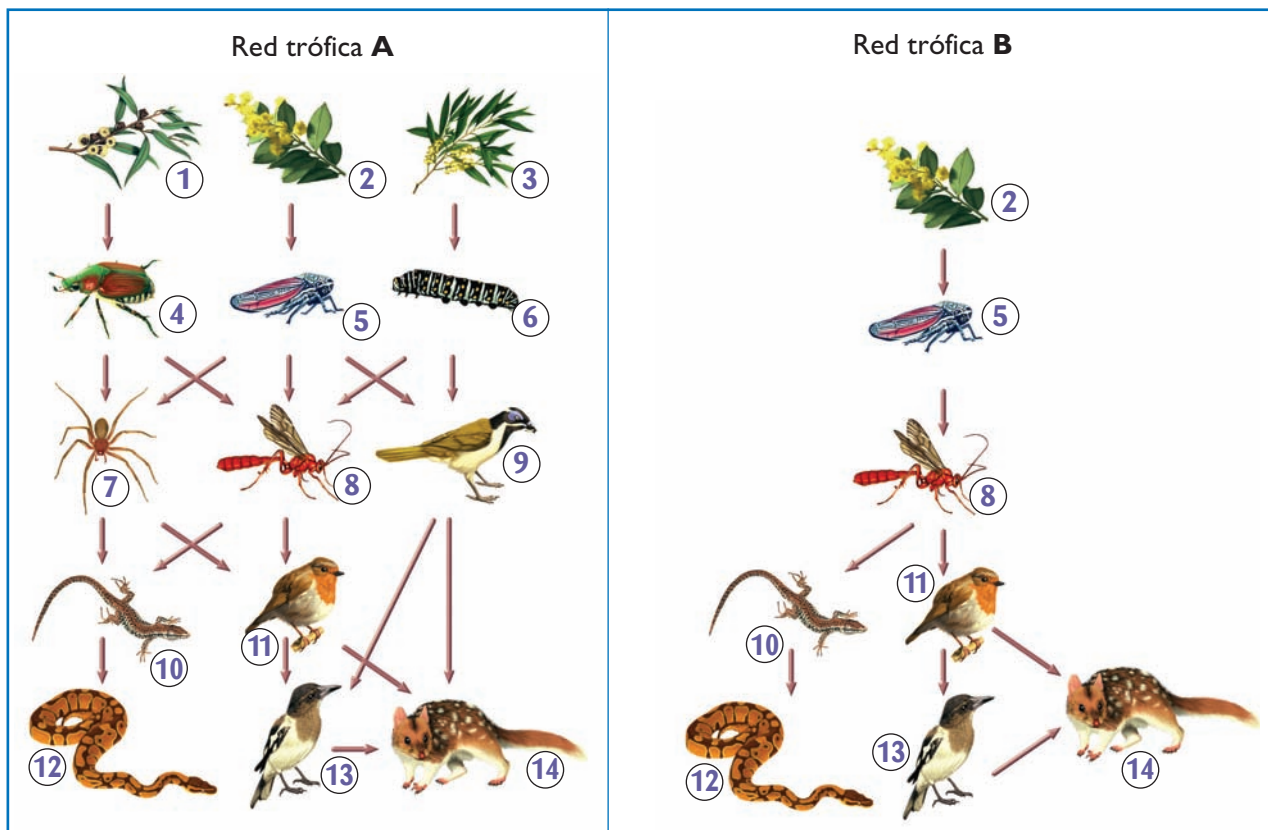
Fuente: ítem TIMMS: SO22235. Adaptación.

## II. Lee y luego responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean.

Las tramas tróficas ilustradas en esta página están simplificadas con respecto a las de ecosistemas reales. La red trófica A representa un ecosistema con alta biodiversidad, por lo que los organismos que la constituyen poseen mayor cantidad de alternativas de alimentación. La red trófica B, en cambio, muestra un ecosistema con una baja biodiversidad, habiendo incluso niveles tróficos con solo un tipo de organismo.

Generalmente, la pérdida de biodiversidad es un aspecto desfavorable, no solo debido al valor ecológico de los organismos que se extinguen, sino que al hecho de que los individuos que quedan en el ecosistema están más expuestos a la extinción, en el futuro.

1. En la red trófica A hay dos animales que tienen tres fuentes directas de alimentación, ¿cuáles son sus fuentes de alimentación?
2. Si las redes tróficas A y B se encuentran en lugares diferentes, y los organismos de la especie 5 desaparecen de ambos lugares, ¿en cuál de las redes el efecto que esto tendría sería mayor? Explica.
3. ¿De qué manera el ser humano podría aumentar la tasa fotosintética de los organismos productores de estas redes? Explica mediante un ejemplo.



Fuente: ítem PISA S126. Adaptación.

III. La imagen muestra un ecosistema constituido por ratones, serpientes y plantas de trigo. A partir de él, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



1. Si el ser humano mata a las serpientes, ¿cuáles serían las consecuencias de esto?, ¿por qué?
2. ¿Qué acciones positivas para este ecosistema podría llevar a cabo el ser humano? Explica mediante un ejemplo.

### LO QUE AHORA SÉ

Ahora que has terminado de estudiar la unidad, te invitamos a que respondas nuevamente las preguntas de la sección *Lo que sé*, de la página 97. Luego, responde:

1. ¿Cambiaron tus respuestas respecto de las que diste al inicio?, ¿a qué lo atribuyes?
2. ¿Consideras que estudiar los contenidos de la unidad te sirvió para mejorar tus respuestas?, ¿por qué?
3. ¿De qué manera tu texto contribuye a tu proceso de aprendizaje?

Te invitamos a contestar nuevas preguntas.

1. ¿Cuáles son las fases de la fotosíntesis?, ¿qué procesos ocurren en ellas?
2. ¿Cómo influye la energía lumínica en la tasa fotosintética? Explica.
3. ¿Cuáles son los principales niveles tróficos?, ¿cómo se relacionan entre sí?
4. ¿Qué son las cadenas tróficas?, ¿y las tramas alimentarias?
5. ¿Qué efectos positivos y negativos pueden ocasionar las acciones humanas en los ecosistemas?

Responde las preguntas que planteaste para la sección *Lo que me gustaría saber* (página 97). Si hay algunas que no puedas contestar, revisa diferentes fuentes de información.

## PROYECTO

## Analizando factores que afectan la fotosíntesis

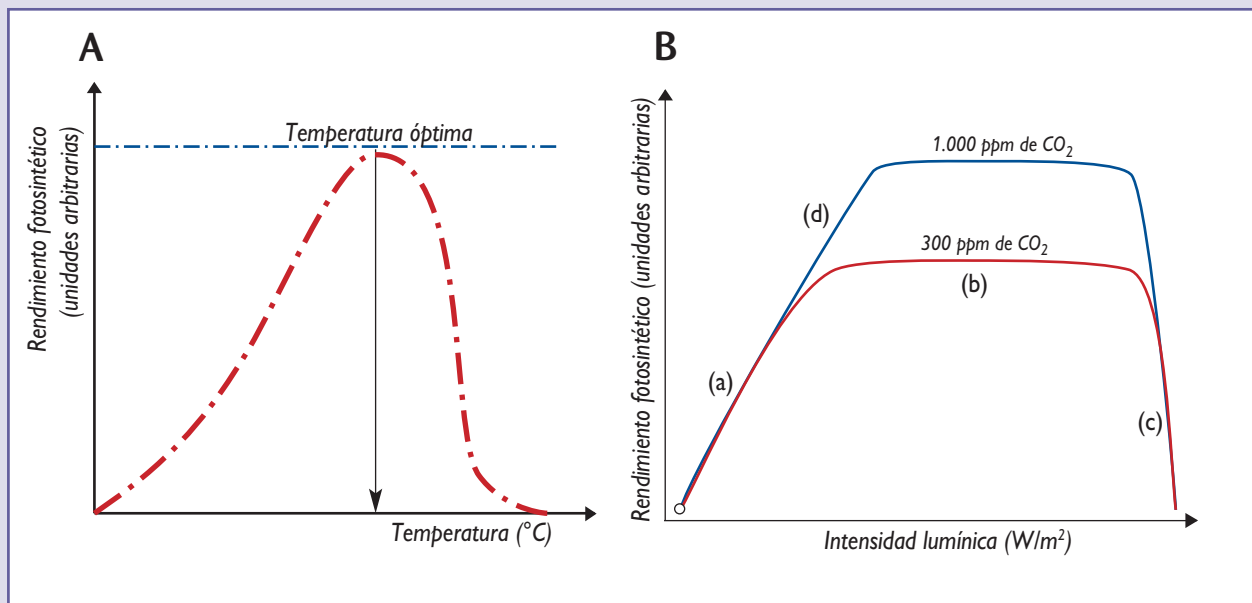
**Objetivo:**

Analizar e interpretar gráficos relacionados con factores que afectan la tasa fotosintética.

**Procedimiento:**

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor, y consigan un pliego de papel kraft y plumones de colores diferentes. Luego, realicen la siguiente actividad.

1. Elijan uno de los gráficos que aparecen a continuación, y cópienlo en el papel kraft. Pónganle un título.



2. Expliquen cómo el factor representado en el gráfico elegido interviene en la fotosíntesis.
3. Expongan los papelógrafos en su sala de clases.
4. Respondan en sus cuadernos.
  - a. ¿Cuáles son las variables dependientes e independientes en cada gráfico?, ¿por qué?
  - b. ¿De qué manera estos gráficos demuestran que la luz y la temperatura influyen en la fotosíntesis?, ¿cómo serían los gráficos resultantes si esta relación no existiera? Fundamenten.
  - c. ¿Qué importancia tiene el uso de gráficos en ciencias?, ¿y en otras áreas? Expliquen.

**Aprendo mejor**

Reflexiona en torno a las siguientes preguntas. Luego, respóndelas en tu cuaderno.

1. ¿Cuál fue el contenido que menos te costó aprender?, ¿a qué lo atribuyes?
2. ¿Qué contenidos te costó aprender?, ¿cómo te hubiera resultado más fácil aprenderlos?

Unidad

# 4

# Transferencia de materia y energía en los seres vivos



¿Qué necesita una semilla para transformarse en un árbol?, ¿por qué hay más conejos que zorros en un cerro? Las respuestas a estas preguntas se relacionan con la obtención y transformación de materia y energía por los seres vivos. En la unidad anterior vimos cómo los vegetales transforman la materia y la energía en nutrientes, mediante la fotosíntesis. Ahora, te invitamos a que comprendas cómo, gracias a este proceso, se logra mantener la vida en la mayoría de los ecosistemas de nuestro planeta.

## LO QUE APRENDERÉ

- Comparar los mecanismos mediante los cuales los organismos autótrofos y heterótrofos incorporan materia y energía.
- Analizar, cuantitativamente, flujos de materia y energía entre los niveles tróficos del ecosistema.
- Conocer factores que afectan la productividad de los ecosistemas.
- Reconocer la importancia de los ciclos biogeoquímicos, en las transferencias de materia y energía entre los organismos.
- Conocer las consecuencias de la bioacumulación de sustancias químicas en los niveles tróficos, y apreciar la importancia que tiene el ser humano en la conservación de los ecosistemas.

## LO QUE SÉ

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno. Recuerda que no hay respuestas correctas ni erradas, y que lo importante es que las contestes según tus ideas y conocimientos. Luego, comparte tus respuestas con tus compañeras y compañeros.

1. ¿Qué seres vivos reconoces en las fotografías?
2. ¿Qué relación puede establecerse entre los seres vivos de las imágenes?
3. ¿Qué obtienen las plantas del sol?, ¿qué obtienen el caracol, el ave y el león de los organismos de los que se alimentan?
4. ¿Qué le podría ocurrir al caracol, o a los organismos que se alimentan de él, si las hojas que consume estuvieran contaminadas con alguna sustancia tóxica?
5. ¿Cómo puede afectar la tala de árboles la productividad de un ecosistema?



## LO QUE ME GUSTARÍA SABER

Te invitamos a que escribas cuatro o cinco preguntas cuyas respuestas crees que encontrarás en esta unidad. Por ejemplo:

- ¿Por qué en determinados ambientes hay más plantas que animales?
- ¿Cómo se explica que existan menos carnívoros que herbívoros en un ecosistema?
- ¿Por qué el uso de plaguicidas puede ser peligroso para los animales y para el ser humano?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿Qué porcentaje de la energía lumínica del sol es convertida por las plantas de maíz en carbohidratos, durante la fotosíntesis?

### A. Lluvia de ideas

Organícense en parejas, según las indicaciones de su profesora o profesor, planteen posibles hipótesis para el problema enunciado en el título y escríbanlas en sus cuadernos.

### B. ¡A trabajar!

Analicen la siguiente información.

Para responder la pregunta enunciada en el título, un grupo de investigadores planteó la siguiente hipótesis: "Las plantas de maíz son eficientes en transformar la energía lumínica en carbohidratos, por lo tanto, el porcentaje de transformación a azúcares debiera ser alto". Luego, midieron, durante 100 días de verano, la cantidad de energía lumínica que llegaba a un terreno de alrededor de media hectárea (5.000 m<sup>2</sup>). El resultado fue 2.043.000.000 kilocalorías (Kcal). Durante los 100 días de investigación, los investigadores cultivaron cerca de 10.000 plantas de maíz y calcularon que la cantidad de azúcar producida por estas era de 6.678 kg. También calcularon la cantidad de azúcar que las plantas de maíz emplearon como fuente de energía para su crecimiento y desarrollo, la que correspondía a 2.045 kg. Al sumar la cantidad de azúcar obtenida al final del proceso, con la cantidad de azúcar empleada por la planta como fuente de energía, obtuvieron que las plantas de maíz produjeron en total, durante ese verano, 8.723 kg de azúcar, lo que equivale a 34.892.000 Kcal, considerando que 1 g de azúcar equivale a 4 Kcal.



### C. Analicemos los resultados

Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas.

1. ¿Qué porcentaje de la energía lumínica proveniente del sol, que llega al cultivo de maíz, está presente en el azúcar producido por las plantas?
2. ¿Cuántas kilocalorías hay en un kilogramo de azúcar? Con este dato, calcula la cantidad de kilocalorías que quedarían disponibles para los organismos que se alimentan del maíz, una vez que las plantas lleguen a la fase de cosecha.
3. ¿Qué factores ambientales pueden estar influyendo en la eficiencia del proceso fotosintético de las plantas de maíz? Expliquen.
4. A partir de los resultados de la actividad experimental realizada por los investigadores, ¿corroboran su hipótesis? Si su respuesta es negativa, formulen una nueva hipótesis para el problema planteado.

## 1.1 Flujo de energía en los seres vivos

Probablemente, a partir de la actividad de la página anterior, pudiste deducir que del total de la energía lumínica proveniente del sol, que está disponible para los organismos fotosintéticos, estos solo aprovechan alrededor del 2% de ella para la formación de los productos resultantes de la fotosíntesis. De las moléculas sintetizadas por los organismos autótrofos, los heterótrofos obtienen la energía que necesitan para llevar a cabo sus funciones vitales. Por ende, la eficiencia de los autótrofos determina la cantidad de energía disponible para los demás seres vivos del ecosistema.

Entre los seres vivos de un ecosistema, **la energía fluye en un solo sentido**, desde los organismos autótrofos, o productores, es transferida hacia los consumidores mediante las relaciones alimentarias. En cada transferencia, se producen grandes pérdidas de energía en forma de calor, el cual es emitido al ambiente. Esto determina que la cantidad de energía disponible para el organismo heterótrofo del último nivel trófico de la cadena de transferencia, sea menor en comparación a la cantidad de energía de la que disponen los organismos que se ubican en niveles anteriores.

Este comportamiento de la energía obedece a las leyes de la termodinámica. La primera de estas es la **ley de conservación de la energía**, según la cual la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. A partir de ella podemos inferir que la energía del universo es constante, y que la energía puede transformarse de una forma a otra. Por ejemplo, la energía lumínica puede transformarse en energía química y calor, pero nunca disminuirá o aumentará la cantidad total de energía. La segunda ley es la llamada **ley de la entropía**, que postula que cada vez que la energía se transforma, parte de ella se degrada a una forma no aprovechable, como el calor. Por ejemplo, cuando tus músculos se contraen, parte de la energía química almacenada en ellos se transforma en energía cinética, pero una proporción importante es disipada como calor. Ninguna transformación energética es 100% eficiente. Por esto, la cantidad de energía disponible para los organismos va disminuyendo a medida que esta se transfiere entre los distintos niveles tróficos.

Los seres vivos requieren un suministro permanente de energía para mantener su estructura y organización. La energía química almacenada en algunas moléculas biológicas es empleada por las células en su metabolismo, es decir, en el conjunto de reacciones químicas que ocurren en su interior. Gracias al metabolismo, las células sintetizan los componentes que formarán parte de su estructura y que son necesarios para su funcionamiento.



Los seres vivos requerimos de un suministro permanente de energía que, a nivel de organismo, es empleada en el crecimiento y movimiento, entre otras funciones vitales.

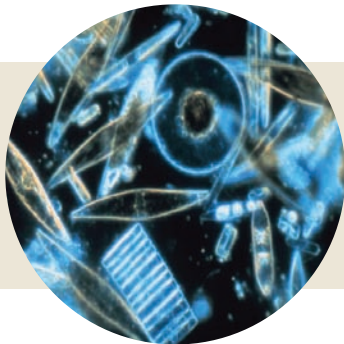
## 1.2 ¿Qué formas de energía obtienen los seres vivos del ambiente?

Como recordarás, los organismos autótrofos sintetizan sus propios nutrientes, mientras que los heterótrofos los obtienen a partir de otros organismos o de sus desechos. De los nutrientes, las células consiguen la energía y la materia que requieren para llevar a cabo sus funciones y construir sus estructuras. En las células, las moléculas de los nutrientes con función energética son oxidadas, es decir, pierden electrones o átomos de hidrógeno, producto de lo cual se rompen enlaces y se libera la energía química almacenada en ellos. Parte de esta energía es empleada por la célula, mientras que otra fracción se disipa al ambiente en forma de calor.

A continuación se describen las principales formas a través de las cuales los organismos autótrofos y heterótrofos obtienen energía desde el ambiente que habitan, y la transforman en energía química.

### A. Organismos autótrofos

Los autótrofos utilizan pequeñas moléculas inorgánicas (con carbono, como el  $\text{CO}_2$ ), como fuente de carbono, para sintetizar nutrientes orgánicos, como glúcidos, proteínas, lípidos y vitaminas. Para esto, deben emplear una fuente de energía; los que usan la luz como fuente energética se denominan organismos fotosintéticos, y los que utilizan la energía obtenida de la oxidación de moléculas inorgánicas, se conocen como organismos quimiosintéticos.



*Fitoplancton.*

En la unidad anterior, estudiaste cómo los **organismos fotosintéticos** utilizan energía lumínica para formar moléculas con enlaces de alta energía (NADPH y ATP). Durante la fase oscura, tales moléculas son oxidadas y la energía liberada es utilizada en el ciclo de Calvin para formar carbohidratos a partir de dióxido de carbono.

### CONEXIÓN CON... LA ECOLOGÍA

Ciertas bacterias quimiosintéticas son empleadas en la limpieza del ambiente cuando este ha sido contaminado con petróleo, proceso conocido como biorremediación. Estas bacterias emplean los hidrocarburos del petróleo como fuente de energía, transformándolos en moléculas menos dañinas o inocuas.

En los océanos, a profundidades superiores a los 200 metros, aproximadamente, la oscuridad es total. En esta zona, debido a la inexistencia de organismos fotosintéticos, la mayoría de los seres vivos dependen de la materia orgánica proveniente de las relaciones alimentarias de los organismos que habitan la zona iluminada del océano. En la década de los setenta, se descubrieron ecosistemas en profundidades superiores a los 2.500 metros, que presentaban una cantidad de seres vivos que no podía sustentarse solo por la energía de los nutrientes provenientes de aguas más superficiales. Se descubrió así que la presencia de vida se debía a **bacterias quimiosintéticas**. Estos ecosistemas se hallaron alrededor de chimeneas o fuentes hidrotermales, de las que el agua de mar emerge, a gran temperatura, trayendo consigo compuestos como el sulfuro de hidrógeno, que es utilizado por bacterias quimiosintéticas como fuente de energía química para sintetizar moléculas orgánicas. Las bacterias quimiosintéticas son consideradas los productores con los que se inician las relaciones tróficas de estos ecosistemas, sin intervención de la luz.



*Bacterias quimiosintéticas.*

## B. Organismos heterótrofos

Los organismos heterótrofos utilizan como fuente de carbono y de energía los nutrientes que obtienen al alimentarse de otros seres vivos, o de sus restos y desechos.

Los organismos heterótrofos, como los **herbívoros**, **carnívoros** y **descomponedores**, obtienen de los organismos que se alimentan, o de sus restos y desechos, las moléculas orgánicas que serán su fuente de carbono y de energía. La energía la obtienen al romperse los enlaces que mantienen unidos a los átomos de estas moléculas, producto de lo cual se libera energía. Una parte de esta es aprovechada por el organismo, mientras que otra parte se degrada a una forma no aprovechable, el calor.



### EXPLICAR Y ARGUMENTAR

#### Actividad 1

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Por qué es correcto decir que casi todos los ecosistemas del planeta dependen de la energía lumínica?
2. Frente a la eventual existencia de vida en otros planetas del Sistema Solar, ¿puede considerarse que estos serían organismos quimiosintéticos y no fotosintéticos?, ¿por qué?

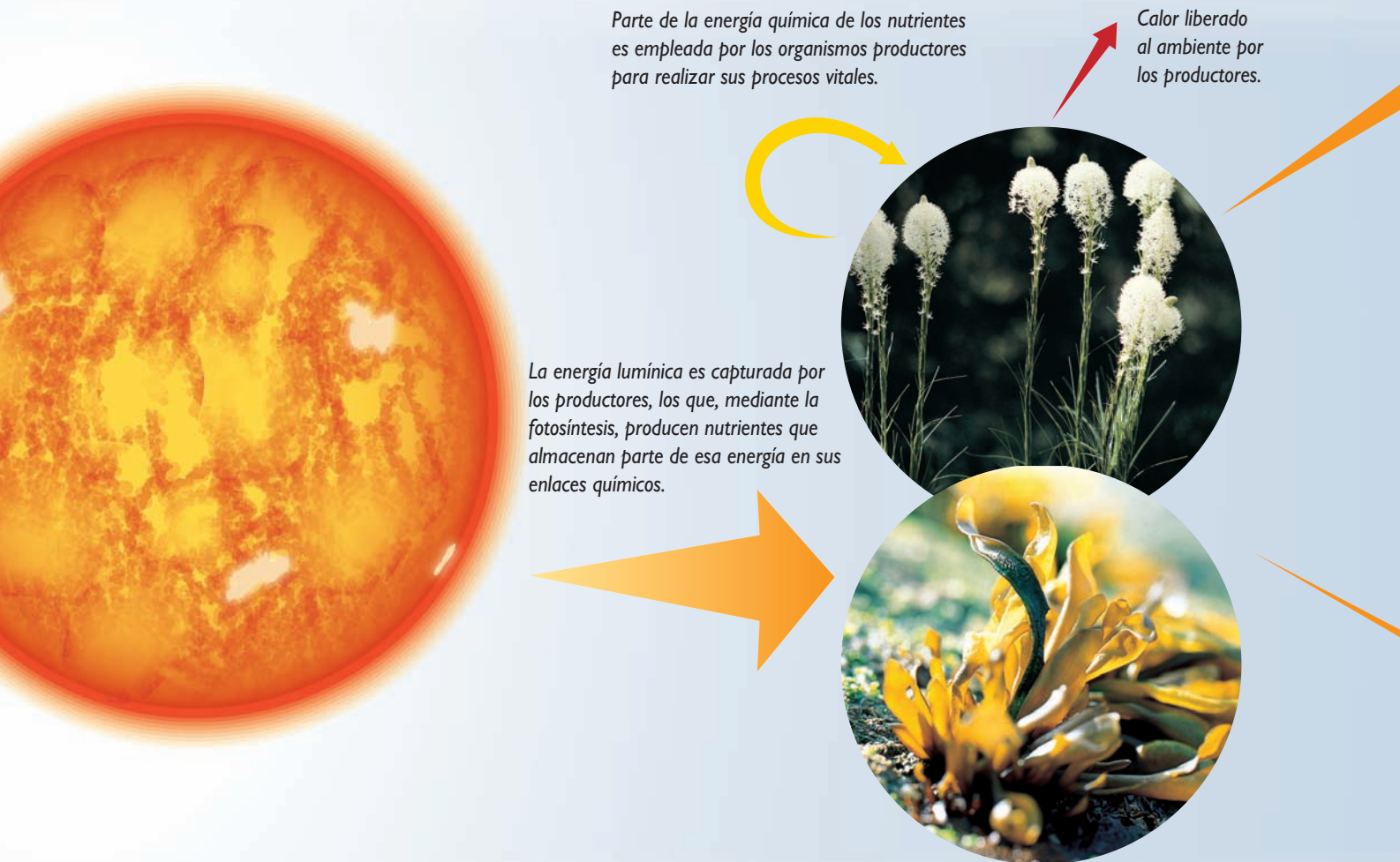
### 1.3 ¿Qué ocurre con el traspaso de energía entre los seres vivos?

ANALIZAR E INFERIR

#### Actividad 2

En parejas, analicen lo que ocurre con la materia y la energía en los diferentes niveles tróficos presentes en estas páginas. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

1. ¿En qué procesos vitales utilizan energía los organismos de los distintos niveles tróficos?
2. ¿Por qué el grosor de las flechas de color anaranjado disminuye hacia los niveles tróficos superiores?
3. Si se incluyeran los consumidores terciarios, ¿qué flechas habría que agregar?, ¿qué representaría cada una de ellas?



Parte de la energía de los nutrientes es empleada por los consumidores primarios para realizar sus funciones vitales.

Calor liberado al ambiente por los consumidores primarios.



Parte de la energía de los nutrientes contenidos en los consumidores primarios es empleada por los consumidores secundarios para realizar sus funciones vitales.

Calor liberado al ambiente por los consumidores secundarios.

Al alimentarse de un productor, los consumidores primarios obtienen la energía química contenida en las moléculas que forman las estructuras del organismo autótrofo.

Los consumidores secundarios obtienen la energía de las moléculas que componen a los consumidores primarios.



Los descomponedores obtienen la energía que necesitan para sobrevivir de los restos de los productores y consumidores, o de sus desechos.

Calor liberado al ambiente por los descomponedores.



## 1.4 ¿Cómo se representa la transferencia de energía en el ecosistema?

Cuando construyes una cadena o una trama trófica, puedes reconocer en ella los niveles de los organismos productores y de los distintos consumidores. Estos mismos niveles pueden ser representados en las denominadas **pirámides ecológicas**, que son representaciones gráficas que muestran la energía, la biomasa, o el número de organismos existentes en cada nivel trófico. La forma piramidal de estas representaciones permite resaltar las diferencias que existen entre los niveles tróficos, con relación al aspecto medido, de una manera semejante a la variación del grosor de las flechas del diagrama que aparece en las páginas anteriores.

A continuación estudiaremos las pirámides de energía. Las pirámides de biomasa y de número las analizaremos más adelante.

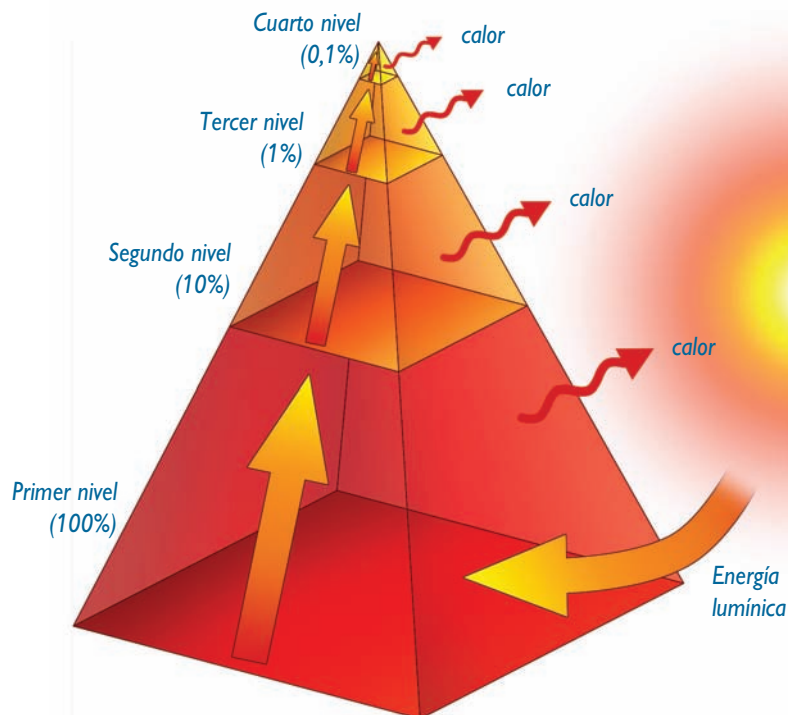
### A. Pirámides de energía

#### ANALIZAR E INTERPRETAR

#### Actividad 3

La imagen representa una pirámide de energía. Analízala y responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean.

1. ¿A qué nivel trófico corresponde la base de la pirámide?, ¿por qué?
2. ¿Qué nivel trófico representa la cúspide de la pirámide?
3. ¿A qué se debe que el porcentaje de energía que pasa de un nivel trófico al siguiente sea menor?



Cuando los organismos emplean energía, tanto en sus funciones vitales como en sus actividades, disipan al ambiente parte importante de esta como calor. Además, una porción importante de energía queda retenida en moléculas que no son aprovechables por el siguiente nivel trófico.

## B. La regla del 10%

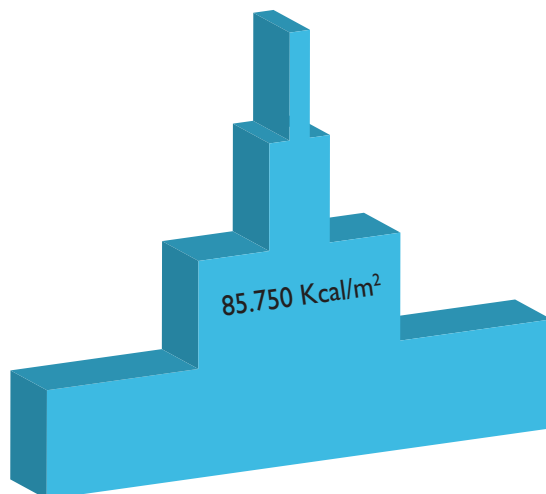
En general, se estima que solo un 10% de la energía, aproximadamente, se transfiere de un nivel trófico al que le sucede, lo que se conoce como la **regla del 10%**. Por ejemplo, si en el nivel de los productores hay 50.000 Kcal/m<sup>2</sup>, los consumidores primarios dispondrán de 5.000 Kcal/m<sup>2</sup>, los consumidores secundarios de 500 Kcal/m<sup>2</sup>, y así sucesivamente.

### ANALIZAR E INTERPRETAR

#### Actividad 4

Observa la pirámide de energía representada, y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

1. ¿De cuántas Kcal/m<sup>2</sup> disponen los demás niveles tróficos?
2. ¿Cuántas Kcal/m<sup>2</sup> habrá disponibles para los descomponedores, si estos se alimentaran solo de los restos de los consumidores terciarios?
3. ¿Por qué crees que en la naturaleza es difícil encontrar ejemplos de cadenas tróficas con más de 4 ó 5 niveles? Explica.
4. ¿Bajo qué condiciones crees que puede variar la cantidad de energía que contiene cada nivel de la pirámide? Fundamenta.



La gran pérdida de energía que se produce de un nivel al siguiente, al disiparse esta como calor, explica por qué el número de niveles en una cadena o trama trófica es tan limitado, pues la energía disponible no es suficiente para sustentar más organismos.

#### INTER@CTIVIDAD

Visita la página web [www.inta.cl/Consumidor/piramide/](http://www.inta.cl/Consumidor/piramide/) (última visita, marzo de 2009), y explica en qué se parece la pirámide de los alimentos con una pirámide de energía.

## EXPERIMENTO INICIAL

# ¿Cómo varía la energía disponible en los distintos eslabones de una cadena trófica?

### A. Hipótesis

Organícense en parejas, según las indicaciones de su profesora o profesor, y planteen una hipótesis para el problema enunciado. Escríbanla en sus cuadernos.

### B. Diseño experimental

Lean atentamente la siguiente información.

*Un grupo de investigadores observó que en el ecosistema que estudiaban, la cantidad de organismos presentes en cada nivel trófico disminuía con respecto al nivel trófico que le precede.*

*Los investigadores midieron la cantidad de energía lumínica que llegaba hasta el ecosistema, cuyo valor fue de 3.000.000 Kcal/m<sup>2</sup> por año. Además, midieron la energía contenida en cada nivel trófico y la energía que los organismos disipaban al ambiente como calor, o que estaba contenida en materia no aprovechable por el siguiente nivel. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.*

Energía (Kcal/m <sup>2</sup> por año)	Productores	Consumidores primarios	Consumidores secundarios	Consumidores terciarios
Contenida en cada nivel trófico	24.000	3.120	343,2	27,4
Disipada al ambiente (no aprovechada)	20.723	2.714,8	309,4	25,1

Fuente: Archivo editorial.

### C. Análisis de resultados

Respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos.

1. ¿Qué porcentaje de la energía lumínica es contenido en los productores?, ¿qué porcentaje es disipado al ambiente por estos y, por tanto, no aprovechable para el siguiente nivel?
2. ¿Qué porcentaje de la energía se transmite de un nivel a otro?
3. Al sumar la energía disipada o no aprovechable por los productores (20.723 Kcal/m<sup>2</sup> por año), más la energía disponible para los consumidores primarios (3.120 Kcal/m<sup>2</sup> por año), no se obtiene la energía disponible para los productores. ¿Cómo podrían explicar esta diferencia?
4. Considerando las propiedades de la energía, ¿cómo se explica que la mayor parte de esta no esté disponible para el siguiente nivel trófico?
5. Los resultados, ¿apoyan su hipótesis?, ¿por qué?

#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Analizaron correctamente los datos de la tabla?, ¿cuál fue su mayor dificultad?
2. ¿Fueron respetuosos y respetuosas de las ideas de los demás?

## 1.5 Productividad en los ecosistemas

La productividad de un ecosistema se relaciona con la cantidad de energía que sus niveles tróficos pueden aprovechar. Los principales tipos de productividad son la productividad primaria bruta y la productividad primaria neta, cuyo valor indica la cantidad de energía con que los productores pueden abastecer al resto de los organismos del ecosistema.

### A. Productividad Primaria Bruta (PPB)

Es la cantidad de energía química fijada por los organismos autótrofos durante un tiempo determinado, en una superficie dada. La Productividad Primaria Bruta **equivale a la biomasa** presente en los productores, que se incorpora al ecosistema por unidad de área en un tiempo determinado. ¿Cómo se calcula? Si tomamos como ejemplo los datos de la actividad de la página 142 (**Actividad exploratoria**), tenemos que en media hectárea de terreno, durante sus 100 días de vida, que equivalen a su existencia anual, las plantas de maíz produjeron 8.723 kg de azúcar, es decir, 8.723.000 g. Como cada gramo de azúcar contiene 4 kilocalorías (Kcal), la cantidad de kilocalorías que contiene el azúcar producida por las plantas de maíz es 34.892.000 Kcal ( $8.723.000 \times 4 = 34.892.000$ ). Al considerar que las plantas de maíz se cultivaron en media hectárea ( $5.000 \text{ m}^2$ ), aproximadamente, la cantidad de kilocalorías que contiene toda el azúcar producida por las plantas de maíz durante un año, en cada  $\text{m}^2$ , es 6.978,4 Kcal/ $\text{m}^2$  por año ( $34.892.000 \div 5.000 = 6.978,4$ ). Entonces, la PPB equivale a 6.978,4 Kcal/ $\text{m}^2$  por año.

### B. Productividad Primaria Neta (PPN)

Es la cantidad de energía almacenada en la biomasa de los productores, y corresponde a la **diferencia entre la Productividad Primaria Bruta y el gasto energético** que realizan los organismos autótrofos durante la **respiración celular**. Es, por lo tanto, la cantidad de energía que está disponible para ser empleada por los consumidores.

$$\text{PPN} = \text{PPB} - \text{respiración celular}$$



### CONCEPTOS CLAVE

**Biomasa:** es una estimación de la cantidad de materia orgánica presente en un nivel trófico o un ecosistema. Suele expresarse en términos de gramos o kilogramos de materia orgánica por unidad de área, por ejemplo  $\text{g}/\text{m}^2$ .

**Respiración celular:** proceso que completa la ruptura de la molécula de glucosa dentro de las mitocondrias, en presencia de oxígeno, y que les permite a las células obtener moléculas de ATP, que poseen enlaces químicos ricos en energía.

### Actividad 5

CALCULAR

Calcula y responde en tu cuaderno.

1. Si las plantas de maíz de la actividad de la página 142 (Actividad exploratoria) se cultivan en  $2.000 \text{ m}^2$ , ¿cuál sería la PPB?
2. Si las plantas de maíz de la actividad de la página 142 ocupan 2.045 kg de azúcar en el proceso de respiración celular, ¿cuál es el valor de la PPN? Recuerda que cada gramo de azúcar contiene 4 Kcal y que la superficie del terreno es de media hectárea.

## 1.6 ¿De qué factores depende la productividad de un ecosistema?

La productividad de un ecosistema la determina la eficacia de los organismos autótrofos para generar materia y energía, que fluyan en el ecosistema. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, los **factores que afectan la fotosíntesis** son los mismos que influyen en la productividad de un ecosistema. ¿Cuáles son estos factores?

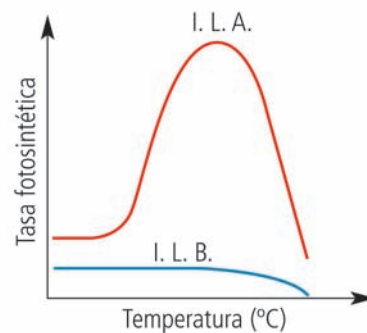
### ANALIZAR E INTERPRETAR

#### Actividad 6

Analiza la información que entrega el gráfico, y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

1. ¿Qué diferencia experimenta la tasa fotosintética, con intensidad lumínica alta y baja?
2. ¿Qué ocurre con la tasa fotosintética a medida que aumenta la temperatura, para la intensidad lumínica alta?
3. La tasa fotosintética, ¿experimenta un aumento constante a medida que aumenta la temperatura?, ¿por qué?
4. A partir de lo anterior, ¿cómo influyen la intensidad lumínica y la temperatura en la productividad de un ecosistema?

**Gráfico N° 1:** Efecto de la temperatura en la tasa fotosintética, con intensidad lumínica alta (I.L.A.) y baja (I.L.B.).



Como pudiste deducir de la actividad que acabas de realizar, algunos de los factores que afectan la fotosíntesis y, por ende, la productividad de un ecosistema, son la **intensidad lumínica** y la **temperatura**. Recuerda que la disponibilidad de **agua** y de **CO<sub>2</sub>** también incide en la fotosíntesis. Además, es importante la disponibilidad de ciertas sustancias en el suelo o en el agua, especialmente aquellas compuestas por nitrógeno (N) y fósforo (P).

### EXPLICAR

#### Actividad 7

Piensa y responde en tu cuaderno: ¿qué factor o factores importantes para el proceso de la fotosíntesis determinan la alta productividad del bosque valdiviano (A), y la baja productividad del desierto (B)?



## UN NUEVO EXPERIMENTO

## ¿Influye en la productividad la cantidad de luz que reciben los vegetales?

### A. Hipótesis

Organícense en grupos, según les indique su profesor o profesora, y planteen una hipótesis para el problema.

### B. Diseño experimental

Realicen la siguiente actividad.

**Materiales:** tres recipientes plásticos cuadrados o rectangulares, arena, 300 semillas de lentejas o de trigo, papel absorbente, papel aluminio y una balanza.

#### Procedimiento:

1. Midan la superficie de cada recipiente, en  $\text{cm}^2$ , y en cada uno coloquen una capa de arena húmeda. Rotulen los recipientes con números del 1 al 3 y, a distancias regulares, coloquen 100 semillas en cada uno.
  2. Ubiquen las bandejas en un lugar donde les llegue la misma cantidad de luz. Mantengan húmeda la arena.
  3. Cuando las plantas tengan alrededor de 10 cm de altura, sigan los siguientes pasos:
    - **Recipiente 1:** extraigan todas las plantas que han crecido, cuéntenlas, lávenlas y séquenlas. Para esto último, colóquenlas sobre papel absorbente y expónganlas a la luz de una lámpara, durante toda una noche. Luego, midan la masa de las plantas y regístrenla en la tabla que les indicará su profesora o profesor.
    - **Recipiente 2:** cubran con un papel aluminio perforado las plantas.
    - **Recipiente 3:** dejen las plantas en las condiciones iniciales de luz.
- Transcurrida una semana, extraigan de los recipientes 2 y 3, al azar, la misma cantidad de plantas que obtuvieron del recipiente 1. Lávenlas, séquenlas y másenlas. No olviden registrar los datos obtenidos.
4. Calculen la PPB mediante la siguiente fórmula:  $\text{PPB} = (\text{masa luz} - \text{masa inicial}) + (\text{masa oscuridad} - \text{masa inicial})$ .

### C. Análisis de resultados y conclusiones

Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas.

1. ¿Qué grupo de plantas tiene una masa mayor y, por ende, una mayor productividad?
2. ¿Por qué la PPN es igual a masa luz - masa inicial?, ¿por qué la respiración celular equivale a masa oscuridad - masa inicial?
3. Si se considera que toda la planta es azúcar y que un g de azúcar equivale a 4 Kcal, ¿cuánta energía hay disponible en cada grupo? Expresen su resultado en  $\text{Kcal}/\text{cm}^2$  por días.
4. A partir de los resultados obtenidos, ¿corroboran su hipótesis?, ¿por qué?

Actividad adaptada del Programa de 3° Medio diferenciado, del MINEDUC.

#### Conversemos

Comenten sobre a las siguientes preguntas.

1. ¿Qué dificultades enfrentaron al realizar esta actividad?, ¿cómo las resolvieron?
2. ¿Respetaron las ideas de sus compañeras y compañeros?

## 1.7 Intervención humana en la productividad de un ecosistema

### CONCEPTOS CLAVE

#### Efecto invernadero:

fenómeno debido a la acumulación de los llamados gases invernadero, como el dióxido de carbono y el metano, que evitan que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva al espacio, produciéndose una acumulación de calor, efecto similar al que se presenta en un invernadero, y que es causa del calentamiento global.

### REFLEXIONEMOS

Los principales daños ambientales son consecuencia de actividades humanas. Comenten: ¿qué le podría ocurrir a nuestra especie, y a todas las demás, si el ser humano no lleva a cabo medidas para controlar el daño que le provocamos al ambiente?, ¿qué medidas colectivas e individuales sugerirían para disminuir este daño, pero que permitieran la mantención y progreso de nuestra civilización?

#### SELECCIONAR INFORMACIÓN Y EXPLICAR

#### Actividad 8

Organícense en grupos, según les indique su profesora o profesor, y busquen información, en diferentes fuentes, sobre los siguientes fenómenos: deforestación, erosión del suelo, lluvia ácida y calentamiento global; y cómo afectan la productividad de los ecosistemas. Luego, preparen una disertación con la información que recopilen, acompañándola con imágenes.

Nuestra especie tiene una gran capacidad de afectar las condiciones ambientales. Imagina, por un momento, cómo era el lugar donde vives antes de la formación del pueblo o ciudad. Si vives en el campo, seguramente hay cultivos donde antes había vegetación nativa; si habitas una ciudad, verás pavimento donde antes había suelo.

El aumento de la población humana ha “obligado” a nuestra especie a ocupar terrenos para la vivienda, o para cultivar nuestros alimentos o el de los animales que consumimos, así como también para obtener las materias primas que requiere nuestra civilización.

Así tenemos que la deforestación, la erosión del suelo, la lluvia ácida y el calentamiento global son, en gran medida, consecuencias de nuestras actividades, que alteran la productividad de los ecosistemas naturales.

#### A. La deforestación

La tala de árboles, realizada sin planes de manejo o de extracción adecuados, ha llevado al deterioro del ambiente, pues ha contribuido al aumento de dióxido de carbono atmosférico, uno de los gases de efecto invernadero. Esto, debido a que al apoderarse de la productividad primaria, utilizando la madera como combustible, por ejemplo, el ser humano ha contribuido a liberar el carbono contenido en el bosque o plantación.



La deforestación contribuye a la extinción de poblaciones locales, e incluso de especies, en períodos de tiempo reducidos.

## B. La erosión del suelo

Corresponde al **proceso de desgaste del suelo**, por acción de factores como el agua, el viento, los cambios de temperatura y la acción de seres vivos. Las actividades humanas que facilitan la exposición del suelo a los factores erosivos, como la minería, el sobrepastoreo y la deforestación, aceleran su proceso de destrucción.

El suelo puede considerarse como un sistema que sustenta la vida vegetal, ya que dispone de nutrientes minerales, agua y aire. Además, viven en él microorganismos descomponedores y otros seres vivos que generan condiciones adecuadas para el desarrollo de vegetación. De este modo, la erosión del suelo afecta a los organismos herbívoros que se alimentan de árboles, arbustos o hierbas; y a los seres vivos que se alimentan de dichos vegetales, o que viven en ellos. ¿Qué consecuencias tiene la erosión del suelo en las cadenas alimentarias?

## C. La lluvia ácida

La lluvia ácida se forma cuando el agua atmosférica se combina con **compuestos derivados de la combustión de hidrocarburos fósiles**, como el carbón, el petróleo y sus derivados. Al reaccionar estos compuestos, forman ácido sulfúrico y ácido nítrico, que caen a la tierra junto a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida, llamada así porque tiene un pH menor que la lluvia normal. Se piensa que la lluvia ácida tiene un efecto debilitador sobre los vegetales, pues dañaría las hojas, haciéndolas más vulnerables a infecciones y reduciendo su capacidad fotosintética.

## D. El calentamiento global

Este fenómeno corresponde al **aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos**. El calentamiento global ha desencadenado cambios climáticos, y su principal causa es el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre.

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite la vida en nuestro planeta. Se debe a una serie de gases presentes en la atmósfera, que provocan que parte de la radiación del sol que la Tierra refleja quede atrapada, lo que permite que la temperatura no tenga grandes fluctuaciones entre el día y la noche. Esta estabilidad ha hecho posible el desarrollo y mantención de la vida.

Sin embargo, en la actualidad, el rápido incremento de la concentración de GEI en la atmósfera está provocando que nuestro planeta retenga mayor cantidad de radiación solar, lo que conlleva un cambio climático global, situación que de múltiples maneras afectará a los seres vivos.



La lluvia ácida que se deposita sobre los árboles puede ocasionar su muerte.

### CONEXIÓN CON... LA HISTORIA

Las emisiones de gases de efecto invernadero comenzaron a incrementarse a partir de la Revolución Industrial, momento en el que el uso de combustibles fósiles, principalmente carbón, se intensificó. Averigua en qué consistió la Revolución Industrial, y señala dos ventajas y dos desventajas que esta tuvo para la sociedad.

## Mejorando la producción de alimentos en Chile

Según el informe del Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo, publicado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), en 2008, la cifra total de desnutridos en el mundo es de 963 millones de personas.

Las causas de la cifra de desnutridos en el mundo son múltiples, por ejemplo: el acelerado aumento poblacional, factores climáticos, el uso de cultivos para generar biocombustibles, los altos precios de los fertilizantes, la dificultad de poseer tierra para el cultivo y los altos precios de los alimentos.

La producción de alimentos es una prioridad en todo el mundo. En Chile, instituciones como el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) ayudan en esta tarea, generando, adaptando y transfiriendo tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad y calidad alimentaria, y responda competitiva y sustentablemente a los grandes desafíos de desarrollo del país.

El INIA cuenta con centros de investigación entre las regiones de Coquimbo y Magallanes. Por

ejemplo, en el centro Remehue, que atiende a las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, se desarrollan proyectos para mejorar la producción de leche, carne y papas. En la región de la Araucanía, el centro Carillanca investiga para mejorar la producción de cereales y para crear un banco genético de semillas de la flora nativa del sur de Chile. El centro La Cruz, ubicado en la región de Valparaíso, trabaja en mejorar el manejo y control de riego, el cultivo de frutales y el uso de control biológico sobre plagas. La Platina, en la región Metropolitana, es un centro en el que se desarrollan proyectos que buscan aumentar la producción y calidad hortofrutícola, para satisfacer las necesidades de las personas. En este centro se lleva a cabo el mejoramiento genético de uvas, maíz, tomates, cebollas y ajos, entre otras especies.

Uno de los focos de investigación de todos los centros es entregar orientaciones a los agricultores para que el proceso de producción de alimentos sea limpio y amigable con el ambiente. Esta dimensión de la producción ha cobrado importancia, pues en muchos países con los que Chile comercia sus productos se exigen condiciones de respeto y cuidado del ambiente en la producción agrícola.

Fuente: [www.riic.fao.org/iniciativa/pdf/bolobs1.pdf](http://www.riic.fao.org/iniciativa/pdf/bolobs1.pdf), [www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/es/](http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/es/) y [www.inia.cl/link.cgi/Platina/Investigacion/](http://www.inia.cl/link.cgi/Platina/Investigacion/). Adaptación.

### Trabajemos con la información

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Cuáles son las causas del desabastecimiento de alimentos a nivel mundial?
2. ¿Cuál es el objetivo del INIA?, ¿cómo ayuda el INIA a mejorar la producción de alimentos en nuestro país?
3. ¿Cuál de los proyectos que desarrolla el INIA te parece más relevante? Explica.

**I. Observa las fotografías y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.**



1. ¿Qué tipo de energía obtienen los seres vivos de las fotografías desde el ambiente?
2. Menciona tres actividades que realizan el caballo y los vegetales con la energía que transforman.

**II. En tu cuaderno, dibuja una red trófica con un representante de los siguientes tipos de organismos: árboles o arbustos productores de frutas, hierbas, insectos herbívoros, arañas, roedores, aves rapaces diurnas y nocturnas, lagartijas, mamíferos carnívoros. Una vez construida tu red, responde las preguntas que se plantean.**

1. Si los productores de este ecosistema logran capturar un 1% de la energía total que llega del sol, y esta corresponde a  $100.000.000 \text{ Kcal/m}^2$  por año, ¿cuántas  $\text{Kcal/m}^2$  por año se transfieren a los tres niveles siguientes, según la regla del 10%?
2. Construye una pirámide de energía a partir de los datos obtenidos.

**III. Responde en tu cuaderno.**

1. Se comparó la productividad primaria neta (PPN) de dos ecosistemas terrestres (A y B), observándose que la PPN del ecosistema B era un 25% superior a la del ecosistema A. A partir de esta situación, propón dos inferencias que puedan explicarla.
2. Mediante un ejemplo, explica cómo la intervención humana afecta la productividad de un ecosistema.

**Aprendo mejor**

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿De qué manera(s) te resultó más fácil aprender: interpretando gráficos, analizando imágenes, haciendo cálculos?, ¿a qué piensas que se debe?
2. ¿Qué acciones remediales llevaste a cabo para aprender los temas que te resultaron más difíciles?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

## ¿Influye la presencia de organismos descomponedores en la biomasa de un ecosistema?

### A. Lluvia de ideas

Organícense en grupos, según las instrucciones de su profesor o profesora. Luego, planteen posibles hipótesis para el problema enunciado.

### B. ¡A trabajar!

Lean y analicen el siguiente procedimiento experimental.

*Un grupo de investigadores construyó dos ecosistemas en terrarios, con iguales especies y cantidad de organismos de cada una de ellas, y los mantuvieron bajo las mismas condiciones de luz y humedad. La diferencia entre ambos ambientes era que la tierra de uno de ellos, antes de ubicar a los organismos en ella, fue sometida a un proceso de esterilización por radiación ultravioleta y calor. De este modo se eliminaron los organismos descomponedores de ella, sin alterar la disponibilidad de nutrientes. Las tablas que aparecen a continuación muestran los tipos de organismos de los terrarios y su biomasa, luego de un mes de experimentación.*

**Tabla N° 1:** Variación de biomasa por nivel trófico en el ecosistema control.

Nivel trófico	Biomasa inicial (g/m <sup>2</sup> )	Biomasa final (g/m <sup>2</sup> )
Productores	700	2.120
Consumidores primarios	60	208
Consumidores secundarios	4	17

Fuente: Archivo editorial.

**Tabla N° 2:** Variación de biomasa por nivel trófico en el ecosistema con tierra estéril.

Nivel trófico	Biomasa inicial (g/m <sup>2</sup> )	Biomasa final (g/m <sup>2</sup> )
Productores	700	900
Consumidores primarios	60	40
Consumidores secundarios	4	2

Fuente: Archivo editorial.

### C. Analicemos los resultados

Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas.

1. ¿En cuál de los dos ecosistemas la biomasa aumentó en mayor medida?
2. ¿Qué rol tienen los descomponedores en el ecosistema? Expliquen.
3. A partir de los resultados del experimento, ¿corroboran su hipótesis?, ¿por qué?
4. Estos resultados, ¿son aplicables al ambiente natural? Expliquen.

## 2.1 Representación de la transferencia de materia en el ecosistema

### A. Pirámides de biomasa

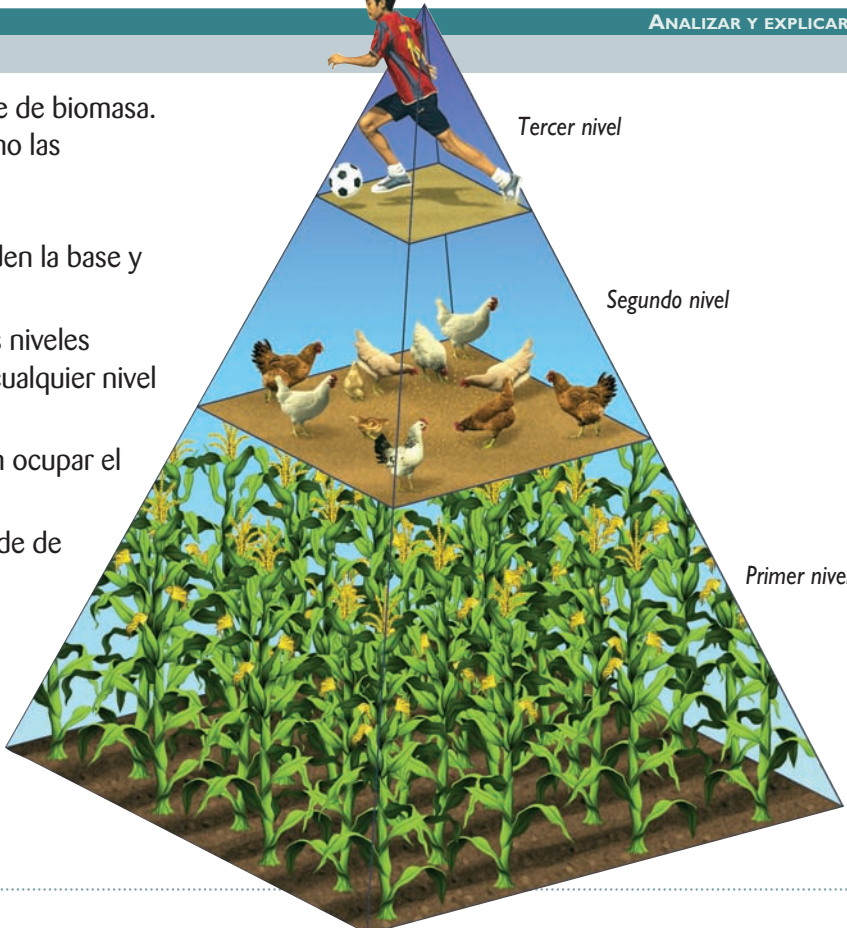
Al igual que para representar la transferencia de energía entre los distintos niveles tróficos de un ecosistema, para graficar la biomasa y el número de organismos existentes en cada nivel, se usan pirámides ecológicas, las que estudiaremos a continuación.

ANALIZAR Y EXPLICAR

**Actividad 9**

La imagen representa una pirámide de biomasa. Analízala y responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean.

1. ¿A qué nivel trófico corresponden la base y la cúspide de la pirámide?
2. Los organismos de los distintos niveles tróficos, ¿pueden ubicarse en cualquier nivel de la pirámide?, ¿por qué?
3. ¿Qué otros organismos podrían ocupar el primer nivel?, ¿y el segundo?
4. ¿Puede presentarse una pirámide de biomasa invertida? Explica.



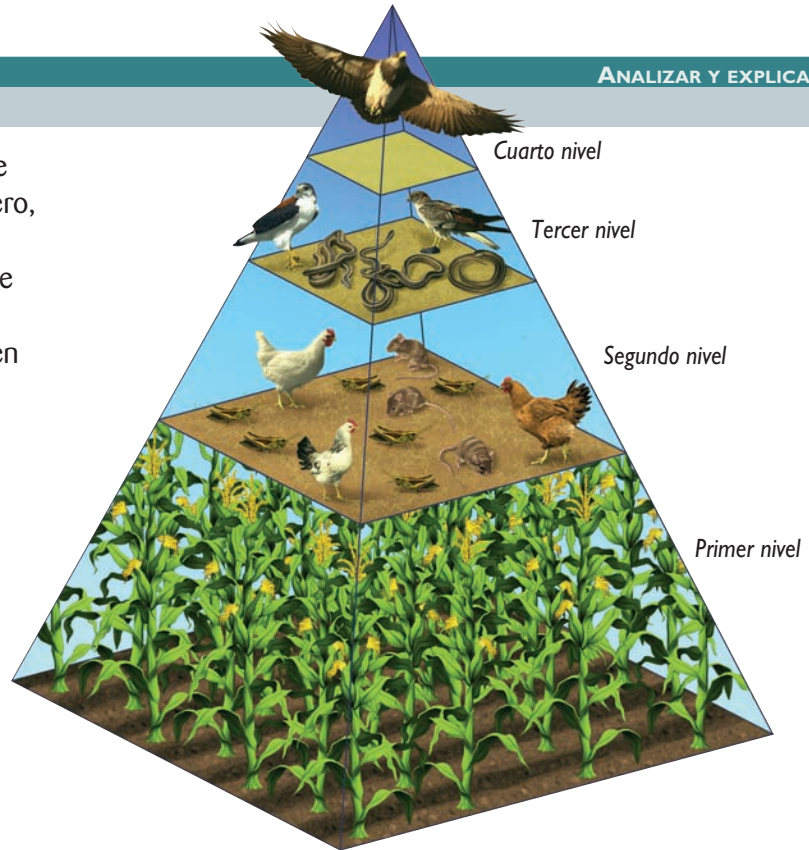
La decreciente cantidad de energía disponible en cada nivel trófico tiene consecuencias en la cantidad de biomasa presente en cada uno de ellos. Por eso, la cantidad de materia presente en cada nivel trófico tiene, en la mayoría de los casos, el mismo patrón que la cantidad de energía. Una excepción puede darse en los ecosistemas acuáticos, cuando el fitoplancton tiene altas tasas de productividad y de renovación, lo que provoca que la biomasa del nivel siguiente, el zooplancton, sea mayor, ya que cuenta con una mayor cantidad de recursos. En este caso, la pirámide se grafica de manera invertida.

## B. Pirámides de número

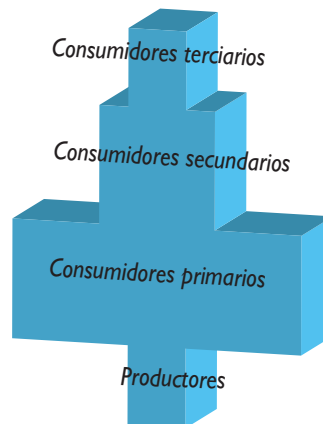
ANALIZAR Y EXPLICAR

### Actividad 10

1. En parejas, analicen la imagen que representa una pirámide de número, y respondan en sus cuadernos la siguiente pregunta: ¿puede la base de la pirámide poseer menor cantidad de organismos? Expliquen mediante un ejemplo.



2. Junto con tu compañera o compañero, observen la pirámide de número representada a continuación y respondan: ¿los productores corresponderán a organismos pequeños o grandes?, ¿por qué?



Las pirámides de número muestran la **cantidad relativa de organismos individuales**, presentes en cada nivel trófico. En algunos casos las pirámides de número no son iguales a las de energía y biomasa. En los bosques, por ejemplo, la cantidad de productores es inferior a la de consumidores primarios. Esto se debe a que es posible considerar a un solo árbol como un ecosistema, el cual sirve de hábitat y alimento a muchos otros organismos, como aves, insectos, reptiles y arácnidos, entre otros.

## 2.2 ¿Cómo se transmite la materia en los ecosistemas?

Los principales elementos químicos que componen la estructura de los seres vivos son: carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno. A ellos se suman el fósforo, el hierro, el azufre, el calcio, el potasio y el cobre, entre otros elementos que se requieren en cantidades menores, pero que son igualmente determinantes para la vida. El sol es el principal “motor” que permite el desplazamiento de la materia en la mayoría de los ecosistemas, ya que gracias a su energía es posible que los elementos químicos pasen desde los componentes abióticos del ambiente hasta los componentes bióticos, y desde estos, nuevamente, a los componentes abióticos.

En general, se distinguen dos maneras a través de las cuales los elementos químicos pueden pasar desde los componentes bióticos a los componentes abióticos. La primera de ellas es la excreción que realizan los animales, proceso que permite la incorporación de los elementos en sustancias inorgánicas. La segunda corresponde a la actividad de los organismos detritívoros, entre los que están los descomponedores, que transforman la materia orgánica en inorgánica, pudiendo esta última ser reutilizada por los productores.

En el ecosistema, **la materia fluye de manera cíclica** y no en forma lineal como lo hace la energía. Los ciclos biogeoquímicos del fósforo, el agua, el carbono, el oxígeno y el nitrógeno, que revisaremos en las páginas siguientes, muestran el “camino” que sigue la materia en un ecosistema.



### CONCEPTOS CLAVE

**Detritívoros:** son organismos que digieren internamente detritos, residuos sólidos de materia orgánica muerta como los restos de animales y vegetales o sus desechos. Corresponden, generalmente, a pequeños animales, como la lombriz y los chanchitos de tierra, en ecosistemas terrestres, a las almejas, jaibas y gusanos, en el ambiente acuático, y a los descomponedores que forman parte de los diferentes ecosistemas.

#### INFERIR Y EXPLICAR

##### Actividad 11

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Es posible que en tu cuerpo existan átomos que formaron parte del cuerpo de un dinosaurio? Fundamenta.
2. ¿Por qué los productores y los descomponedores son organismos que nunca deben faltar en un ecosistema?

#### TEN PRESENTE QUE...

Es importante considerar que elementos que tienen una menor presencia en la biomasa, pero que pueden ser factores limitantes para la productividad primaria, como el magnesio y el calcio, también recorren un camino cíclico en los ecosistemas.



### CONCEPTOS CLAVE

**Litosfera:** corresponde a la capa rocosa más externa de la superficie terrestre.

**Hidrosfera:** es la capa de nuestro planeta que está constituida por las partes líquidas presentes en él.

## 2.3 Los ciclos biogeoquímicos

Todos los ciclos biogeoquímicos presentan reservas o compartimentos en los que se almacenan los elementos. Las principales reservas corresponden, generalmente, a factores abióticos. Por ejemplo, la principal reserva de nitrógeno es la atmósfera, mientras que la del fósforo son las rocas de la corteza terrestre. Según la principal reserva que presentan los ciclos biogeoquímicos, se clasifican en: gaseosos, sedimentarios e hidrológico.

- **Ciclos gaseosos.** Son aquellos en los que los elementos circulan, principalmente, entre la atmósfera y los organismos, como es el caso del oxígeno, el nitrógeno y el carbono. Al tener su principal reservorio en la atmósfera, estos elementos circulan a través de grandes extensiones de superficie, con bastante facilidad, acelerando la velocidad de su reciclaje.
- **Ciclos sedimentarios.** Son aquellos en los que los elementos circulan entre la litosfera, la hidrosfera y los seres vivos. La velocidad de reciclaje de estos elementos es muy lenta, ya que pueden quedar “atrapados” en las rocas por miles, e incluso millones de años. El fósforo, el azufre y el hierro son ejemplos de elementos que circulan mediante este tipo de ciclo.
- **Ciclo hidrológico.** Si bien el agua no es un elemento químico, se considera en esta clasificación debido a su gran estabilidad molecular. En el ciclo hidrológico, el agua interactúa, notoriamente, con los ciclos gaseosos y sedimentarios.

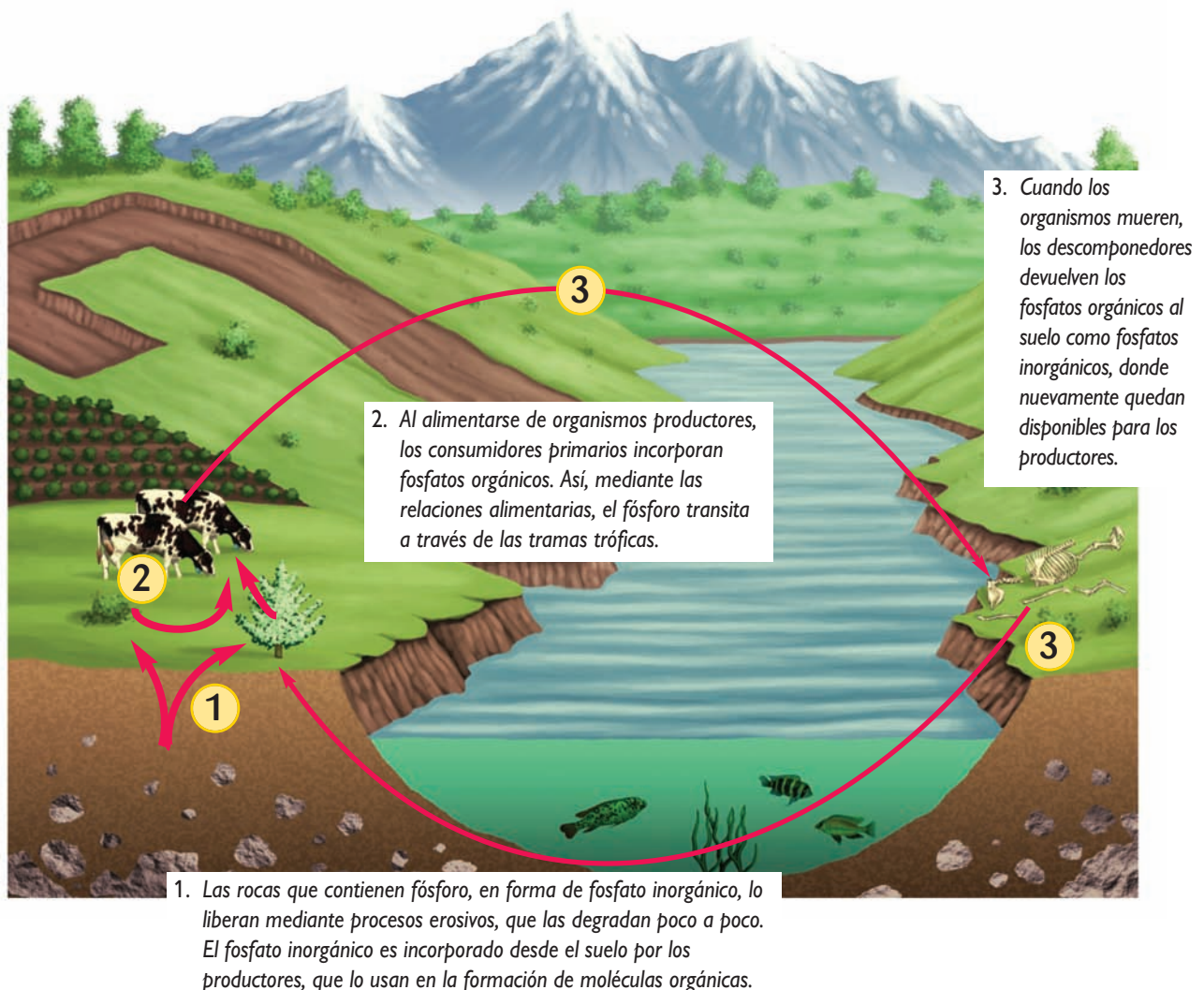
Es importante señalar que hay actividades industriales que pueden romper el equilibrio necesario para la circulación de los elementos entre los componentes bióticos y abióticos, debido a la acumulación de compuestos que no son biodegradables, o que no pueden ser reciclados por los organismos detritívoros. Esta es una importante causa de la acumulación de compuestos que terminan siendo dañinos o contaminantes. Por ejemplo, la excesiva liberación de fosfatos hace que los procesos necesarios para reciclarlos sean insuficientes, lo que determina que comiencen a acumularse en el ecosistema, modificando las condiciones que mantienen el equilibrio de este.

### CONEXIÓN CON... LA AGRICULTURA

Las lombrices presentan una actividad detritívora, que genera en el suelo condiciones de textura y composición favorables para el desarrollo y crecimiento vegetal. La lombrices producen humus, una mezcla de sustancias orgánicas que protege el terreno de la erosión, favorece la retención de agua y la circulación de aire. El empleo de lombrices para transformar los detritos en humus, un abono de muy buena calidad, puede convertirse en una solución para eliminar los desechos orgánicos producidos en las ciudades. Comenten: ¿qué ventajas presenta el humus producido por las lombrices?, ¿qué quiere decir que las lombrices sean detritívoras?, ¿cómo favorecen las lombrices la circulación de elementos en el ecosistema?

### A. Ciclo del fósforo

El fósforo forma parte de los ácidos nucleicos, de las proteínas, de moléculas que almacenan energía en las células y de fosfolípidos que forman sus membranas. Además, forma parte de la materia prima de los huesos y dientes. En la naturaleza, el fósforo se encuentra principalmente en el suelo, en rocas, minerales y sedimentos oceánicos, como fosfato inorgánico. A continuación se describe cómo los organismos incorporan el fósforo presente en el ambiente.



#### Actividad 12

INFERIR

Responde en tu cuaderno: ¿cómo crees que llega el fosfato inorgánico a los organismos que habitan ríos, lagos y mares?

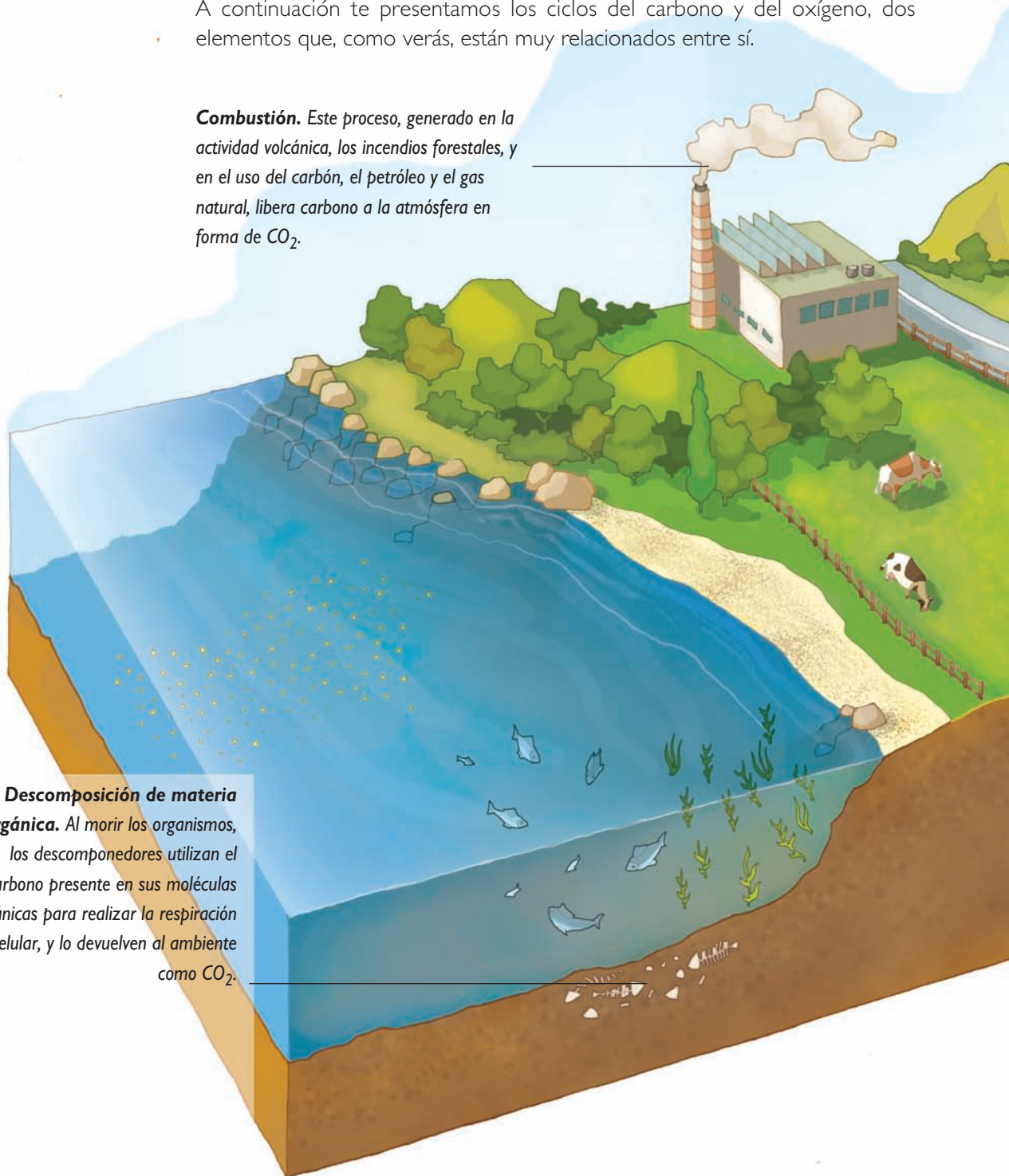
## B. Ciclos del carbono y del oxígeno

Los glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, son moléculas orgánicas que tienen al carbono como elemento estructural básico. Por este motivo, su incorporación al mundo viviente es tan importante. Al igual que el carbono, el oxígeno forma parte de las moléculas orgánicas, y es clave en el proceso de respiración celular.

A continuación te presentamos los ciclos del carbono y del oxígeno, dos elementos que, como verás, están muy relacionados entre sí.

**Combustión.** Este proceso, generado en la actividad volcánica, los incendios forestales, y en el uso del carbón, el petróleo y el gas natural, libera carbono a la atmósfera en forma de  $\text{CO}_2$ .

**Descomposición de materia orgánica.** Al morir los organismos, los descomponedores utilizan el carbono presente en sus moléculas orgánicas para realizar la respiración celular, y lo devuelven al ambiente como  $\text{CO}_2$ .

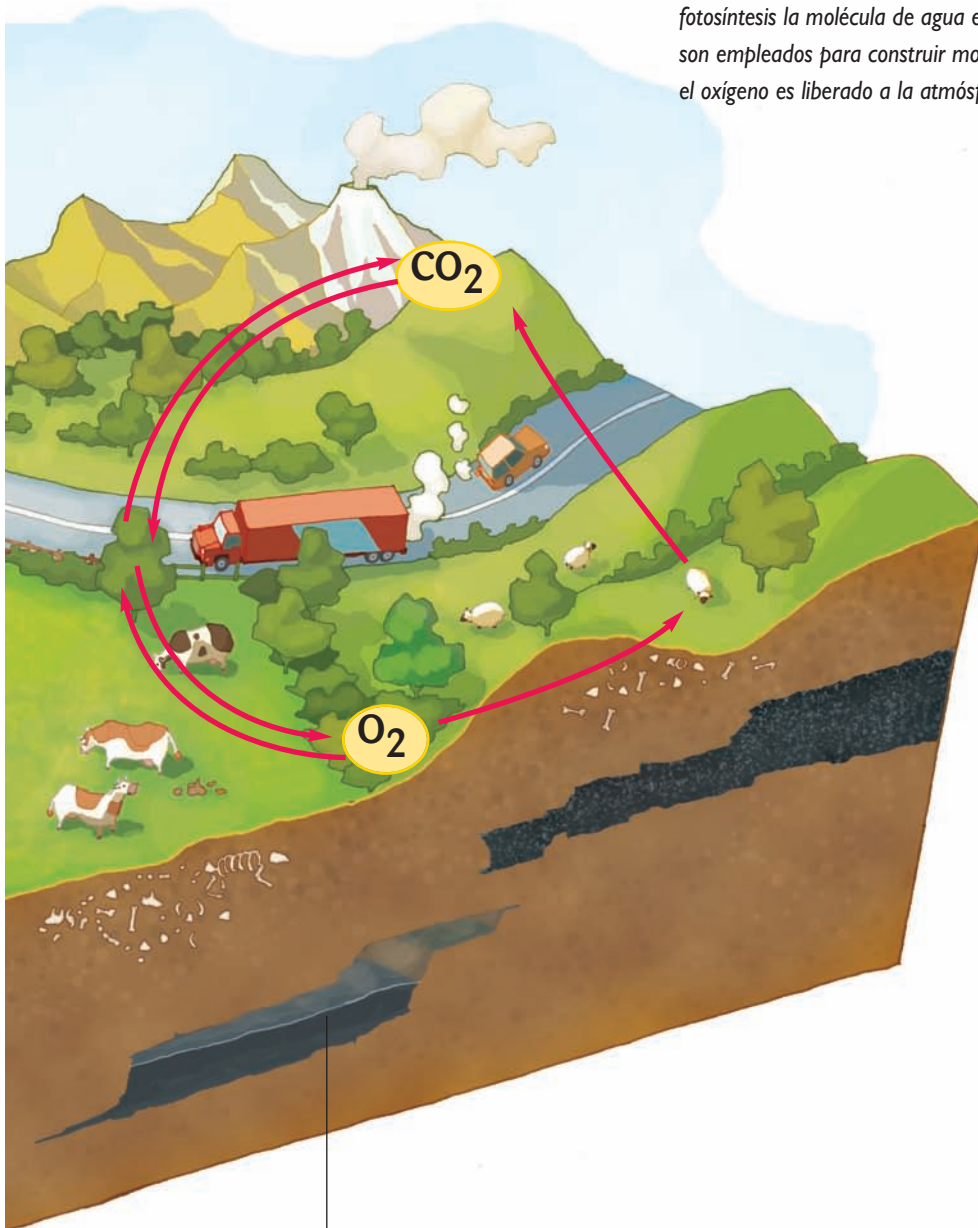


**Fotosíntesis.** Los organismos fotosintéticos incorporan el  $\text{CO}_2$  atmosférico, o el que está disuelto en el agua, y lo utilizan para producir materia orgánica. Esta materia orgánica es “transportada” en el ecosistema, mediante las relaciones alimentarias.

Como estudiaste en la unidad anterior, durante la fase luminosa de la fotosíntesis la molécula de agua es descompuesta, los átomos de hidrógeno son empleados para construir moléculas que almacenan energía, mientras que el oxígeno es liberado a la atmósfera.

**Respiración.** Como ya sabes, parte de la materia orgánica fabricada por los productores, y que transita entre los organismos del ecosistema, es utilizada en el proceso de respiración celular, producto del cual se obtienen formas de energía útiles para las células, y se libera  $\text{CO}_2$  al ambiente.

Para llevar a cabo la respiración celular, los organismos aeróbicos utilizan  $\text{O}_2$ , que al final del proceso queda contenido en la molécula de agua, compuesto que es empleado por los organismos o expulsado al ambiente.



**Combustibles fósiles.** Estos compuestos, como el carbón y el petróleo, se formaron hace millones de años a partir de restos de organismos. Al utilizarlos, se pone en circulación el carbono que llevaba millones de años retenido en ellos.

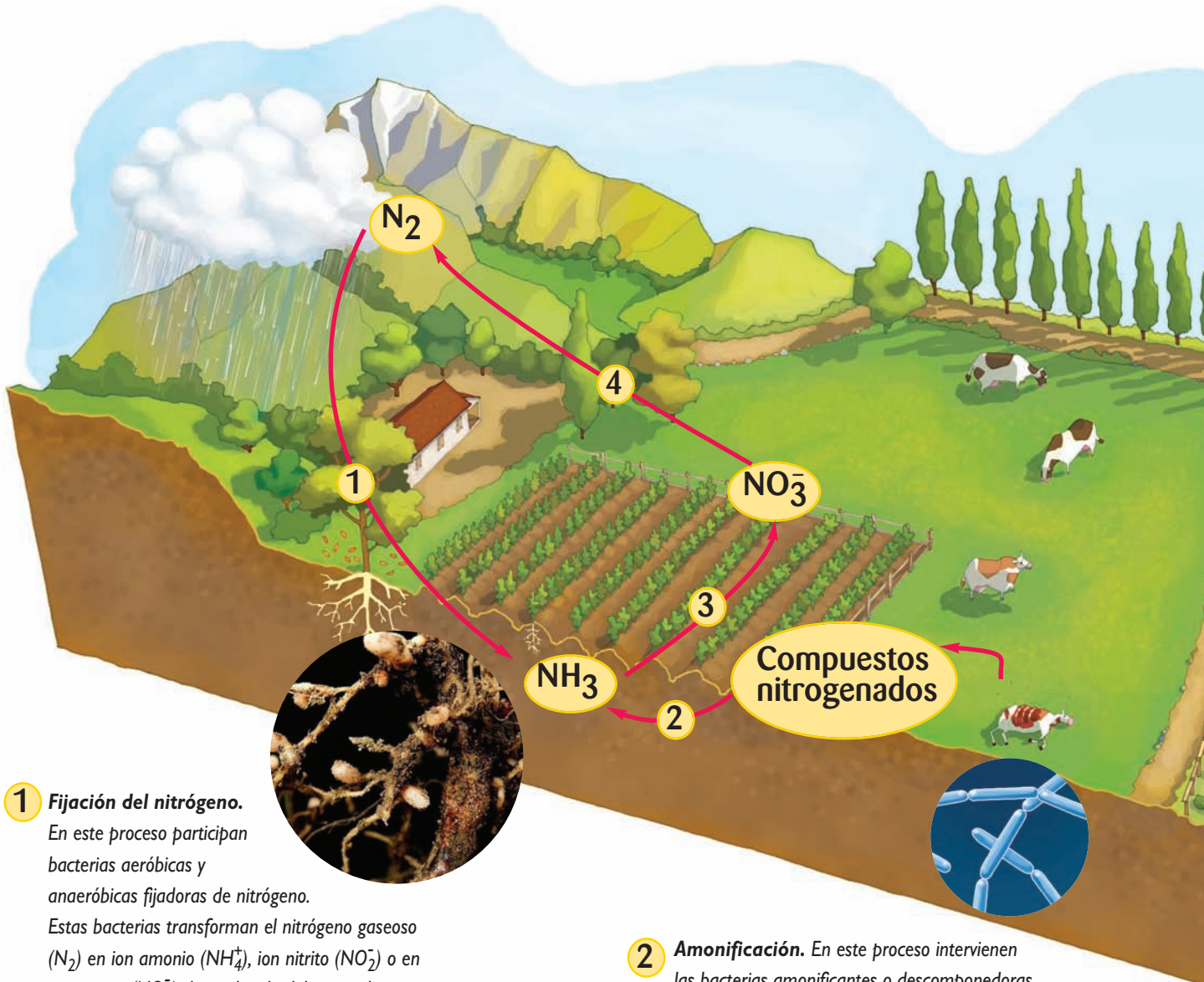
#### ANALIZAR E INFERIR

#### Actividad 13

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. Si se acabara el  $\text{CO}_2$  en nuestro planeta, ¿qué seres vivos morirían? Explica mediante un ejemplo.
2. Si el  $\text{CO}_2$  es uno de los gases de efecto invernadero, ¿de qué manera las personas podemos disminuir su liberación a la atmósfera?

## C. Ciclo del nitrógeno



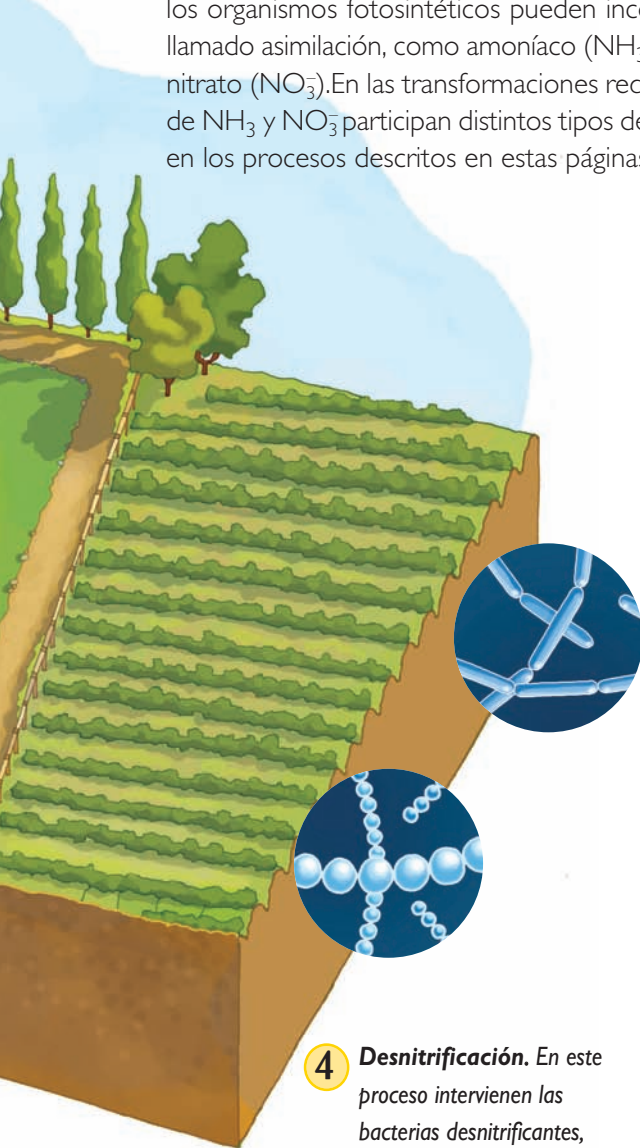
### 1 Fijación del nitrógeno.

En este proceso participan bacterias aeróbicas y anaeróbicas fijadoras de nitrógeno.

Estas bacterias transforman el nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ) en ion amonio ( $NH_4^+$ ), ion nitrito ( $NO_2^-$ ) o en ion nitrato ( $NO_3^-$ ) dependiendo del grupo de bacterias. Son ejemplos de bacterias fijadoras de nitrógeno las cianobacterias, que fijan el nitrógeno en ambientes acuáticos, y las del género *Rhizobium*, que viven en simbiosis con las leguminosas, formando agrupaciones en sus raíces.

- 2 **Amonificación.** En este proceso intervienen las bacterias amonificantes o descomponedoras, que transforman los compuestos nitrogenados, presentes en los restos o en los desechos de organismos vivos, como la urea y el ácido úrico, en amoníaco ( $NH_3$ ).

El nitrógeno es un elemento esencial para la formación de las proteínas y del material genético de los seres vivos. Pese a su abundancia en la atmósfera (78%), solo algunos organismos pueden obtenerlo directamente de ella, como nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ), pero la mayoría lo hace del nitrógeno presente en el suelo. Para que esto último ocurra, el nitrógeno se combina con otros elementos, y así los organismos fotosintéticos pueden incorporarlo, en un proceso llamado asimilación, como amoníaco ( $NH_3$ ) y, principalmente, como nitrato ( $NO_3^-$ ). En las transformaciones requeridas para la formación de  $NH_3$  y  $NO_3^-$  participan distintos tipos de bacterias, que se señalan en los procesos descritos en estas páginas.



**3 Nitrificación.** En este proceso participan las bacterias nitrificantes, que habitan en el suelo y transforman el amoníaco ( $NH_3$ ) en nitrato ( $NO_3^-$ ). En primer lugar, bacterias llamadas nitrosantes, como las *Nitrosomonas* y *Nitrococcus*, transforman el  $NH_3$  en nitrito ( $NO_2^-$ ), y luego la bacteria *Nitrobacter* transforma el  $NO_2^-$  en  $NO_3^-$ . Este último compuesto puede ser absorbido por las raíces de las plantas.

**4 Desnitrificación.** En este proceso intervienen las bacterias desnitrificantes, como *Pseudomonas* y *Bacillus*, que habitan en el suelo y transforman el nitrato ( $NO_3^-$ ) en nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ), devolviéndolo a la atmósfera.

## ANALIZAR E INTERPRETAR

**Actividad 14**

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

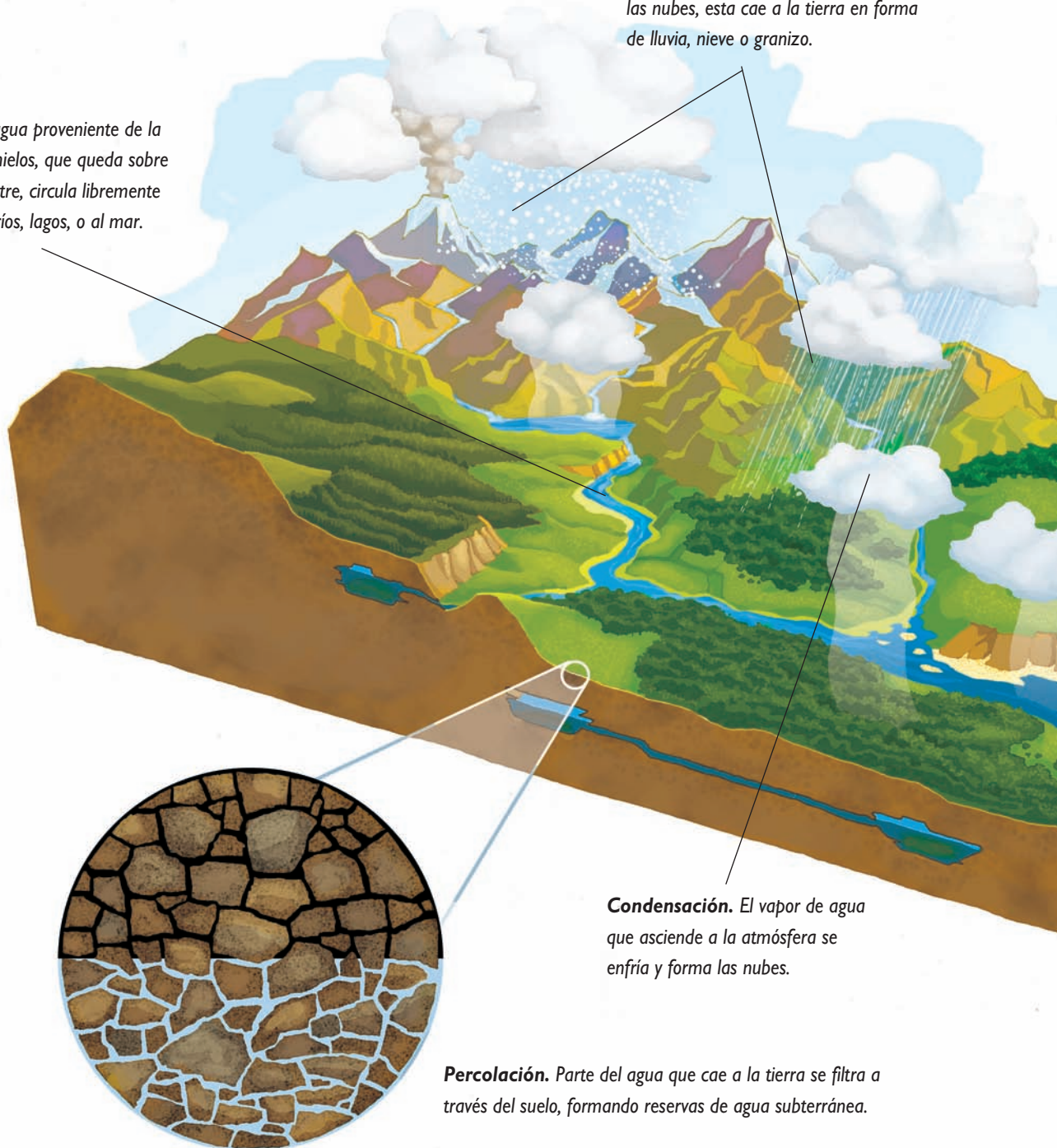
1. ¿Por qué las plantas leguminosas pueden vivir en suelos carentes de nitrato?
2. Entre las plantas que se usan en la rotación de cultivos están las leguminosas, ¿a qué crees que se debe esto?

#### D. Ciclo del agua

La mayor parte de la masa corporal de cualquier ser vivo corresponde a agua, compuesto fundamental para la ocurrencia de todas las reacciones que permiten la vida. A continuación se describen los principales procesos relacionados con este ciclo.

**Escoorrentía.** El agua proveniente de la lluvia o de los deshielos, que queda sobre la superficie terrestre, circula libremente hasta llegar a los ríos, lagos, o al mar.

**Precipitación.** Al saturarse de agua las nubes, esta cae a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo.



**Condensación.** El vapor de agua que asciende a la atmósfera se enfría y forma las nubes.

**Percolación.** Parte del agua que cae a la tierra se filtra a través del suelo, formando reservas de agua subterránea.

**Procesos biológicos.** Los seres vivos devuelven al ambiente parte del agua que ingieren para realizar sus funciones vitales. Las plantas lo hacen mediante la transpiración; y los animales, a través del sudor, la orina y el vapor de agua liberado al espirar.



**Evaporación.** El agua de la superficie de lagos, ríos y mares se evapora, producto de la energía calórica.



En el ciclo del agua, la mayor parte de los cambios son físicos y corresponden a los cambios de estado de este compuesto.

#### ANALIZAR Y EXPLICAR

#### Actividad 15

Responde en tu cuaderno: ¿qué papel cumple el sol en el ciclo del agua?

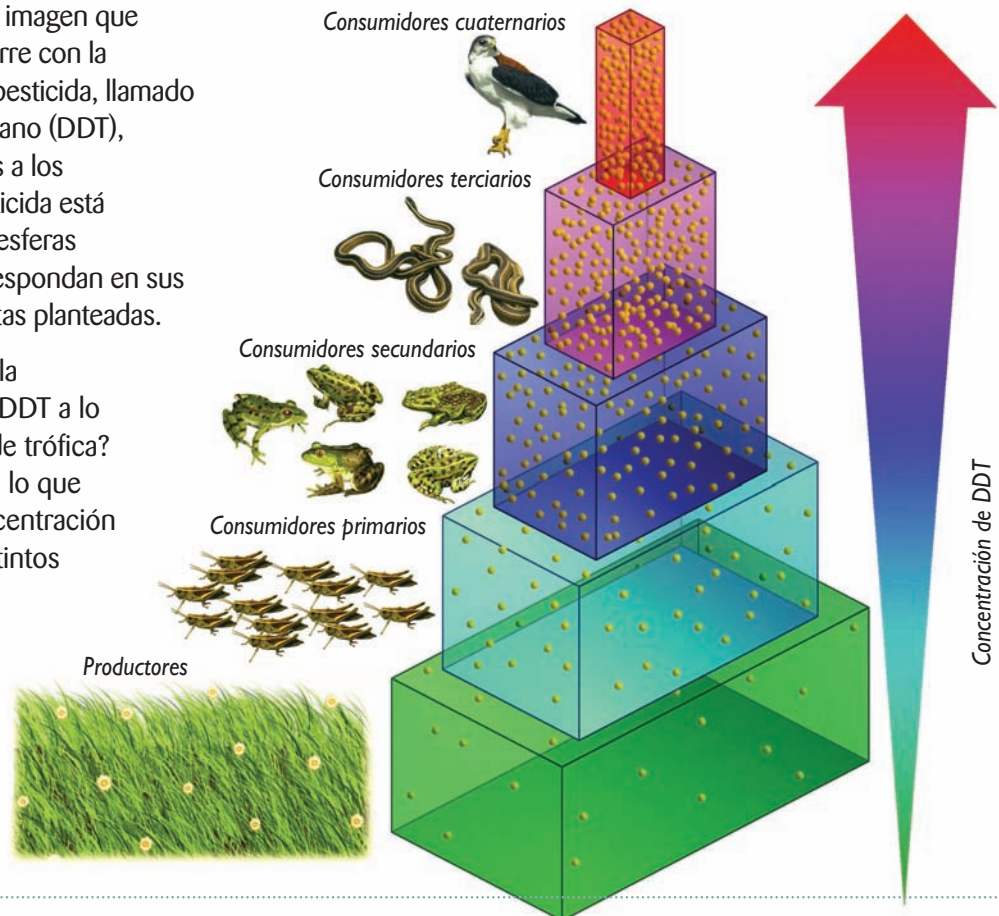
## 2.4 Transmisión de sustancias tóxicas en el ecosistema

ANALIZAR E INFERIR

### Actividad 16

En parejas, analicen la imagen que representa lo que ocurre con la concentración de un pesticida, llamado diclorodifeniltricloroetano (DDT), desde los productores a los consumidores. El pesticida está representado con las esferas anaranjadas. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

1. ¿Qué sucede con la concentración de DDT a lo largo de la pirámide trófica?
2. ¿Cómo explicarían lo que ocurre con la concentración de DDT en los distintos niveles tróficos?



Actividades humanas, como el empleo de pesticidas, la minería y la eliminación de aguas servidas en el océano u otros cursos de agua, pueden introducir al ambiente sustancias tóxicas que se transmiten a través de las redes tróficas de los ecosistemas. Como consecuencia, se produce el efecto de **amplificación biológica o bioacumulación**, que consiste en el **aumento de la concentración de los tóxicos no degradables en los tejidos de los organismos**, a medida que estos se alejan del nivel de los productores, lo que posiblemente dedujiste de la actividad anterior.

La acumulación se produce porque estas sustancias son difíciles o imposibles de eliminar una vez que han sido incorporadas por el organismo, y sus efectos son variables, pero siempre negativos. Esto es particularmente peligroso para los consumidores terciarios y cuaternarios, como los carnívoros y el ser humano, ya que cada vez que se alimentan van incorporando sustancias tóxicas en su cuerpo.

### A. Uso de DDT

El DDT es un pesticida que se comenzó a usar masivamente en el mundo, entre los años 50 y 60, cuando pareció ser la solución para controlar al mosquito que transmite la malaria y para eliminar las plagas de insectos que afectaban las cosechas de alimentos en el mundo, ya que millones de toneladas de cultivos se perdían anualmente por esta causa.

Al ser volátil, el DDT se dispersó hasta los polos, por acción del viento, contaminó los ríos, llegó a los océanos y se produjo una contaminación global. El DDT es liposoluble, lo que determina que se acumule en los tejidos grasos y en los músculos de los animales; en el caso de los mamíferos, también en su leche.

El DDT acumulado en los animales tiene un efecto neurotóxico y provoca infertilidad. Además, en las aves disminuye la absorción de calcio, provocando que sus huevos sean quebradizos y se rompan antes de que el polluelo eclosiona. Debido a esto, su uso ha sido prohibido en la mayoría de los países. En el caso de nuestro país, su uso está prohibido desde 1985.

### B. Metales pesados

Los metales pesados son elementos químicos con alta densidad, o con un elevado número o peso atómico, capaces de enfermar a organismos. Por ejemplo: cromo (Cr), plomo (Pb), arsénico (As) y mercurio (Hg).

El mercurio se acumula en el tejido adiposo y daña al sistema nervioso, su abundancia en el ambiente se ha incrementado producto de actividades humanas, como la minería o la quema de carbón en las plantas termoeléctricas. Las investigaciones han mostrado que mucha de la flora y fauna del mundo, y también los seres humanos, están expuestos a niveles altos de mercurio. Se ha observado que su acumulación en peces depredadores, como tiburones, atunes y peces espada, es suficientemente alta para causar daño a las personas que pudieran consumirlos, como cambios conductuales, pérdida de memoria y baja en el coeficiente intelectual.



### INTER@CTIVIDAD

En la página web señalada a continuación encontrarás información sobre la enfermedad de Minamata, causada por la acumulación de mercurio. Realiza una breve descripción de esta enfermedad en tu cuaderno, señalando sus síntomas y consecuencias.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad\\_de\\_Minamata](http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_de_Minamata)  
 (última visita, marzo de 2009).

Recientemente se ha encontrado DDT en aves de la Antártica, frente a lo cual los investigadores culpan al calentamiento global, que ha ocasionado el derretimiento de los hielos que almacenaban DDT desde hace décadas.

## EXPERIMENTO FINAL

# Incorporación de nitrato (salitre) y productividad primaria

Organícense en grupos, según las instrucciones de su profesor o profesora, y realicen la actividad propuesta. A través de ella trabajarán como lo hacen las científicas y científicos.

### A. Problema de investigación

Formulen un problema de investigación, relacionado con el título.

### B. Hipótesis

Definido el problema de investigación, planteen una hipótesis y escríbanla en sus cuadernos. Para ello, piensen en preguntas como: ¿cuál es la concentración de nitratos óptima para el desarrollo de un cultivo?; el enriquecimiento del suelo con nitrato, ¿producirá un aumento en la productividad primaria?; ¿qué especies vegetales aumentan en mayor medida su productividad al desarrollarse en un suelo rico en nitratos?; la productividad primaria de un cultivo, ¿aumenta en proporción directa a la cantidad de nitrato disponible en el suelo?

### C. Diseño experimental

En esta etapa deben formular el plan de trabajo que llevarán a cabo para poner a prueba la hipótesis planteada.

Incluyan los materiales y el procedimiento a realizar, además de la manera en que serán registrados los resultados (tablas, gráficos, esquemas, etcétera). Es importante que consideren que esta etapa puede consistir en la descripción de una actividad realizada, incluyendo los resultados obtenidos.

### D. Análisis de resultados y conclusiones

En esta etapa deben dar respuesta a preguntas formuladas para interpretar los resultados obtenidos. Para finalizar, deben formularse las conclusiones y algunas de las cuales deben estar directamente relacionadas con la hipótesis planteada.

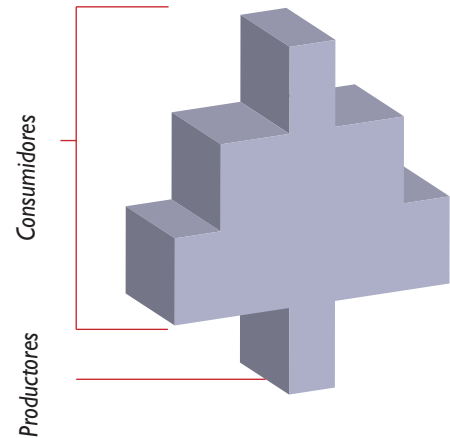
#### Conversemos

Comenten en torno a las siguientes preguntas.

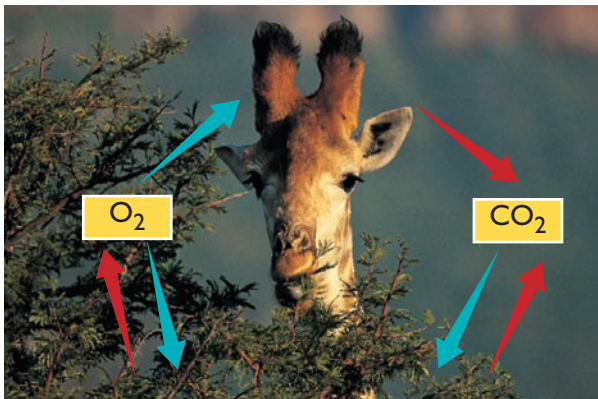
1. ¿Siguieron paso a paso la organización del proyecto de investigación?
2. ¿Participaron colaborativamente en el planteamiento del diseño experimental?
3. ¿Respetaron las ideas de sus compañeras y compañeros?

I. Observa la pirámide de número que se representa a continuación, y responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean.

1. ¿Qué nivel trófico presenta más organismos?, ¿cuál presenta menos?
2. ¿Cómo se podría explicar lo que sucede con los niveles tróficos representados en la pirámide? Explica usando un ejemplo.



II. Observa la fotografía y responde las preguntas planteadas.



1. ¿Qué ciclos se representan?
2. ¿Cuáles son los dos procesos principales mediante los cuales estos elementos circulan entre los seres vivos?
3. ¿Por qué se dice que los procesos que señalaste en la pregunta anterior se encuentran muy relacionados entre sí?

III. Responde en tu cuaderno.

1. ¿Qué importancia tiene el ciclo del fósforo para los seres vivos? Explica.
2. Usando un ejemplo, explica el proceso de amplificación biológica en la transmisión de sustancias tóxicas en el ecosistema.

### Aprendo mejor

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿De qué manera el análisis e interpretación de gráficos favorece tu aprendizaje?
2. ¿Qué temas te resultaron más fáciles de aprender?, ¿a qué lo atribuyes?
3. ¿Qué medidas llevaste a cabo para aprender los temas que te resultaron más complejos?

## La vida en ríos y lagos está en peligro por sobreabundancia de nutrientes

### Exploro

Para explicar cómo la sobreabundancia de nutrientes puede afectar a los seres vivos, consideraremos las condiciones de un ecosistema acuático, utilizando un lago como modelo. En un lago se reconocen tres zonas: **litoral, limnética y profunda**. La zona litoral es poco profunda, pues está a la orilla del lago, y en ella se encuentran plantas ribereñas, como totoras y junquillos, algas, y grupos de animales. Es la zona más productiva del lago, debido a la abundancia de luz y a los nutrientes que recibe desde la orilla. La zona limnética está alejada de la costa y su profundidad llega hasta donde la luz es capaz de penetrar. Es pobre en minerales, y en ella destaca la presencia de plancton y de peces de mayor tamaño. La zona profunda carece de luz, por lo que no presenta algas. En ella habitan bacterias descomponedoras, cuya actividad aporta abundantes minerales.

De lo anterior, podemos deducir que la luz y los nutrientes son los principales factores que determinan la vida en un lago. Según la disponibilidad de nutrientes, podemos distinguir: **lagos oligotróficos** y **lagos eutróficos**. Los lagos oligotróficos tienen pocos nutrientes y, por ende, pocos seres vivos. Como el plancton es escaso y no dificulta la entrada de luz, sus aguas son cristalinas, y al haber pocos sedimentos en descomposición en el fondo, existe abundante oxígeno disuelto. Esta condición es favorable para peces como truchas y carpas. Los lagos eutróficos reciben más nutrientes desde sus alrededores, especialmente fósforo. Por lo tanto, contienen mucho plancton que enturbia las aguas e impide que la luz penetre a mayores profundidades. En su fondo hay mucho sedimento que es descompuesto por bacterias aeróbicas que consumen oxígeno, por lo que este gas es menos abundante en la zona profunda.

Transcurridos miles o millones de años, los lagos oligotróficos, a medida que acumulan sedimentos en el fondo, comienzan a convertirse en eutróficos (eutrofización), pudiendo, posteriormente, dar origen a pantanos y, finalmente, a tierra seca.



Aunque parezca contradictorio que los seres vivos mueran porque aumenta la cantidad de nutrientes disponibles, debemos considerar que para que la existencia, distribución y abundancia de organismos en el ambiente oscile entre parámetros normales, es necesario que los factores ambientales también se mantengan dentro de ciertos límites, es decir, que prime el llamado “equilibrio ecológico”.

¿De qué manera el ser humano puede influir en el proceso de eutrofización? El proceso normal de eutrofización se ha acelerado, producto del vaciado de aguas servidas a los lagos, que contienen desechos orgánicos, especialmente fosfatos, que provienen, por ejemplo, de los detergentes de uso común y de fertilizantes que llegan al lago arrastrados por los cursos de agua que desembocan en él. Como consecuencia, al morir el plancton aumenta la cantidad de sedimentos nutritivos en el fondo, lo que provoca un aumento en la cantidad de bacterias descomponedoras aeróbicas del fondo. Producto de la actividad metabólica de estas, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el lago y las aguas se vuelven anaeróbicas. Esto provoca la muerte de los peces y de otros animales que habitan el lago. Asimismo, al agotarse el oxígeno, bacterias anaeróbicas fermentativas comienzan a descomponer los desechos del fondo.

En nuestro país, el fenómeno de eutrofización es evidente en lagos y lagunas, como el lago Villarica, la laguna Grande de San Pedro, la laguna de Aculeo y el lago Lanalhue. Factores como la deforestación, que acelera la erosión del suelo; el arrastre de minerales a los cursos de agua; el aumento poblacional; la utilización de fertilizantes y el incremento de aguas servidas, son algunas de las causas que están detrás del acelerado proceso de eutrofización de algunos de nuestros lagos y lagunas.

### Analizo

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son los principales factores ambientales que condicionan la presencia de vida en un lago? Explica.
2. ¿Qué distingue a un lago oligotrófico de uno eutrófico?
3. La eutrofización, ¿es un proceso natural?, ¿por qué?
4. ¿De qué manera la acción humana favorece la eutrofización de los lagos?
5. Haz un esquema para explicar los pasos del proceso de eutrofización.
6. ¿Cuáles son los efectos de la eutrofización en la biomasa y en la biodiversidad?

### Tomo una decisión

Lean la siguiente información, y luego comenten en torno a las preguntas planteadas.

*En agosto de 2008 se reunió una comisión formada por organismos públicos y privados de la Región del Biobío, con la intención de recabar información científica sobre el proceso de eutrofización que sufre el lago Lanalhue y buscar las soluciones pertinentes.*

1. ¿Estás de acuerdo con que se tomen medidas para frenar la eutrofización del lago Lanalhue?, ¿por qué?
2. ¿Crees que es apropiado realizar investigaciones de carácter científico y técnico antes de decidir qué medidas se deben tomar? Fundamenta.
3. ¿Consideras adecuado que organismos públicos y privados participen en la discusión y elaboración de propuestas? Explica.

### Informo a los demás

En parejas, hagan un papelógrafo explicando cómo las actividades humanas pueden acelerar el proceso de eutrofización, y las consecuencias de esto.

### Organismos autótrofos.

Sintetizan sus propios nutrientes, mediante quimiosíntesis o fotosíntesis.

### Ciclos del carbono y del oxígeno

La fotosíntesis y la respiración celular son dos procesos que permiten el flujo del carbono y del oxígeno en los ecosistemas.



### Ciclo del agua

Este compuesto, fundamental para la ocurrencia de las reacciones que permiten la vida, cicla gracias a los cambios de estado que experimenta.



### Ciclo del fósforo

El fósforo, que se encuentra principalmente en el suelo como fosfato inorgánico, forma parte de los ácidos nucleicos y de las proteínas, entre otras moléculas.

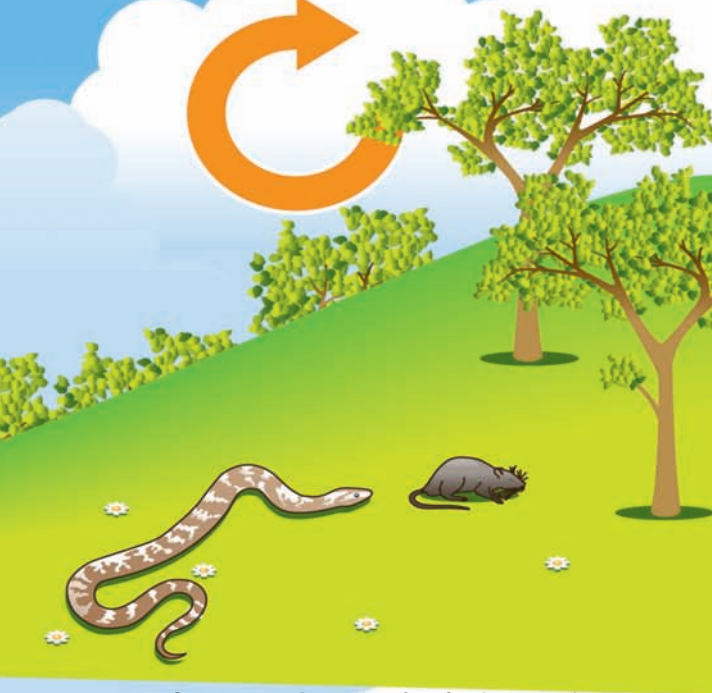


### Trabaja con la información

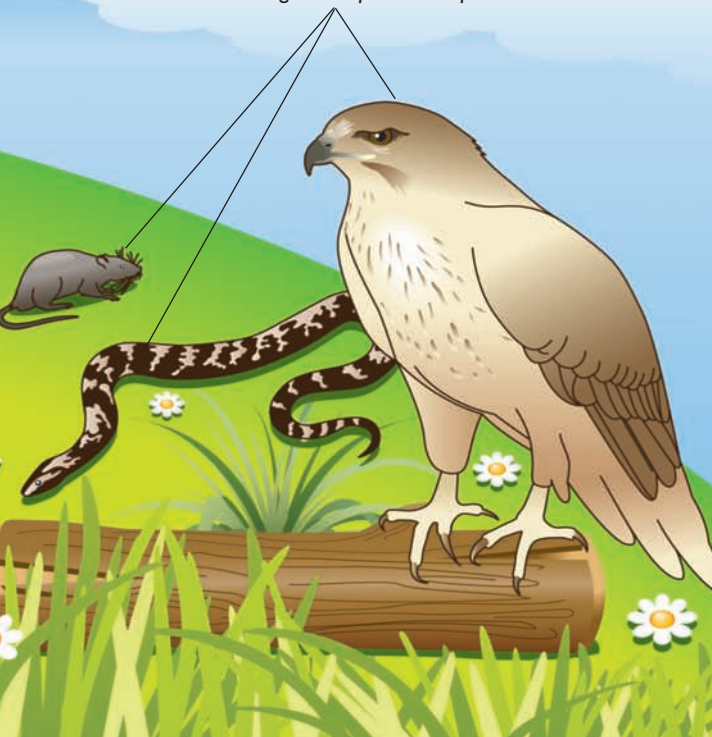
1. ¿Qué importancia tienen los flujos de materia y energía entre los niveles tróficos?
2. ¿Qué factores afectan la productividad de los ecosistemas?
3. ¿Qué importancia tienen los ciclos biogeoquímicos para los organismos?
4. ¿Qué consecuencias tiene la bioacumulación de sustancias como el DDT en los niveles tróficos?
5. ¿Qué papel tiene el ser humano en la conservación de los ecosistemas?

**Ciclo del nitrógeno**

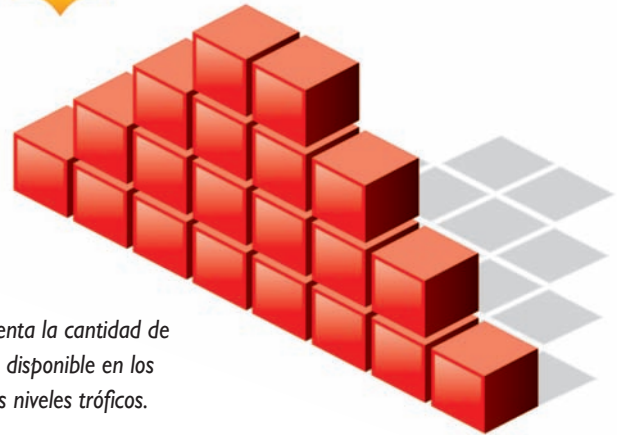
Este elemento, que es esencial para la formación de proteínas y material genético, es incorporado por los seres vivos gracias a distintas bacterias.



**Organismos heterótrofos.** Se alimentan de otros organismos, o de sus restos y desechos, obteniendo la energía química almacenada en los enlaces de las moléculas orgánicas que los componen.



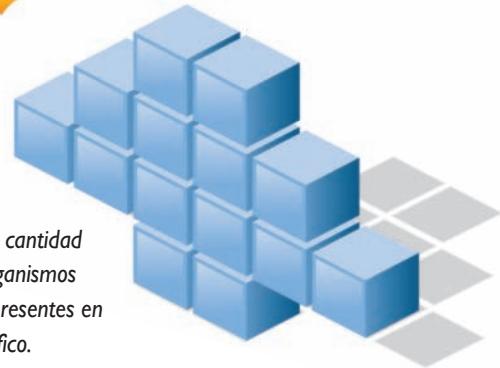
**Pirámide de energía**



Representa la cantidad de energía disponible en los distintos niveles tróficos.



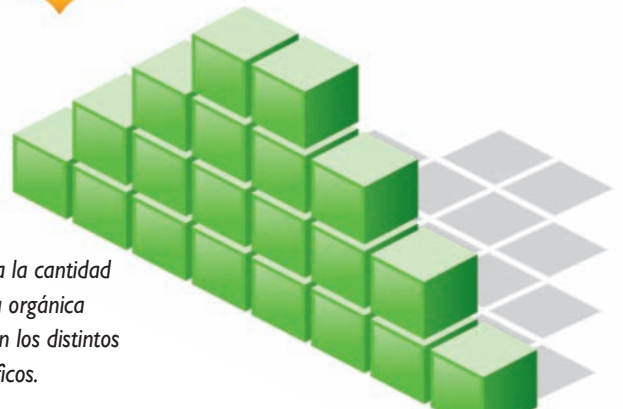
**Pirámide de número**



Representa la cantidad relativa de organismos individuales, presentes en cada nivel trófico.



**Pirámide de biomasa**



Representa la cantidad de materia orgánica presente en los distintos niveles tróficos.



**1926**

**Edgar Transeau** (1875-1960), destacado biólogo, botánico y ecólogo estadounidense, presenta la primera investigación sobre productividad de los cultivos. Transeau fue el primero en determinar la eficiencia de las plantas al transformar la energía lumínica del sol. De acuerdo a sus estudios, las plantas transforman un 1,6% de la energía recibida del sol en energía aprovechable, dato que posteriormente fue extrapolado a todas las plantas. Este límite de eficiencia determina la energía disponible en cualquier ecosistema y, por ende, el número de organismos que este puede sustentar.



**1945**

Se funda la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). La FAO conduce las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Al brindar sus servicios tanto a países desarrollados como a países en desarrollo, la FAO actúa como un foro neutral donde todos los países se reúnen en pie de igualdad para negociar acuerdos y debatir políticas. La Organización ayuda a los países en desarrollo y a los países en transición a modernizar y mejorar sus actividades agrícolas, forestales y pesqueras, con el fin de asegurar una buena nutrición para todos.



**1964**

Se funda el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). El INIA es la principal institución de investigación agropecuaria de Chile, dependiente del Ministerio de Agricultura. La misión del INIA, que se enmarca en la Política de Estado para la Agricultura, es generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad y calidad alimentaria de Chile, y responda competitiva y sustentablemente a los grandes desafíos de desarrollo del país. **(Fuente: [www.inia.cl](http://www.inia.cl)).**

### En el mundo...

- En 1929, una profunda crisis económica afecta al mundo, siendo Chile uno de los países más perjudicados, al colapsar las exportaciones de salitre y cobre.
- Entre 1939 y 1945 ocurre la Segunda Guerra Mundial, el conflicto armado más grande de la humanidad.



**Trabaja con la información**

1. ¿Qué importancia tienen las investigaciones de Edgar Transeau?
2. ¿Qué quiere decir que el INIA debe responder sustentablemente a los grandes desafíos de desarrollo del país?
3. ¿Qué importancia le atribuyes a las conferencias y convenios sobre el medioambiente, realizados por la ONU?, ¿cómo inciden en nuestro país?
4. ¿De qué manera los conflictos bélicos se contraponen con los objetivos de la FAO? Explica.

**1972**

Se realiza la Conferencia de Estocolmo, en la que países pertenecientes a la ONU proponen, por primera vez, una visión ecológica de las actividades de producción humana. Uno de los principios que se establecen es: "Principio 6. Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas y de otras materias y a la liberación de calor, en cantidades o concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas, para que no se causen daños graves o irreparables a los ecosistemas. Debe apoyarse la justa lucha de los pueblos de todos los países contra la contaminación" (Fuente: [www.pnuma.org/docamb/mh1972.php](http://www.pnuma.org/docamb/mh1972.php)).

**En el mundo...**

- En los años 70, predominan el conflicto árabe-israelí y la etapa final de la guerra de Vietnam.

**1992**

Se realiza, en Río de Janeiro, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. En el capítulo 19, que trata sobre la "gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y peligrosos", se señala: "En la agricultura, una manera de reducir los riesgos consiste en aplicar métodos de lucha integral contra las plagas que prevean el empleo de agentes de lucha biológica en lugar de plaguicidas tóxicos" (Fuente: [www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spc/hapter19.htm](http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spc/hapter19.htm)).

**2001**

Se celebra el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, que se centra en la eliminación de productos químicos peligrosos, como los bifenilos policlorados (BPD), las dioxinas y el DDT.

**En el mundo...**

- El período entre los años 2001 y 2010, ambos inclusive, ha sido declarado, por la ONU, como la Década Internacional por una Cultura de Paz y No-violencia para la Infancia en el Mundo.

**I. Lee y analiza cada pregunta, y escribe en tu cuaderno alternativa correcta.**

1. ¿Cuál de los eslabones de una cadena alimentaria debe presentar la mayor biomasa, a fin de mantener las relaciones tróficas del ecosistema?
- A. Herbívoros.
  - B. Carnívoros.
  - C. Productores.
  - D. Consumidores.
  - E. Descomponedores.

Fuente: DEMRE.

2. ¿De qué depende, principalmente, la productividad de un ecosistema?
- A. De la temperatura ambiental.
  - B. De la ausencia de depredadores.
  - C. De la ausencia de contaminación.
  - D. De la disponibilidad de sales minerales.
  - E. De la fijación de CO<sub>2</sub> por los productores.
3. Dentro de las acciones humanas que causan la alteración del equilibrio ecológico, ¿cuál de las siguientes **no** corresponde?
- A. Tala de bosques.
  - B. Quemadas para desmalezar.
  - C. Aceleración de los ciclos biogeoquímicos.
  - D. Reglamentar las emisiones de contaminantes.
  - E. Eliminación de depredadores de especies útiles para las personas.

Fuente: DEMRE.

4. Una industria arrojó a las aguas de un lago una sustancia contaminante. Transcurridas dos semanas, se investigó el efecto de esta contaminación, obteniéndose los resultados de la tabla. ¿Cuál de las siguientes conclusiones se sustenta, correctamente, a partir de los resultados?
- A. Las diferentes tramas tróficas del lago fueron afectadas de igual forma.
  - B. El nivel de contaminación aumenta a través de las cadenas tróficas del lago.
  - C. La contaminación observada en los consumidores se debió a la ingesta de agua.
  - D. Los consumidores primarios del lago son los más afectados por la contaminación.
  - E. La sustancia contaminante se encuentra solo en los elementos bióticos del ecosistema.

Fuente: DEMRE.

Muestra	Concentración del contaminante (unidades arbitrarias)
Agua	5
Fondo del lago	20
Gaviotas	3.000
Plantas acuáticas	300
Peces	1.000

## II. Copia la siguiente tabla en tu cuaderno y complétala.

Tipo de organismo	Cómo incorporan materia y energía	Ejemplo
Fotosintéticos		
Heterótrofos	Copia en tu cuaderno	
Quimiosintéticos		

## III. Lee y luego responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean.

Don Luis es un agricultor de la zona centro de nuestro país, que se dedica al cultivo de trigo. En su parcela de dos hectáreas tiene un cuarto de hectárea (2.500 m<sup>2</sup>) sembrada con plantas de trigo.

Para conocer la productividad de su cultivo, durante el año 2009 le pidió ayuda a un grupo de investigadores, quienes determinaron que las plantas produjeron una cantidad de azúcar equivalente a 45.000 Kcal.



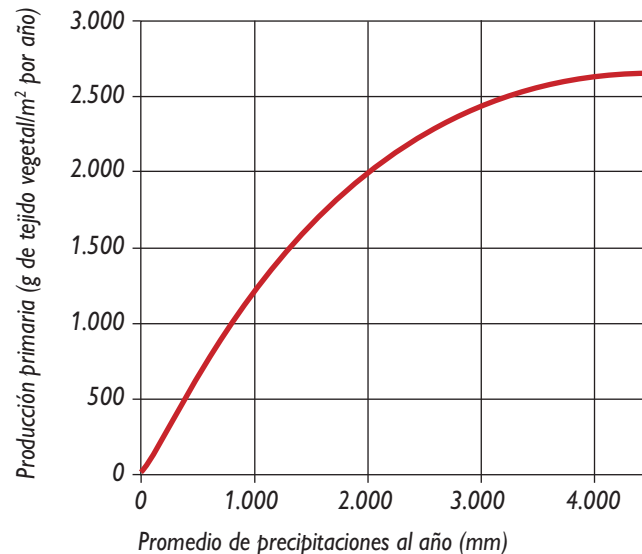
1. ¿Cuántos kilogramos de azúcar produjeron las plantas? Recuerda que un gramo de azúcar contiene cuatro kilocalorías.
2. ¿Cuál es la Productividad Primaria Bruta (PPB) del cultivo?
3. ¿Cómo puede determinarse la Productividad Primaria Neta (PPN) del cultivo?
4. ¿Qué factores inciden en la productividad de un ecosistema?

## IV. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Qué importancia tiene el ciclo del nitrógeno para los seres vivos? Fundamenta.
2. ¿En qué consiste el fenómeno de amplificación biológica? Explica.
3. ¿Qué es la eutrofización?, ¿cuáles son sus causas y consecuencias?

V. A partir del gráfico, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

1. ¿Qué título le pondrías al gráfico?
2. ¿Qué sucede con la productividad a medida que se incrementan las precipitaciones?
3. ¿Qué otros factores podrían afectar la productividad primaria? Explica mediante ejemplos.



### LO QUE AHORA SÉ

Ahora que has terminado de estudiar la unidad, te invitamos a que respondas nuevamente las preguntas de la sección *Lo que sé*, de la página 141. Después, responde:

1. ¿Qué cambios tuvieron tus nuevas respuestas respecto de las iniciales?
2. ¿A qué atribuyes la mejora de tus respuestas? Explica.

Te invitamos a que contestes otras preguntas.

1. ¿Qué diferencia existe entre los flujos de materia y energía en un ecosistema?
2. ¿Cómo se construyen las pirámides de biomasa y de energía?
3. ¿De qué factores depende la productividad de un ecosistema?
4. ¿Por qué los organismos consumidores sufren más daño que los productores si existe una sustancia tóxica no degradable en el ambiente?
5. ¿Cuáles son las causas del aceleramiento de la eutrofización en ríos, lagos y lagunas del mundo?

En tu cuaderno, responde las preguntas de la sección *Lo que me gustaría saber* (página 141). Si hay algunas que no puedas contestar a partir de lo que has aprendido en la unidad, revisa nueva bibliografía y contéstalas en tu cuaderno.

## PROYECTO

# Fabricación de compost

### Objetivos:

- Producir compost, que es un sustrato económico para el crecimiento vegetal, mediante el empleo de material orgánico de desecho.
- Emplear compost para mejorar el crecimiento de vegetales del colegio o de los alrededores.

### Procedimiento:

Organícense como curso, según las indicaciones de su profesora o profesor, y realicen la siguiente actividad.

1. Junto con su profesora o profesor, busquen un sector de la escuela con tierra, en el que no exista demasiado tránsito.
2. Consigan que uno o más apoderados, hagan un hoyo de 1 m<sup>3</sup> en el sector elegido. Rodeen el sector con un cordel y hagan carteles informativos para comunicar al resto de la comunidad educativa la finalidad de su trabajo.
3. Para hacer el compost, consigan desechos orgánicos (cáscaras, hojas, papel, ramas, restos de comida). Utilizando guantes, rompan y trituren los desechos, dejándolos de un tamaño entre 1 y 5 cm, y colóquenlos en el hoyo, de modo que no queden apretados. Si están demasiado secos, es conveniente que los mojen para darles la humedad necesaria.
4. Al interior del agujero, los organismos descomponedores provenientes de la tierra, degradarán la materia orgánica. Al ocurrir esto, la temperatura comenzará a aumentar, hasta alcanzar los 50° ó 60 °C. Es **fundamental** mover constantemente el compost, para que se mantenga aireado, y humedecerlo en forma periódica.
5. Cuando su profesora o profesor les indique que el compost está listo, pueden emplearlo directamente como sustrato para el crecimiento vegetal, o agregarlo como suplemento al suelo donde estén creciendo vegetales. Esto pueden hacerlo en el colegio o en sus hogares. La textura, composición y capacidad de retención de humedad del compost, son muy favorables para el desarrollo vegetal.



### Aprendo mejor

Reflexiona en torno a las siguientes preguntas. Luego, respóndelas en tu cuaderno.

1. ¿Qué contenido te resultó fácil aprender?, ¿a qué piensas que se debe?
2. ¿Qué contenido te fue difícil aprender?, ¿cómo lo hubieras aprendido más fácilmente?
3. ¿Cuál es el aporte de tu texto en la adquisición de tus aprendizajes? Fundamenta.
4. ¿Por qué es importante que conozcas de qué maneras te resulta más fácil aprender? Explica.

# Solucionario

## Unidad 1 La célula, unidad básica de los seres vivos

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 21)

#### Ítem I:

1. Porque el agua no puede sostener los elementos, que representan los organelos, dándoles cierta estabilidad. Debido a esto es que la presencia del citoesqueleto es fundamental para la estructura espacial y el anclaje de los organelos celulares.
2. Respuesta variable. Los ejemplos deben incluir las siguientes ideas:
  - La célula es la unidad estructural de los seres vivos.
  - La célula es la unidad funcional de los seres vivos.
  - Toda célula proviene de una preexistente.
3. No debiera haber cloroplastos, porque en la raíz no se realiza fotosíntesis.

#### Ítem II:

En célula eucarionte (animal y vegetal): núcleo, mitocondrias, retículo endoplasmático (liso y rugoso), aparato de Golgi.

En la intersección: membrana plasmática, citoplasma, material genético, ribosomas.

En célula procarionte: mesosoma, nucleoide, pared celular (de distinta composición química), cápsula.

#### Ítem III:

Tipo de célula	Estructuras y organelos presentes solo en ellas	Función de estas estructuras y organelos
Vegetal	Pared celular. Cloroplasto. Vacuola central.	Rigidez y resistencia. Fotosíntesis. Turgencia y depósito de agua y sustancias de desecho.
Animal	Centríolos.	Movimiento de estructuras en la célula. Se le atribuye la formación del huso mitótico durante la división celular.

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 39)

#### Ítem I:

Reacción	Catabólica	Anabólica	Requiere energía	Produce energía
A		X	X	
B	X			X
C		X	X	
D	X			X

**Ítem II:**

Características	Biomoléculas orgánicas			
	Glúcidos	Lípidos	Proteínas	Ácidos nucleicos
Composición química	CHO	CHO	CHO N y S	CHONP
Nombre del monómero*	Monosacárido	————	Aminoácidos	Nucleótidos
Nombre del polímero*	Polisacárido	————	Proteína o polipéptido	Ácidos nucleicos
Función en la célula	Estructural. Uso energético a corto plazo.	Estructural. Hormonal. Reserva energética a largo plazo.	Estructural. Hormonal. Enzimática. Inmunológica. Estructural. Transporte.	Información genética. Síntesis de proteínas.

(\* si corresponde)

**EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 47)****Ítem I:**

1. Cada célula se especializa en una función específica, y así cada parte del cuerpo se especializa en funciones determinadas.
2. En las estructuras que se encuentran en él, es decir, en los organelos y los complejos macromoleculares, como los ribosomas, ya que su presencia y grado de desarrollo implica una especialización celular.
3. Gracias a su forma la célula puede desempeñar mejor su función. Las neuronas, por ejemplo, en su función de ser transmisoras de la información nerviosa, poseen prolongaciones y son alargadas.
4. Los lisosomas, ya que ellos son los encargados de la digestión intracelular de estructuras dañadas, sustancias nutritivas y nocivas.

**Ítem II:**

Es un tejido, ya que muestra un conjunto de células de forma similar.

**Ítem III:**

Respuesta variable.

## EVALUACIÓN FINAL (PÁGINAS 54 A 56)

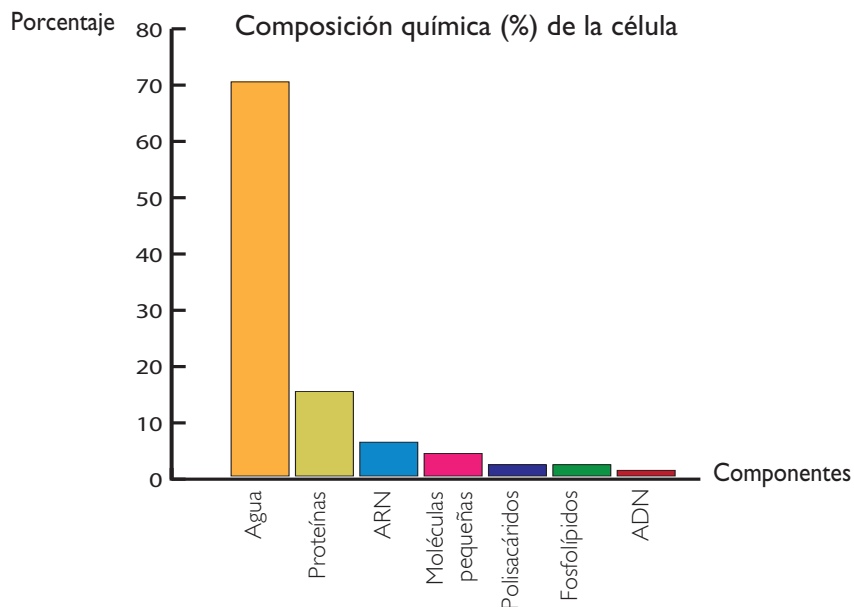
### Ítem I:

1 - C; 2 - A; 3 - E; 4 - B; 5 - D.

### Ítem II:

- 1.a. La temperatura óptima de la amilasa salival es 37 °C, aproximadamente, ya que a esa temperatura la enzima presenta su máxima actividad.
- 1.b. Se relaciona con el hecho de que 37 °C es la temperatura normal de nuestro cuerpo.
- 1.c. El pH óptimo de la tripsina es alrededor de 8 (básico), ya que a este pH presenta su máxima actividad.

2.a.



Los dos componentes más abundantes de la célula son el agua y las proteínas.

- 2.b. Sí, porque la universalidad química de la vida postula que todos los seres vivos (células) están hechos de los mismos componentes, en proporciones similares.

### Ítem III:

1. Verificar si se usa o produce ATP, y si se elaboran o simplifican macromoléculas.
2. Respuesta abierta. Una posible respuesta es: mientras la rana experimenta metamorfosis, sus células experimentan el proceso de diferenciación celular, para cumplir una función determinada. Estas células se agrupan en tejidos, los que a su vez forman órganos, y estos, sistemas. El conjunto de sistemas constituye el cuerpo completo de la rana, es decir, el organismo.

# Solucionario

## Unidad 2 Interacción célula-ambiente

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 67)

#### Ítem I:

Biomolécula	Nombre	Características
A	Fosfolípido	Molécula anfipática que forma la bicapa de la membrana.
B	Glucoproteína	Glúcidos unidos a proteínas.
C	Glucolípido	Glúcidos unidos a fosfolípidos.
D	Proteína integral	Su principal función es el transporte de sustancias.
E	Proteína periférica	Actúan como receptoras de señales, y como enzimas.

#### Ítem II:

1. Intercambio de sustancias, recepción y emisión de señales.
2. No podría interactuar con las sustancias del medio interno y externo. Por ende, estas sustancias no podrían ingresar o salir de la célula, según sus necesidades.

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 77)

#### Ítem I:

1. El transporte pasivo no utiliza energía, en cambio el transporte activo, sí.
2. El tipo de sustancia del que se trate. Debe ser pequeña y apolar.
3. Porque son moléculas muy grandes, que no caben por las otras estructuras de la membrana.
4. El gasto de ATP destinado al transporte disminuiría si estuvieran bloqueadas las proteínas transportadoras que realizan transporte activo (requieren energía para su funcionamiento); si estuvieran bloqueadas las que intervienen en el transporte pasivo, el gasto de ATP no variaría.

#### Ítem II:

Tipo de transporte	Descripción
Difusión facilitada por proteínas de canal.	Transporte pasivo a través de proteínas, en el que la partícula transportada, generalmente un ion, no interactúa con ellas.
Difusión facilitada por proteínas transportadoras.	Transporte pasivo a través de proteínas, en el que la partícula transportada, generalmente un monómero, interactúa con ellas.

#### Ítem III:

1. La sustancia se encuentra más concentrada en el citoplasma.
2. Las partículas son transportadas desde el citoplasma hacia el medio extracelular.
3. El transporte ocurre a través de una proteína de canal.

## Solucionario Unidad 2

4. De un ion, ya que estas moléculas, por lo general, son transportadas por proteínas de canal.
5. Es a favor del gradiente de concentración, ya que las partículas se mueven desde donde la sustancia está más concentrada (citoplasma) hacia donde lo está menos (medio extracelular).
6. La célula no requiere energía, porque el transporte por proteínas de canal es pasivo.
7. Transporte facilitado por proteínas de canal.
8. Cuando se alcance la isotonicidad, es decir, cuando la concentración de la sustancia sea igual en el citoplasma y en el medio extracelular.

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 85)

#### Ítem I:

1. El principal mecanismo de transporte del agua es la osmosis (transporte pasivo). En la osmosis, el agua se moviliza a favor del gradiente de concentración, a través de proteínas de canal, llamadas aquaporinas.
2. La crenación es la reducción de volumen de los glóbulos rojos (células animales), cuando se encuentran en un medio hipertónico con respecto al citoplasma. Esto conlleva que el agua se movilice desde el medio intracelular hacia el extracelular.  
La citólisis consiste en la destrucción de los glóbulos rojos, producto del aumento excesivo de su volumen. Esto ocurre cuando las células animales se encuentran en medios muy hipotónicos con respecto a su citoplasma, lo que implica que el agua ingrese masivamente al interior de la célula, ocasionando el aumento del volumen y la consecuente “explosión” de esta.
3. El medio en el que se introdujo la medusa es hipotónico. El agua se moverá hacia el interior de las células de la medusa, porque el agua se moviliza desde donde está más concentrada hacia donde lo está menos.
4. No es un buen modelo, porque para representar el fenómeno de la osmosis, los dos compartimentos que se encuentran separados por una membrana semipermeable deben tener diferente concentración de solutos.
5. El nivel del agua aumentará en B, debido a que el agua se moverá desde el medio hipotónico (A) al hipertónico (B), es decir, desde donde se encuentra más concentrada hacia donde está menos concentrada.

#### Ítem II:

1. El medio extracelular es hipertónico, porque tiene una mayor concentración de soluto.
2. Aquaporina, que es la proteína de canal que participa en la osmosis.
3. El volumen de la célula vegetal disminuirá, fenómeno denominado plasmólisis.

**EVALUACIÓN FINAL (PÁGINAS 92 A 94)****Ítem I:**

1 - B; 2 - D; 3 - C; 4 - E; 5 - A; 6 - A.

**Ítem II:**

1. No habría cambio de volumen notorio, ya que como las aquaporinas están bloqueadas, no se produciría movimiento masivo de agua.
- 2.a. Transporte activo, porque se utiliza ATP (energía).
- 2.b. Proteínas (bomba).
- 2.c. Los iones se encuentran más concentrados al interior de la célula, porque el transporte es en contra del gradiente de concentración.
3. Porque la fagocitosis es un transporte en masa (endocitosis) y, por lo tanto, es activo, es decir, requiere energía (ATP).

**Ítem III:**

1. La sustancia se encuentra más concentrada en el medio extracelular.
2. La sustancia se está transportando de manera pasiva, ya que se mueve a favor del gradiente de concentración.
3. Transporte pasivo a través de proteína de canal.

**Ítem IV:**

1. En la fotografía A las células están turgentes, y en B, plasmolizadas.
2. Debido a que su pared celular es rígida, prácticamente no cambia de forma al disminuir o aumentar el volumen del citoplasma.
3. En ambas se evidencia transporte de agua, porque hay cambios en el volumen celular.
4. Osmosis, porque hubo cambios en el volumen de la célula.
5. El medio en el que se encuentran las células de la fotografía A es hipotónico, y en el que se encuentran las de la fotografía B, hipertónico.

# Solucionario

## Unidad 3 Fotosíntesis y relaciones alimentarias

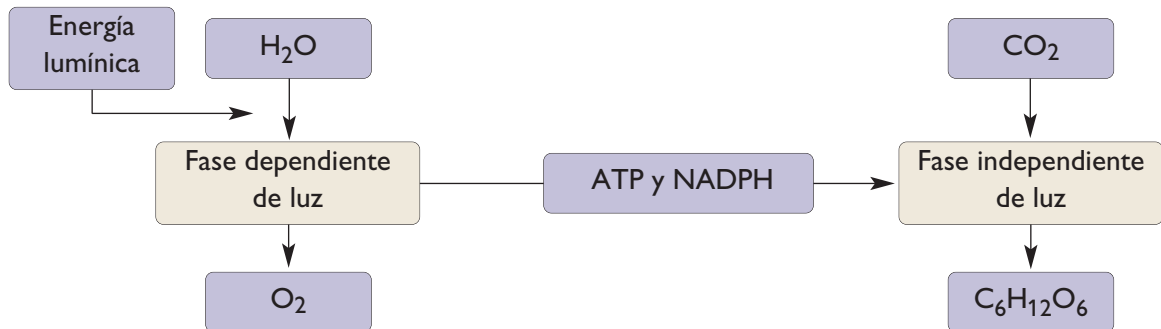
### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 107)

#### Ítem I:

1. Falso. En el ciclo de Calvin ocurre la formación de glucosa.
2. Falso. Los estomas son los poros presentes en la superficie de las hojas, u otras estructuras vegetales, en las que ocurre el intercambio de gases entre el interior y el exterior.
3. Verdadero.
4. Falso. La fase dependiente de luz se inicia en el fotosistema II.
5. Falso. La molécula de oxígeno se origina a partir de la de agua.
6. Verdadero.
7. Verdadero.
8. Falso. La fotosíntesis es un proceso de tipo endergónico, ya que utiliza energía.
9. Verdadero.

#### Ítem II:

1.



- Fase dependiente de luz. En el fotosistema II, los pigmentos antena captan la energía lumínica, la que es conducida hacia el centro de reacción, compuesto por una molécula de clorofila. En este momento, la energía lumínica rompe la molécula de agua y, a partir de esto, se genera una cadena de transporte de electrones. La energía lumínica estimula el fotosistema I y, finalmente, se generan moléculas de ATP y NADPH.
  - Fase independiente de luz. En esta ocurre el ciclo de Calvin, en el que las moléculas de CO<sub>2</sub> entran al ciclo y, mediante la utilización de ATP y NADPH, se generan moléculas de glucosa.
2. La secuencia correcta es:
- a. La energía lumínica es conducida por el complejo antena hacia el centro de reacción.
  - c. La clorofila del centro de reacción del fotosistema II es estimulada por la energía lumínica.
  - e. Ocurre la fotólisis del agua.
  - d. Se estimula el fotosistema I.
  - b. Se forma el NADPH.

## EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 113)

**Ítem I:**

1. Respuesta variable. El título debe relacionar correctamente las tres variables implicadas en el gráfico. Un posible título es: Relación entre la concentración de  $\text{CO}_2$  y la tasa fotosintética, a diferentes temperaturas.
2. La tasa fotosintética tiende a aumentar a medida que aumenta la concentración de  $\text{CO}_2$ , pero, a partir de cierto nivel de concentración, se mantiene estable. Esto se debe a que la planta está realizando el proceso de fotosíntesis en su nivel óptimo y máximo.
3. La diferencia se debe a que la temperatura es un factor que, en general, a medida que es mayor, produce un aumento en la tasa fotosintética.

**Ítem II:**

1. Disminuye la fotosíntesis, porque la cantidad de agua disponible es menor. Producto de esto, los estomas se cierran y no entra dióxido de carbono a la planta.
2. En las plantas más bajas aumenta la fotosíntesis, porque reciben más luz solar (energía lumínica).
3. Aumenta la fotosíntesis, debido a la mayor disponibilidad de  $\text{CO}_2$  (salvo que este sobrepase el nivel óptimo).
4. La fotosíntesis tiende a aumentar porque, al haber una disponibilidad constante de luz, este proceso se realiza permanentemente.

**Ítem III:**

Posibles ventajas y desventajas, para completar la tabla:

Ventajas de la intervención humana en el aumento de la tasa fotosintética.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor productividad de los organismos fotosintéticos.</li> <li>- Se pueden obtener productos vegetales en zonas poco aptas para el cultivo.</li> <li>- Mayor disponibilidad de alimentos para los animales del ecosistema.</li> <li>- Mayor disponibilidad de oxígeno para el ambiente (por ejemplo, en la forestación).</li> </ul>
Desventajas de la intervención humana en el aumento de la tasa fotosintética.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso excesivo de recursos, como los combustibles.</li> <li>- Contaminación y efectos perjudiciales para el medioambiente.</li> <li>- Pérdida potencial de la biodiversidad.</li> </ul>

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 129)

#### Ítem I:

- Trama trófica. Representación de las diferentes relaciones alimentarias de un ecosistema.
- Productores. Organismos autótrofos.
- Cadena alimentaria. Representación simplificada y secuencial de las transferencias...
- Descomponedores. Organismos que degradan la materia orgánica...
- Consumidores. Organismos que obtienen sus nutrientes alimentándose de otros seres vivos.

#### Ítem II:

1. La disminución de los productores ocasionaría que la cantidad de materia y energía disponible para los consumidores y descomponedores sea menor.
2. El aumento de consumidores primarios ocasionaría la disminución de la cantidad de productores y también aumentaría la cantidad de materia y energía disponible para los organismos de niveles tróficos superiores.
3. Porque hay consumidores que se alimentan tanto de productores como de consumidores primarios. Por ejemplo, los animales omnívoros.

#### Ítem III:

1. Productor: plantas vasculares. Consumidor primario: insectos, aves, camélidos y roedores.  
Consumidor secundario: aves, anfibios, reptiles.
2. Si las poblaciones de insectos disminuyen bruscamente, disminuiría la cantidad de alimentos disponible para los diferentes consumidores que se alimentan de ellos, como los anfibios y también provocaría un aumento en los organismos productores, porque no habrían insectos que se alimentaran de ellos y por lo tanto existiría mayor cantidad de alimento disponible para las aves y los camélidos.
3. A que las aves poseen diferentes fuentes de alimentación.
4. Se puede reintroducir la especie degradada (reptiles).

### EVALUACIÓN FINAL (PÁGINAS 136 A 138)

#### Ítem I:

1 - A; 2 - B; 3 - D.

#### Ítem II:

1. Los organismos: 8 (fuentes de alimento: 4, 5 y 6) y 14 (fuentes de alimento: 9, 11 y 13).
2. En la red trófica B, ya que los organismos 8 morirían por falta de alimento.
3. Respuesta abierta. Un posible ejemplo es: aumentar la cantidad de especies vegetales.

#### Ítem III:

1. Es posible que aumente la población de ratones, lo que podría afectar los cultivos de trigo. Esto ocurre porque se rompe el equilibrio representado en esta cadena alimentaria, ya que al eliminar al consumidor secundario, cierta cantidad de ratones no estarían siendo depredados.
2. Respuesta abierta.

# Solucionario

## Unidad 4 Transferencia de materia y energía en los seres vivos

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 157)

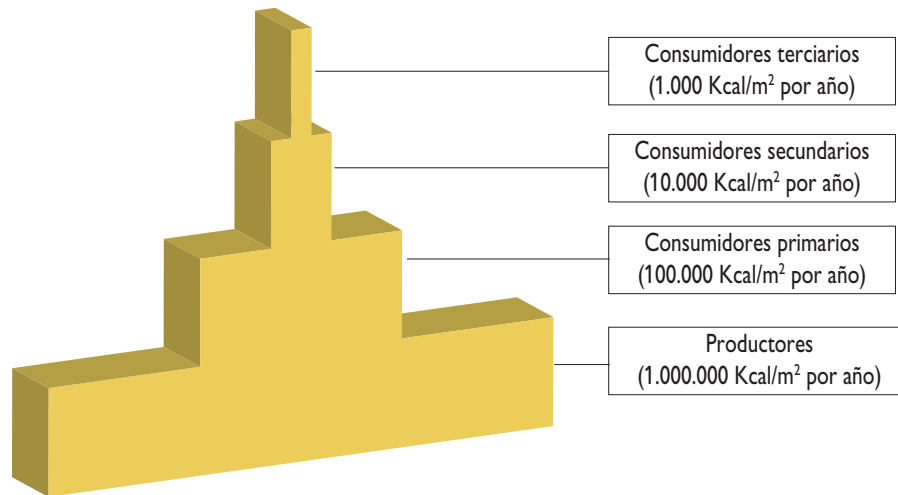
#### Ítem I:

1. El caballo obtiene energía química de los alimentos que consume. Los vegetales obtienen energía lumínica desde el ambiente.
2. Los organismos, al transformar la energía, pueden reparar tejidos, crecer, desarrollarse, reproducirse.

#### Ítem II:

1. Productores: árboles, arbustos y hierbas; consumidores primarios: insectos herbívoros y roedores; consumidores secundarios: arañas, lagartijas; y consumidores terciarios: mamíferos carnívoros y aves rapaces. Entonces, en los productores hay 1.000.000 Kcal/m<sup>2</sup> por año; en los consumidores primarios, 100.000 Kcal/m<sup>2</sup> por año; en los consumidores secundarios, 10.000 Kcal/m<sup>2</sup> por año; y en los consumidores terciarios, 1.000 Kcal/m<sup>2</sup> por año.

2.



#### Ítem III:

1. Respuesta variable.
2. Respuesta variable. En la explicación puedes incluir procesos como la erosión del suelo, la lluvia ácida, el efecto invernadero, la deforestación, entre otros.

### EVALUACIÓN DE PROCESO (PÁGINA 173)

#### Ítem I:

1. El nivel de los consumidores primarios incluye más organismos, mientras que el de los productores y consumidores terciarios, menos.
2. Porque las pirámides de número consideran la cantidad de individuos de cada nivel, no su biomasa o energía. Debido a esto, un solo organismo productor puede sostener a varios consumidores. Por ejemplo, un arbusto puede alimentar a varios individuos herbívoros y estos, a su vez, a un número mayor o menor de depredadores.

## Solucionario Unidad 4

### Ítem II:

1. Los ciclos del carbono y del oxígeno.
2. Fotosíntesis y respiración celular.
3. Porque la fotosíntesis y la respiración celular permiten el flujo del carbono y del oxígeno en los ecosistemas. En estos procesos, los reactantes de uno corresponden a los productos del otro, y viceversa.

### Ítem III:

1. El ciclo del fósforo es importante para los seres vivos, ya que este elemento forma parte de los ácidos nucleicos, de las proteínas, de moléculas que almacenan energía en las células y de aquellas que forman sus membranas. Además, está presente en minerales que forman parte de los huesos.
2. El fenómeno de amplificación biológica consiste en el aumento de la concentración de sustancias tóxicas en los últimos eslabones de las cadenas tróficas, debido a que estas son difíciles de degradar o de eliminar, y son traspasadas de un organismo a otro. Por ejemplo, el mercurio que llega al océano puede ser incorporado por el fitoplancton, luego por el zooplancton que lo consume. Pasa después a los invertebrados y peces pequeños que lo acumulan en sus tejidos. Finalmente, los grandes peces depredadores, al alimentarse de presas con mercurio en sus tejidos, acumulan una mayor concentración de este metal, sufriendo daños. Si el ser humano consume estos grandes peces, experimentará también los efectos de la amplificación biológica.

## EVALUACIÓN FINAL (PÁGINAS 180 A 182)

### Ítem I:

1 - C; 2 - E; 3 - D; 4 - B.

### Ítem II:

Tipo de organismo	Cómo incorporan materia y energía	Ejemplo
Fotosintéticos	Utilizan dióxido de carbono para sintetizar nutrientes orgánicos, como glúcidos, proteínas, lípidos y vitaminas. Utilizan energía lumínica para formar moléculas con enlaces de alta energía (NADPH y ATP). Durante la fase oscura, estas moléculas son oxidadas y la energía liberada es utilizada en el ciclo de Calvin para formar glucosa.	Respuesta variable. Deben ser plantas, algas, protozoos fotosintéticos o bacterias fotosintéticas.
Heterótrofos	Obtienen, de los organismos que se alimentan, o de sus restos y desechos, las moléculas orgánicas que serán su fuente de carbono y de energía. La energía la obtienen al romperse los enlaces que mantienen unidos a los átomos de estas moléculas.	Respuesta variable. Deben ser organismos consumidores o descomponedores.
Quimiosintéticos	Usan moléculas inorgánicas, como el sulfuro de hidrógeno, como fuente de energía química para sintetizar moléculas orgánicas.	Respuesta variable. Bacterias quimiosintéticas.

**Ítem III:**

1. Las plantas produjeron 11,25 kilogramos de azúcar ( $45.000 \div 4.000$ ).
2. La Productividad Primaria Bruta (PPB) del cultivo es 18 Kcal/m<sup>2</sup> por año ( $45.000 \div 2.500$ ).
3. Calculando la diferencia entre la Productividad Primaria Bruta y el gasto energético que se produce en el proceso de respiración celular ( $PPN = PPB - \text{respiración celular}$ ).
4. Los factores que inciden en la productividad de un ecosistema son: intensidad lumínica, temperatura, disponibilidad de agua y de dióxido de carbono.

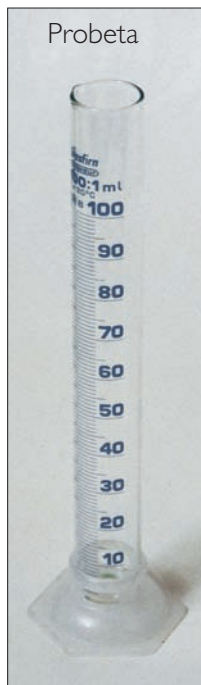
**Ítem IV:**

1. La continuidad del ciclo del nitrógeno permite que los seres vivos lo incorporen a su organismo. Esto es vital, ya que este elemento forma parte de moléculas biológicas, como las proteínas y los ácidos nucleicos.
2. La amplificación biológica consiste en la acumulación de sustancias tóxicas en niveles crecientes, a medida que se asciende en la cadena trófica. Esto se debe a que ciertas sustancias tóxicas, como el DDT y los metales pesados, no son degradados por los organismos ni tampoco eliminados de su cuerpo, por lo que al ser consumidos la sustancia tóxica pasa al siguiente nivel trófico.
3. La eutrofización es un proceso natural que consiste en la conversión de un lago, laguna o río oligotrófico en eutrófico. La causa de esto es el aumento de nutrientes disponibles para los organismos productores, especialmente minerales, como el fosfato. Consecuencias de este proceso son el aumento de la biomasa y la disminución de la biodiversidad del lago para, gradualmente, convertirse en un pantano y tierra seca al cabo de cientos o millones de años. La eutrofización se ha convertido en un serio problema ambiental, debido a su aceleración por la acción humana.

**Ítem V:**

1. Respuesta variable. Un posible título es: Efecto de las precipitaciones en la productividad vegetal.
2. A medida que se incrementan las precipitaciones, la productividad vegetal también aumenta hasta un punto en que se mantiene constante.
3. Respuesta abierta. Los ejemplos deben estar relacionados con otros factores que afectan la productividad primaria, como: la intensidad lumínica, y la disponibilidad de agua y de CO<sub>2</sub>.

## Medidas de seguridad para el trabajo en el laboratorio



### 1. Material de laboratorio

Material	Utilidades
Bisturí	Realizar cortes histológicos (de tejido) para observarlos al microscopio. Hacer disecciones.
Cápsula de Petri	Contener material y hacer cultivos orgánicos.
Gotario	Vaciar líquidos de un recipiente a otro, gota a gota.
Gradilla	Apoyar tubos de ensayo, que sirven para disolver, calentar y hacer reaccionar sustancias en cantidades pequeñas.
Mechero	Calentar sustancias.
Pipeta	Medir pequeños volúmenes de líquidos, con bastante precisión, y trasladarlos de un recipiente a otro.
Portaobjetos	Montar preparaciones microscópicas, que se cubren con cubreobjetos.
Probeta	Medir volúmenes de líquidos y trasladarlos de un recipiente a otro.
Trípode	Soporte para el material que se va a calentar, sobre el que se coloca una rejilla que lo protege del fuego.
Vaso de precipitado	Medir volúmenes de líquidos. Preparar, disolver y calentar sustancias.
Pinzas	Afirmar el tejido al realizar cortes histológicos y disecciones.
Tubos de ensayo	Mezclar y calentar pequeñas cantidades de sustancias.
Rejilla de asbesto	Se ubica sobre el trípode para sostener y proteger del fuego directo el material de vidrio que se va a calentar con el mechero.

## 2. Medidas de seguridad

El trabajo en el laboratorio debe ser riguroso, ya que de eso depende el éxito de las actividades que realices en él. Para ello, es importante que conozcas una serie de medidas que te ayudarán a que tu trabajo experimental sea satisfactorio y seguro.

### A. Recomendaciones generales

Entre las recomendaciones que debes tener presentes en cualquier actividad experimental, están:

- Escucha atentamente las indicaciones de tu profesora o profesor.
- Lee con atención el procedimiento que debes seguir. Si tienes dudas, acláralas antes de comenzar a trabajar.
- Usa siempre cotona o delantal, para evitar que tu ropa se manche.
- Mantén limpio y ordenado tu lugar de trabajo.
- Nunca manipules material de laboratorio sin autorización de tu profesor o profesora.
- Si usas el pelo largo, mantenlo recogido, y evita el uso de bufandas, collares, pulseras, u otros elementos que puedan enredarse con los materiales de trabajo.
- Nunca corras o juegues en el laboratorio.
- No consumas alimentos, ya que pueden contaminarse con sustancias presentes en el laboratorio.
- Asegúrate de que en el laboratorio haya un botiquín de primeros auxilios, y un extintor.
- Antes de salir del laboratorio, lava prolijamente tus manos, con abundante agua y jabón.

### B. Manipulación de material de vidrio

Gran parte del material que hay en el laboratorio es de vidrio, como los tubos de ensayo, los vasos de precipitado y las probetas. Al usarlos, considera las siguientes medidas:

- El vidrio es frágil, por lo que los instrumentos hechos con este material debes usarlos cuidadosamente, para que no se rompan.
- Antes de usar cualquier instrumento de vidrio, asegúrate de que no esté trizado o quebrado, para evitar cortes. Si encuentras un material en malas condiciones, avísale a tu profesora o profesor, para que lo remplace.



- Evita forzar el material de vidrio. Si vas a introducir un tapón, u otro material a presión, a un tubo de ensayo o un matraz, por ejemplo, usa guantes.
- No expongas material de vidrio directamente a la llama del mechero, sin la autorización de tu profesor o profesora. Si tienes que hacerlo, hazlo como se te indique, y cuidadosamente.
- El material de vidrio tarda en enfriarse y presenta el mismo aspecto que el vidrio frío. Si has calentado algún material de vidrio, ponlo en un lugar seguro, y avísales a tus compañeros y compañeras para que no lo tomen.

### C. Manipulación de material cortopunzante

El uso de material cortopunzante, como el bisturí, requiere de un cuidadoso manejo, ya que puede ocasionar cortes. Al usar este tipo de material, ten presentes las siguientes medidas:

- Usa material cortopunzante solo cuando tu profesora o profesor lo indique, y nunca juegues ni corras con él en tus manos, para evitar accidentes.
- Mantén el material cortopunzante en un lugar visible, y cuando dejes de ocuparlo, guárdalo en un lugar seguro.

### D. Trabajo con calor

Al trabajar en el laboratorio, muchas veces tendrás que utilizar fuentes de calor, como el mechero. Dada la peligrosidad que implica esto, recuerda las siguientes medidas preventivas:

- Cuando trabajes con una fuente de calor, ubícala al centro del mesón, y alejada de sustancias inflamables, incluyendo tu ropa y tu cabello.
- Utiliza pinzas de madera para tomar cualquier material que expongas o que hayas expuesto al calor.
- Nunca calientes instrumentos en mal estado o que no sean resistentes a altas temperaturas.
- Cuando calientes una sustancia en un tubo de ensayo, hazlo por los costados, agitando suavemente el contenido. Además, asegúrate de que la boca del tubo no apunte hacia ti o hacia alguna compañera o compañero.
- Nunca calientes frascos totalmente cerrados.
- Apaga bien la fuente de calor cuando termines de usarla. Si esta emplea gas como combustible, asegúrate de cerrar bien la llave de paso.



### E. Manipulación de reactivos y sustancias químicas

Antes de trabajar con sustancias químicas y reactivos, es importante que conozcas los símbolos de advertencia que pueden tener. La tabla que aparece a continuación muestra los símbolos de peligrosidad, su significado y las precauciones que debes tener al manipular sustancias químicas o reactivos que los posean.

Símbolo	Significado (abreviación)	Precaución
	Nocivo (Xn)	Estas sustancias pueden provocar graves daños a la salud, por inhalación, ingestión o absorción cutánea. Evita cualquier contacto con tu cuerpo.
	Tóxico (X)	Sustancias que pueden tener consecuencias mortales, por lo que deben manipularse bajo estrictas medidas de seguridad. Evita todo contacto con tu cuerpo.
	Irritante (Xi)	Estas sustancias pueden producir inflamaciones en la piel y mucosas. Nunca las inhales y evita cualquier contacto con tus ojos y piel.
	Corrosivo (C)	Sustancias que dañan la piel. Al usarlas, emplea guantes e indumentaria apropiada. Evita todo contacto con tus ojos y piel, y nunca las inhales.
	Comburente (O)	Estas sustancias reaccionan fuertemente con otras, sobre todo si son inflamables, y dificultan la extinción de incendios. Evita todo contacto con sustancias combustibles.
	Inflamable (F)	Sustancias que pueden inflamarse y luego continuar quemándose o permanecer incandescentes. Manténlas alejadas de chispas, fuego y fuentes de calor.
	Explosivo (E)	Estas sustancias reaccionan liberando energía y pueden explotar. Cuando trabajes con ellas, evita choques, fricción, formación de chispas, fuego y la acción del calor.
	Peligro para el ambiente (N)	Sustancias que pueden afectar los ecosistemas, alterando su equilibrio natural. Deben eliminarse bajo las condiciones adecuadas, según sea el caso.

Al usar sustancias químicas y reactivos, ten presentes las siguientes medidas de seguridad:

- Lee siempre las etiquetas de los frascos que los contienen.
- Nunca los pruebes y evita todo contacto con tu piel y tus ojos.
- Nunca los mezcles sin que tu profesora o profesor lo indique, ya que pueden reaccionar peligrosamente. Tampoco intercambies las tapas de los recipientes que los contienen, y usa distintas pipetas para trasvasarlos.
- No devuelvas al recipiente original los restos de sustancias químicas o reactivos, aunque no hayan sido utilizados.
- Para eliminar los restos de sustancias químicas o reactivos, sigue las indicaciones de tu profesor o profesora. Nunca viertas sustancias químicas directamente al desagüe.



#### F. Medidas de seguridad al trabajar con microorganismos

Al trabajar con caldos y medios de cultivo sólidos, es importante evitar riesgos de contaminación con microorganismos que pueden ser dañinos para la salud. Para ello, es importante aplicar medidas preventivas, como:

- Usa cotona o delantal, y lleva el cabello recogido, si lo tienes largo.
- Mantén el lugar de trabajo limpio y ordenado, y límpialo usando algún antiséptico, como el alcohol.
- No consumas alimentos o bebidas.
- Al inicio y al término de la actividad, lava bien tus manos con agua y jabón. Idealmente, seca tus manos con papel absorbente.
- Al manipular tubos o placas, con caldos o medios de cultivo, respectivamente, limpia periódicamente tus manos, de preferencia con alcohol.
- Mantén el mechero encendido cuando manipules los caldos o medios de cultivo de los tubos o las placas, respectivamente, ya que el fuego constituye un buen medio físico para la eliminación de agentes patógenos.



### 3. Qué hacer en caso de accidentes

En caso de cualquier accidente, lo primero que debes hacer es avisarle a tu profesora o profesor, y nunca actuar por iniciativa propia para controlar la situación, ya que esta podría empeorar. No obstante, es importante que conozcas algunas medidas que se deben seguir, en diferentes situaciones, como las descritas a continuación.

### A. Herida cortante

- Lavar la herida con abundante agua, por unos 10 minutos.
- Si la herida es pequeña y deja de sangrar, después de lavarla hay que desinfectarla. Para ello es aconsejable usar un algodón impregnado con agua oxigenada al 3%, y luego cubrirla con una venda o un apósito, sin presionar demasiado la herida. Si la herida es grande y no deja de sangrar, se necesita asistencia médica urgente.

### B. Quemadura con sustancias calientes

- Poner la zona afectada bajo el chorro de agua fría, durante 5 a 10 minutos, aproximadamente.
- Si la zona afectada es muy grande o tiene mal aspecto, requiere atención médica inmediata.

### C. Quemadura con ácidos

- Lavar la zona afectada con abundante agua. Posteriormente, aplicar una disolución de bicarbonato de sodio al 5%, durante 10 a 15 minutos. Otra opción es lavar la zona afectada con una solución diluida de una base débil, como amoníaco al 5%.

### D. Quemadura con bases

- Lavar la zona afectada con abundante agua. Luego, aplicar una solución diluida de ácido bórico al 2 %, o ácido acético al 1 %. Después secar, cubrir la parte afectada y vendar (**Fuente:** [www.quimicaweb.net/ciencia/paginas/laboratorio/auxilios.html](http://www.quimicaweb.net/ciencia/paginas/laboratorio/auxilios.html)).

**Nota:** si la base o el ácido con el que se toma contacto es en forma de polvo, debe cepillarse en seco la piel. Luego, hay que lavar toda la superficie cutánea afectada, con abundante agua corriente. Para que la irrigación sea más efectiva, esto debe efectuarse durante los primeros 15 minutos desde ocurrido el accidente, en el caso de los ácidos, y hasta una hora después, en el caso de las bases; específicamente, hasta que la víctima tenga sensación de alivio, con reducción del ardor, prurito o dolor (**Fuente:** Piñeros J.L. y otros. *Quemaduras químicas*. En: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/cuadcir/v16n1/art05.pdf>).

### E. Salpicadura o contacto de sustancias químicas con los ojos

- Lavar con abundante agua, durante 10 a 15 minutos.

### F. Incendio de ropa

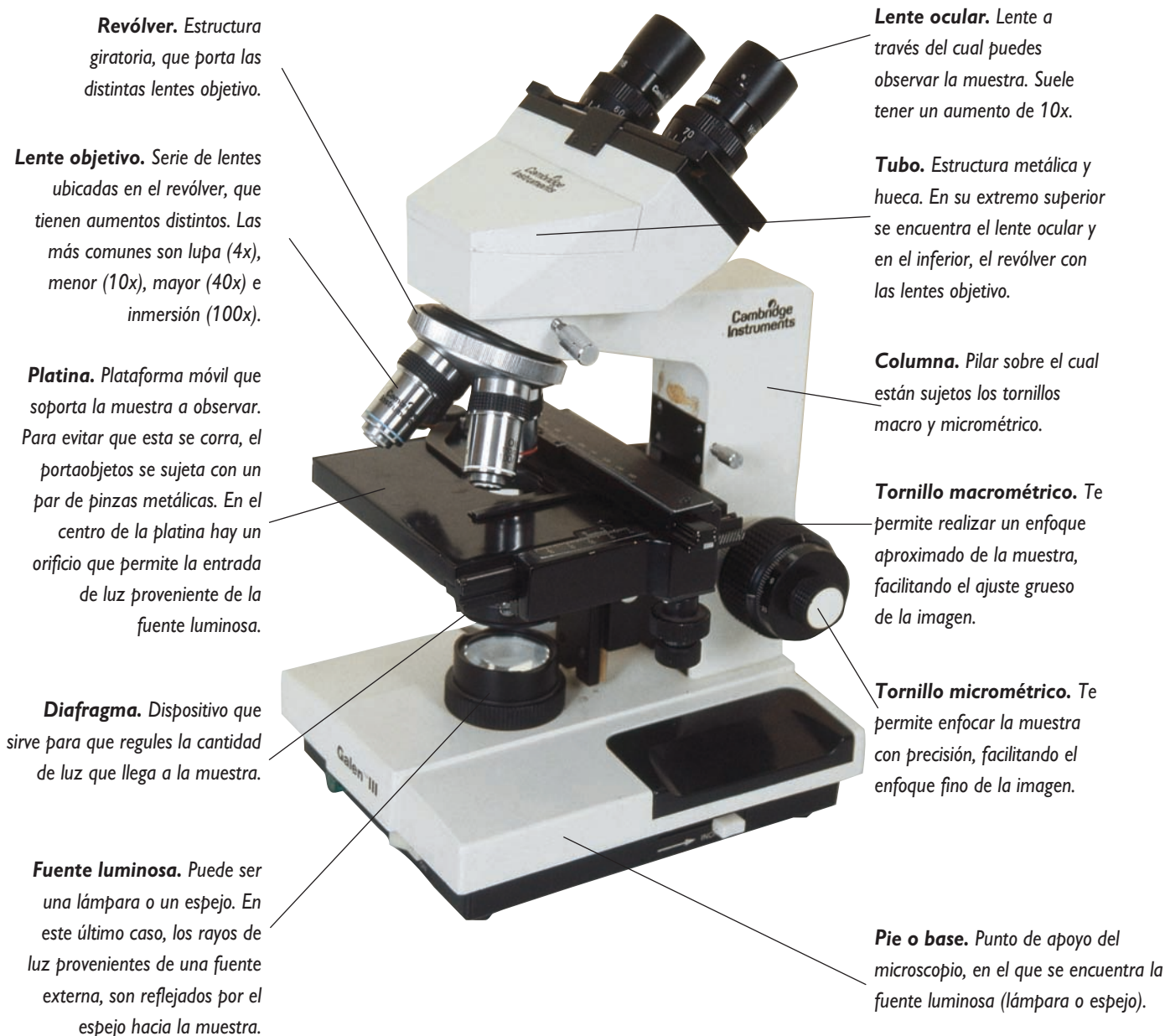
- Cubrir a la persona con una manta, o hacerla rodar por el piso.
- Es importante no correr, para evitar la expansión del fuego.

# Anexo 2

## Uso del microscopio óptico y preparación de muestras y medios de cultivo

### 1. El microscopio

El microscopio óptico es una herramienta de trabajo muy importante en ciencias, ya que le ha permitido al ser humano conocer el maravilloso mundo microscópico, y la estructura de las unidades funcionales y estructurales de todos los seres vivos: las células. Sin embargo, la utilización del microscopio requiere conocer sus partes y funcionamiento, además de cómo se usa. No olvides que es un instrumento delicado.



### ¿Cómo utilizar el microscopio óptico?

Estas indicaciones te permitirán manipular correctamente el microscopio.

1. Coloca el microscopio sobre una superficie sólida y firme (mesa o mesón), de manera que quede estable. Nunca lo dejes al borde de tu mesa de trabajo. En lo posible, evita trasladarlo de un lugar a otro y, si tienes que hacerlo, con una mano tómallo de la columna y, con la otra, sostenlo del pie.
2. Enchufa el microscopio y enciende la fuente luminosa, si corresponde. Procura siempre dejar el cable de toma de poder a la vista. Abre el diafragma para permitir el paso de la luz, coloca la muestra sobre la platina y sujétala con la pinza, asegurándote de que quede bien puesta y sobre la abertura que permite el paso de la luz. Evita tocar las lentes o la muestra, ya que puedes dañarlas o ensuciarlas. Si las lentes o la muestra están sucias, pídele a tu profesora o profesor que te ayude a limpiarlas. No actúes por iniciativa propia.
3. Comienza enfocando con el objetivo de menor aumento, generalmente es la lupa (4x). Con el tornillo macrométrico sube lentamente la platina mientras observas por la(s) lente(s) ocular(es), hasta que logres enfocar la muestra. Esto lo debes hacer con mucho cuidado, para evitar que la lente rompa la muestra. Para lograr mayor nitidez, utiliza el tornillo micrométrico, girándolo lentamente. Para explorar la muestra, utiliza los tornillos que están debajo de la platina, los que permiten moverla.
4. Una vez observada la muestra con el objetivo de menor aumento, gira el revólver para cambiar al aumento que sigue (10x). Para hacer esto la imagen debe estar casi enfocada, de modo que con el tornillo micrométrico puedas lograr nuevamente la nitidez. Si al cambiar de objetivo se pierde por completo la imagen, tienes que volver al objetivo anterior y enfocar nuevamente tu muestra. Luego de esto puedes cambiar el aumento. Es importante que siempre gires el revólver en el mismo sentido, para ver la muestra de menor a mayor tamaño.
5. Es importante que lleves un registro de tus observaciones. Una forma de hacerlo es dibujar lo que observas y registrar anotaciones importantes, como el aumento, el tipo de muestra, los colorantes utilizados (si corresponde), o alguna observación que quieras añadir.
6. Cuando termines de usar el microscopio debes dejarlo en estado de reposo, es decir, de la forma en que quedará guardado para una próxima utilización. Para esto, retira la muestra de la platina, apaga la fuente luminosa, gira el revólver hasta el objetivo de menor aumento, baja la platina hasta el tope, desenchufa el microscopio y enrolla el cable en el pie, si corresponde, y ponle la funda de protección, si es que tiene.



## 2. Preparaciones microscópicas

La preparación de muestras microscópicas requiere conocer algunas técnicas básicas, que dependen del tipo de preparación que se va a realizar.

### 2.1 Preparaciones líquidas

Las muestras se toman con un gotario, y se colocan 2 ó 3 gotas sobre el portaobjetos. Luego, la preparación se cubre con un cubreobjetos (ver **fotografía 1**), y se retira el exceso de líquido colocando un trozo de papel absorbente en uno de los extremos de la muestra (ver **fotografía 2**).

### 2.2 Preparaciones sólidas

Se disuelve una pequeña cantidad de la muestra en agua destilada, y se deja reposar por unos minutos. Luego, con un gotario, se colocan 2 ó 3 gotas sobre el portaobjetos, y se cubre la preparación con el cubreobjetos. Finalmente, se retira el excedente de la muestra con papel absorbente.

### 2.3 Preparaciones de tejido vegetal

Con un bisturí, cuidadosamente se corta una delgada lámina de la parte del vegetal que se quiere observar, de modo que esta sea casi transparente. La muestra se coloca sobre el portaobjetos y se le agregan unas gotas de agua. Finalmente, se cubre la preparación con el cubreobjetos y se retira el agua excedente con papel absorbente.

### 2.4 Preparaciones de tejido animal

Estas muestras son más complejas de obtener, y los procedimientos que se emplean varían según lo que se quiere observar. Las muestras frescas de tejido pueden hacerse sin tinción y con tinción (colorantes).

En el caso de la **preparación al fresco sin tinción**, la muestra se coloca en el centro de un portaobjetos, se le agregan unas gotas de agua, se cubre con un cubreobjetos, y se retira el excedente de líquido con papel absorbente.

La **preparación al fresco con tinción** puede hacerse de dos formas:

- a. Con un gotario, se coloca una gota de colorante sobre el portaobjetos y se ubica la muestra sobre ella. Luego, se cubre la muestra con el cubreobjetos y se retira el exceso de colorante usando papel absorbente.
- b. Se coloca la muestra sobre el portaobjetos, se le agregan unas gotas de agua, se cubre con un cubreobjetos, y se retira el exceso de agua con papel absorbente. Luego, con un gotario, se pone una gota de colorante en el extremo de la preparación, justo donde termina el cubreobjetos (ver **fotografía 3**). Finalmente, el exceso de colorante se saca con papel absorbente.

## Cómo elaborar un informe de una actividad experimental

Las actividades experimentales representan una parte fundamental en el aprendizaje de las ciencias, especialmente de las ciencias biológicas. Un informe de laboratorio sirve para registrar y comunicar los resultados del trabajo realizado, y requiere de ciertas características para que cumpla su o sus objetivos.

A continuación te presentamos las partes que debes considerar al elaborar un informe de laboratorio. Si bien la mayoría de estas deben estar presentes, algunas de ellas pueden ser innecesarias, según las características del informe.

### A. Portada

La portada del informe debe incluir:

- a. **Título.** En el título del informe debe quedar claro lo que se pretende comunicar a través de él.
- b. **Autores.** Son la o las personas que realizaron la actividad, y que se hacen responsables de toda la información presente en el informe. Sus nombres deben ir en orden alfabético, por apellidos.

Además, es importante señalar la institución a la que pertenecen los autores, en este caso, la escuela, y el nombre de la profesora o profesor. También se puede incluir la fecha y otros datos que se consideren pertinentes.

### B. Desarrollo

Esta parte del informe debe considerar:

- a. **Introducción.** Corresponde a una presentación de lo que se ha hecho. En ella, por lo general, se incluye una breve descripción general del trabajo realizado, su importancia y aplicaciones. Si es el caso, deben señalarse las reacciones químicas, fórmulas, y expresiones matemáticas inherentes a la actividad desarrollada.

En la introducción se deben establecer los objetivos generales de la actividad realizada. Los objetivos están relacionados con los resultados y las conclusiones. Al formularlos, es importante plantearse una o más preguntas que serán contestadas al realizar la actividad. Además, pueden incluirse objetivos procedimentales (\*). Por ejemplo:

Escuela Antártica de Chile

### Informe de laboratorio: Relación entre la masa corporal de una rata y la secreción de hormona del crecimiento

Autores:

- Cristián Barahona G.
- Emilia Flores F.
- Vicente González O.
- Antonia Santander V.

Profesora: Andrea Vergara R.

Fecha: 03 de abril de 2010.

### Objetivos:

- Reconocer la relación existente entre la masa corporal y la secreción de hormona del crecimiento.
- Manipular correctamente material de laboratorio (\*).

**b. Problema de investigación.** Es la pregunta a partir de la cual se orienta la actividad experimental. Un problema de investigación debe permitir su verificación mediante la experimentación, y expresar las relaciones existentes entre las variables que influyen en la ocurrencia del fenómeno.

Por ejemplo, para el problema: ¿Qué ocurre con la masa corporal de una rata si aumenta la secreción de hormona del crecimiento?, es posible distinguir las siguientes variables:

- **Variable independiente:** es aquella que puede ser modificada. En el ejemplo corresponde a la secreción (inyección) de hormona del crecimiento.
- **Variable dependiente:** es la que es observada o medida y, por tanto, no puede ser modificada. En el ejemplo es la masa de las ratas.

**c. Hipótesis.** Una hipótesis es una respuesta tentativa al problema planteado, es decir, una posible explicación a la relación existente entre las variables. Una hipótesis se formula ante una situación observada, basándose en investigaciones previas relacionadas con el problema a estudiar. Desde este punto de vista se puede establecer que las investigaciones científicas no surgen de la nada y tampoco parten de cero.

Para el ejemplo, una posible hipótesis es: la masa corporal de una rata inyectada con hormona del crecimiento aumentará proporcionalmente al tiempo transcurrido.

**d. Diseño experimental.** Una vez formulada la hipótesis y delimitadas las variables, se debe contrastar la hipótesis por medio de la experimentación. La experimentación incluye:

- **Control de variables:** en una investigación el control de variables es fundamental, ya que permite descubrir los factores que afectan el resultado de un experimento. Por esto es necesario identificar las variables independientes y dependientes involucradas en el problema de investigación.
- **Materiales:** son todos los recursos necesarios para realizar la actividad experimental.

**Por ejemplo:** dos ratas del mismo sexo, masa, edad, estado de salud; dos jeringas; suero fisiológico; hormona del crecimiento; balanza.

- **Procedimiento:** corresponde a los pasos que deben seguirse en el desarrollo de la actividad, los que tienen que estar descritos de manera clara y ordenada.

**Por ejemplo:**

1. Se consiguieron dos ratas de 20 g cada una. A una de ellas (rata experimental) se le inyectó, durante 500 días, 10 cc de hormona del crecimiento. A la otra (rata control), la misma cantidad de suero fisiológico.
2. Se midió la masa corporal de ambas ratas, cada 50 días.

- **Resultados:** es el detalle de las observaciones, mediciones y datos obtenidos a partir de la experimentación. Para ello se usan tablas, gráficos, esquemas, dibujos, entre otros.

- e. **Análisis de resultados y conclusiones.** Un informe de laboratorio debe incluir, además de los resultados obtenidos, la correspondiente interpretación y discusión de estos, para poder elaborar las respectivas conclusiones.

A partir de los resultados obtenidos en la experimentación, se debe decidir si la hipótesis formulada al inicio de la investigación se acepta o se rechaza, y también se deben señalar, brevemente, los aspectos que permiten aceptarla o rechazarla.

- f. **Bibliografía.** Es la referencia al material bibliográfico consultado. Se incluyen también las direcciones de los sitios webs visitados.

Al señalar los textos empleados, deben incluirse, separados por comas:

- Nombre del o los autores (apellido separado de la inicial del nombre por una coma).
- Título del libro (en negrita o cursiva).
- Editorial.
- Número de la edición (si es la primera, puede omitirse).
- Ciudad (o país).
- Año.

**Por ejemplo:**

- Guyton, A. y Hall, J., *Tratado de Fisiología Médica*, McGraw-Hill Interamericana, 9ª edición, México, 1997.

Es importante considerar que las partes descritas para la elaboración de informes de laboratorio debe complementarse con una buena presentación. Por ejemplo: hojas ordenadas, limpias, letra clara y legible.

La cantidad de páginas que debe tener un informe de laboratorio es variable. Por lo general, en una va la portada; en otra página, la introducción e hipótesis; en otra, el diseño experimental; una o dos para los resultados y análisis de estos; una página para las conclusiones y bibliografía. En resumen, alrededor de seis o siete páginas.

Día	Masa rata control (g)	Masa rata experimental (g)
50	72	149
100	141	228
150	183	271
200	198	308
250	218	337
300	225	382
350	227	391
400	226	419
450	228	447
500	226	481

- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B., *Biología, La vida en la Tierra*, Pearson Educación, 8ª edición, México, 2008.
- Colinvaux, P., *Por qué son escasas las fieras*, Ediciones Orbis, Buenos Aires, 1985.
- Margalef R., *Ecología*, Ediciones Omega, Barcelona, 1998.
- Miller, K, y Levine, J., *Biología*, Pearson Prentice Hall, 5ª edición, EE.UU., 2004.
- Purves W. et al., *Life: The Science of Biology*, Sinauer Associates, 5ª edición, EE.UU., 1997.
- Solomon, E., Berg, L. et. al., *Biología de Villee*, McGraw-Hill Interamericana Editores, 4ª edición, México, 1998.