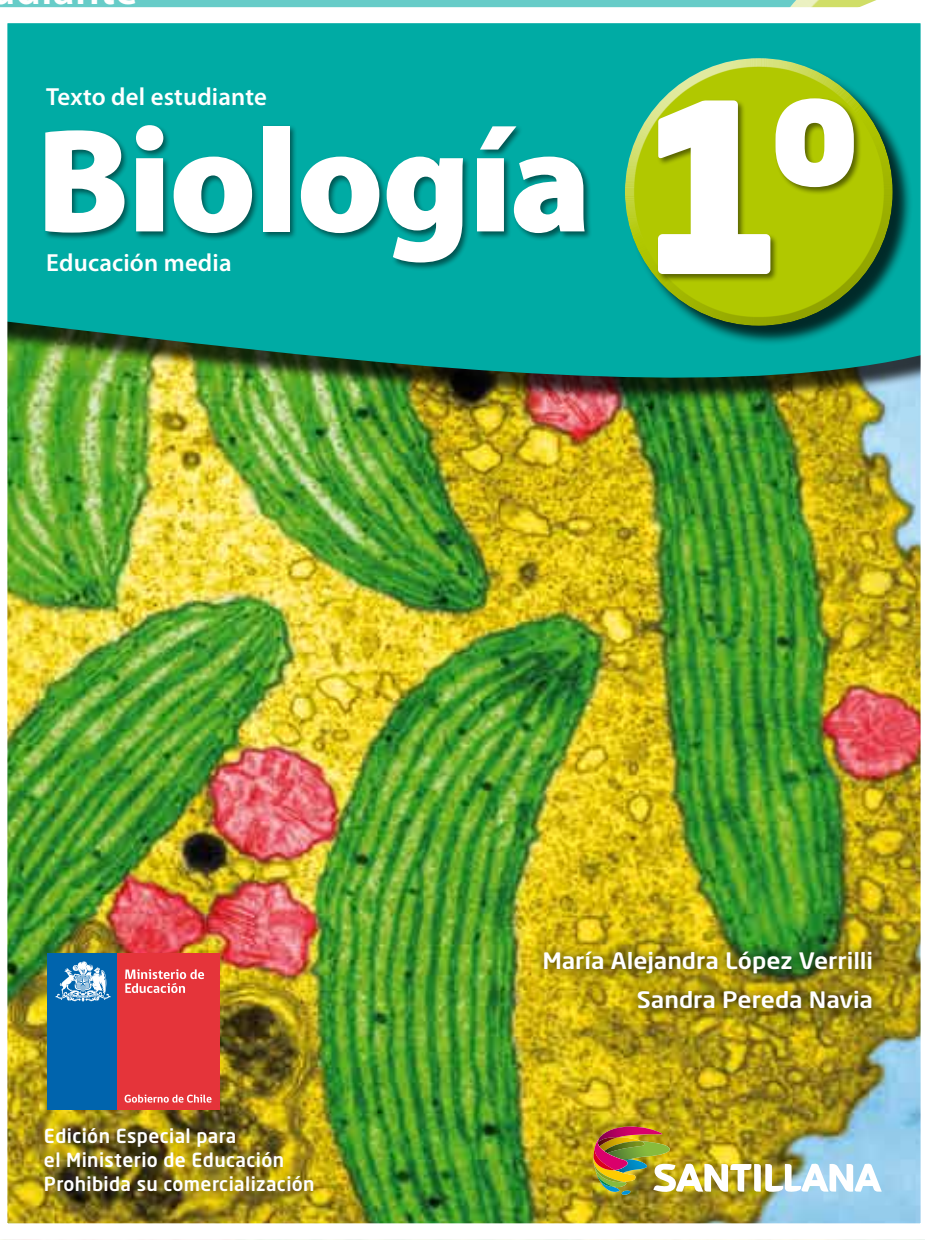
Texto del estudiante

Bi

Educación m



María Alejandra López Verrilli
Bioquímica
Universidad Nacional de San Luis, Argentina.
Doctora de la Universidad de Buenos Aires,
área Química Biológica.

Sandra Pereda Navia
Bioquímica
Pontificia Universidad Católica de Chile.
Profesora Educación media con mención en
Biología y Química, Universidad Mayor.

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 editorial de:

RODOLFO HIDALGO CAPRILE

SUBDIRECCIÓN EDITORIAL

Marisol Flores Prado

ADAPTACIÓN Y EDICIÓN

Andrea Vergara Rojas

AUTORES

María Alejandra López Verrilli
Sandra Pereda Navia

CORRECCIÓN DE ESTILO

Equipo de estilo Santillana

DOCUMENTACIÓN

Paulina Novoa Venturino
Cristian Bustos Chavarría

REVISIÓN DE ESPECIALISTA

Paula Farías Rodríguez
Pilar Olea Ortega
Ernesto Molina Balari

SUBDIRECCIÓN DE DISEÑO

Verónica Román Soto

COORDINACIÓN GRÁFICA

Raúl Urbano Cornejo

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Mariana Hidalgo Garrido
Ana María Torres Nachmann
Álvaro Pérez Montenegro

FOTOGRAFÍAS

César Vargas Ulloa
Archivo Santillana
Latinstock
Wikimedia commons

ILUSTRACIONES

Carlos Urquiza Moreno
Archivo editorial

CUBIERTA

Raúl Urbano Cornejo

PRODUCCIÓN

Rosana Padilla Cencever

© 2013, by Santillana del Pacífico S. A. de Ediciones
Andrés Bello 2299 Piso 10, oficinas 1001 y 1002,
Providencia, Santiago (Chile)
PRINTED IN CHILE
Impreso en Chile por Quad/Graphics Chile S.A.
ISBN: 978-956-15-2301-2
Inscripción Nº: 235.665
Se terminó de imprimir esta 2ª edición de
272.300 ejemplares, en el mes de noviembre del año 2014.
www.santillana.cl

Presentación

Este Texto ha sido escrito y diseñado pensando en ti, como protagonista de tu proceso de aprendizaje. Procuramos entregarte los contenidos empleando un lenguaje sencillo, ilustraciones, esquemas y fotografías de calidad, 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, valorar la diversidad de tipos celulares 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.

En el texto hemos restringido las referencias web solo a sitios estables y de reconocida calidad, a fin de resguardar la rigurosidad de la información que allí aparece.

Este libro pertenece a:

Nombre: _____

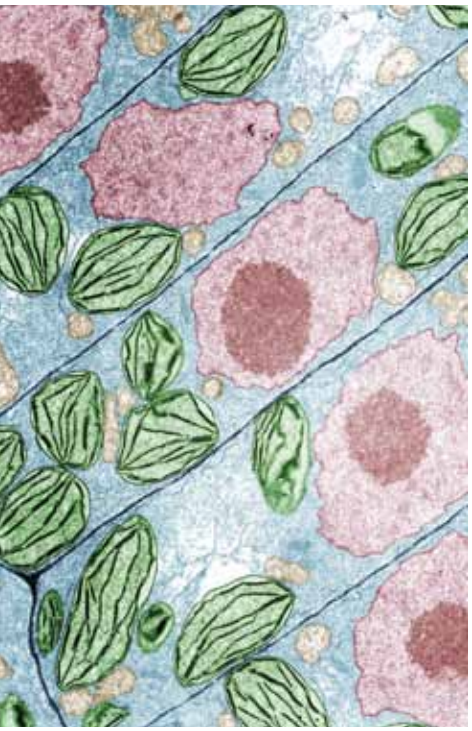
Curso: _____ Colegio: _____

Te lo ha hecho llegar gratuitamente el Ministerio de Educación a través del establecimiento educacional en el que estudias.

Es para tu uso personal tanto en tu colegio como en tu casa; cuídalo para que te sirva durante varios años. Si te cambias de colegio lo debes llevar contigo y al finalizar el año, guardarlo en tu casa.

Índice

Biología, la ciencia que estudia la vida 6



Unidad 1 **La célula** **12**

Lección 1: ¿Cómo se descubrió la célula? 14

Lección 2: ¿Qué tipos de células existen y cómo funcionan? 18

Lección 3: ¿Cómo son los organelos que producen energía en la célula? 28

Lección 4: ¿Cómo se originó la célula eucarionte? 34

Evaluación intermedia 36

Lección 5: ¿De qué está compuesta la célula? 38

Lección 6: ¿Cuál es la función de las enzimas? 50

Taller de ciencias 54

Evaluación intermedia 56

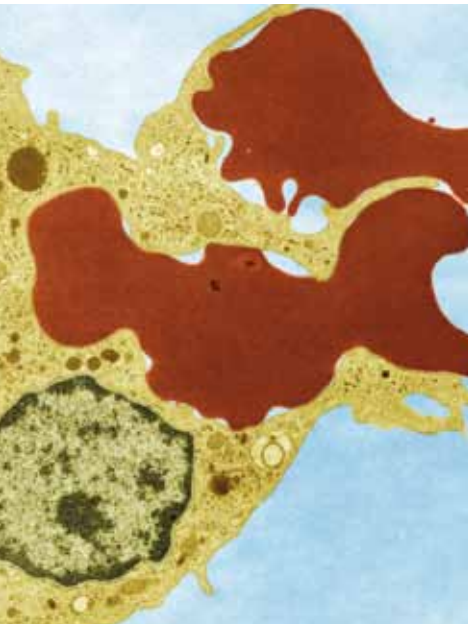
Síntesis de la unidad 58

Evaluación final 60

Me evalúo 63

Actividades complementarias 64

Ciencia, tecnología y sociedad 66



Unidad 2 **Especialización y transporte celular** **68**

Lección 1: ¿Cómo se organizan las células en los organismos pluricelulares? 70

Lección 2: ¿Cómo se comunica la célula con su entorno? 82

Evaluación intermedia 100

Lección 3: ¿Cómo ingresa y sale el agua de una célula? 102

Taller de ciencias 110

Lección 4: ¿Cuál es la importancia de la permeabilidad celular? 112

Evaluación intermedia 118

Síntesis de la unidad 120

Evaluación final 122

Me evalúo 125

Actividades complementarias 126

Ciencia, tecnología y sociedad 128

Unidad 3 Fotosíntesis 130
Lección 1: La fotosíntesis 132
Lección 2: Fases de la fotosíntesis 144
Lección 3: Factores que afectan a la fotosíntesis 148
Taller de ciencias 152
Evaluación intermedia 154
Lección 4: Productividad en los ecosistemas 156
Evaluación intermedia 164
Síntesis de la unidad 166
Evaluación final 168
Me evalúo 171
Actividades complementarias 172
Ciencia, tecnología y sociedad 174

Unidad 4 Materia y energía en los ecosistemas 176
Lección 1: ¿De dónde obtienen energía los seres vivos? 178
Lección 2: ¿Cómo se comporta un ecosistema? 182
Taller de ciencias 190
Lección 3: ¿Cómo fluyen la materia y la energía en el ecosistema? 192
Evaluación intermedia 200
Lección 4: ¿Cómo la actividad humana afecta la transferencia de materia en el ecosistema? 202
Evaluación intermedia 212
Síntesis de la unidad 214
Evaluación final 216
Me evalúo 219
Actividades complementarias 220
Ciencia, tecnología y sociedad 222

Solucionario 224
Anexos 234
Glosario 248
Índice temático 252
Bibliografía 254
Agradecimientos 255

Biología, la ciencia que estudia la vida

En estas primeras páginas podrás conocer sobre esta ciencia que comenzarás a estudiar en primer año de educación media.

La biología es la ciencia que **estudia la vida**. Su campo es muy amplio, pues se encarga de investigar todos los grupos de seres vivos desde diferentes puntos de vista: su forma, sus funciones, su comportamiento, su desarrollo y las relaciones que establecen con su hábitat, entre otros aspectos.

La biología se considera una ciencia experimental que busca explicar, de forma razonada y mediante experimentos controlados, los procesos que ocurren en los seres vivos y establecer los principios que los rigen.

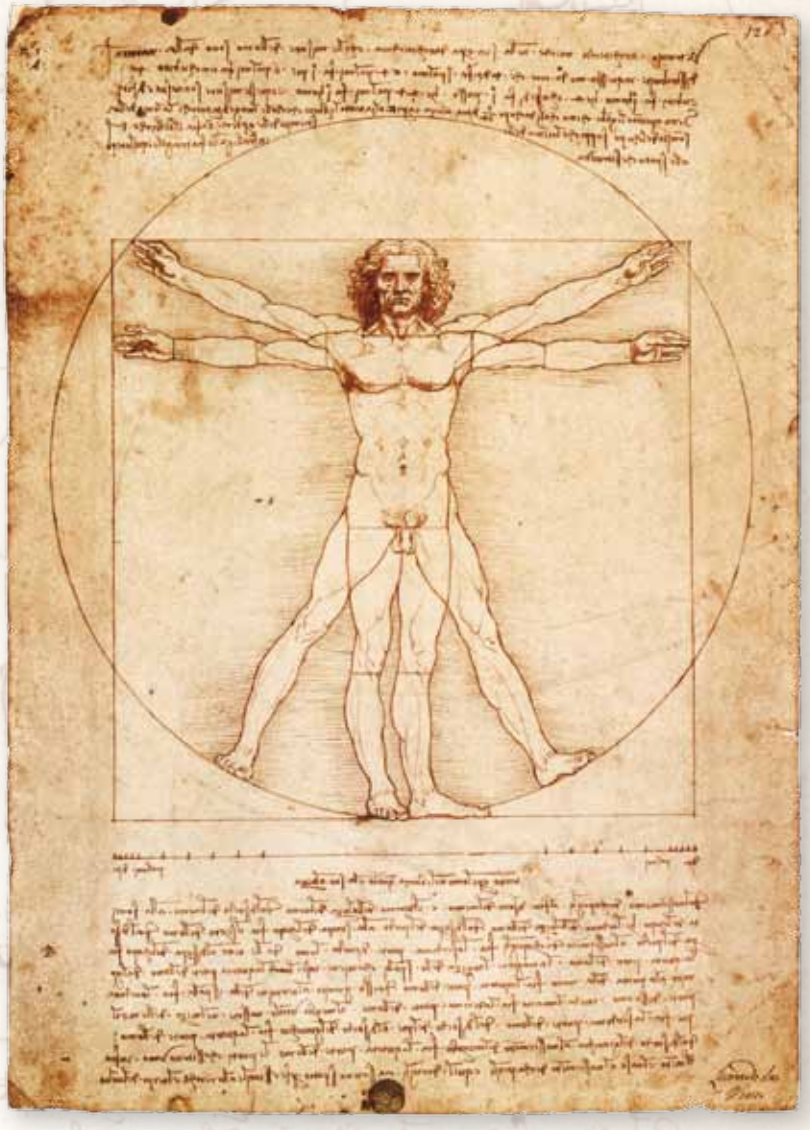
Historia de la biología

Aunque la mayoría de los principales descubrimientos en el campo de las Ciencias Biológicas se han efectuado en los dos últimos siglos, aquellos se han podido producir solo gracias a los aportes que se han ido generando en los períodos anteriores.

La historia de las ideas biológicas, como las de otras ciencias, no ha tenido una progresión constante, alternándose épocas florecientes con fases de estancamiento e incluso de regresión en cuanto a conocimientos. Las primeras ideas surgen en el siglo VI a.C., cuando Jenófanes de Colofón explica la presencia de restos de animales marinos en las montañas. Le siguen los aportes de Aristóteles y Galeno en los siglos cuatro y dos a.C., respectivamente.

A partir del siglo XII se van generando nuevos aportes, entre los que se destacan: los estudios de anatomía humana realizados por Leonardo Da Vinci y Andreas Vesalio; la introducción del término célula, hecha por Robert Hooke; la teoría de la evolución planteada por Darwin, y la publicación de las leyes de la herencia propuestas por Gregor Mendel.

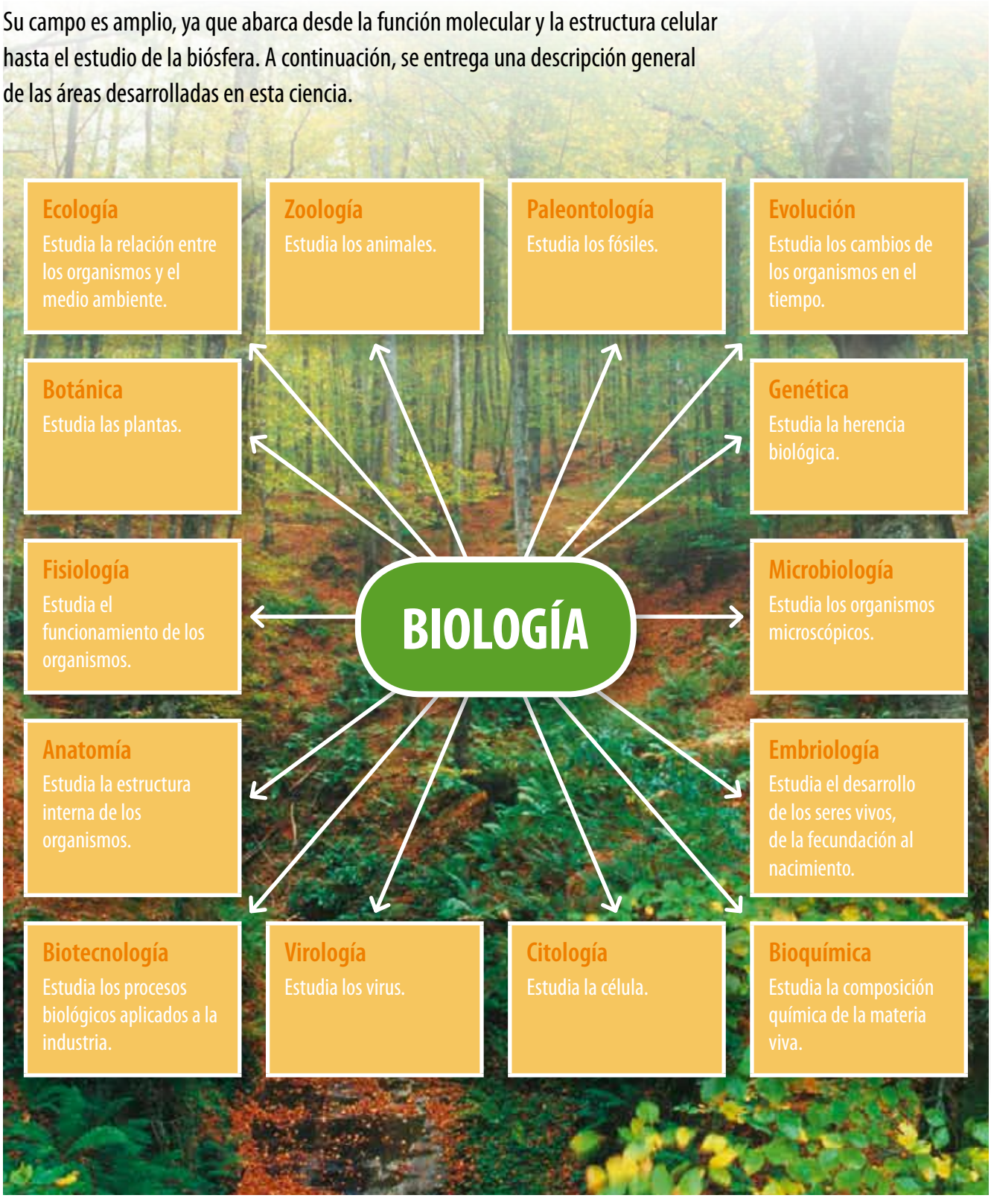
A partir del siglo XX, el conocimiento científico ha experimentado una aceleración sin precedentes de la mano de un mejoramiento de los instrumentos de registro y medición y del aumento de científicos y grupos de investigación.



▲ Da Vinci, L. (1487). *El hombre de Vitrubio*. Venecia, Italia: Galería de la Academia de Venecia.

¿En qué áreas se divide la biología?

Su campo es amplio, ya que abarca desde la función molecular y la estructura celular hasta el estudio de la biósfera. A continuación, se entrega una descripción general de las áreas desarrolladas en esta ciencia.



El pensamiento científico

La biología, como todas las ciencias, sigue un método de trabajo que se denomina **método científico**. Este método consiste en **observar**, **reflexionar** sobre lo observado y **comprobar** las ideas planteadas al inicio de la observación para emitir una conclusión. El método científico se basa en dos pilares fundamentales: la **replicabilidad**, que es la posibilidad de repetir un experimento en cualquier lugar y por cualquier científico, y la **refutabilidad**, que es la posibilidad de que toda proposición o hipótesis científica pueda ser comprobada como verdadera o falsa.

A continuación, te presentamos un ejemplo de cómo se aplicó el método científico al estudiar la generación espontánea a partir de la materia no viva.

Antecedentes: La idea de que algunos seres vivos podían originarse directamente de materiales inanimados imperó en el mundo de las ciencias durante casi veinte siglos. Según esta teoría, las anguilas se generaban del barro, las ranas de la lluvia y las **moscas de la carne putrefacta**.

Observación

A comienzos del siglo XVII, el científico Francesco Redi se cuestiona la teoría de la generación espontánea.

Redi observó que unas larvas de moscas aparecían en un trozo de carne varios días después de que unas moscas se posaran en ella.

Planteamiento del problema

Redi relaciona la aparición de las larvas con la presencia de moscas.

Hipótesis

Redi plantea la siguiente hipótesis: si las moscas se posan sobre la carne, entonces aparecen las larvas al cabo de varios días.

Para comprobar la hipótesis, Redi realiza una serie de experimentos.

Coloca en ocho recipientes de vidrio trozos de carne y pescado y cierra con las tapas la mitad de estos.

Coloca en ocho recipientes de vidrio trozos de carne y pescado y cierra con gasa la mitad de estos para permitir el paso del aire.

Experimentación

Este experimento demostró que no es la falta de aire lo que impedía la generación de larvas en la carne, sino la imposibilidad de que entraran en contacto la carne y las moscas.

Comprueba que solo en los frascos abiertos y en los que se posaron moscas aparecían las larvas.

Análisis

Redi concluyó que las larvas no se generaban a partir de la carne, sino que provenían de los huevos que las moscas ponían en ella.

Conclusión

Comunicación

Redi establece una nueva teoría que se opone a las ya existentes. Esta investigación pasa a ser un antecedente para nuevas investigaciones.

Biología, la ciencia que estudia la vida

¿Cómo influye la biología en la vida?

En la actualidad, la biología se aplica en diversas actividades humanas: la generación de energía y el cuidado del ambiente, la investigación médica, la agricultura, la industria, la veterinaria, la tecnología, entre otras.

Biología industrial.
El proceso natural de fermentación es usado ampliamente en la industria panificadora, en la producción de bebidas alcohólicas y en la elaboración de productos lácteos. También se trabaja en la extracción de sustancias consideradas como bioactivas (alcaloides y vitaminas, entre otras).

Biología y tecnología.
La ingeniería genética ha permitido obtener sustancias como la insulina y la hormona del crecimiento. Se han desarrollado áreas como la bioinformática, que aplica la informática al análisis de datos biológicos, y la biomecánica, que estudia la estructura mecánica de los seres vivos.

Biología medioambiental.
Una de las ramas que relacionan la biología con el medioambiente es la ecología. Ella proporciona información sobre los ecosistemas, así como los criterios para la protección de estos.

Biología agrícola y ganadera.
En agronomía se estudian el ciclo productivo y la adaptabilidad de las cosechas con el objeto de mejorar el rendimiento de estas. En ganadería, el foco se centra en la selección genética para el mejoramiento de las razas y de la productividad.

Biología y medicina.
Conocer bien algunos microorganismos ha permitido desarrollar antibióticos para detener muchas enfermedades. Los avances en bioquímica e inmunología han permitido frenar algunas enfermedades infecciosas y disminuir el rechazo de órganos en los trasplantes.

¿De qué me sirve estudiar biología?

Probablemente, alguna vez te has hecho esta pregunta y quizás aún no tengas una clara respuesta para ella.

El estudiar biología te entregará conocimientos que te ayudarán a comprender, desde otro punto de vista, lo que ocurre a tu alrededor. Por ejemplo, el estudio del cerebro se ha utilizado para comprender el comportamiento humano; la investigación de los microorganismos y de las células, para establecer nuevos tratamientos para enfermedades; observar las relaciones entre los organismos, para comprender la importancia de cada una de las especies que existen sobre el planeta. Al estudiar biología también podrás comprender mejor cómo funciona tu cuerpo, el origen de la vida y cómo esta ha evolucionado en el tiempo, y entenderás por qué solo un par de cromosomas hacen la diferencia entre un orangután y tú.

¿Y ahora…?

Solo resta que comiences esta aventura y que disfrutes junto a tus compañeros de esta nueva experiencia.

UNIDAD 1

La célula

Me preparo para la unidad

Como has aprendido en años anteriores, todos los seres vivos están conformados por pequeñas unidades denominadas células. Cada una de ellas tiene vida propia, ya sea como un organismo unicelular, o agrupada formando tejidos, como observas en la fotografía y como los que te constituyen. Busca en tu casa diferentes estructuras, juguetes, elementos, entre otros, que estén construidos en base a la repetición de una estructura más pequeña que puedas identificar, como una muralla de ladrillos, un juguete de piezas ensamblables, un rompecabezas, entre otros. Dibuja la estructura pequeña en tu cuaderno y luego, la que se conforma de varias de ellas. Durante la clase, comenta esta tarea a tus compañeros y reflexionen: ¿de qué forma se podría establecer una relación entre la estructura escogida en casa con la fotografía de tejido vegetal que observas en la fotografía.

Objetivos de la unidad

Lección 1: ¿Cómo se descubrió la célula?

- Conocer los aportes realizados por diferentes científicos al estudio de la célula y los postulados de la teoría celular.

Lección 2: ¿Qué tipos de células existen y cómo funcionan?

- Distinguir los diferentes tipos celulares e identificar las funciones de los diferentes organelos.

Lección 3: ¿Cómo son los organelos que producen energía en la célula?

- Describir la función de cloroplastos y mitocondrias.

Lección 4: ¿Cómo se originó la célula eucarionte?

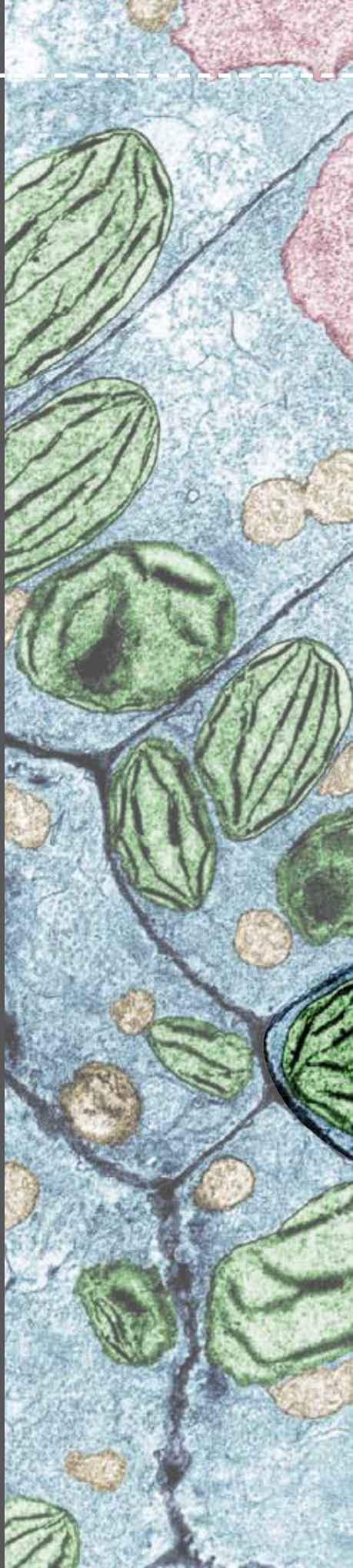
- Explicar la importancia de la teoría endosimbiótica.

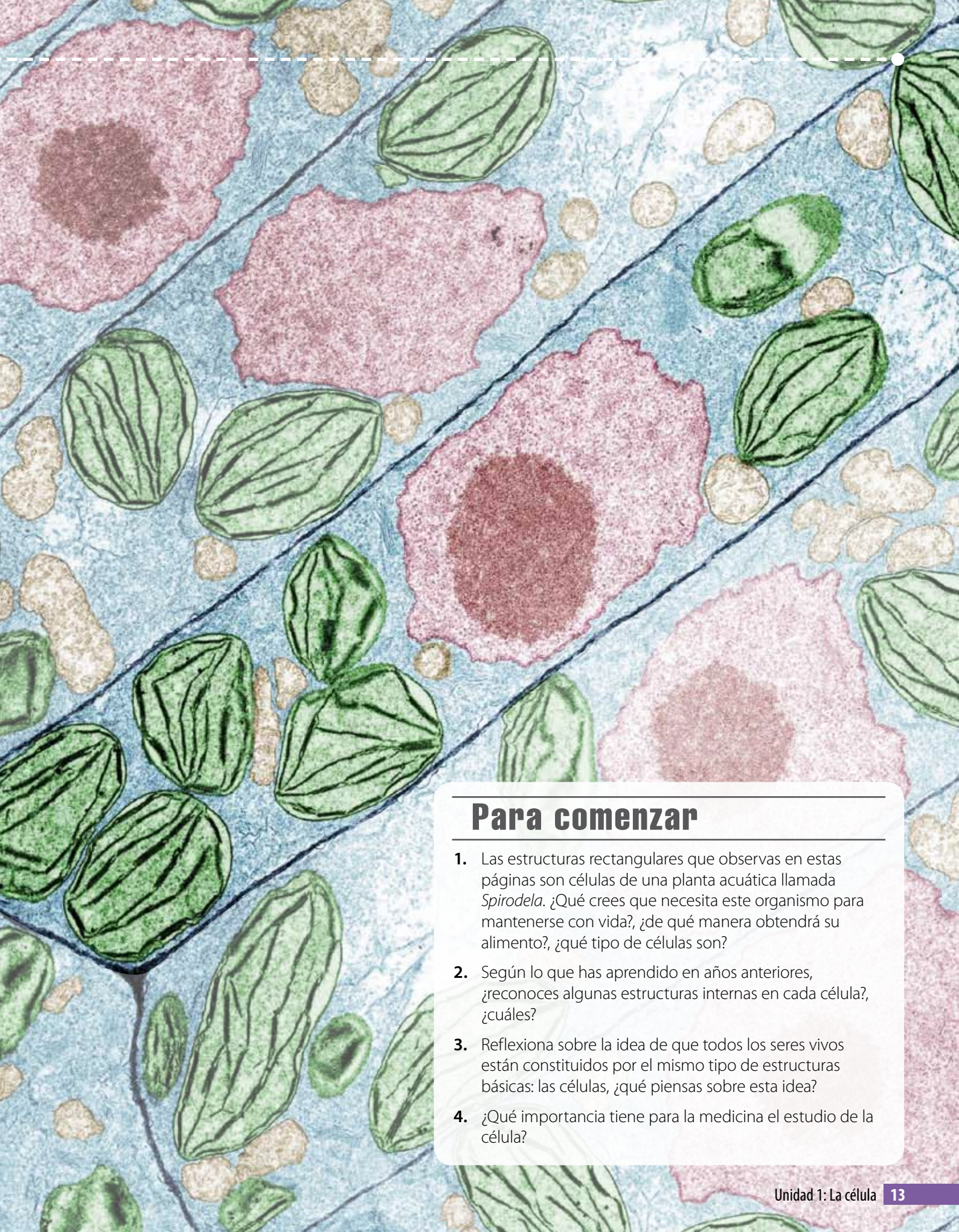
Lección 5: ¿De qué está compuesta la célula?

- Identificar las principales biomoléculas inorgánicas y orgánicas y reconocer en qué estructuras se encuentran.

Lección 6: ¿Qué función tienen las enzimas?

- Describir el rol de las enzimas e identificar las condiciones óptimas de su funcionamiento.





Para comenzar

1. Las estructuras rectangulares que observas en estas páginas son células de una planta acuática llamada *Spirodela*. ¿Qué crees que necesita este organismo para mantenerse con vida?, ¿de qué manera obtendrá su alimento?, ¿qué tipo de células son?
2. Según lo que has aprendido en años anteriores, ¿reconoces algunas estructuras internas en cada célula?, ¿cuáles?
3. Reflexiona sobre la idea de que todos los seres vivos están constituidos por el mismo tipo de estructuras básicas: las células, ¿qué piensas sobre esta idea?
4. ¿Qué importancia tiene para la medicina el estudio de la célula?

LECCIÓN 1:

¿Cómo se descubrió la célula?

Debes recordar: *características generales de las células y niveles de organización de los seres vivos.*

Trabaja con lo que sabes

¿De qué está compuesto el tejido de epidermis de cebolla?

Materiales:

- media cebolla
- pinza
- aguja
- portaobjeto
- cubreobjeto
- agua destilada
- azul del metileno
- papel absorbente
- tijera
- gotario

Utilicen el Anexo **Uso del microscopio** de la página 238 del texto para complementar el trabajo.

Procedimiento:

1. Separen dos capas gruesas de la cebolla (catáfilo) y desprendan cuidadosamente la membrana adherida entre ellas.
2. Coloquen la membrana sobre un portaobjetos y extiéndanla.
3. Agreguen una gota de agua y una gota de azul de metileno sobre la muestra; déjenlo actuar durante cinco minutos.
4. Laven la membrana con abundante agua hasta que deje de soltar colorante y cúbranla con un cubreobjetos.
5. Observen al microscopio; recuerden que deben comenzar por el menor aumento.
6. Dibujen lo que observan (anoten cada vez el aumento utilizado). Luego, respondan las preguntas.
   - **a.** ¿Cómo podrían fundamentar que lo que observan es un tejido?
   - **b.** ¿Qué estructuras celulares identifican? Rotúlenlas en sus dibujos.
   - **c.** Dibujen los niveles de organización de la cebolla, desde la célula que acaban de observar hasta el órgano (cebolla).

Propósito de la lección

Todo lo que has aprendido sobre la célula ha sido producto de años de estudio de muchos científicos y científicas, que la han observado con detención y asombro. En esta lección aprenderás sobre la progresión de sus estudios, el contexto en el que se desarrollaron y su valor para el avance de la medicina en la actualidad.

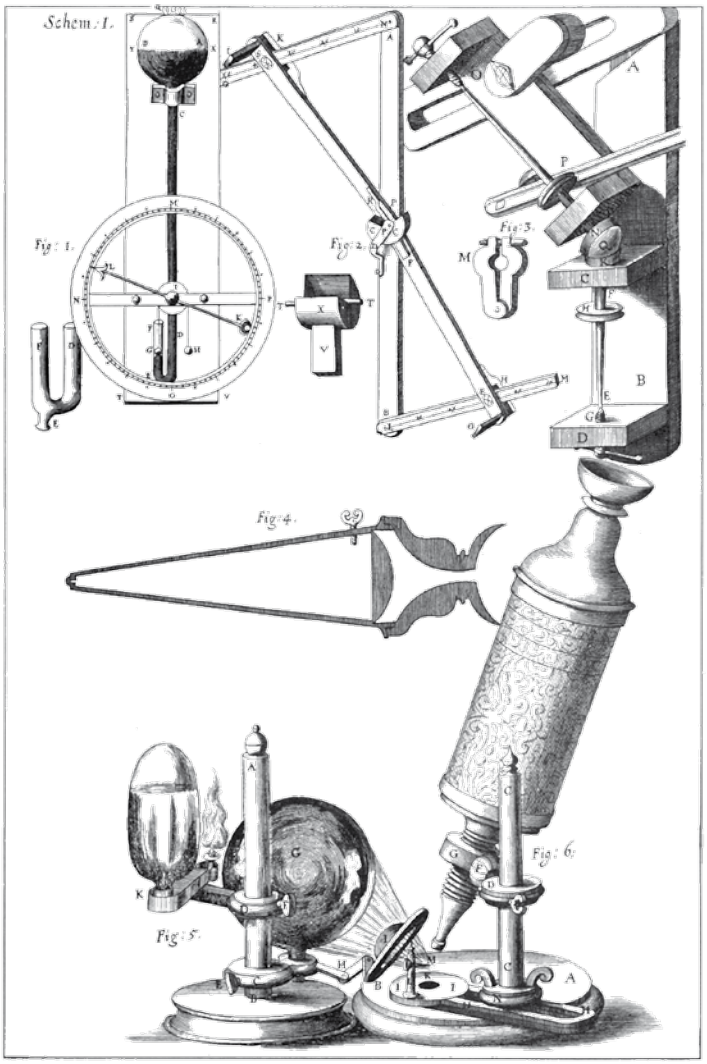
Estudio de la célula

Los primeros conocimientos sobre la célula se remontan al año 1665, gracias a las observaciones de tejidos vegetales realizadas por **Robert Hooke** (físico inglés).

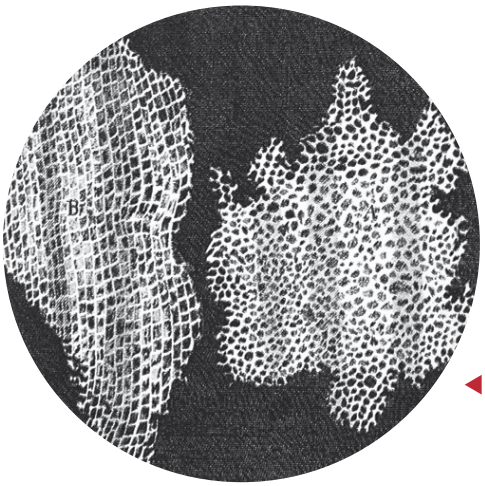
En su obra *Micrographia* describió con detalle que el tejido de corcho (tejido de corteza de un árbol) estaba constituido por una serie de pequeñas celdas, parecidas a las de un panal de abejas, a las que denominó **células**.

Sin embargo, estas celdillas del corcho no eran realmente células completas, sino que paredes de células vegetales muertas.

Un contemporáneo de Robert Hooke, **Anton van Leeuwenhoek**, rico comerciante de hilos (holandés) y naturalista aficionado, construyó microscopios simples que aumentaban una imagen hasta 200 veces. Gracias a sus microscopios, este naturalista pudo realizar interesantes descubrimientos al observar el agua de las charcas y los fluidos internos de los animales. Pudo ver por primera vez organismos unicelulares, a los que denominó **animáculos**. También observó levaduras, espermatozoides, glóbulos rojos e, incluso, bacterias.



▲ Con este microscopio que permitía ver una imagen aumentada 50 veces, construido por él mismo, Hooke observó células por primera vez. Dibujo realizado por el mismo Robert Hooke.



◀ Tejido de corcho dibujado por Hooke.

Actividad 1 Pensamiento crítico

1. ¿Cuál crees tú que era el problema de investigación que motivó a Hooke a observar con detención los tejidos vegetales? **Infiere**.
2. ¿Qué más podría haber observado Hooke si en su época hubiesen existido microscopios como los actuales?
3. Comenta y corrige tus respuestas con tu profesor.

Teoría celular

Durante el siglo XVIII apenas hubo avances en el estudio de la célula, porque no se perfeccionaron los microscopios y, por tanto, no se pudo mejorar la calidad de las observaciones. Fue así que los tejidos animales no fue posible observarlos durante mucho tiempo, y no resultó tan sencillo descubrir que también estaban constituidos por células.

1665

Observación de las primeras células vegetales.

Hooke

Observación de las primeras células animales.

Leeuwenhoek trabaja construyendo microscopios y observa glóbulos rojos, espermatozoides, entre otras células.

1824

Se establece que plantas y animales estaban formados por células.

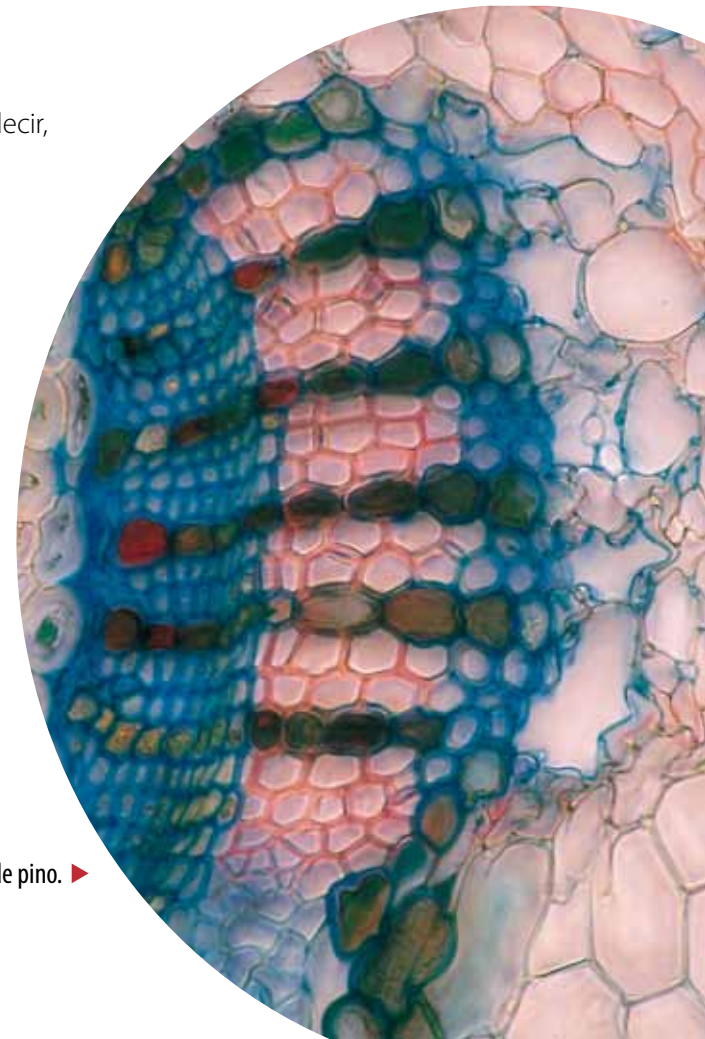
Dutrochet, biólogo y fisiólogo francés, establece la idea de que la estructura microscópica de algunas plantas y animales era muy similar, y que los diversos tejidos estaban formados por células diversificadas.

Postulados de la teoría celular

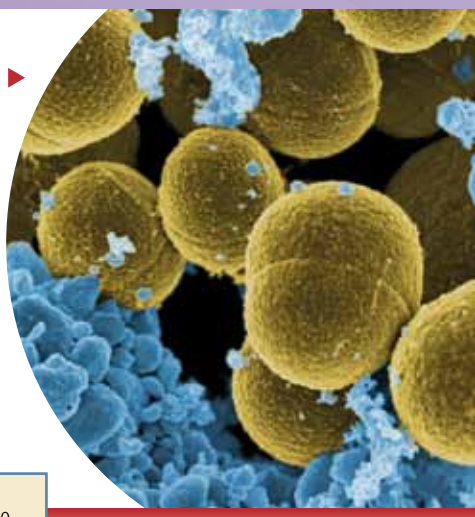
1. La célula es la **unidad morfológica** de todos los seres vivos, es decir, todos los seres vivos están constituidos por una o más células.
2. La célula es la **unidad fisiológica** de los organismos. La célula, como unidad, es capaz de realizar todos los procesos metabólicos necesarios para permanecer con vida.
3. La célula es la estructura de origen y de herencia de los seres vivos, es decir, toda célula proviene, por división, de otra célula y solo pueden surgir a partir de otras ya existentes.

A partir de lo anterior se pueden afirmar los siguientes hechos que complementan la teoría celular:

- Las células son similares en cuanto a su composición química.
- Las células contienen información hereditaria que se transmite a las células hijas.
- La actividad de un organismo depende de la actividad total de sus células.



Tejido conductor en una preparación de hoja de pino. ▶



Estafilococo y glóbulos blancos. ▶

1838

Primer y segundo postulado de la teoría celular.

Los científicos alemanes **Mathias Schleiden** (1804-1881) y **Theodor Schwann** (1810-1882), quienes propusieron que todos los seres vivos están formados por células y que estas son las unidades básicas de organización de la vida (unidad funcional). Esta propuesta inicial, complementada por nuevos descubrimientos, pasó a constituir los **dos primeros postulados** de la teoría celular.

1855

Tercer postulado de la teoría celular.

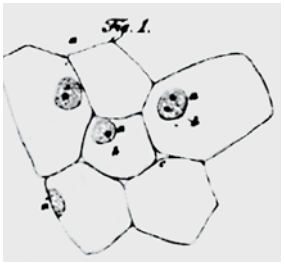
Rudolf Virchow (1821-1902), médico patólogo alemán, luego de estudiar el origen de diversas enfermedades, propone que estas se debían, en primera instancia, al mal funcionamiento de las células. Postula también que las células provienen de una preexistente, contribuyendo así al **tercer postulado** de la teoría celular.

Actividad 2 Pensamiento crítico

1. Virchow postuló que cuando un organismo o tejido presenta una enfermedad o alteración, las células individuales que lo componen se encuentran afectadas.
   - **a.** ¿Qué postulados de la teoría celular debió comprender Virchow para plantear esta conclusión?
   - **b.** ¿Cómo fundamentarías esta idea con lo que has aprendido sobre las células?
2. **Relaciona** la línea de tiempo de estas páginas con la idea del *carácter dinámico* de la ciencia.
3. **Averigua** en textos especializados, como los indicados en la bibliografía de este libro, sobre aportes de otros tres científicos al estudio de la célula y completa la línea de tiempo en tu cuaderno. Luego, expón tu trabajo ante tus compañeros.

Al finalizar la lección...

Observa el dibujo de células de cebolla publicado en 1834 por Schwann. Luego de responder las preguntas, comenta con el profesor tus respuestas.



1. ¿Cuántas células puedes identificar en el dibujo?
2. ¿Qué similitudes y diferencias podrías establecer en relación con tu dibujo realizado en la página 14?
3. ¿Cómo crees tú que contribuyó la observación de Schwann al conocimiento de las células en la actualidad?

LECCIÓN 2:

¿Qué tipos de células existen y cómo funcionan?

Debes recordar: *estructura de la célula.*

Trabaja con lo que sabes

Diseñando y construyendo un modelo celular

1. Observen la ilustración de una célula procarionte (bacteria) y comenten con su grupo de trabajo las estructuras que posee.

   Luego propongan los materiales que utilizarán para construir un modelo de este tipo celular. Algunos materiales sugeridos son: gelatina transparente, un recipiente de plástico, esferas de plumavit, lana, corchos, entre otros.

2. Luego de diseñarlo, constrúyanlo. Pueden buscar otras ilustraciones y fotografías en libros o Internet.

   a. ¿Qué diferencias pueden establecer entre su modelo y las ilustraciones de célula que han visto anteriormente?

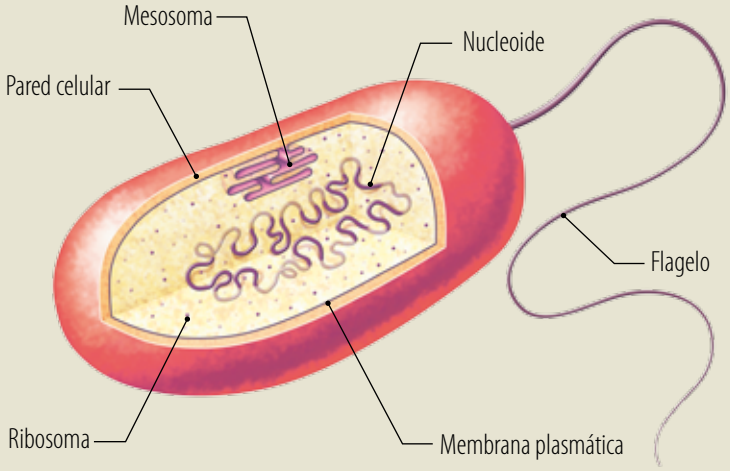
   b. ¿Con qué material representaron cada estructura?

   c. ¿Cuál creen ustedes que es el aporte de la construcción de modelos para el estudio de las ciencias?

3. Presenten su modelo de célula procarionte al resto del curso. Expliquen qué estructuras posee y que ser vivo es.

Propósito de la lección

Los seres vivos, desde las bacterias (como la que acabas de modelar) hasta los grandes mamíferos, pequeños insectos, hongos, árboles, entre otros, están compuestos de células. ¿Qué estructuras presentan las células que les permiten ser la unidad básica de todos los seres vivos? En esta lección aprenderás sobre los tipos de células que existen y cómo funciona cada una de ellas.



Todos los seres vivos están formados por células

Las células son estructuras complejas que constituyen el mínimo nivel de vida, es decir, no hay estructuras más sencillas con vida. Pueden ser muy pequeñas, como las bacterias o más grandes con más de un metro, como las células nerviosas de algunos pulpos y calamares.

Los seres vivos pueden ser unicelulares, si están formados por una sola célula, o multicelulares, si están formados por muchas células.

Podemos reconocer entre todos los seres vivos dos tipos de células: las procariontes y las eucariontes, que se diferencian en su nivel de compartimentalización (organización de espacios) que existe al interior de ellas. A continuación observa las estructuras que presentan en común ambos tipos celulares.

Apuntes:

Metabolismo celular: conjunto de reacciones químicas que se producen en el interior de las células que conducen a la obtención de materia y energía para su funcionamiento.

ADN: ácido desoxirribonucleico, molécula portadora del material genético.

Componentes básicos de todas las células

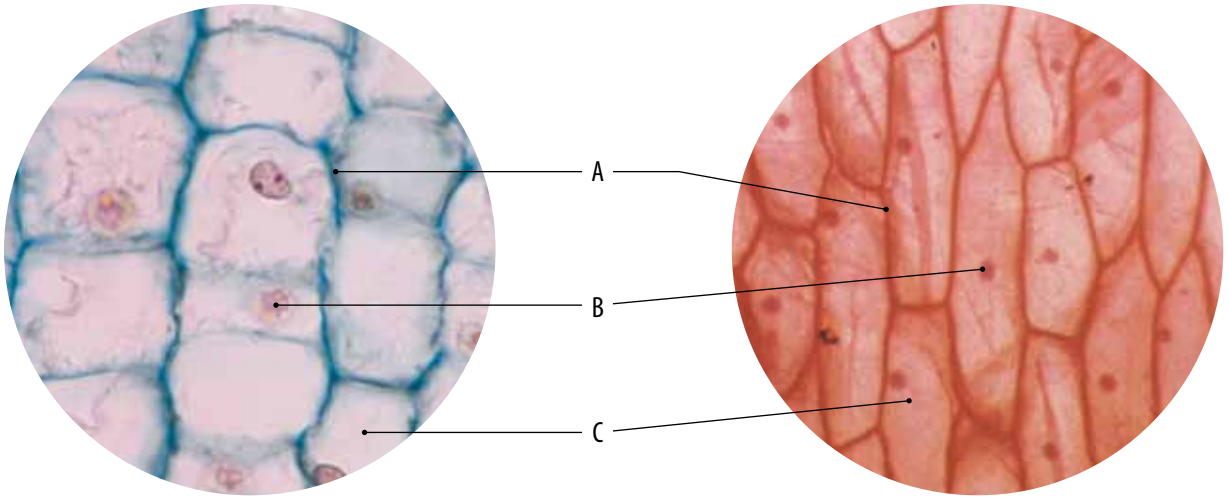
Todas las células, sean procariontes o eucariontes, presentan las siguientes estructuras:

a. Tienen una **membrana plasmática** que aísla el contenido celular del medio externo y que estudiarás con detalle en la unidad 2.

b. Contienen el **citoplasma** formado por un líquido viscoso y por las estructuras y las sustancias que permiten el **metabolismo celular**.

c. Poseen **material genético** (ADN generalmente) en el que se encuentra codificada la información que determina muchas características del organismo.

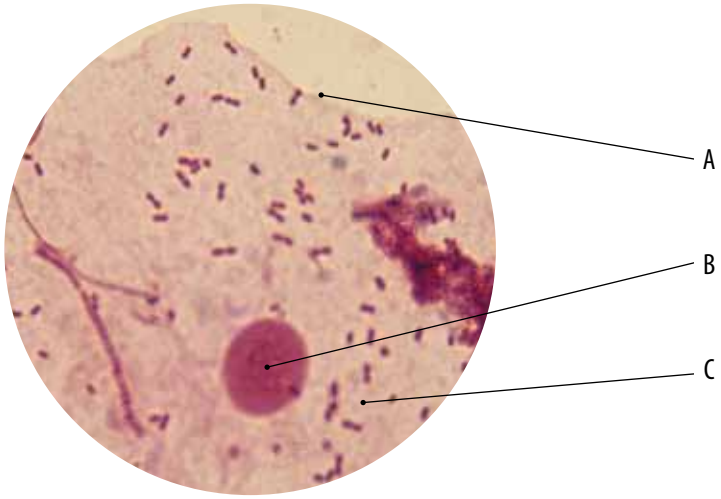
Observa las estructuras mencionadas en las siguientes fotografías.



▲ Célula vegetal.

▲ Catáfilo (epidermis) de cebolla.

A. Membrana plasmática
B. Material genético
C. Citoplasma



▲ Célula mucosa bucal.

Células procariontes

Las células procariontes o procariotas (del latín: *pro* = antes; y del griego: *karyon* = núcleo) no poseen organelos formados por membranas, y cuentan con un único **cromosoma** (ADN) que se encuentra disperso en el citoplasma.

Este tipo celular constituye organismos unicelulares, como las bacterias, y se reproduce por división celular simple.

Los procariontes presentan formas variables y reciben diferentes nombres en función de su forma. Así, los cocos son esféricos; los bacilos, alargados; los espirilos tienen forma de espiral, entre otros. Algunas especies de bacterias tienen filamentos que se proyectan desde la superficie celular: son los flagelos bacterianos.

Estructura general de una célula procarionte

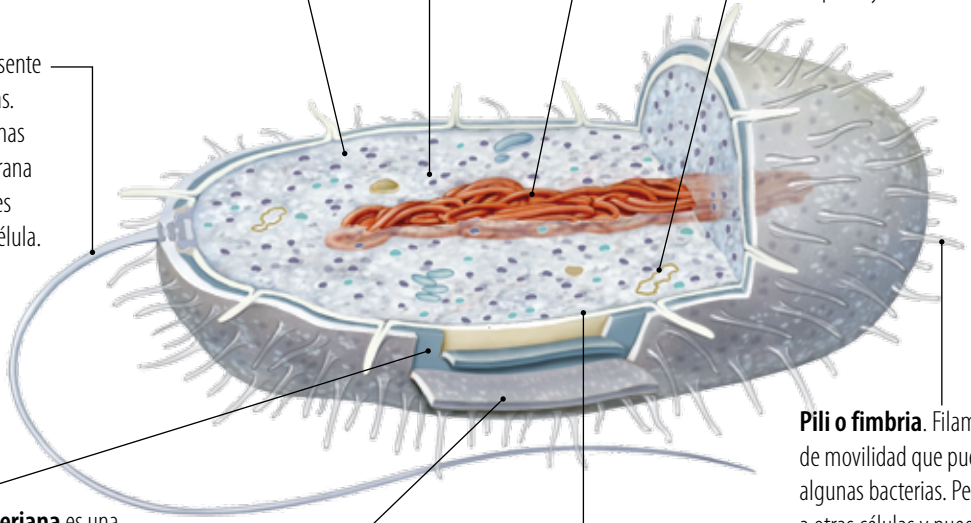
Citoplasma. Sustancia acuosa de composición variable en la que ocurre la mayoría de las reacciones metabólicas de la célula. Ocupa todo el interior celular, y en él se encuentra una gran cantidad de ribosomas y pequeños fragmentos de ADN circular (unido por sus extremos) denominados plásmidos.

Ribosomas. Organelos no membranosos presentes en las células procariontes. Participan en la síntesis de proteínas.

El **material genético** bacteriano está conformado por una molécula de ADN circular que se encuentra libre en el citoplasma.

Plásmido. ADN independiente del cromosoma bacteriano central. Se puede replicar y transferir de forma individual.

Flagelo. Estructura presente solo en algunas bacterias. Está formado por proteínas que se unen a la membrana plasmática. Su función es brindar movilidad a la célula.



Pili o fimbria. Filamentos carentes de movilidad que pueden presentar algunas bacterias. Permiten la adherencia a otras células y pueden participar en la comunicación y transferencia de plásmidos entre dos bacterias.

La **pared celular bacteriana** es una estructura que rodea a la bacteria y le da forma. A la vez, es elástica, lo que impide que la célula se rompa debido a las variaciones de volumen interno. Está constituida por peptidoglicanos.

La **cápsula** está presente en algunas células procariontes (generalmente patógenas) y cubre la totalidad de la célula. Se sintetiza en la membrana plasmática y actúa como una barrera de defensa. Presenta un aspecto gelatinoso.

La **membrana plasmática** es una barrera selectiva, constituida de fosfolípidos. En ciertos sectores de la membrana, denominados **mesosomas**, se duplica el ADN cuando la célula se reproduce; también participa en la respiración celular y, en algunos casos, contiene pigmentos fotosintetizadores.

Mini Taller

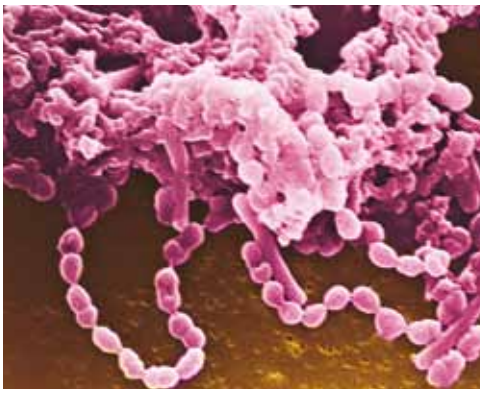
Observar e identificar células procariontes

Quizás hayas escuchado en la televisión que algunos yogures contienen lactobacilos o probióticos que corresponden a bacterias. A continuación te proponemos un procedimiento que te permitirá observarlos con ayuda del microscopio. Pueden formar grupos de tres o cuatro integrantes y turnarse para observar.

Reúnan los siguientes materiales.

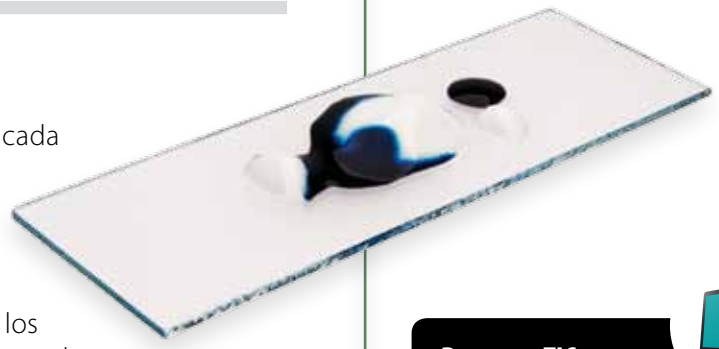
Materiales

- azúcar
- yogur natural
- 2 portaobjetos
- 2 vasos
- 2 cubreobjetos
- azul de metileno
- microscopio



▲ *Lactobacillus*. Tipo de organismo unicelular procarionte.

Procedimiento



1. Coloquen una cucharada de yogur en cada vaso y solo a uno pónganle media cucharada de azúcar. Luego déjenlos en un lugar cálido durante un par de horas.
2. Viertan una gota de cada preparado en los portaobjetos, luego agréguenles una gota de azul de metileno y dejen actuar durante algunos minutos.
3. Tapen con un cubreobjetos y observen sus preparados al microscopio.
4. Dibujen lo que observan, identificando el aumento utilizado.

Análisis

a. Dibujen y describan sus observaciones.

b. Comparen lo observado con la fotografía de *Lactobacillus* de esta página. Identifiquen sus similitudes.

c. ¿Qué diferencias observan en cada una de las muestras (con y sin azúcar)?

d. ¿Cómo explicarías esta diferencia?

Recursos TIC

Los *Lactobacillus* son bacterias indispensables en la formación del yogur, cuando se produce de manera natural.
Estas bacterias consumen el azúcar presente en la leche (lactosa) y producen ácido láctico, lo que le da el sabor ácido característico del yogur.
Busca en Internet diferentes fotografías de productos que contengan estos organismos y construye un afiche digital que explique los beneficios de este consumo.

Estructura general de una célula eucarionte (animal)

Membrana plasmática. Estructura que rodea a la célula y la separa del medio externo. Es cien mil veces más delgada que un cabello. Permite el intercambio de materiales y energía con el entorno. Es selectiva, por ello impide el paso de algunas moléculas y permite el de otras, garantizando la integridad y la estabilidad del medio celular interno. Está compuesta de fosfolípidos y proteínas que participan en el transporte de sustancias, que estudiarás en la unidad 2.

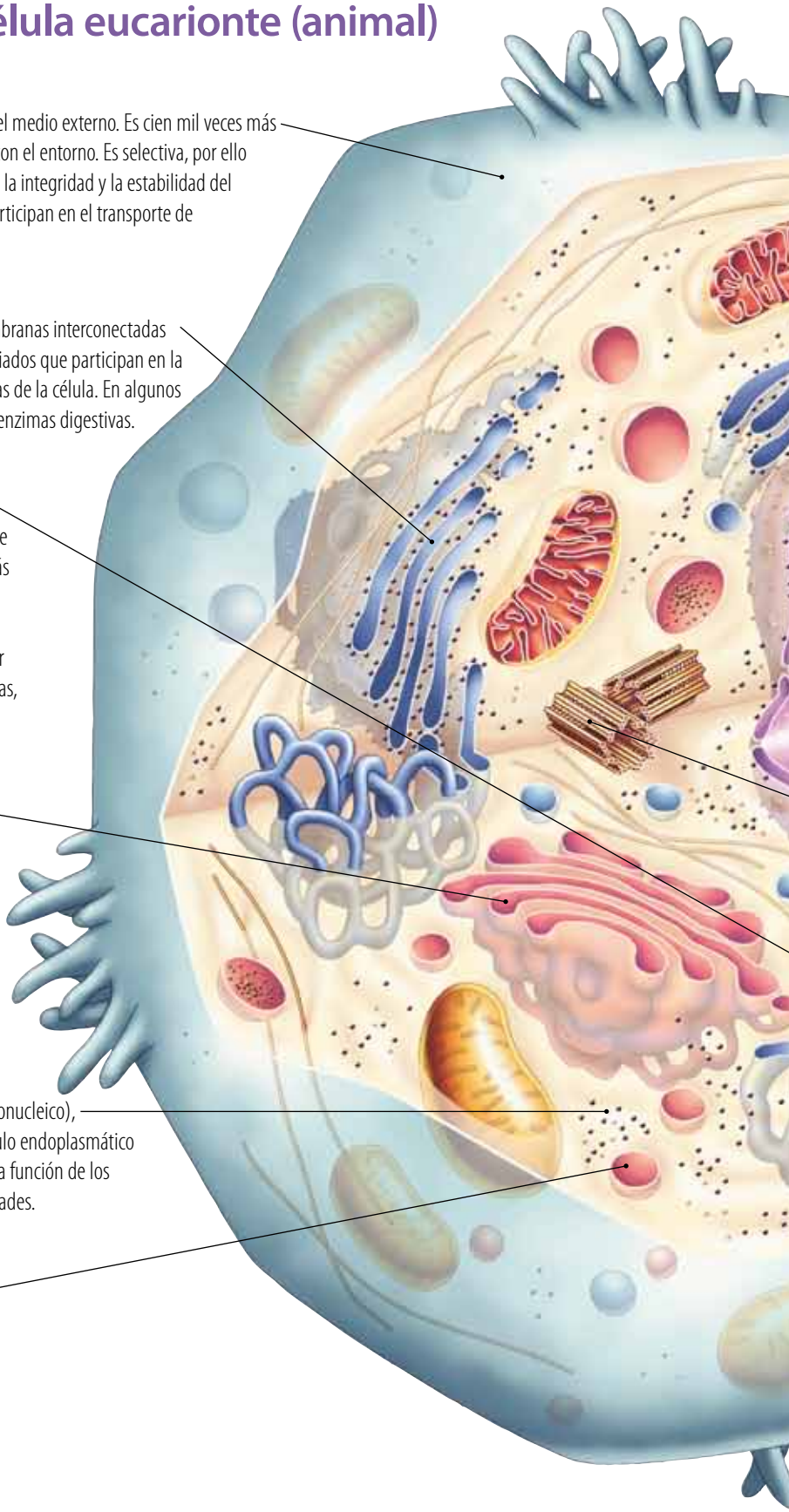
Retículo endoplasmático rugoso (RER). Complejo sistema de membranas interconectadas que se originan a partir de la envoltura nuclear. Presenta ribosomas asociados que participan en la producción de **proteínas** que serán utilizadas para formar las membranas de la célula. En algunos tipos celulares, como aprenderás en la siguiente unidad, el RER produce enzimas digestivas.

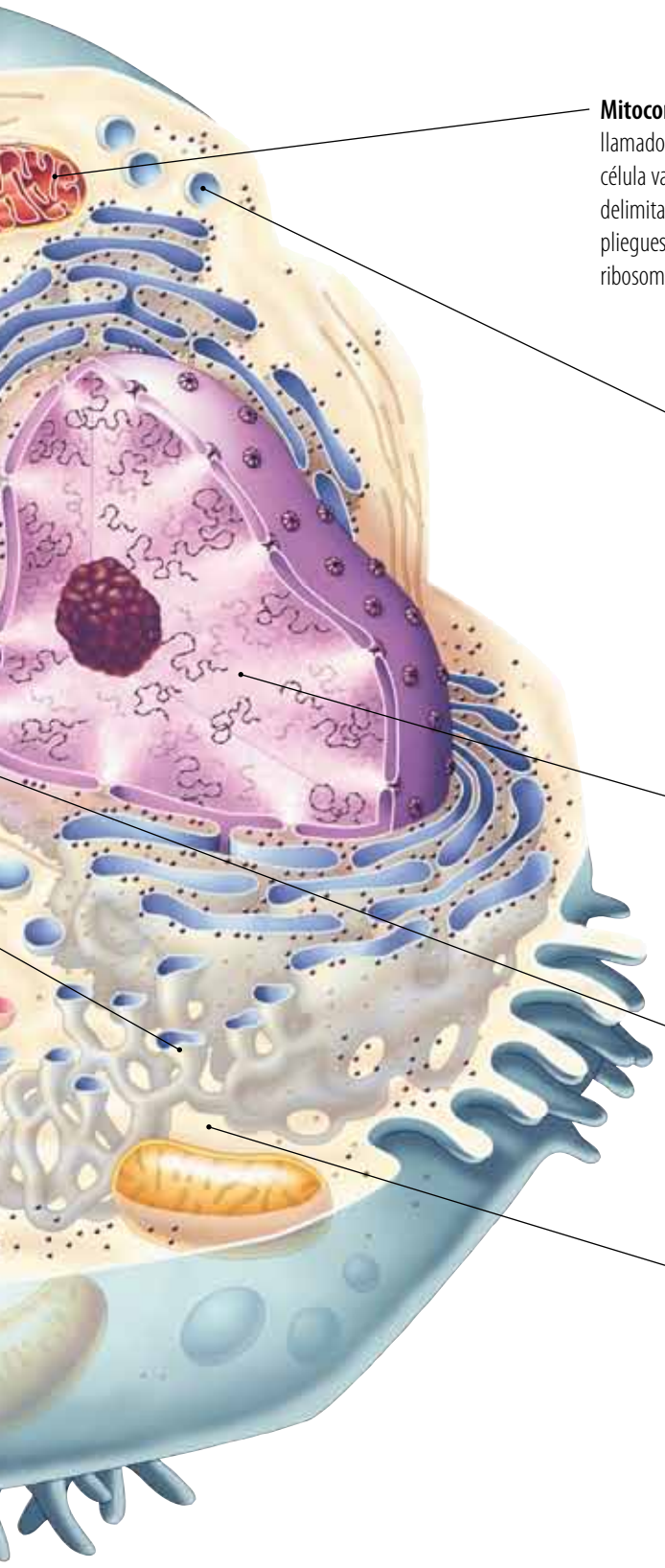
Retículo endoplasmático liso (REL). Tiene la misma estructura del RER, pero carece de ribosomas. Se sintetizan los **lípidos** que forman parte de las membranas celulares y, en algunas células, adquiere funciones más específicas, como la síntesis de hormonas esteroidales. La mayoría de las células tiene una pequeña cantidad de REL, pero este es más abundante, por ejemplo, en las células del hígado, que tienen la función de modificar determinadas sustancias tóxicas, como alcoholes, pesticidas y otras drogas, inactivándolas y facilitando su eliminación.

Aparato de Golgi. Este componente celular está formado por un conjunto de seis a veinte bolsas membranosas planas, llamadas sacos, apilados unos sobre otros. Se ubican después de los retículos. En este organelo, algunas proteínas y lípidos producidos en los retículos son modificados y luego distribuidos mediante vesículas a un destino específico, ya sea para formar parte de la membrana celular, o para exportarlos de la célula. Algunas de estas vesículas permanecen en el citoplasma y se conocen como lisosomas.

Ribosomas. Complejo formado por varias moléculas de ARN (ácido ribonucleico), un tipo de material genético y proteínas. Pueden estar asociados al retículo endoplasmático si es rugoso, a la envoltura nuclear, o bien estar libres en el citoplasma. La función de los ribosomas es la síntesis de proteínas. Están constituidos por dos subunidades.

Lisosoma. (del griego *lisis*, rotura). Son vesículas membranosas que contienen enzimas que digieren estructuras celulares deterioradas y sustancias extrañas que puedan ingresar a la célula.





Mitocondria. Organelo encargado de sintetizar la energía que requiere la célula mediante un proceso llamado respiración celular, que estudiarás en la siguiente lección. El número de mitocondrias en la célula varía de decenas a cientos, dependiendo del tipo celular de que se trate. Las mitocondrias están delimitadas por dos membranas. La más externa es lisa, mientras que la membrana interna presenta pliegues llamados crestas mitocondriales. En el interior, las mitocondrias contienen enzimas, ADN, ARN y ribosomas más pequeños que los citoplasmáticos, muy similares a los ribosomas bacterianos.

Peroxisomas. Pequeñas vesículas membranosas que se originan a partir del REL. En estas vesículas, determinadas enzimas degradan las sustancias tóxicas derivadas del metabolismo celular, como por ejemplo el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), tóxico para la célula. También, los peroxisomas oxidan los ácidos grasos, preparándolos para su uso como materia prima en la respiración celular, proceso que estudiarás en la próxima lección. Los peroxisomas son particularmente abundantes en las células del hígado, llegando a constituir hasta el 2 % del volumen celular.

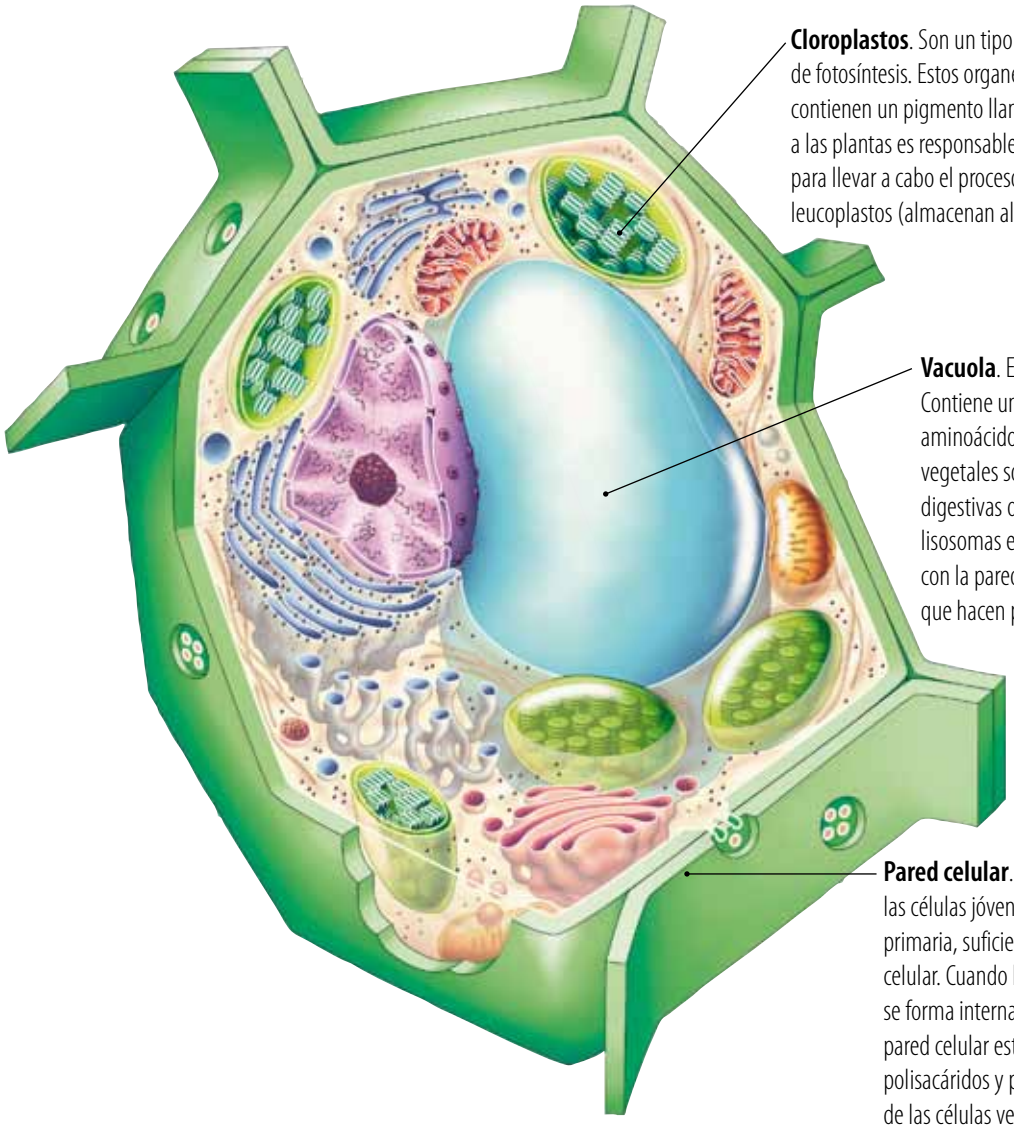
Núcleo. Contiene en su interior la información genética en forma de ADN y ARN. Este organelo está delimitado por una membrana doble con poros, llamada envoltura nuclear.

Centríolos. Son estructuras cilíndricas compuestas por microtúbulos, los que a su vez están formados por una proteína llamada tubulina. Se ubican en un área denominada centrosoma, donde se originan y ensamblan los microtúbulos antes de la división celular. Los centríolos se encuentran solo en células animales.

Citoplasma. Líquido viscoso al interior de la célula, en el que se encuentran los organelos y diversas moléculas. Ocupa el espacio entre la membrana plasmática y el núcleo.

Célula vegetal

La célula vegetal también es una célula eucarionte y posee casi todos los organelos que tiene una célula animal. Sin embargo, existen diferencias entre las células vegetales y las animales, como la ausencia de los centríolos y la presencia de algunos organelos exclusivos de este tipo de células, como son la **pared celular**, una gran **vacuola** y los **plastidios**.



Cloroplastos. Son un tipo de plastidios responsables de realizar el proceso de fotosíntesis. Estos organelos, característicos de las células vegetales, contienen un pigmento llamado **clorofila**, que además de dar el color verde a las plantas es responsable de captar la energía lumínica del Sol, necesaria para llevar a cabo el proceso fotosintético. Otros tipos de plastidios son los leucoplastos (almacenan almidón), numerosos en las células de las raíces.

Vacuola. Estructura delimitada por una membrana. Contiene una solución compuesta por iones, azúcares, aminoácidos y, en algunos casos, proteínas. En células vegetales son de gran tamaño. Además, posee enzimas digestivas que desempeñan una función similar a la de los lisosomas en las células animales. Su presencia, combinada con la pared celular, genera las condiciones de turgencia que hacen posible que las plantas permanezcan erguidas.

Pared celular. Estructura externa de las células vegetales. En las células jóvenes hay solo una pared fina y flexible, la pared primaria, suficientemente elástica para permitir el crecimiento celular. Cuando la célula vegetal alcanza su tamaño definitivo, se forma internamente la pared secundaria, más rígida. La pared celular está constituida principalmente por celulosa, polisacáridos y proteínas. La principal función de las paredes de las células vegetales es dar rigidez y turgencia a las plantas evitando la ruptura de la célula. También permiten el contacto entre citoplasmas de diferentes células.

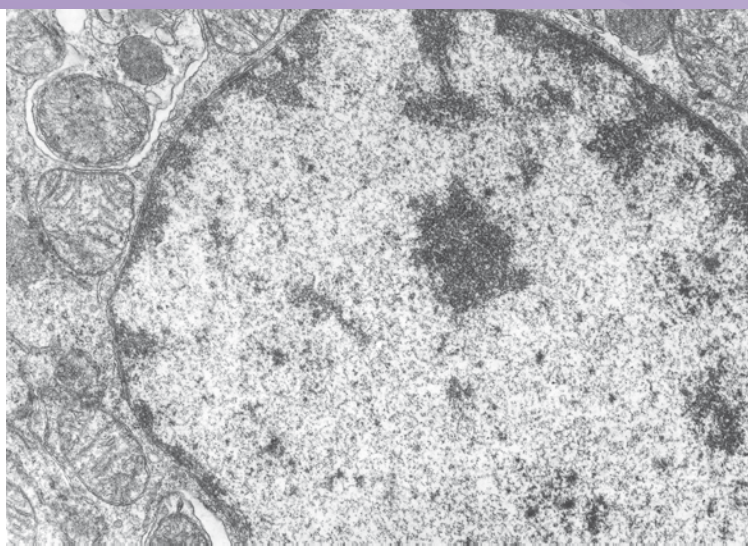
Actividad 3 Análisis

1. Observa con atención los modelos de célula animal y vegetal. Luego **rotula** en la célula vegetal los organelos y estructuras que también están presentes en la célula animal.
2. **Infiere** lo que crees que sucedería con los tejidos humanos si tuvieran una pared celular rígida como la de las células vegetales y con los vegetales si sus células no tuvieran la pared rígida. Comenta tus respuestas con el profesor.

Estructuras diferenciadoras entre células eucariontes y procariontes

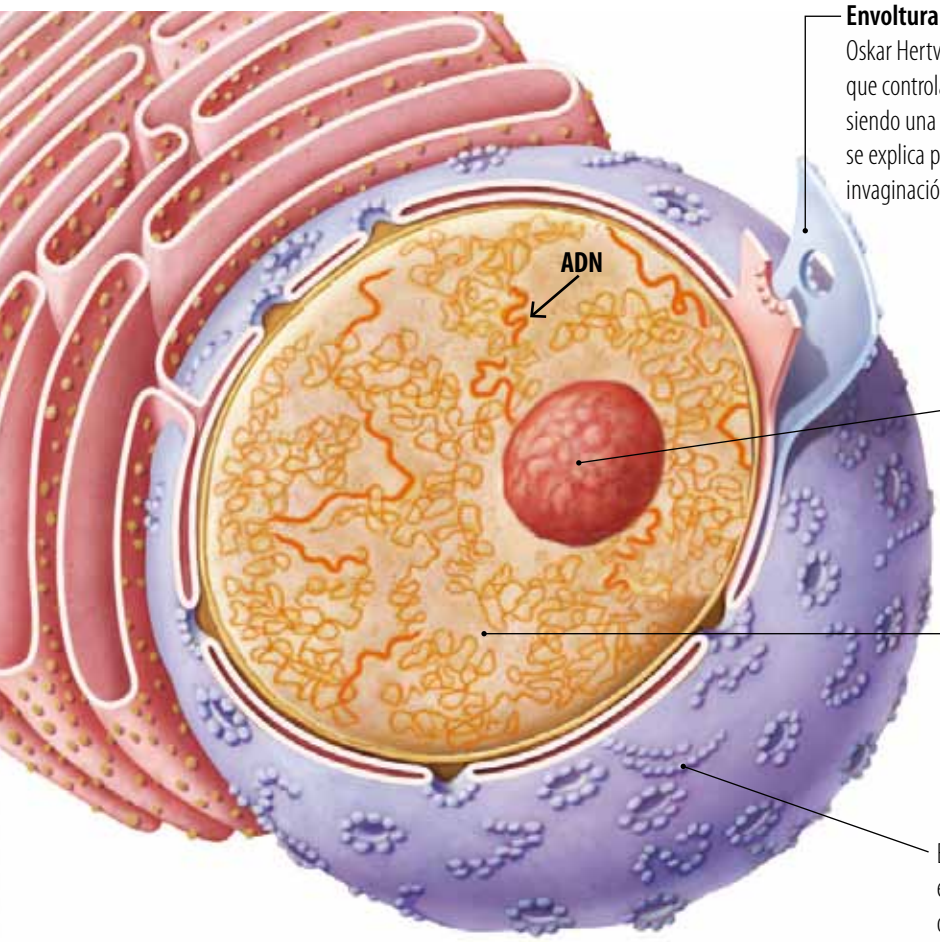
El núcleo celular

El núcleo es una estructura esférica u ovoide presente en **todas las células eucariontes**. En su interior se encuentra el material genético (ADN) que contiene los genes; estos son los encargados de transmitir la información de generación en generación. La función del núcleo es mantener la integridad de los genes y controlar las actividades celulares. Por ello se dice que el núcleo es el centro de control de la célula.



▲ Microfotografía del núcleo de una célula animal.

En el núcleo podemos encontrar las siguientes estructuras:



Envoltura nuclear o carioteca. Fue descrita en 1893 por el zoólogo alemán Oskar Hertwig. Está constituida por una doble membrana que presenta **poros** que controlan y regulan la comunicación entre el citoplasma y el nucleoplasma, siendo una barrera selectiva, al igual que la membrana plasmática. Su origen se explica por varias teorías, una de ellas plantea que se formó por una invaginación de la misma membrana plasmática.

Nucléolo. Estructura granulosa presente al interior del núcleo. En él se sintetizan y ensamblan los ribosomas. Normalmente hay entre 1 y 5 nucléolos por célula, según su función.

Nucleoplasma. Está compuesto por agua, sales y proteínas que le confieren la apariencia de gel.

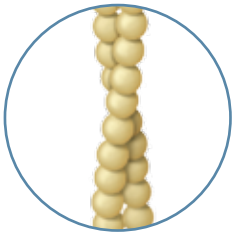
En la parte exterior del núcleo, la membrana externa de la envoltura presenta un gran número de ribosomas adosados que se proyectan, continuando la membrana del RER, y participan en la síntesis de proteínas que requiera la célula.

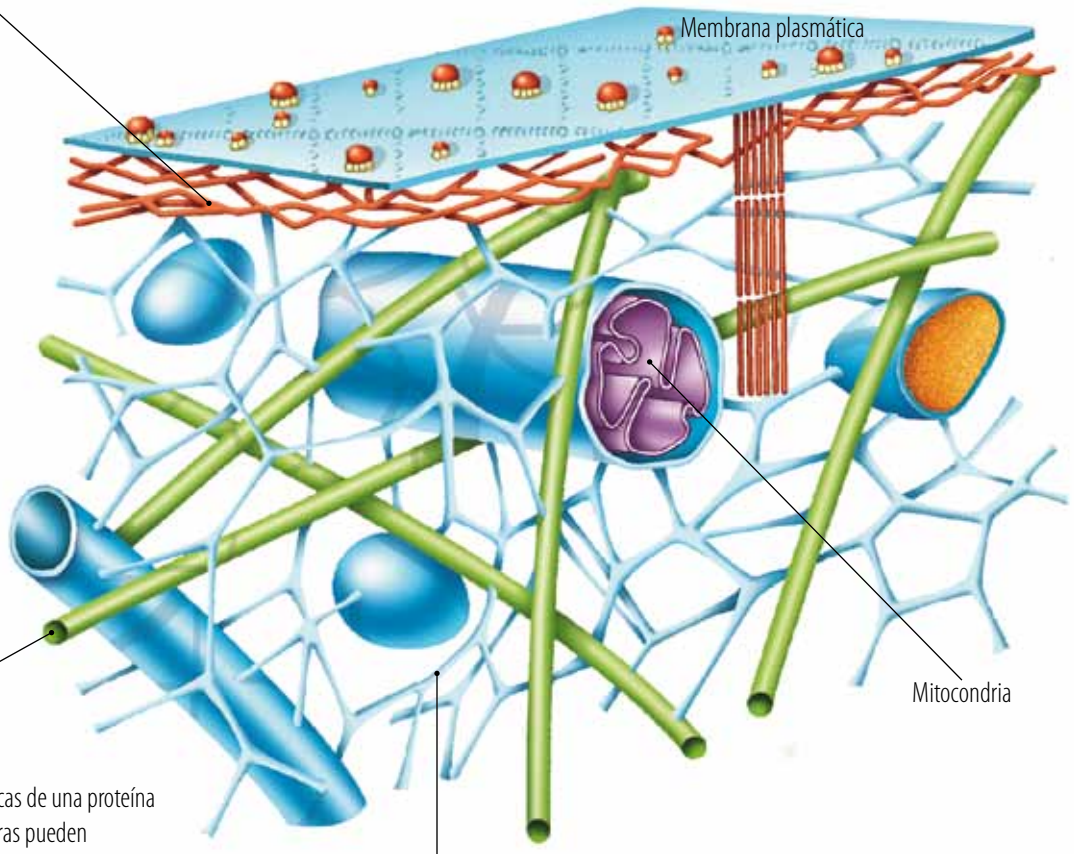
Citoesqueleto

La célula es una estructura muy dinámica, donde ingresan y salen sustancias, se sintetizan y digieren moléculas, y en determinados momentos se reproducen. Todo esto requiere del movimiento organizado de los componentes celulares.

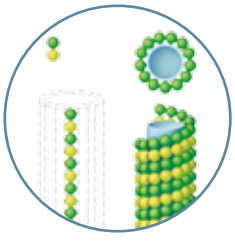
A inicios del siglo XX, se pensaba que el citoplasma era únicamente una solución viscosa y homogénea en la que flotaban los organelos. En 1976, **Keith Porter**, profesor estadounidense de Biología, demostró la existencia de una red de filamentos proteicos que conforman el **citoesqueleto**. Estos filamentos son de tres tipos: microfilamentos, filamentos intermedios y microtúbulos.

Microfilamentos. Están compuestos de moléculas de actina, proteína intracelular más abundante en los organismos eucariontes. El esqueleto intracelular de la actina es una estructura dinámica; sus microfilamentos aumentan y disminuyen de longitud, y los paquetes y las redes cambian continuamente.

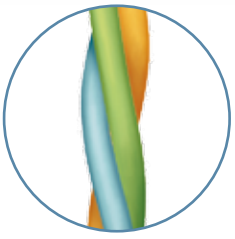




Microtúbulos. Estructuras huecas de una proteína llamada tubulina. Estas estructuras pueden aumentar o disminuir su longitud y cambian de posición en el citoplasma, lo que permite modificar la forma de la célula y redistribuir los organelos.



Filamentos intermedios. Tienen un espesor intermedio entre los microfilamentos y los microtúbulos, y a diferencia de ellos, no participan en los movimientos de la célula, sino que se mantienen estables, otorgando soporte a la membrana plasmática.



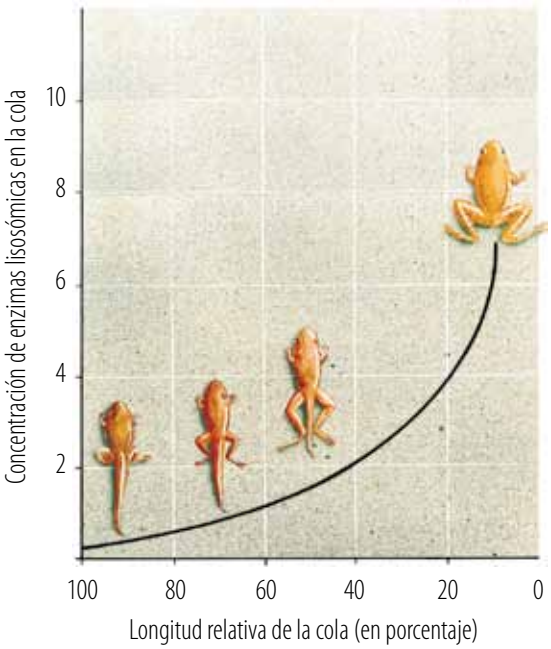
El citoesqueleto está presente en **todas las células eucariontes**. Además, interviene un elevado número de proteínas que unen los filamentos del citoesqueleto entre sí y con las membranas de la célula. Esta estructura mantiene la forma de la célula, le da resistencia mecánica, participa en el movimiento celular, sostiene y mueve los organelos y participa también en la división celular.

Actividad 4 Análisis

Analiza el gráfico y responde las preguntas planteadas. Luego, corrige tus respuestas con el profesor.

Como aprendiste en las páginas 22 y 23 los lisosomas son organelos que sintetizan enzimas que degradan estructuras celulares e incluso a la célula completa.

El gráfico muestra el aumento de la concentración de enzimas lisosomales en las células de la cola del renacuajo durante su desarrollo.



1. ¿Qué problema de investigación pudo haber dado lugar a esta investigación?
2. ¿Qué relación existe entre las células de la cola y el aumento de las enzimas lisosómicas?
3. ¿Qué sucedió con el tejido que compone la cola? Explica.

Al finalizar la lección...

Realiza individualmente las siguientes actividades.

1. Haz una tabla comparativa entre células procariontes y eucariontes basándote en tres criterios que tú elijas.
2. Escoge un tipo de célula eucarionte y dibújala. **Rotula** al menos cinco organelos o estructuras con su nombre correspondiente.
3. **Relaciona** el organelo o la estructura celular que corresponda, según su función.

A	Mitocondria	_____	Sintetiza proteínas.
B	Vacuola	_____	Contiene el material genético celular.
C	Ribosoma	_____	Participa en la digestión celular.
D	Citoesqueleto	_____	Coordina el movimiento de los organelos.
E	Lisosoma	_____	Almacena agua y nutrientes.
F	Núcleo	_____	Obtiene la energía que requiere la célula.

4. **Elabora un resumen** de las funciones de las siguientes estructuras: lisosomas, peroxisomas, ribosomas, aparato de Golgi y retículo endoplasmático, núcleo y membrana plasmática. Consulta el anexo 9 para obtener ayuda.

LECCIÓN 3:

¿Cómo son los organelos que producen energía en la célula?

Debes recordar: *organismos autótrofos y fotosíntesis.*

Trabaja con lo que sabes

¿Es necesaria la luz del sol para el proceso de fotosíntesis?

En años anteriores has estudiado sobre las necesidades que tienen las plantas para realizar fotosíntesis. ¿Será la luz un factor que influye en el proceso fotosintético? Compruébalo realizando la siguiente actividad.

Materiales

- una planta de cardenal
- papel aluminio
- lugol
- alcohol
- pinzas
- mechero
- dos vasos de precipitado de 50 mL
- dos vasos de precipitado de 250 mL
- dos cápsulas de Petri

Procedimiento

1. Tapen parcialmente una de las hojas del cardenal con papel aluminio y procuren que otra quede expuesta al sol durante una semana.
2. Corten la hoja tapada y una que haya estado expuesta a la luz y colóquenlas en agua caliente durante 5 minutos.
3. Saquen las hojas del agua utilizando las pinzas, y póngan-las, cada una por separado, en alcohol (30 mL). Sométanlas a baño María durante 3 minutos. (Observa la fotografía 2.)
4. Saquen las hojas con cuidado, siempre identificando cuál es la que estaba tapada, lávenlas con agua y déjenlas enfriar.
5. Pongan las hojas en las cápsulas de Petri y agréguenles dos gotas de lugol a cada una y observen.

Análisis

a. ¿Qué diferencias observan en la reacción del lugol en ambas hojas?

b. ¿A qué atribuyen esta diferencia?

c. ¿Qué importancia tiene la luz del sol en la producción de la glucosa?

d. Definan cómo recuerdan el concepto fotosíntesis y qué sustancias participan en este proceso.

Propósito de la lección

No debes olvidar que las células son estructuras que están vivas, y como has aprendido desde los primeros años de estudio, los seres vivos requieren energía para vivir. Pues bien, en esta lección aprenderás que las mitocondrias y los cloroplastos son los dos organelos que cumplen este papel fundamental en las células eucariontes: producir la energía necesaria para las funciones celulares.

Cuidado

Revisa el Anexo 1 de la página 234 de tu texto.

Formas de nutrición y obtención de energía

Todo organismo consume energía para mantener la actividad celular y, en último término, las funciones vitales. Al interior de las células, las moléculas se modifican, rompiéndose, uniéndose entre sí y transformándose en otras. Esa intensa e incesante actividad de transformación química constituye el **metabolismo**.

Según la forma en que los organismos obtienen materia y energía, se clasifican en dos tipos: **autótrofos** y **heterótrofos**.

Los organismos autótrofos sintetizan moléculas orgánicas sencillas, como glucosa, glicerina o aminoácidos a partir de moléculas inorgánicas como H_2O, CO_2, NO_3 mediante procesos como la fotosíntesis o la quimiosíntesis. En cambio, los organismos heterótrofos necesitan incorporar moléculas orgánicas sencillas para transformarlas en otras de mayor complejidad, como polisacáridos, grasas o proteínas.

▶ Organismos autótrofos.

Autótrofos fotosintéticos

Los **vegetales** pueden presentar este tipo de metabolismo, pues los cloroplastos que poseen sintetizan las moléculas orgánicas necesarias para la obtención de energía (glucosa), que posteriormente serán metabolizadas en las mitocondrias de la célula.

Heterótrofos

Los **animales** obtienen los compuestos orgánicos de los nutrientes que ingresan a sus células. Por ejemplo, cuando al comer una manzana esta pasa por el sistema digestivo y en el intestino los nutrientes son absorbidos, llegando al torrente sanguíneo y a todas las células, donde los compuestos se metabolizan, específicamente, en la mitocondria.

La molécula más usada por las células (vegetales y animales) para la obtención de energía es la glucosa.

▼ Organismos heterótrofos.

Actividad 5 Análisis

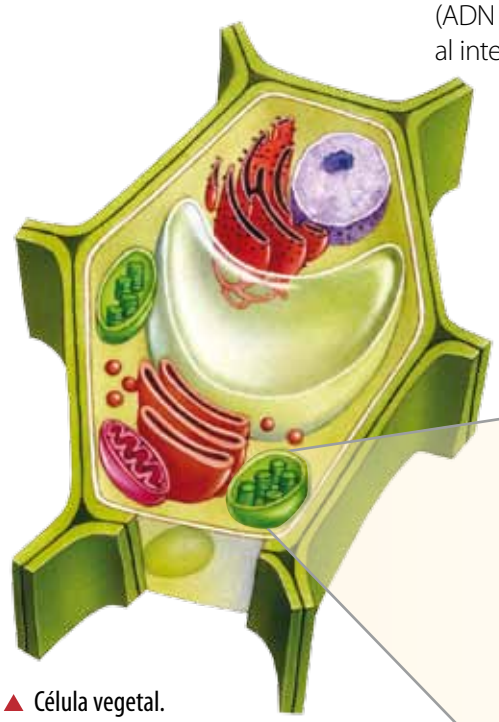
Responde en tu cuaderno y luego corrige tus respuestas con el profesor.

1. ¿Qué organelos participan en la obtención de energía en las células vegetales?
2. ¿Cómo explicarías la siguiente afirmación: "las plantas fabrican su propio alimento" con los nuevos conceptos que has conocido?

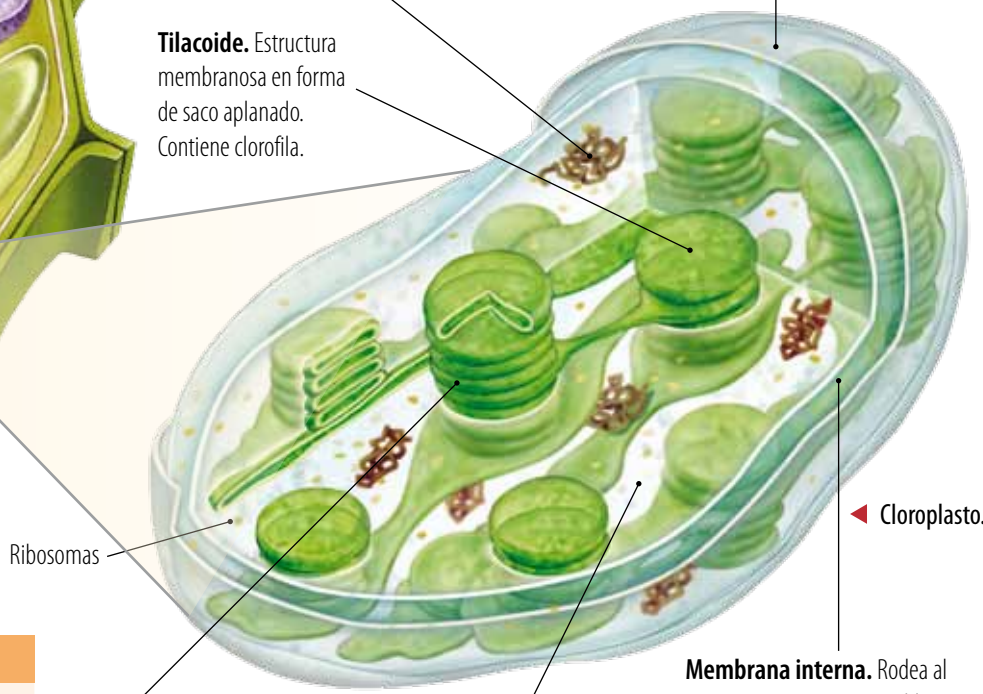
El cloroplasto

Como has aprendido, los **cloroplastos** son organelos exclusivos de las células vegetales. Contienen **clorofila**, pigmento que participa en el proceso de **fotosíntesis**. Como sabes, en este proceso la energía luminosa se transforma en química, donde se sintetiza materia orgánica (glucosa) a partir de materia inorgánica (agua y dióxido de carbono).

Los cloroplastos son organelos complejos, que tienen su propio material genético (ADN similar al procarionte), se mueven, crecen e incluso pueden llegar a dividirse al interior de la célula.



▲ Célula vegetal.



Membrana externa. Estructura muy permeable a iones y pequeñas moléculas.

ADN. Es circular y de doble hélice, como el de las bacterias.

Tilacoide. Estructura membranosa en forma de saco aplanado. Contiene clorofila.

Ribosomas

◀ Cloroplasto.

Membrana interna. Rodea al estroma. Es casi impermeable.

Grana. Conjunto de la tilacoides.

Estroma. Es el espacio interior que queda delimitado por la membrana interna, contiene un elevado número de componentes, como el ADN, ribosomas, enzimas e inclusiones de granos de almidón y lípidos.

Conexión con...

la gastronomía

¿Te ha sucedido que cuando picas una cebolla, comienzas a llorar? Esto se produce porque cuando cortas la cebolla estás destruyendo las células que componen la estructura. Al romper las células, se rompen también las vacuolas, lo que permite la salida de compuestos químicos que al entrar en contacto con el agua de los ojos, produce ardor. Las células de cebolla no poseen cloroplastos, pues al estar bajo la tierra, no captan la luz del Sol.

¿Qué sucede en el cloroplasto?

La ecuación global que resume el proceso de fotosíntesis que ocurre en el cloroplasto es:

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow \text{glucosa} + O_2$$

La mitocondria

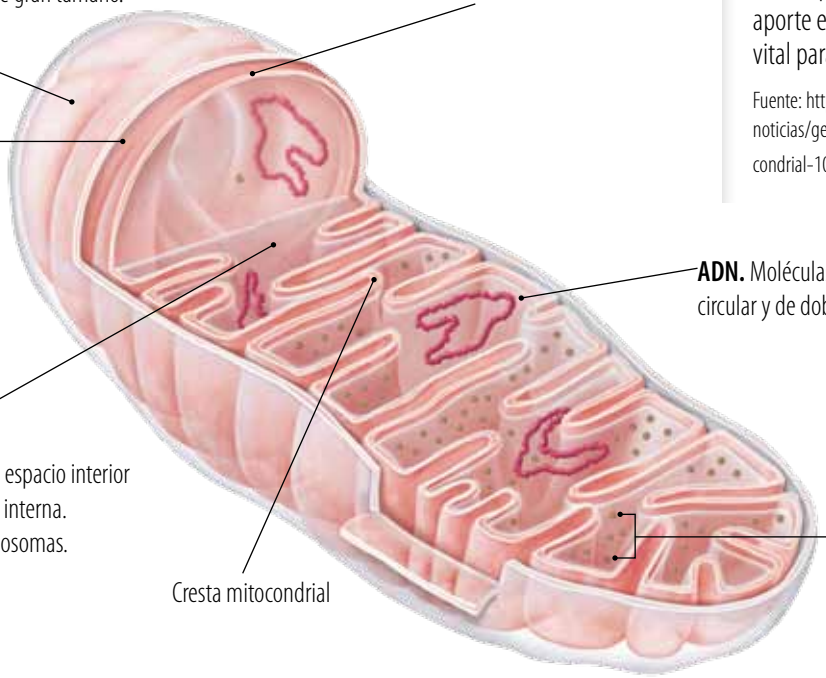
Organelos que se encuentran en grandes cantidades en el citoplasma de todas las células eucariontes, tanto animales como vegetales. Son especialmente abundantes en las que, por su actividad, tienen una elevada demanda de energía, como son las células musculares y los espermatozoides. ¿Qué otras células de tu cuerpo crees tú que presentan una alta concentración de mitocondrias?, ¿por qué?

Al igual que los cloroplastos, poseen doble membrana, ADN y ribosomas. Observa su estructura.

Membrana externa. Es lisa y limita por completo a la mitocondria. Su estructura es la misma que la de las membranas celulares (una doble capa lipídica y proteínas asociadas). Es muy permeable y permite el paso de algunas moléculas de gran tamaño.

Membrana interna. Presenta muchos repliegues internos, denominados crestas mitocondriales, que incrementan su superficie y, por tanto, su capacidad metabolizadora.

Espacio intermembranoso. Es el espacio existente entre las dos membranas. Tiene un contenido parecido al citoplasma.



ADN. Moléculas de ADN mitocondrial, circular y de doble hélice.

Matriz mitocondrial. Es el espacio interior delimitado por la membrana interna. Contiene varias enzimas y ribosomas.

Cresta mitocondrial

Ribosomas

◀ Mitocondria.

Novedades científicas

Un grupo de científicos del Instituto de Investigación Biomédica (IRB, Barcelona) acaba de descubrir información específica en el material genético que regula el movimiento y posición de las mitocondrias en las células del sistema nervioso.

Muchas enfermedades neurológicas, entre ellas el parkinson, se deben a alteraciones de genes que regulan el transporte mitocondrial, ya que el aporte energético para estos tejidos es vital para su funcionamiento.

Fuente: http://www.investigacionyciencia.es/noticias/genes-de-control-en-el-trasporte-mitocondrial-10044 (Adaptación).

La respiración celular, proceso de obtención de energía

Como ya viste, las células animales obtienen glucosa y otros nutrientes por el consumo de alimentos.

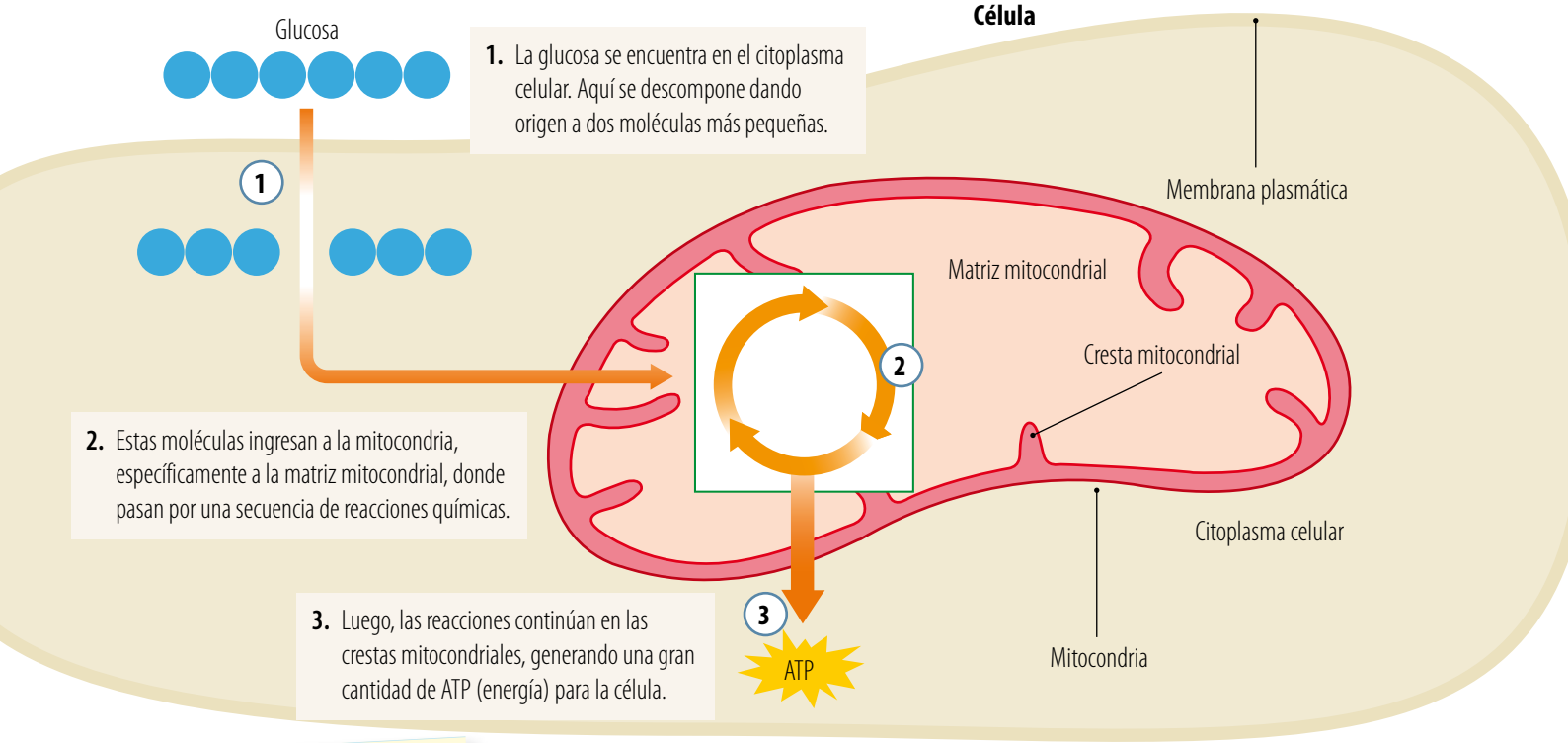
Todas las células eucariontes, independiente de cómo hayan obtenido la glucosa, realizan el proceso de **respiración celular** que permite degradar esta y otras sustancias orgánicas en compuestos inorgánicos más sencillos, como el dióxido de carbono y el agua, liberando energía que se almacena en la célula.

En el proceso de degradación, la mayoría de las células necesitan **oxígeno**. La ecuación global esquemática, que resume el proceso complejo de la respiración celular, es:

$$\text{Glucosa} + O_2 \longrightarrow H_2O + CO_2 + \text{energía}$$

¿Cuáles son las etapas de la respiración celular?

Las reacciones químicas que tienen lugar durante la respiración aeróbica son muy complejas y numerosas, pero lo importante es que comprendas que la finalidad de este proceso es producir **ATP**.



▲ **Recuerda que esto es un esquema y que las proporciones de los tamaños entre la mitocondria y la célula no corresponde a la realidad.**

Apuntes:

ATP: molécula que utiliza la célula para acumular energía y así usarla cuando lo requiera.

Aunque la glucosa es el principal nutriente utilizado por las mitocondrias para obtener energía, también se pueden utilizar grasas y, en menor proporción, proteínas.

Al finalizar la lección...

1. **Dibuja** en tu cuaderno una mitocondria y un cloroplasto y rotula al menos cuatro estructuras en cada organelo.
2. **Identifica** qué sustratos o reactivos participan en la fotosíntesis.
3. ¿Qué productos se generan en la fotosíntesis?
4. ¿Cuál es la molécula que ingresa en el proceso de respiración celular?
5. ¿Cuál es el propósito de la respiración celular?
6. Escribe en tu cuaderno las ecuaciones de la fotosíntesis y de la respiración celular. Compara ambos procesos y escríbelos en tu cuaderno.

¿Qué diferencias existen entre hipótesis, leyes y teorías?

Algunos fenómenos naturales o situaciones cotidianas despiertan nuestra curiosidad, lo que nos lleva a plantearnos preguntas que nos conducen a elaborar posibles explicaciones. Es así como surgen sencillas **hipótesis**, las que en un ámbito científico pasan a ser comprobadas y se pueden validar por medio de la experimentación.

Por otro lado, los científicos usan sus hipótesis y la información que obtienen durante la experimentación para formular **leyes** y **teorías**. Sin embargo, ¿en qué se diferencian las hipótesis de las leyes y teorías?

Quizás a simple vista, puedas pensar que existen diferencias de jerarquía entre los conceptos, como que una ley fuera más "verdad" que una hipótesis, pero no es necesariamente esta es la diferencia.

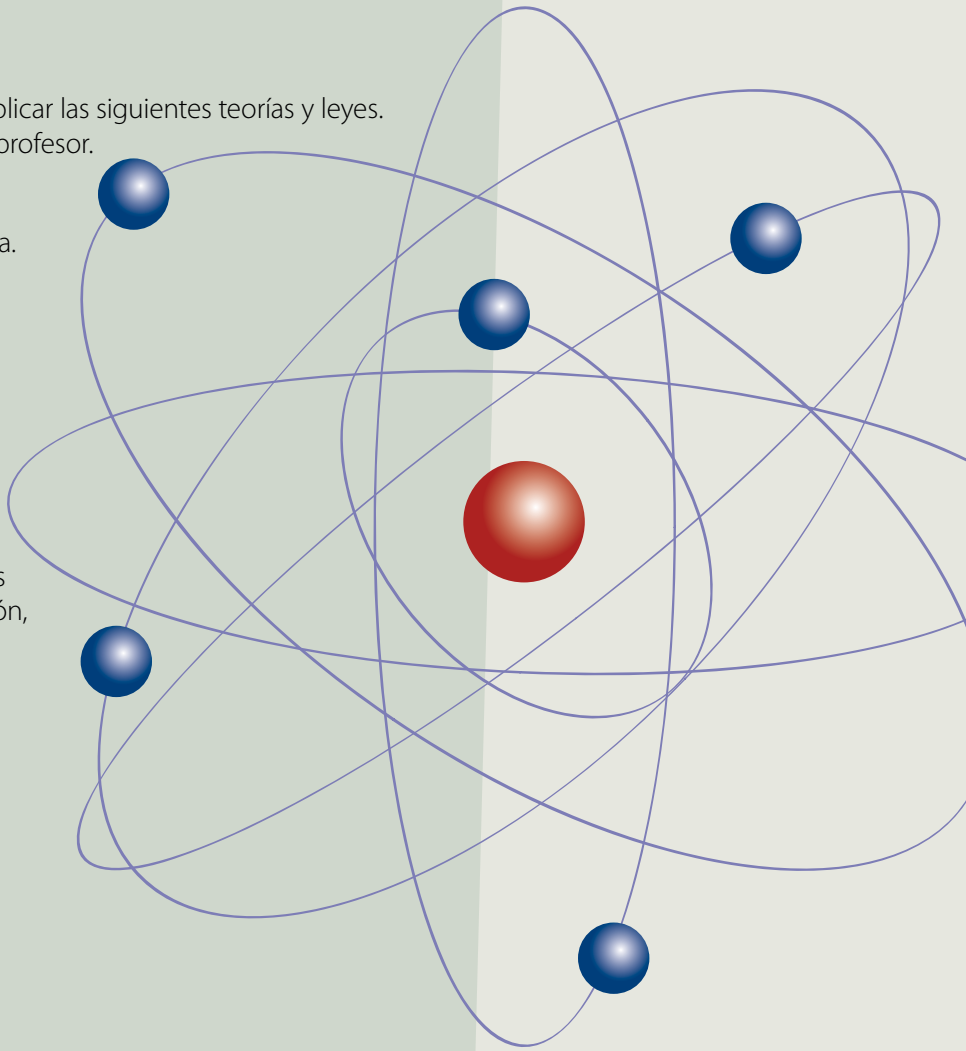
- La hipótesis es una posible explicación de un fenómeno particular y aislado, por ejemplo: al incorporar azúcar al yogur natural aumentará el número de organismos procariontes que se desarrollan en él.
- Una teoría, en cambio, es una explicación general de un fenómeno estudiado. Puede explicarse mediante modelos que interpretan el fenómeno. Por ejemplo, la teoría celular (abarca la composición de todos los seres vivos).
- Una ley sintetiza las regularidades que se han observado en fenómenos determinados y puntuales. Se asemeja a los postulados de la matemática. Son comprobables y repetibles bajo las condiciones estudiadas. Un ejemplo es la ley de gravedad.

Ahora tú

1. Define lo que recuerdas e intenta explicar las siguientes teorías y leyes. Luego, corrige tus respuestas con el profesor.

- **a.** Teoría atómica.
- **b.** Ley de conservación de la energía.
- **c.** Teoría celular.
- **d.** Ley de los gases ideales.
- **e.** Ley de Boyle.
- **f.** Teoría cinético-molecular.
- **g.** Ley de Charles.

2. Propón dos hipótesis en torno a alguno de los fenómenos recordados en la actividad anterior. A continuación, coméntalas con el profesor.



LECCIÓN 4:

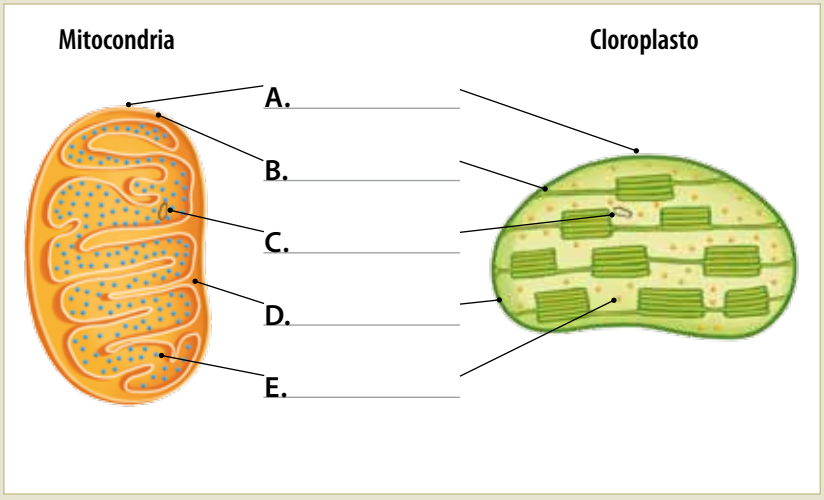
¿Cómo se originó la célula eucarionte?

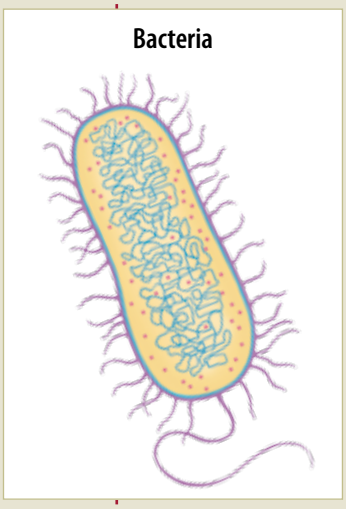
Debes recordar: *estructura de las bacterias, los cloroplastos y las mitocondrias.*

Trabaja con lo que sabes

En grupo observen las siguientes ilustraciones y luego respondan las preguntas.

1. **Identifiquen** las estructuras en común que presentan mitocondrias y cloroplastos. Escríbanlos en las flechas que corresponden. Indiquen que estructuras tienen en común una bacteria (célula procarionte) y una mitocondria.





2. **Completen** una tabla como la siguiente para visualizar las estructuras comunes entre ambos organelos y la célula procarionte.

Estructura	Doble membrana	ADN circular	Ribosomas	Estructuras membranosas internas
Mitocondria				
Cloroplasto				
Bacteria				

3. **Infieran** ¿A qué creen que se debe esta similitud?

4. ¿Podrían plantear una hipótesis, a partir de esta observación, que relacione el origen de las células procariontes con la aparición de las células eucariontes?

Propósito de la lección

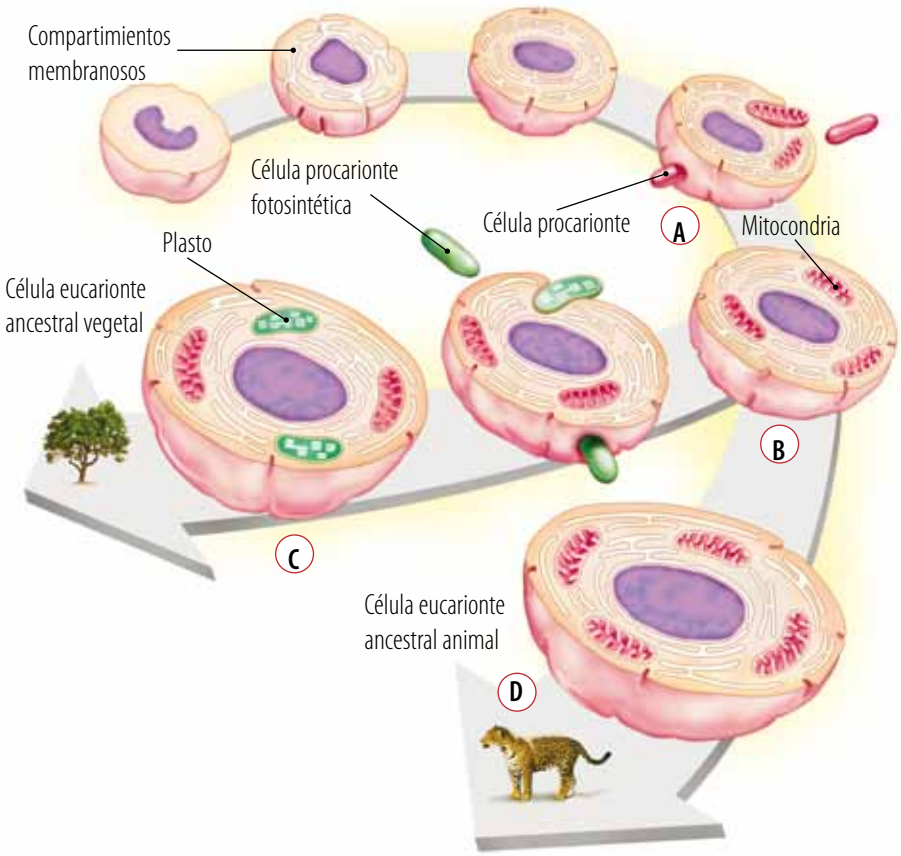
En esta lección aprenderás sobre una teoría. El fenómeno que se quiso explicar fue el origen de las células eucariontes. Ahora aprenderás cómo es esta teoría propuesta llamada teoría endosimbiótica.

Origen de las células eucariontes

Como has aprendido, los primeros seres vivos que poblaron la Tierra fueron los organismos procariontes, hace 3 500 millones de años. Luego de 2 000 millones de años, aparecieron los primeros organismos eucariontes. ¿Cómo surgieron estos tipos celulares?, es la pregunta que intentó explicar la bióloga Lynn Margulis, quien con observaciones como las planteadas en la actividad de la página anterior postuló la teoría endosimbiótica en el año 1967.

La teoría endosimbiótica

Los científicos postulan que los primeros procariontes obtenían su alimento directamente del medio y que con el pasar del tiempo, surgieron algunos que fueron capaces de generarlo mediante la fotosíntesis. Producto de este proceso, los niveles de oxígeno aumentaron en la atmósfera y otras bacterias comenzaron a utilizar este gas para la formación de energía. De esta forma surgieron los ancestros de cloroplastos y mitocondrias.



A Lynn Margulis planteó que una bacteria de gran tamaño ingirió otras bacterias aeróbicas más pequeñas (mitocondrias), sin degradarlas, quedando vivas en el citoplasma. Con el tiempo, se habría generado una relación de **simbiosis** entre ambos organismos.

B La gran bacteria obtenía la energía proporcionada por la mitocondria y esta estaba protegida al interior de la otra. Esta es la idea central de la **teoría endosimbiótica**. Simbiosis, significa *vivir juntos*.

C Lo mismo habría sucedido con los cloroplastos. La gran bacteria con la mitocondria en su interior, ahora ingería a la bacteria fotosintética (cianobacteria), generando dos tipos celulares: las células vegetales con ambos organelos y la célula animal, solo con las mitocondrias.

D Según los científicos, esta asociación celular fue tan exitosa, que se convirtió en permanente y las antiguas bacterias procariontes (mitocondrias y cloroplastos) se transformaron en organelos celulares, dando origen a las células eucariontes.

Al finalizar la lección...

Responde las siguientes preguntas y luego corrige tus respuestas con el profesor.

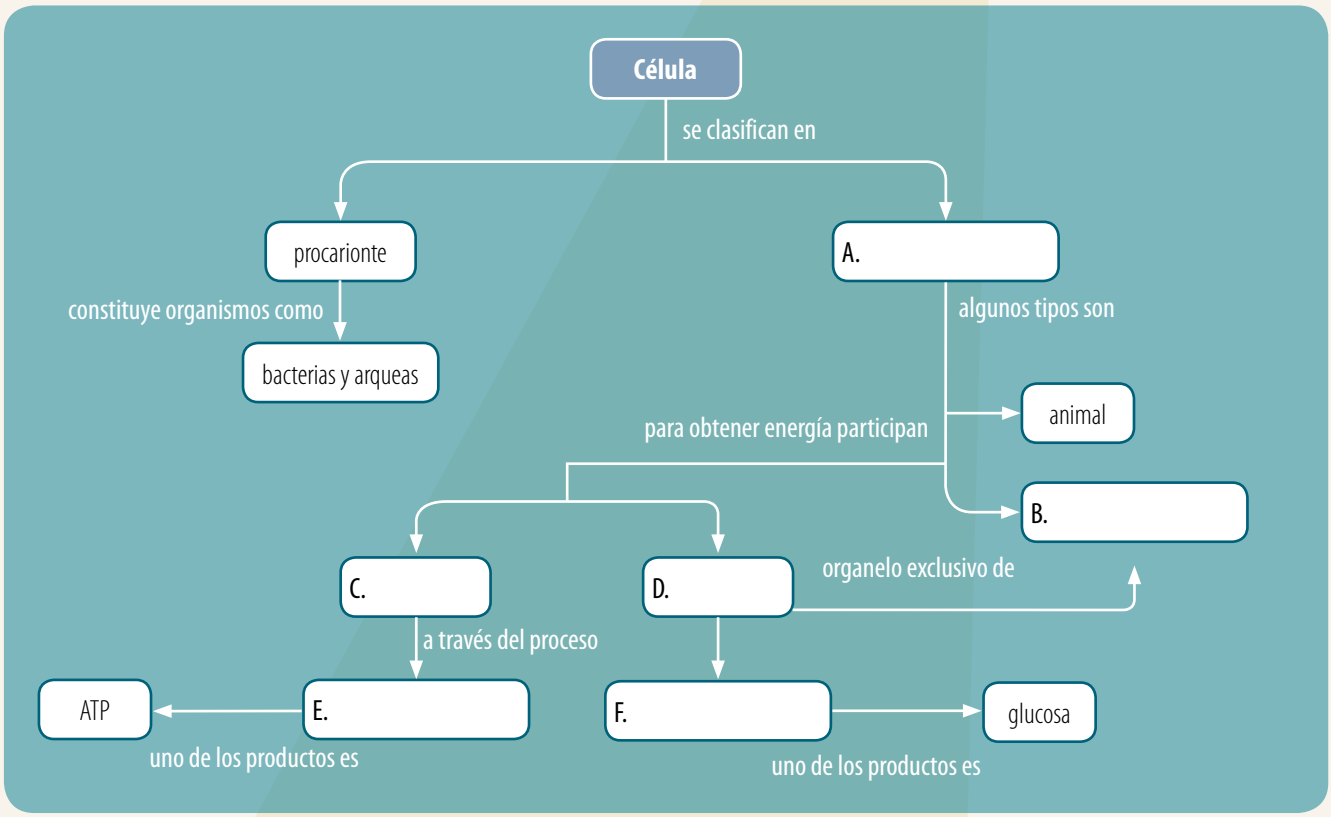
1. **Explica** ¿Por qué crees que esta propuesta es una teoría?
2. ¿Cómo explicarías que una célula eucarionte animal es más compleja que una bacteria anaeróbica?
3. **Infiere** ¿Qué hubiese sucedido si todas las células eucariontes presentaran cloroplastos y mitocondrias?
4. **Investiga** sobre Lynn Margullis y luego plantea una pregunta que le harías sobre su teoría.

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

1. Los mapas conceptuales son organizadores gráficos que permiten sintetizar y visualizar el desarrollo de un tema. Observa el siguiente ejemplo y completa con los siguientes términos.

cloroplasto | vegetal | eucarionte | respiración | fotosíntesis | mitocondria



2. **Elabora** un mapa conceptual sobre las diferencias entre las células eucariontes y procariontes. Puedes apoyar tu trabajo leyendo el Anexo 9 de la página 246.

Actividades

Realiza las siguientes actividades.

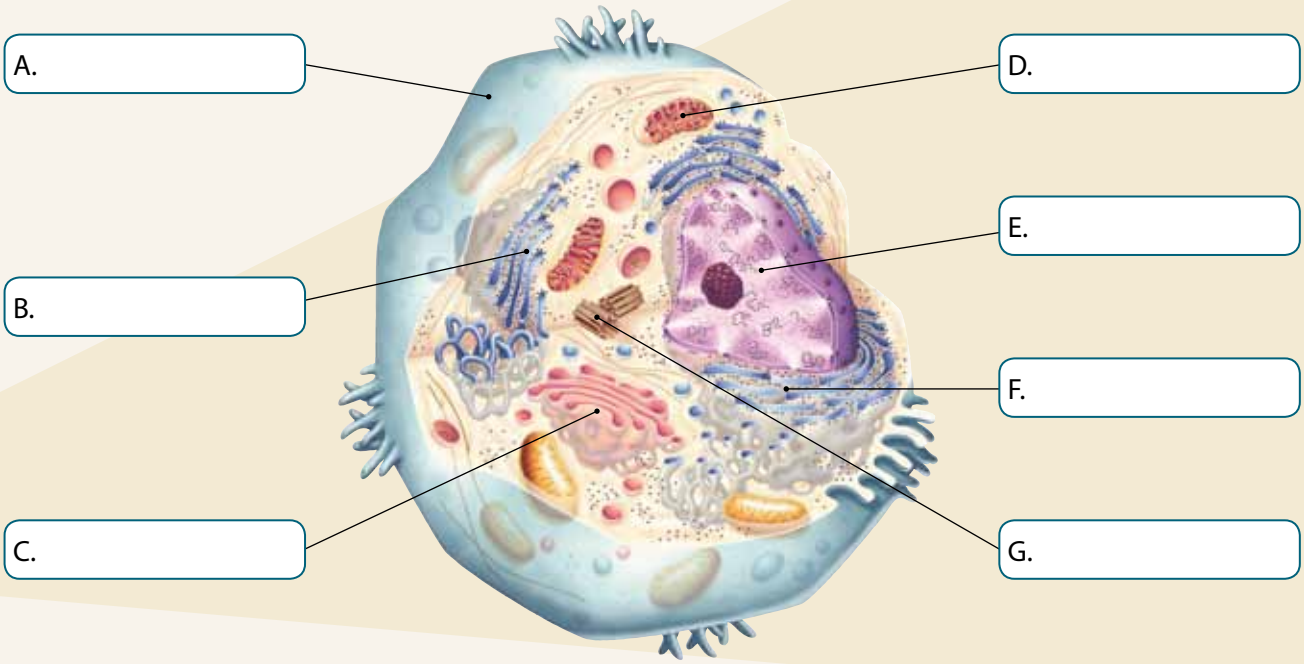
1. Lee atentamente y responde en tu cuaderno.

a. ¿Qué estructuras observó Hooke al microscopio?

b. ¿Cómo explicarías que la célula es la unidad morfológica de todos los seres vivos?

c. ¿Cuál era el desarrollo de la microscopía en el siglo XVII?, ¿de qué forma impactó este desarrollo en los estudios celulares de su tiempo?

2. **Rotula** el esquema de célula animal, indicando la estructura u organelo que corresponde en cada caso.



3. Responde en tu cuaderno.

a. ¿Qué organelos diferencian a la célula vegetal?

b. **Dibuja** en tu cuaderno una célula procarionte y rotúlala, indicando al menos cuatro estructuras. ¿Cuáles son las principales diferencias entre una célula procarionte y una eucarionte?

4. Completa la siguiente tabla con la información requerida para cada estructura celular.

Estructura	Células donde se encuentra	Función
Pared celular		
Cloroplasto		
Mitocondria		
REL		
Lisosoma		
Vacuola		
Ribosoma		

LECCIÓN 5:

¿De qué está compuesta la célula?

Debes recordar: *nutrientes presentes en los alimentos y definición de molécula.*

Trabaja con lo que sabes

Observa la Tabla 1 y compara las proporciones de cada elemento químico que constituyen los diferentes organismos. Luego responde en tu cuaderno.

Tabla N° 1: Proporciones de bioelementos que componen diferentes seres vivos

Elementos	Ser humano	Alfalfa	Bacteria
C	19,37	11,34	12,14
H	9,31	8,72	9,94
O	62,81	77,90	73,68
N	5,14	0,82	3,04
P	0,63	0,71	0,60
S	0,64	0,10	0,30
Total CHONPS	97,90	99,59	99,72

Fuente: Curtis, H., Barnes, N. S. (2006). *Biología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

1. ¿Cuál es el elemento químico más abundante en el cuerpo humano?, ¿y en la alfalfa (vegetal) y las bacterias?
2. Elabora un gráfico para representar la abundancia del C, H, O, y N en humanos y en bacterias.
3. ¿La abundancia de los elementos graficados anteriormente es semejante o diferente? Explica.

Propósito de la lección

Desde los primeros cursos de Ciencias Naturales, has aprendido la importancia de la nutrición para el ser humano y todos los organismos. ¿Cuál es el origen de los nutrientes?, ¿qué ocurre con las moléculas que los conforman?, ¿qué moléculas ingerimos en los alimentos?, ¿de qué moléculas se conforman nuestras células? Estas y otras preguntas podrás contestar luego de estudiar la composición química de las células en esta lección.

Constitución química de los seres vivos

Como has aprendido en años anteriores, la mayoría de los alimentos que consumes son de origen animal o vegetal. Ahora también sabes que las células animales y vegetales tienen una estructura y una composición química muy similar.

Los principales elementos químicos que constituyen a los seres vivos se denominan **bioelementos**. Los más abundantes son el carbono (C), el oxígeno (O), el hidrógeno (H) y el nitrógeno (N). Desde el punto de vista químico, estos elementos tienen gran facilidad para combinarse, constituyendo las **biomoléculas** que componen las células de los organismos. Las biomoléculas pueden clasificarse en **inorgánicas** y **orgánicas**.

Biomoléculas inorgánicas

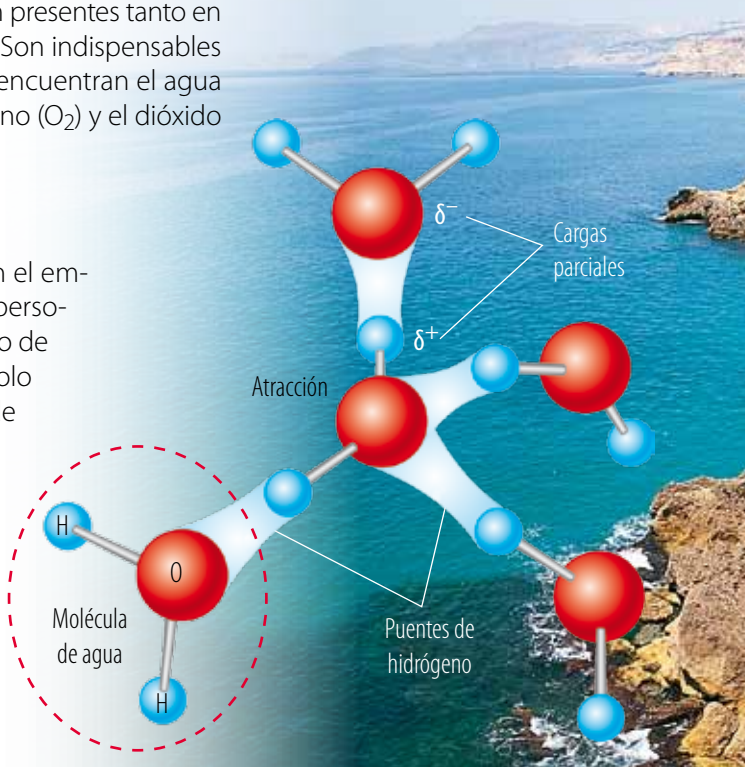
Las biomoléculas inorgánicas son aquellas que se encuentran presentes tanto en los seres vivos como en la materia inerte (rocas y minerales). Son indispensables para el mantenimiento de la vida. Dentro de este grupo se encuentran el agua (H_2O), algunas sales minerales y ciertos gases, como el oxígeno (O_2) y el dióxido de carbono (CO_2).

a. Agua

El agua es la sustancia más abundante en los seres vivos. En el embrión humano representa hasta el 94 % de su masa y en las personas adultas el 63 %, aunque este porcentaje varía según el tipo de tejido, por ejemplo, en la dentina de los dientes representa solo el 10 % y en los huesos el 22 %. Las algas contienen un 95 % de agua y algunas semillas, un 20 %.

El agua, debido a sus propiedades moleculares, cumple varias funciones:

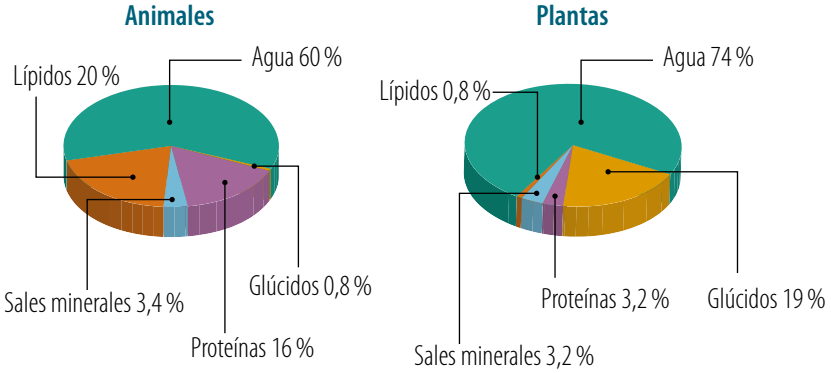
- Es un buen disolvente, y, por tanto, un perfecto medio de transporte de sustancias.
- Es un buen regulador térmico, permitiendo que la temperatura del organismo permanezca relativamente constante aunque varíe la del ambiente.
- Participa en el metabolismo celular, como la fotosíntesis y la respiración celular.
- Permite el movimiento de moléculas y organelos celulares en el citoplasma.



▲ Cada molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Las regiones eléctricamente positivas de una molécula de agua atraen a las regiones eléctricamente negativas de otras moléculas de agua, y forman enlaces denominados puentes de hidrógeno.

Actividad 6 Análisis

Los siguientes gráficos representan la proporción de agua en plantas y animales. Obsérvalos y luego responde las preguntas.



1. ¿En qué organismos la cantidad de agua es mayor?
2. ¿Qué organelo celular crees que genera la diferencia de proporción de agua en plantas y animales? **Explica**.

b. Sales minerales

Son compuestos inorgánicos que pueden encontrarse disueltos o precipitados. Se ionizan fácilmente en presencia de agua. Cuando esto ocurre se forman **iones**, como el sodio (Na^+), el potasio (K^+) y el cloro (Cl^-). Muchos de estos iones son fundamentales para la vida.

La falta de algunos de ellos puede alterar el metabolismo e incluso causar la muerte. En el ser humano, por ejemplo, los iones calcio (Ca^{2+}) participan en la coagulación de la sangre y en la contracción muscular, además de ser componentes fundamentales de los huesos. Los iones de magnesio (Mg^{2+}) y de cinc (Zn^{2+}), entre otros, participan en las reacciones químicas vitales para las células. Los iones de sodio (Na^+) y de potasio (K^+) son responsables del funcionamiento de las células nerviosas. También mantienen el grado de salinidad del organismo y regula la absorción de glucosa en el sistema digestivo, entre otras funciones.

Efecto disolvente del agua en las sales.

Las regiones de las moléculas eléctricamente negativas del agua son atraídas por los iones positivos del sodio (Na^+) y se asocian a ellos. Las regiones de las moléculas eléctricamente positivas del agua son atraídas por los iones negativos del cloro (Cl^-). La asociación con el agua causa la separación de los iones Na^+ y Cl^- y se rompe la estructura cristalina de la sal, disolviéndose en el agua.

c. 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 **oxígeno** (O_2) y eliminamos **dióxido de carbono** (CO_2). Estos gases son los más abundantes en nuestras células y están involucrados en las reacciones químicas para producir energía.

Actividad 7 Análisis

1. Revisa tu texto y escribe en tu cuaderno las ecuaciones químicas generales de la fotosíntesis y respiración celular (páginas 30 y 31) . Escríbelas y destaca con rojo los gases que participan en ellas y con azul las moléculas de agua.

2. Analiza los datos de la siguiente tabla y responde las preguntas.

Tabla N° 2: Porcentaje de gases en el aire inspirado y espirado

Gas	Volumen	
	Aire inspirado	Aire espirado
Oxígeno	20,93	14,6
Dióxido de carbono	0,04	4
Vapor de agua	1,25	5,9
Nitrógeno	78,77	75,5

Fuente: Curtis, H., Barnes, N. S. (2006). *Biología*. México: Editorial Médica Panamericana. (Adaptación)

a. ¿En qué tipo de aire el porcentaje de oxígeno es mayor?

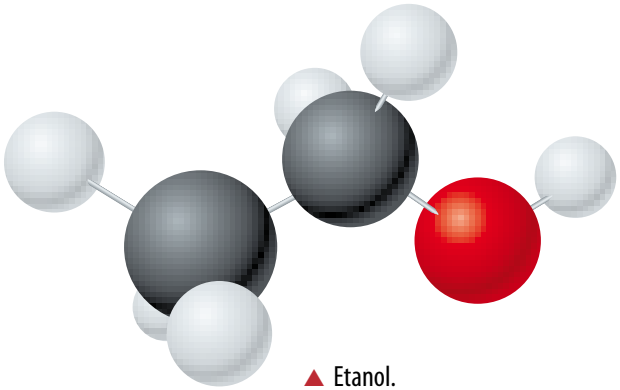
b. ¿En qué procesos participa el oxígeno?, ¿crees que exista una relación entre los volúmenes de ingreso y salida de este gas?

Biomoléculas orgánicas

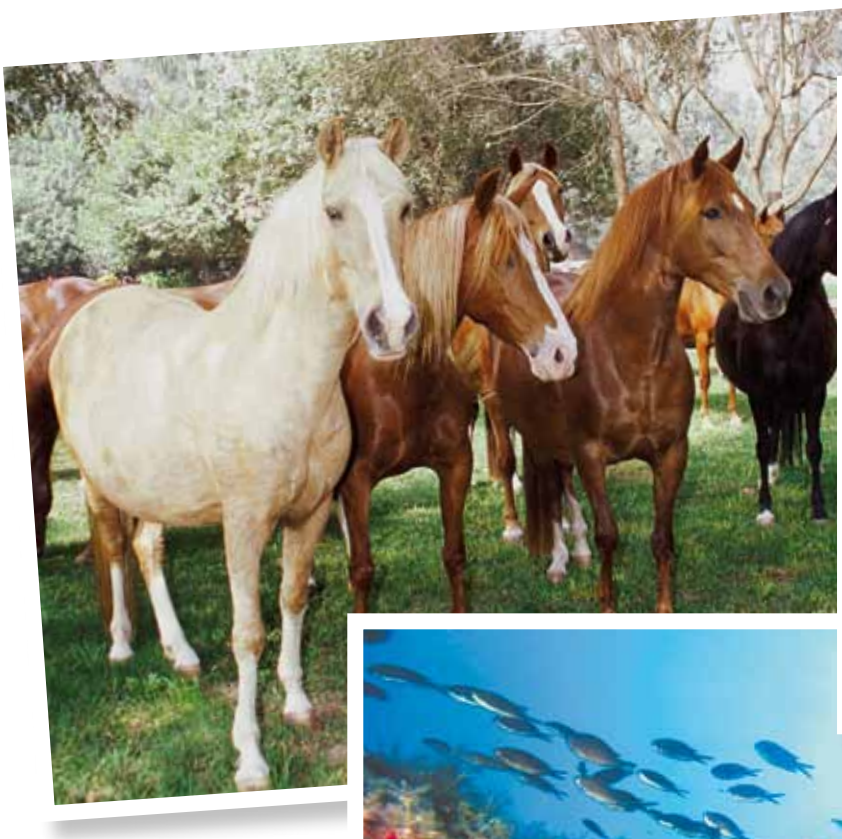
Las biomoléculas orgánicas, formadas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, son los componentes esenciales de la estructura de las células y las encargadas de controlar su funcionamiento.

La enorme variedad de biomoléculas orgánicas se explica en gran medida por dos características del átomo de carbono: su tamaño relativamente pequeño y su capacidad de formar cuatro enlaces covalentes con otros átomos de carbono o con otros elementos. Estas propiedades le permiten constituir una gran diversidad de moléculas, tanto en tamaño, forma y composición.

Las macromoléculas que estudiarás a continuación son: **carbohidratos**, **lípidos**, **ácidos nucleicos** y **proteínas**.



▲ Etanol.



▲ Todas las células de los seres vivos están constituidas por macromoléculas orgánicas. La gran variedad de organismos pareciera no reflejar que todos se componen de los mismos elementos.

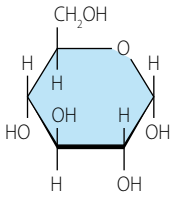
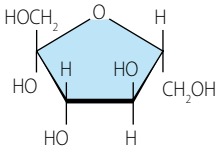
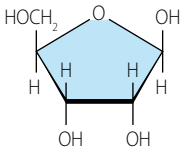
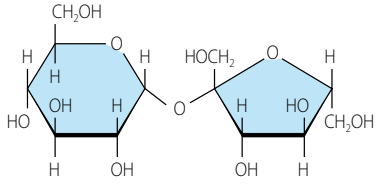
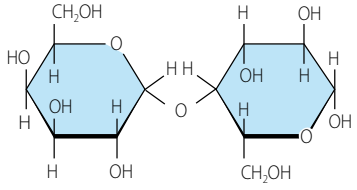
a. Carbohidratos

Los carbohidratos, también llamados hidratos de carbono, son moléculas orgánicas constituidas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. A los carbohidratos también se les denomina azúcares (término que se asocia con el sabor dulce), pero no todos estos compuestos son dulces.

En general, cada una de las moléculas que conforman las macromoléculas se denominan **monómeros**, algo así como los ladrillos de una gran muralla. En este caso, cada monómero de los carbohidratos se llama monosacárido.

Los carbohidratos son la fuente principal de energía para los seres vivos debido a su fácil e inmediato metabolismo en la célula. Están presentes en varios tipos de alimentos. La miel, por ejemplo, contiene **glucosa**; la caña de azúcar, **sacarosa**; la leche, **lactosa**, y la fruta, **fructosa** y **glucosa**, entre otros tipos. Además, los carbohidratos desempeñan un papel importante en la estructura corporal de los seres vivos. La **celulosa**, por ejemplo, forma la pared de las células vegetales y da soporte al cuerpo de las plantas. Otro ejemplo es la **quitina** que es el componente más importante de la pared celular de los hongos y del exoesqueleto de los artrópodos.

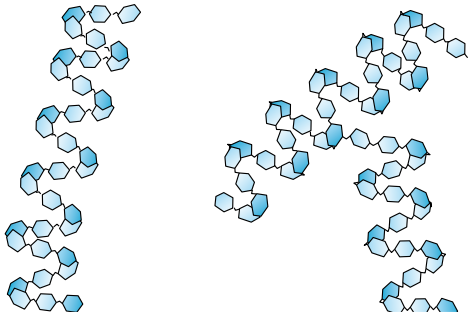
Tabla N° 3: Clasificación de los carbohidratos según su tamaño

Monosacáridos	Se encuentra en	Estructura molecular
Son los carbohidratos más simples. Están compuestos por una sola unidad de azúcar y de 3 a 7 carbonos. Se los puede denominar tetrosas (4C), como la eritrosa; pentosas (5C), como la ribosa; y hexosas (6C), como la glucosa.	Miel, frutas, entre otros.	 Glucosa  Fructosa  Ribosa
Oligosacáridos	**Se encuentra en**	**Estructura molecular**
Están formados por la unión de 2 a 10 monosacáridos (monómeros). Los más importantes son los disacáridos, compuestos por la unión de 2 monosacáridos iguales o diferentes. Los más comunes son la sacarosa, la lactosa y la maltosa.	Azúcar, leche, entre otros.	 Sacarosa (azucar de caña)  Lactosa (azucar de leche)

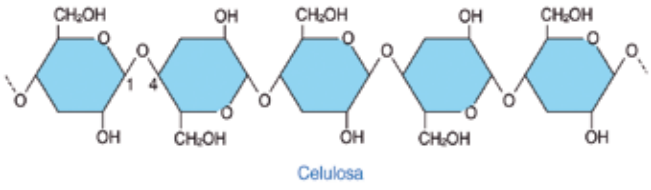
Polisacáridos	Se encuentra en
Están formados por más de 10 monosacáridos. El almidón presente en la papa, el glucógeno almacenado en el hígado y la celulosa que forma la pared de las células vegetales están constituidos por miles de unidades de glucosa (monómero). La quitina es un polisacárido constituido de monómeros de glucosamina.	Paredes vegetales, papas, exoesqueleto de invertebrados, entre otros.

Estructura molecular de algunos polisacáridos

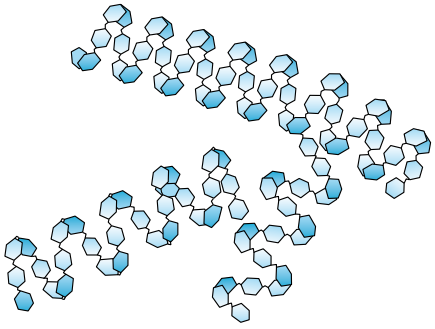
Almidón
Está formado por miles de moléculas de glucosa. Las células vegetales almacenan los azúcares que producen durante la fotosíntesis en forma de almidón. Es abundante en las semillas (trigo, maíz, arroz) y en los tubérculos (papa).



Celulosa
Polímero de glucosa. Los átomos de estas moléculas tienen una orientación espacial diferente a la glucosa que forma el almidón y el glucógeno. Es insoluble en agua y es el principal componente de la pared celular de las células vegetales.



Glicógeno
La mayoría de los animales, incluidos los seres humanos, producen en sus células el polisacárido llamado glicógeno. La función de esta macromolécula es equivalente a la del almidón en las plantas. El glicógeno se considera la sustancia de reserva propia de los animales. En los vertebrados se almacena en el hígado y en los músculos.



b. Lípidos

Están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, aunque algunos presentan también otros elementos, como fósforo, nitrógeno y azufre. Es un grupo químicamente diverso y con gran variedad estructural, por lo que cumplen múltiples funciones en los organismos. A pesar de ser muy diferentes entre sí, tienen en común su insolubilidad en el agua (hidrófobos) y otros solventes polares, y ser solubles en solventes apolares orgánicos, como la bencina, el alcohol y la acetona.

En los organismos cumplen funciones de **reserva energética**, **estructural** y otras más **específicas**. La siguiente clasificación se basa, precisamente, en la función principal que desempeñan.

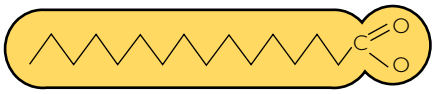
Clasificación de los lípidos según su función principal.

Reserva energética	Estructural	Funciones específicas
Aportan más energía que los carbohidratos y que las proteínas. Por ejemplo, la oxidación de 1 g de triglicéridos aporta 9 kcal, mientras que la de 1 g de glucosa o la misma cantidad de proteínas entrega alrededor de 4 kcal. Este tipo de lípidos se almacenan, principalmente, en el tejido adiposo. Si la actividad del organismo ha consumido la energía que aportan los carbohidratos, entonces la degradación de los lípidos disponibles en el tejido adiposo permite a las células obtener la energía que requieren. Pertenecen a este grupo los **ácidos grasos**, los **triglicéridos** y las **ceras**.	Algunos lípidos son componentes fundamentales de la estructura de las membranas celulares. Son moléculas **anfipáticas**, es decir, presentan una región polar o hidrofílica y una zona apolar o hidrofóbica incapaz de disolverse en agua. Debido a esta propiedad, en un medio acuoso estas moléculas se agrupan formando **micelas**, que son esferas cuya superficie es hidrofílica mientras que su región interna es hidrofóbica. Pertenecen a este grupo, entre otros, los **fosfolípidos** y los **esteroles**.	Incluye a lípidos con funciones hormonales y a ciertas vitaminas. Aunque se emplean en bajas cantidades, su presencia es clave para la regulación del funcionamiento del organismo. Las hormonas lipídicas derivan del colesterol, por lo que se les denomina también **esteroidales**. Pertenecen a este grupo las hormonas **cortisol**, **aldosterona**, **testosterona**, **estrógenos** y **progesterona**. Las vitaminas lipídicas se producen a partir del isopreno, una molécula intermedia de la vía de síntesis del colesterol. Son las vitaminas **A**, **D**, **E** y **K**.

A continuación, revisaremos con mayor detalle algunos de los lípidos de cada categoría.

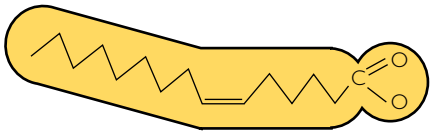
Ácidos grasos

Están conformados por una cadena compuesta por átomos de carbono e hidrógeno unida a un grupo carboxilo (COOH). Sus propiedades dependen de la longitud de la cadena y de la presencia de dobles enlaces. Según este último rasgo, se distinguen ácidos grasos saturados e insaturados. Veamos sus características más relevantes.



$$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

▲ Ácido graso saturado.



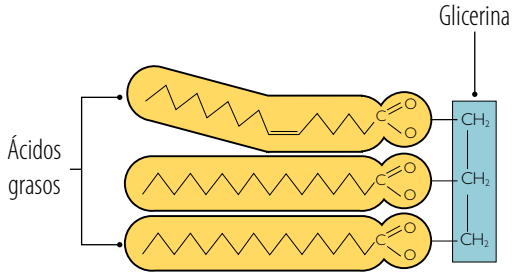
$$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\boxed{CH=CH}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

▲ Ácido graso insaturado.

Ácidos grasos saturados	Ácidos grasos insaturados
• Los átomos de carbono se unen entre sí solo mediante enlaces simples. • Sus puntos de fusión son elevados y, como consecuencia, a temperatura ambiente se encuentran en estado sólido, como el ácido palmítico, cuyo punto de fusión es igual a 63 °C. • Un alto consumo de ellos produce la acumulación de colesterol en las arterias (aterosclerosis), lo que incrementa el riesgo de cardiopatías, de accidentes cerebrovasculares, entre otros problemas de salud. Abundan en alimentos de origen animal, como en las carnes grasosas y la leche entera y sus derivados.	• Los átomos de carbono de su cadena presentan un doble enlace (**monoinsaturados**) o más de uno (**poliinsaturados**). • Sus puntos de fusión son bajos. Debido a esto, suelen ser líquidos a temperatura ambiente. Por ejemplo, el ácido linoleico, presente en el aceite de oliva, tiene un punto de fusión igual a -5 °C. • Su consumo moderado reduce el riesgo de aterosclerosis, entre otros beneficios. Por ejemplo, el consumo de aquellos denominados omega 3, de origen marino, durante el embarazo, favorece la formación del sistema nervioso del bebé y disminuye la incidencia del déficit atencional en el niño.

Triglicéridos

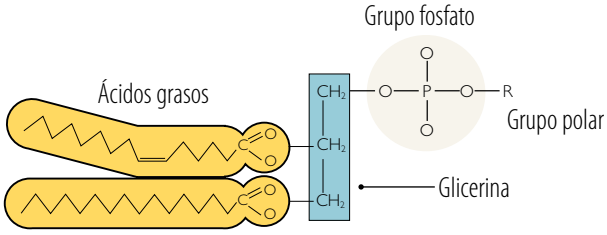
Están compuestos por una molécula de glicerina unida a tres ácidos grasos iguales o diferentes. El cuerpo los obtiene de los alimentos y puede sintetizarlos en el hígado y en el tejido adiposo. Desde el hígado son exportados a los tejidos y en el tejido adiposo son almacenados como reserva energética. Altos niveles de triglicéridos en el organismo pueden ocasionar enfermedades, como obesidad, cardiopatías, pancreatitis, entre otras.



▲ Triglicérido.

Fosfolípidos

Son los más abundantes en las membranas celulares y principales responsables de su estructura y fluidez. Están compuestos por una molécula de glicerina unida a dos ácidos grasos (iguales o diferentes), los que forman la región hidrófoba de la molécula, y un grupo fosfato unido a otro grupo químico polar, usualmente un alcohol o un aminoácido, los que constituyen la zona hidrófila.



▲ Fosfolípido.

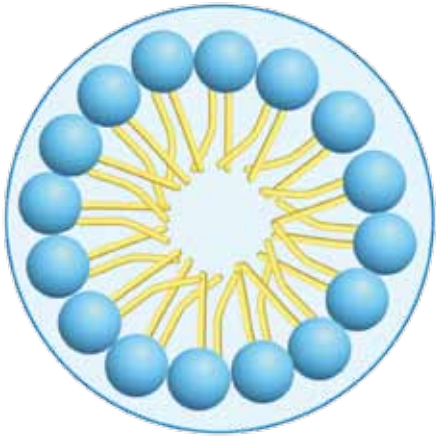
Esteroles

El principal esterol en los animales es el colesterol. Además de su rol estructural en la membrana plasmática, a partir de él se sintetizan las hormonas esteroidales y los ácidos biliares que ayudan en la digestión de las grasas.

Hormonas y vitaminas lipídicas

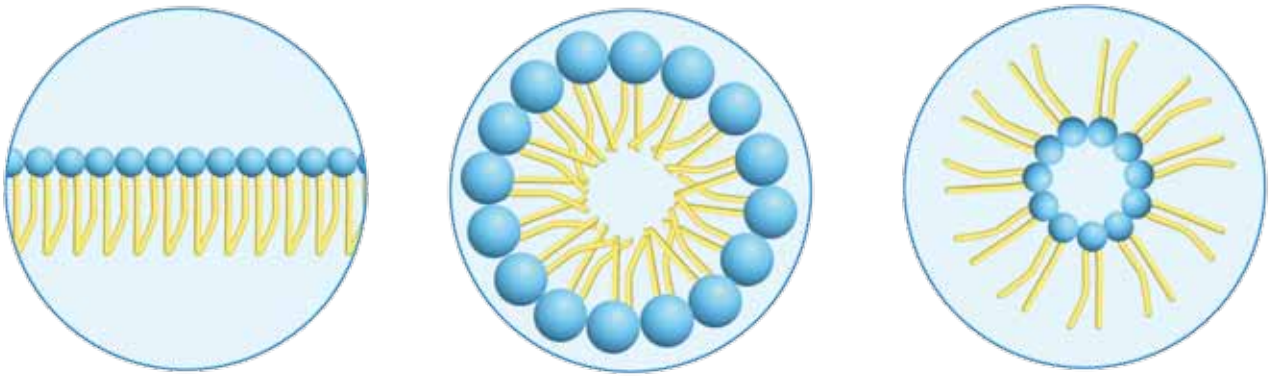
Las hormonas de tipo lipídico son sintetizadas por glándulas endocrinas y secretadas a la sangre, la que las conduce a los órganos en los que ejercerán s u función. Un ejemplo es el cortisol, secretado por las glándulas adrenales, que estimula la degradación de carbohidratos, proteínas y grasas, lo que aumenta la disponibilidad de energía.

Las vitaminas lipídicas cumplen variadas funciones; por ejemplo, la vitamina E, presente en huevos, aceites vegetales y leche, tiene efectos antioxidantes.

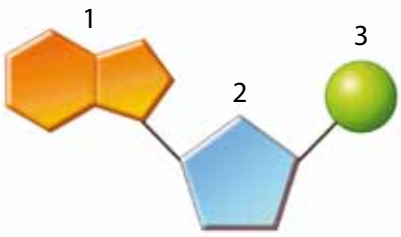

▲ Micela formada por fosfolípidos.

Actividad 8 Análisis

Observa los siguientes modelos y analiza cuál será la estructura de organización de los lípidos al estar en contacto con el agua. Luego **explica** tu respuesta a tus compañeros.



A B C



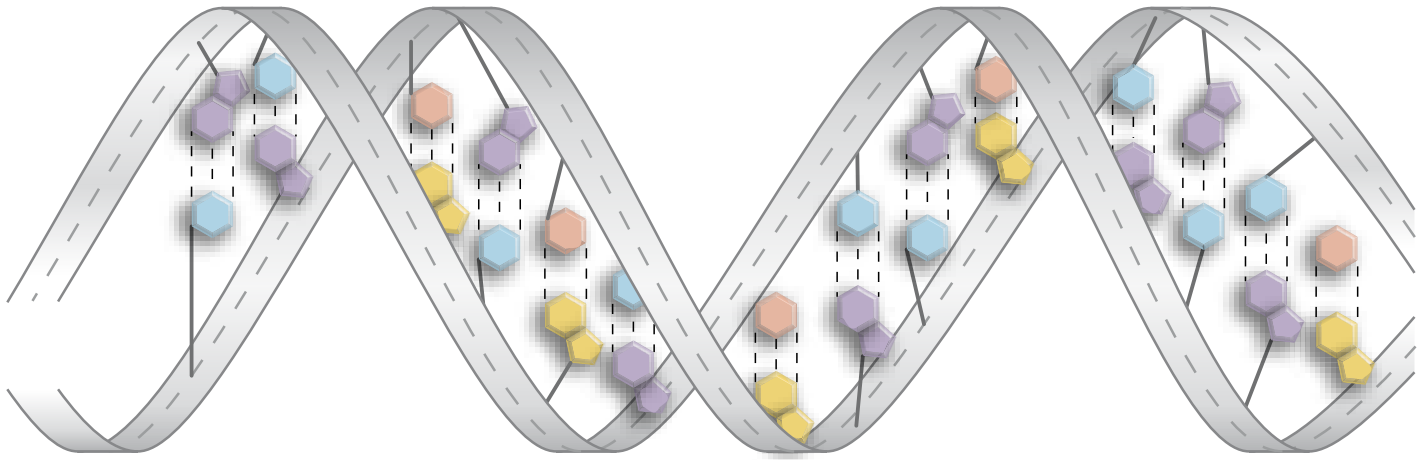
▲ Esquema general de un nucleótido. (1) grupo fosfato, (2) azúcar desoxirribosa, (3) base nitrogenada.

c. Ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos son biomoléculas orgánicas compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno y fósforo. Hay dos tipos de ácidos nucleicos: el ácido desoxirribonucleico, conocido por las siglas ADN o DNA (del inglés *desoxirribonucleic acid*), y el ácido ribonucleico, conocido por las siglas ARN o RNA (del inglés *ribonucleic acid*). Estos nombres se relacionan con el monosacárido presente en sus moléculas.

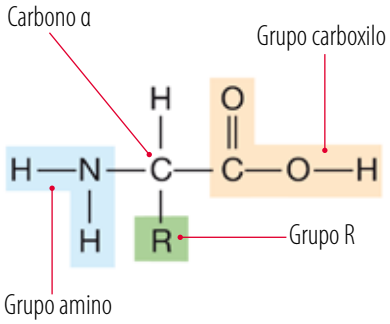
Los ácidos nucleicos también están formados por polímeros simples llamados **nucleótidos**. Los nucleótidos incluyen en su estructura tres componentes básicos: una base nitrogenada, un azúcar simple y un grupo fosfato.

El ADN es una molécula esencial para la vida, porque en su secuencia se almacena la información genética que se transmitirá de generación en generación y que determina todas las características de una especie.



d. Proteínas

Más de la mitad del peso seco de tu cuerpo está formado por proteínas. Estas macromoléculas orgánicas son largas y complejas y, como los demás polímeros, están compuestas por monómeros, denominados **aminoácidos**.



Cada aminoácido posee un grupo amino ($-NH_2$) en un extremo y un grupo carboxílico (–COOH) en el otro. Estos grupos pueden formar enlaces entre cada uno de los aminoácidos y constituir largas cadenas.

Todos los aminoácidos tienen una estructura química similar, pero se diferencian en una región de la molécula conocida como **radical** o **grupo R**.

El tipo de aminoácido varía según el grupo R que lo constituya.

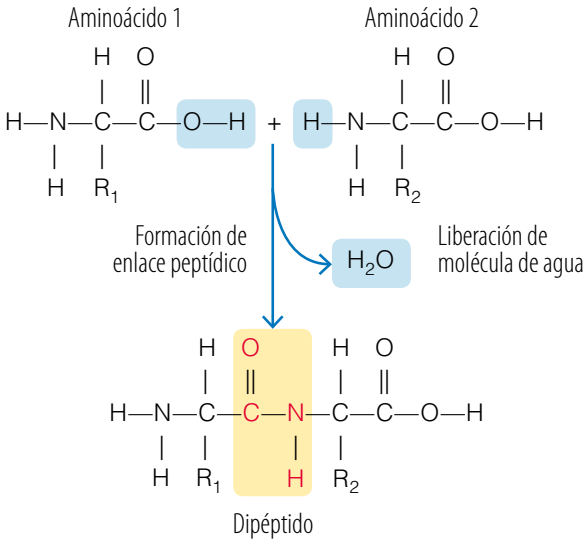
Los enlaces que unen a los aminoácidos entre sí son covalentes y se denominan **enlaces peptídicos**.

Como observas en el esquema, un dipéptido se forma por la unión de dos aminoácidos mediante un enlace peptídico. Si se une un tercer aminoácido se forma un tripéptido, y así sucesivamente hasta formar un polipéptido. Cuando un polipéptido está compuesto por más de cincuenta moléculas de aminoácidos, se denomina **proteína**.

En la naturaleza existen muchos tipos de aminoácidos. Algunos de ellos son sintetizados por reacciones químicas al interior de las células, pero otros deben ser incorporados en la dieta. Los aminoácidos que no son sintetizados por el organismo se denominan aminoácidos esenciales. Cada especie tiene un número determinado de **aminoácidos esenciales**; en la especie humana son diez. Es de vital importancia suministrar este tipo de aminoácidos en la dieta de los niños, ya que la falta de estos limita el desarrollo del organismo, impidiendo la renovación y producción de tejidos nuevos, como ocurre con el crecimiento.

Estos veinte aminoácidos se combinan para dar origen a diferentes proteínas que desempeñan funciones muy diversas. Se ha estimado que en el organismo humano se sintetizan alrededor de 500 mil proteínas diferentes.

Formación de un dipéptido



Para saber

Las **vitaminas** también son biomoléculas importantes para el normal funcionamiento de nuestro cuerpo, pero a diferencia de otros grupos que presentan una estructura similar, o están constituidos por polímeros, las vitaminas son un grupo heterogéneo de moléculas orgánicas que difieren unas de otras tanto en su estructura química como en su función.

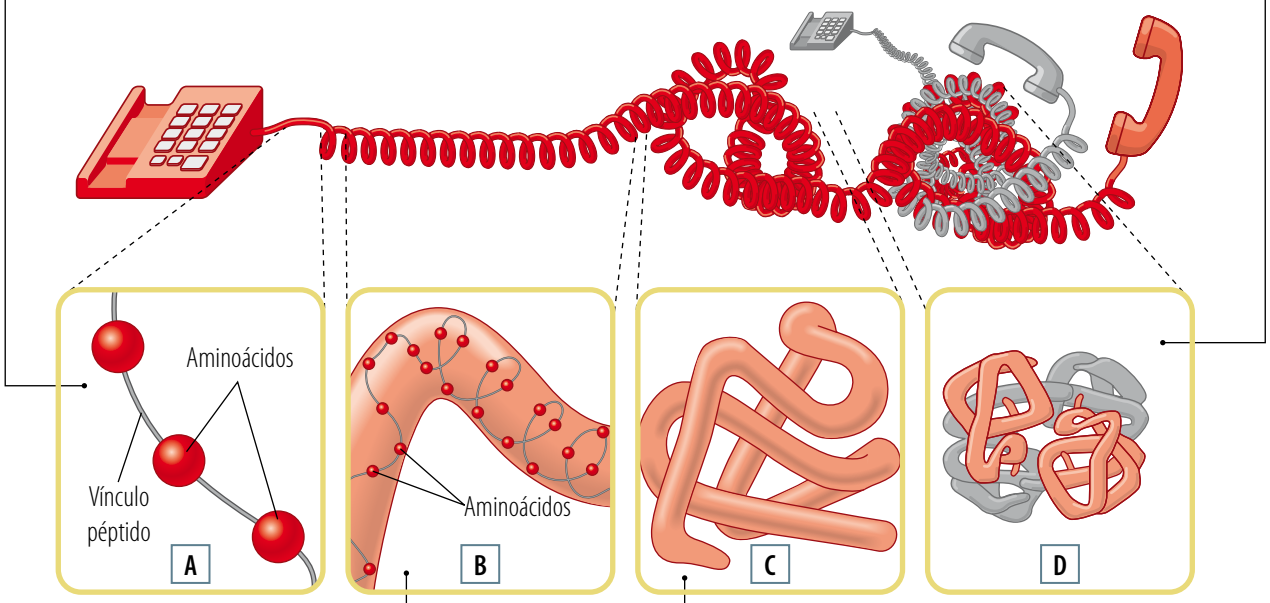
La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por los animales, o son fabricadas en muy poca cantidad, por eso es importante consumirlas en la dieta, pues las plantas sí las sintetizan.

Estructura de las proteínas

Las proteínas son funcionales cuando alcanzan una estructura tridimensional. A continuación se ilustra la conformación de una proteína, utilizando como analogía el cable del teléfono.

Estructura primaria. La secuencia lineal de aminoácidos en una cadena de polipéptidos se llama **estructura primaria** y tiene una importancia fundamental para la función que desempeñará la proteína cuando termine de conformarse. La sustitución de un solo aminoácido en ciertas proteínas puede causar la pérdida de su función.

Estructura cuaternaria. Ciertas proteínas están constituidas por una cadena polipeptídica única, mientras que otras están compuestas de dos o más cadenas polipeptídicas químicamente unidas que dan lugar a la estructura cuaternaria. Solo algunas proteínas, como la hemoglobina, tienen esta configuración.



Estructura terciaria. Se origina cuando la estructura secundaria adopta una disposición tridimensional debido a la atracción entre la alfa hélice y la hoja plegada, haciendo que la molécula se enrolle sobre sí misma y dando origen a dos estructuras. De acuerdo a su estructura terciaria, se reconocen dos tipos de proteínas: globular soluble (enzimas) y fibrosa insoluble (queratina).

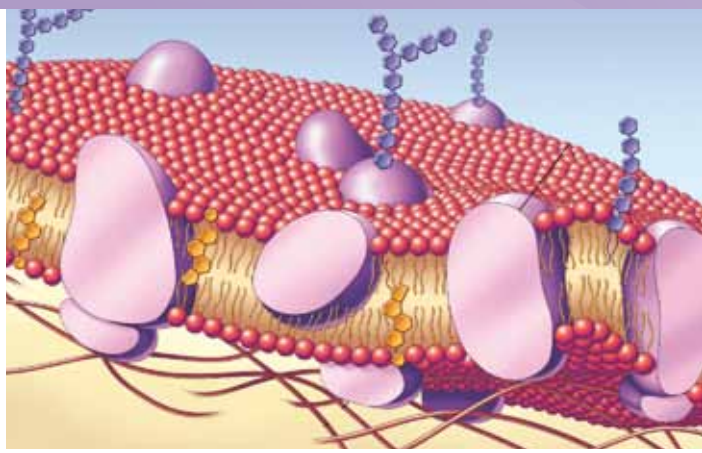
Estructura secundaria. Es el enrollamiento de ciertas partes del polipéptido gracias a la formación de puentes de hidrógeno entre los grupos R de aminoácidos cercanos, dando origen a dos tipos de estructuras: alfa hélice (enrollamiento en espiral) y hoja plegada (disposición en zig zag).

Función de las proteínas

Las proteínas son moléculas con una extraordinaria diversidad de estructuras que llevan a cabo numerosas funciones, entre las que destacan:

Estructural. A nivel celular, las proteínas forman parte de la estructura de la membrana plasmática, constituyen los cilios y flagelos de procariontes, y sirven de soporte al ADN. A nivel de tejidos, hay proteínas que forman estructuras dérmicas (queratinas) y tejidos cartilaginoso, conjuntivo y óseo (colágeno).

Reserva. (Acumulación de energía). Hay proteínas cuya función es el almacenamiento de energía. Por ejemplo: la ovoalbúmina de la clara de huevo, la caseína de la leche, la zeína del maíz, el gluten de la semilla del trigo, entre otras.



▲ Proteínas de membrana. Función estructural.

Transporte. Las permeasas regulan el paso de moléculas a través de la membrana celular; otras proteínas transportan sustancias, como por ejemplo los pigmentos respiratorios como la hemoglobina, entre otros, que transporta el oxígeno.

Contráctil. La flagelina, que forma parte de los flagelos bacterianos, permite la movilidad de las bacterias. Otras proteínas como la actina y la miosina al moverse entre sí provocan la contracción y la relajación de los músculos.

Hormonal. Las hormonas son proteínas transportadas por el medio interno del organismo (la sangre en los animales y la savia en los vegetales), que llegan a determinadas células a las que estimulan para iniciar ciertas reacciones. Por ejemplo, la insulina producida por el páncreas y la hormona del crecimiento producida por la hipófisis.

Enzimática. Las enzimas son proteínas que regulan reacciones bioquímicas. Pueden aumentar la rapidez de una reacción y utilizar menos energía. En la siguiente lección aprenderás sobre su funcionamiento y las condiciones óptimas que necesitan para llevarlas a cabo.

▲ *Escherichia coli*, flagelo constituido de proteínas.

Al finalizar la lección...

1. **Completa** la siguiente tabla comparativa en tu cuaderno.

Biomolécula	Carbohidratos	Lípidos	Ácidos nucleicos	Proteínas
Elementos que la conforman				
Monómero				
Función (ejemplo)				

2. Lee nuevamente la lección y agrega un criterio más a la tabla comparativa. Luego complétala.

LECCIÓN 6:

¿Cuál es la función de las enzimas?

Debes recordar: *estructura de las proteínas, reacciones químicas.*

Trabaja con lo que sabes

Como acabas de aprender, las enzimas son proteínas que intervienen en las reacciones químicas para que se produzcan con mayor rapidez y con un menor gasto de energía. En tu boca se encuentra la enzima llamada amilasa, que degrada el almidón ingerido en los alimentos.

Materiales: una papa, un mortero, vaso de precipitado, placa de Petri, dos cotones o varitas de algodón, solución de lugol y gotario.

Procedimiento

1. Con ayuda del mortero, trituren la papa hasta obtener un líquido (extracto de almidón). Déjenlo en el vaso de precipitado.
2. Humedezcan una de las varitas con el extracto de almidón.
3. Luego agréguenle una gota de lugol. Observen y anoten su coloración.
4. Mojen la segunda varita con saliva, manteniéndola debajo de la lengua durante 2 minutos.
5. Agréguenle una gota de la solución de almidón y déjenla sobre la cápsula de Petri durante 2 minutos.
6. Luego pongan unan gota de lugol en la varita con saliva. Observen y describan su coloración.

Análisis

Respondan en su cuaderno las siguientes preguntas.

a. ¿En qué caso el lugol reaccionó cambiando de color?, ¿qué biomolécula reconoce?

b. ¿Cómo explicarían lo que sucedió en la varita que contenía saliva y almidón?, ¿por qué no reconoce al almidón?

c. Diseñen un procedimiento que les permita comparar la velocidad de la reacción de esta enzima con otros sustratos o manipulando otras variables.

Propósito de la lección

En tu cuerpo ocurren diariamente innumerables procesos químicos que requieren de ciertas condiciones para que se realicen a tiempo. Una de las condiciones es contar con las enzimas necesarias para llevar a cabo las reacciones. Como aprendiste, las enzimas son proteínas. En esta lección sabrás lo importante que son para la vida.

Las enzimas

Toda reacción química, tal como la ocurrida en la hidrólisis del almidón, requiere de una inversión inicial de energía para que se produzca. La cantidad mínima de energía inicial que las moléculas de los reactivos deben tener para que una reacción química suceda se llama **energía de activación**.

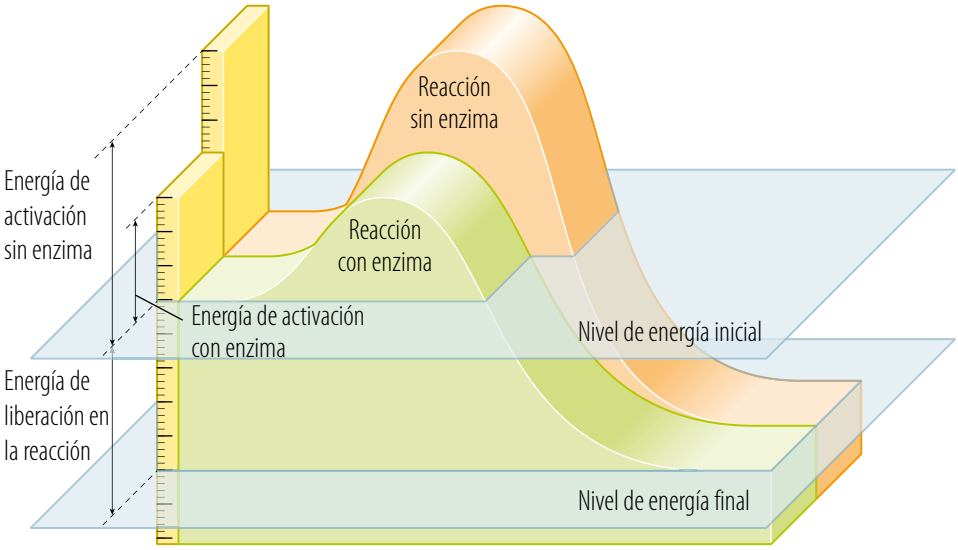
Una forma de activar moléculas es proporcionarles energía como calor, es lo que se hace cuando se usa una llama o una chispa para encender el fogón de la cocina, de las estufas a gas o el motor de gasolina de un coche. En los seres vivos, sin embargo, la activación de las reacciones químicas no se puede hacer por calentamiento, porque los sistemas biológicos son sensibles al calor y se verían perjudicados.

La estrategia desarrollada por los seres vivos para superar la barrera energética de las reacciones fue la participación de las enzimas, proteínas **catalizadoras** que reducen la cantidad de energía necesaria para activar los reactivos. La acción de las enzimas hace que la reacción pueda iniciarse con niveles de energía de activación mucho menores que los requeridos, como se ilustra en el siguiente gráfico.

Apuntes:

Catalizadora: sustancia que disminuye la energía de activación necesaria para una reacción química. Puede acercar las moléculas que reaccionan y/o debilitar los enlaces existentes que unen los átomos para formar los nuevos.

Gráfico N.º 1: Energía de activación de una reacción en presencia y ausencia de enzima



Características de las enzimas

- Aceleran la reacción. Gracias a ellas se puede conseguir la misma cantidad de producto en menos tiempo, incluso si la cantidad enzimática es pequeña.
- No se consumen durante la reacción. Al finalizar la reacción, la cantidad de enzimas es la misma que al principio.
- Actúan siempre a la temperatura del ser vivo.
- Alta actividad. Algunas consiguen aumentar la velocidad de reacción en más de un millón de veces, mucho más que los catalizadores no biológicos.

▲ Para lanzar en poco tiempo muchos objetos por una rampa, se puede aumentar el número de trabajadores o rebajar la rampa. De igual forma, para acelerar una reacción química se pueden calentar los reactivos o añadir un catalizador, es decir, una sustancia que disminuya la energía de activación necesaria para iniciar la reacción.

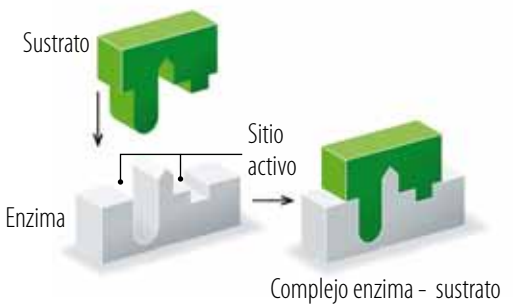
¿Cuál es el mecanismo de acción de las enzimas?

¿Has escuchado que ciertas personas sufren malestares digestivos cuando toman leche? Esto puede deberse a que no producen lactasa (enzima) o lo hacen en cantidades insuficientes. Esta enzima es la que fragmenta la molécula de lactosa presente en la leche en galactosa y glucosa, que son fácilmente asimilables por el organismo, ¿cuál será su mecanismo de acción?

Las enzimas presentan en su estructura un sitio particular para que pueda unirse el sustrato que participará en la reacción química. Una vez que se produce la unión entre el sitio activo y el sustrato, la enzima se modifica, alterando la constitución de los reactivos, generando los productos. La compatibilidad sitio activo-sustrato es precisa y **específica**.

Modelos enzimáticos

Llave cerradura



Encaje inducido

La enzima (E) fija el sustrato a su superficie por **adsorción**. Al finalizar la reacción se libera la enzima intacta (E) y el producto (P).

$$S + E \rightarrow ES \rightarrow EP \rightarrow E + P$$

Apuntes:

Adsorción: es la atracción que ejerce la superficie de un sólido sobre las moléculas de un líquido o de un gas. Ejemplos biológicos de adsorción son los contactos entre enzimas y sustratos y los contactos entre antígenos y anticuerpos.

Al finalizar la lección...

Responde en tu cuaderno.

1. ¿Cuál es el sustrato con el que reacciona la amilasa salival en tu boca?, ¿qué biomolécula es el producto de la reacción?
2. **Menciona** dos diferencias que podrías detectar en una reacción catalizada por una enzima y otra que no.

Representación de resultados en gráficos

En su trabajo cotidiano, los científicos llevan a cabo diversas tareas: investigaciones bibliográficas, experimentos, obtienen datos, sacan conclusiones, entre otras labores. Cada experimento arroja un resultado, muchas veces representado en varios datos. Estos pueden expresarse de diferentes maneras, ya sea en un texto, en una tabla o en gráficos. La información es la misma, solo varía su presentación. En la representación a través de gráficos, resulta más fácil analizar, comparar o establecer relaciones entre los datos. Hay distintos tipos de gráficos: torta, líneas o barras. Analiza el siguiente ejemplo.

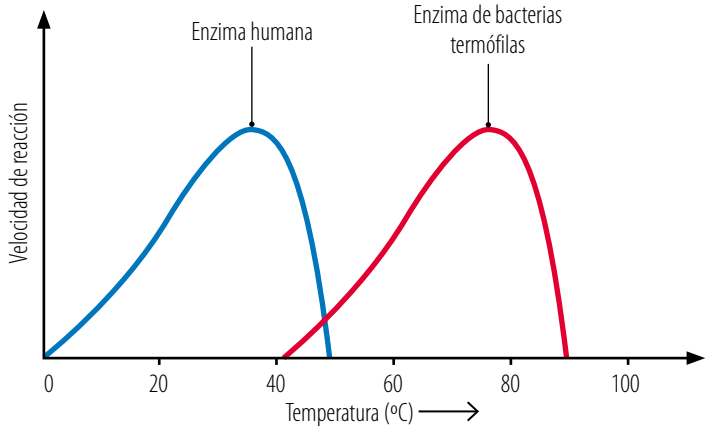
En un trabajo experimental, un biólogo quiso determinar si existían diferencias entre las temperaturas óptimas de acción para enzimas de distintos organismos y obtuvo los siguientes resultados:

Tabla Nº 5: Enzimas y su temperatura óptima de acción

Enzima	Tº óptima
Enzima humana	37 ºC
Enzima de bacteria termófila	75 ºC

Estos mismos datos, presentados en un gráfico de líneas:

Gráfico 3: Velocidad - Temperatura óptima



Ahora tú

Con la siguiente tabla, construye un gráfico de líneas que relacione la concentración del sustrato con la velocidad de reacción.

Tabla Nº 6: Concentración *versus* velocidad

Concentración del sustrato	Velocidad de la reacción (s)
0	5
5	65
15	91
40	96
65	98
80	99
100	100

¿Cómo afecta la temperatura a una reacción enzimática?

Organízate con tres o cuatro compañeros, reúnan los materiales y trabajen el siguiente taller de ciencias.

Antecedentes

La **catalasa** es una enzima presente en los peroxisomas (organelos que estudiaron en la Lección 2) de la mayoría de las células eucariontes, y es la responsable de degradar el peróxido de hidrógeno, H_2O_2 (agua oxigenada), en agua y oxígeno. La acción de esta enzima es fundamental para las células ya que el H_2O_2, generado como producto de la oxidación de sustancias orgánicas, es tóxico.

En este taller podrás investigar la manera en que la variación de temperatura altera las reacciones, analizando la velocidad de reacción de la enzima catalasa (extraída de una papa) a diferentes temperaturas.

Cuidado al manipular agua a altas temperaturas

Problema de investigación

¿De qué manera afecta la temperatura a una reacción enzimática?

Planteamiento de hipótesis

Al aumentar la temperatura de una reacción enzimática, esta aumenta su velocidad.

Diseño experimental

Materiales

– una papa
– cuatro tubos de ensayo
– hervidor
– agua
– agua oxigenada
– cuatro vasos de polietileno expandido (plumavit)
– mortero
– hielo
– gotario
– papel absorbente
– lápiz marcador de vidrio
– regla

1. Tomen una gradilla con 4 tubos de ensayo y márquenlos numerándolos del 1 al 4. En cada tubo agreguen 1 mL de agua.
2. Tomen los vasos de plumavit y márquenlos con el lápiz escribiendo en cada uno: vaso 1 (hielo), vaso 2 (temperatura ambiente), vaso 3 (50 °C) y vaso 4 (100 °C)

3. En el vaso 1 coloquen hielo molido; en el vaso 3 pongan agua a 50 ºC, y en el vaso 4, agua a 100 ºC (agua hirviendo). El vaso 2 está a temperatura ambiente, por eso no es necesario agregar nada. Luego pongan separados los vasos sobre el mesón de trabajo.
4. Pelen la papa, lávenla con abundante agua y séquenla con papel absorbente. Corten 4 cubitos de 1 cm de lado aproximadamente, y muelan cada uno en el mortero. Pongan un trozo de papa molida en el interior de cada tubo de ensayo.
5. Dejen cada tubo de ensayo dentro del vaso correspondiente según su número.
6. Al cabo de 10 minutos, agreguen 1 mL de agua oxigenada a cada uno de los tubos.
7. Observen lo que ocurre y registren sus observaciones en el cuaderno.

Resultados

Dejen que la reacción ocurra durante 1 minuto y luego procedan a medir la espuma que se forma en cada tubo de ensayo producto de la reacción. Registren los datos en la siguiente tabla.

	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
Temperatura				
Altura de la espuma (cm)				

Luego analicen los resultados.

Análisis e interpretación de evidencias

a. ¿De qué manera se evidencia la acción enzimática de la catalasa?

b. ¿A qué corresponde la espuma formada en los tubos?

c. ¿Qué evidencia la altura de la espuma en cada tubo de ensayo?

d. ¿Qué variable fue manipulada por ustedes?

e. ¿Qué variables se mantuvieron constantes?

f. **Organicen sus datos en un gráfico de líneas**, como aprendieron en la sección **Pensamiento científico** de la página 53.

g. ¿Qué podrían **concluir** en relación con la variación de temperatura y la actividad enzimática?

h. Tomando en cuenta el problema planteado y los resultados del experimento, ¿aceptan o rechazan (validan o no validan) la hipótesis planteada?

i. ¿Cómo podrían responder al problema de investigación?

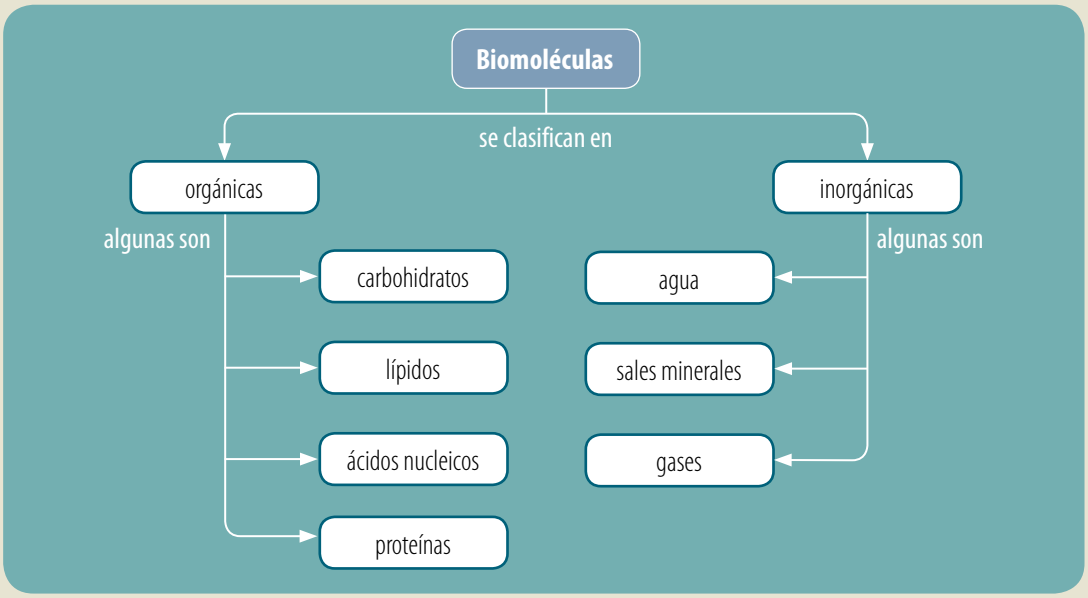
Comunicación de resultados y proyección

Para comunicar sus resultados escriban un resumen en el computador, utilizando un procesador de texto. Si necesitan ayuda, lean el Anexo 10 de la página 247 del texto. Luego envíen el resumen por correo electrónico a su profesor. ¿Qué otro problema de investigación podría surgir de este procedimiento?

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

1. El siguiente esquema corresponde a un mapa conceptual que organiza los conceptos globales más importantes aprendidos en las lecciones 5 y 6.



2. Ahora construye tu propio mapa conceptual. Utiliza los conceptos presentados a continuación y otros que creas necesarios. Si necesitas ayudas, revisa el Anexo 9 en la página 244 del texto.

almidón	lípidos	carbohidratos	ácidos nucleicos	fosfolípidos
ADN	proteínas	enzimas	ARN	celulosa

Actividades

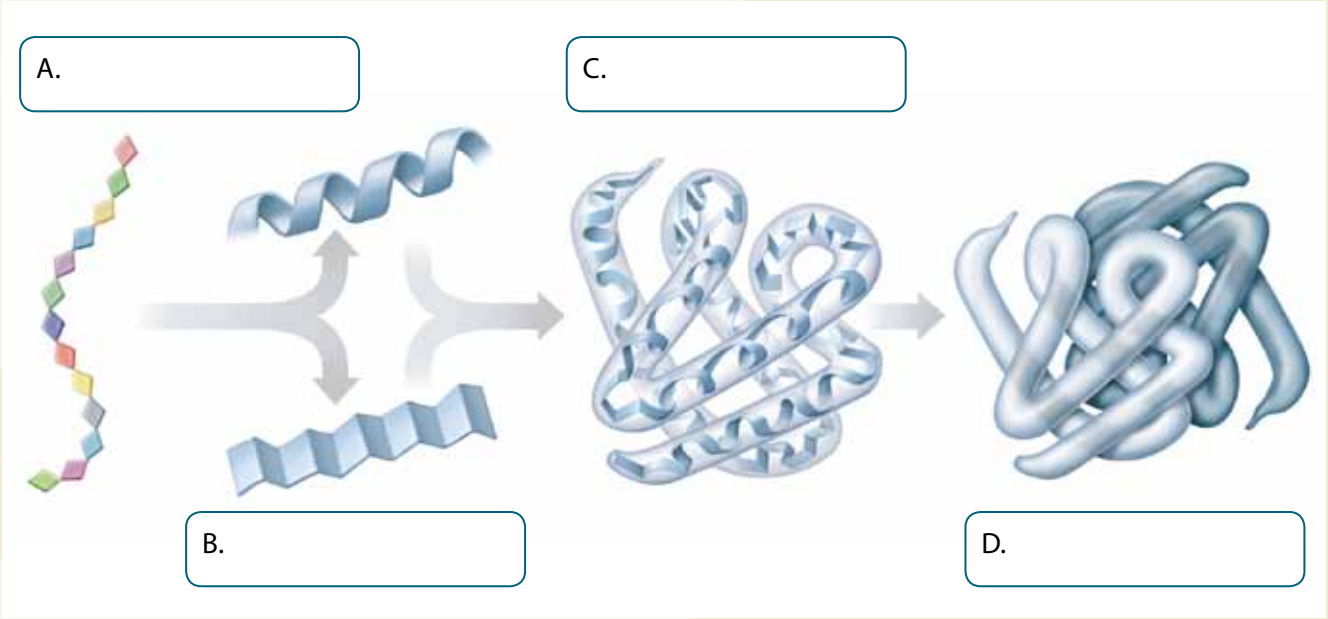
Realiza las siguientes actividades.

3. **Define** cada molécula y da un ejemplo o menciona qué estructura constituyen.

a. Monosacáridos:
b. Polisacáridos:
c. Céridos:
d. Fosfolípidos:
e. Nucleótido:
f. ADN:

4. Explica **dibujando** en tu cuaderno por qué los lípidos saponificables saturados se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente y qué sucede en el caso de los insaturados.

5. **Describe** e **identifica** cada una de las estructuras de la proteína.



6. Recuerda lo aprendido y responde en tu cuaderno.
   - **a.** ¿Debido a qué característica de los lípidos, las aves secretan ceras para sus plumas?
   - **b.** ¿Qué tipo de enlace permite la unión de los monosacáridos y qué molécula se libera al producirse?
   - **c.** Menciona tres funciones de los carbohidratos e identifica dos de ellos que sean importantes para el mantenimiento y la estructura celular.
   - **d.** ¿Cuál es la función de los ácidos nucleicos?
   - **e.** ¿Qué componentes inorgánicos se encuentran en el citoplasma celular?

7. **Explica** en tu cuaderno por qué las enzimas son fundamentales para el metabolismo celular.

8. **Representa** un polímero, un fosfolípido y un ácido nucleico identificando los átomos que los componen.

SÍNTESIS DE LA UNIDAD

Lección 1

La **teoría celular** consta de tres postulados:

1. La célula es la unidad estructural de los seres vivos. Vale decir, todos los organismos están constituidos por células.
2. La célula es la unidad de origen y reproducción de los seres vivos. Porque una célula puede dividirse y formar dos células hijas, es decir, toda célula proviene de otra preexistente.
3. La célula es la unidad funcional de los seres vivos. Esto significa que en las células ocurren los procesos metabólicos que dan cuenta de las funciones vitales de los organismos.

Algunos de los científicos que participaron en el descubrimiento de la célula y en el planteamiento de la teoría celular fueron Hooke, Anton van Leeuwenhoek, Dutrochet, Schleiden, Schwann y Virchow.

¿A cuál de estos postulados parece oponerse la teoría abiogenética del origen de la vida? Fundamenta.

Lección 2

Las células se clasifican en dos grandes grupos: **procariontes** y **eucariontes**. Las primeras, a diferencia de las células eucariontes, carecen de organelos formados por membranas, como el núcleo, en los que se realicen funciones específicas. Por lo tanto, su único cromosoma está en el citoplasma.

En las células eucariontes pertenecientes a los reinos Protista, Fungi, Plantae y Animalia, existen características distintivas. Por ejemplo, al diferenciar células animales de vegetales se encuentra que estas últimas cuentan con pared celular, una gran vacuola y plastidios, pero no contienen centriolos, como las células animales.

Si a través del microscopio observas una célula con núcleo, flagelo, cloroplastos, pero sin pared celular, ¿la clasificarías como eucarionte o procarionte?, ¿vegetal o animal?, ¿por qué?

Lección 3

En las células eucariontes existen dos organelos muy importantes con funciones energéticas: la mitocondria (donde se produce la respiración celular) y el cloroplasto (donde se realiza la fotosíntesis). La respiración celular permite obtener ATP de moléculas derivadas de la metabolización de la glucosa en el citoplasma, o de otras moléculas orgánicas. La fotosíntesis es el proceso en el que la mayoría de los autótrofos sintetizan moléculas orgánicas, como la glucosa, a partir de materia inorgánica (CO_2, H_2O), utilizando como fuente de energía la luz solar.

Además de los carbohidratos, como la glucosa, ¿qué otras moléculas puede emplear la célula para obtener energía?

Lección 4

Lynn Margulis formuló una teoría que intenta explicar el origen de las células eucariontes, llamada **teoría endosimbiótica**. Ella planteó que una bacteria de gran tamaño ingirió bacterias aerobias sin degradarlas, quedando vivas dentro del citoplasma y que con el pasar del tiempo se habría generado una relación de simbiosis entre ambos organismos (bacteria y mitocondria). Posteriormente, algunas de estas células con mitocondrias ingirieron bacterias fotosintéticas que son los actuales cloroplastos.

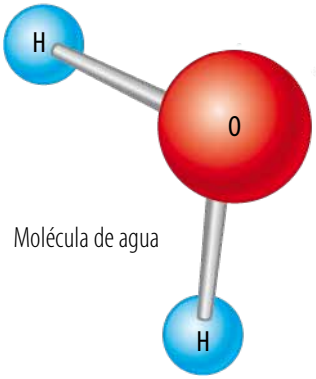
Explica, con tus palabras, el concepto de simbiosis.

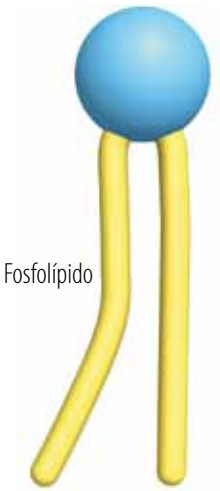
▲ Lynn Margulis (1938-2011).

Lección 5

Los principales elementos químicos que constituyen a los seres vivos se denominan **bioelementos**. Los más abundantes son el carbono (C), el oxígeno (O), el hidrógeno (H) y el nitrógeno (N). Al combinarse, constituyen las **biomoléculas** que componen las células de los organismos y son fundamentaes para el mantenimiento del funcionamiento celular. Las biomoléculas pueden clasificarse en **inorgánicas** y **orgánicas**.

Las biomoléculas inorgánicas son **agua**, **sales minerales** y **gases** y orgánicas: **carbohidratos**, **lípidos**, **proteínas** y **ácidos nucleicos**.





¿Cuáles son los bioelementos presentes en carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos?

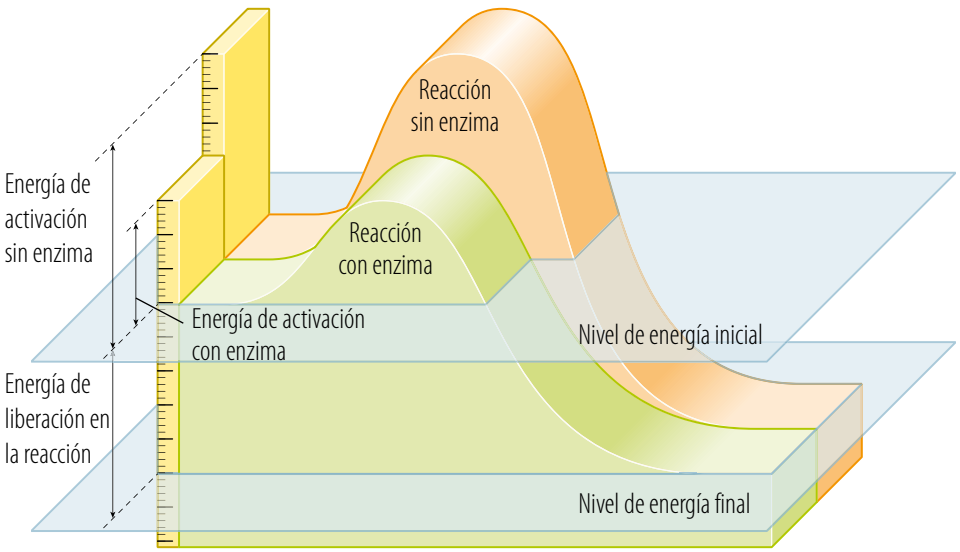
Lección 6

Las **enzimas** son **proteínas** que aceleran las reacciones químicas, disminuyendo la cantidad de energía necesaria para iniciar la reacción. Algunas características de las enzimas son: su especificidad, el no ser consumidas durante la reacción y actuar siempre a la temperatura del ser vivo.

Las reacciones enzimáticas pueden representarse con la siguiente fórmula:

$$S + E \rightarrow ES \rightarrow EP \rightarrow E + P$$

Gráfico: Energía de activación de una reacción con presencia y ausencia de enzima



Observa el gráfico e indica si la actividad de las enzimas altera la cantidad de energía que pudiera llegar a liberar una reacción. Justifica.

EVALUACIÓN FINAL

Lee las instrucciones y desarrolla las actividades planteadas. Puedes revisar tu texto para recordar y contestar correctamente cada ítem. Al finalizar, completa la sección *Me evalúo*.

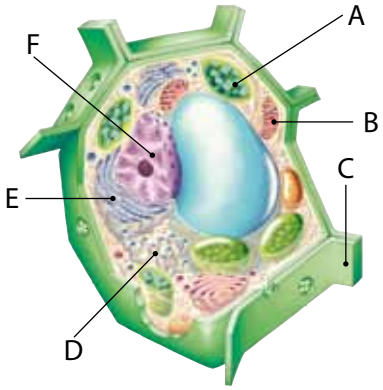
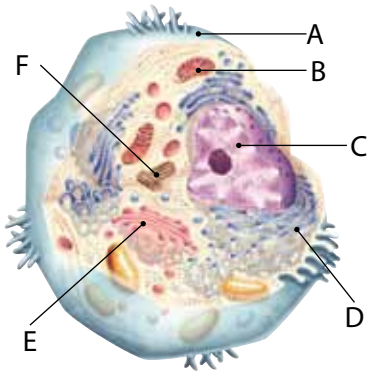
Recordar y comprender

1. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

A. Menciona tres científicos que aportaron al estudio de la teoría celular y que observaron células eucariontes.

B. Explica los postulados 2 y 3 de la teoría celular.

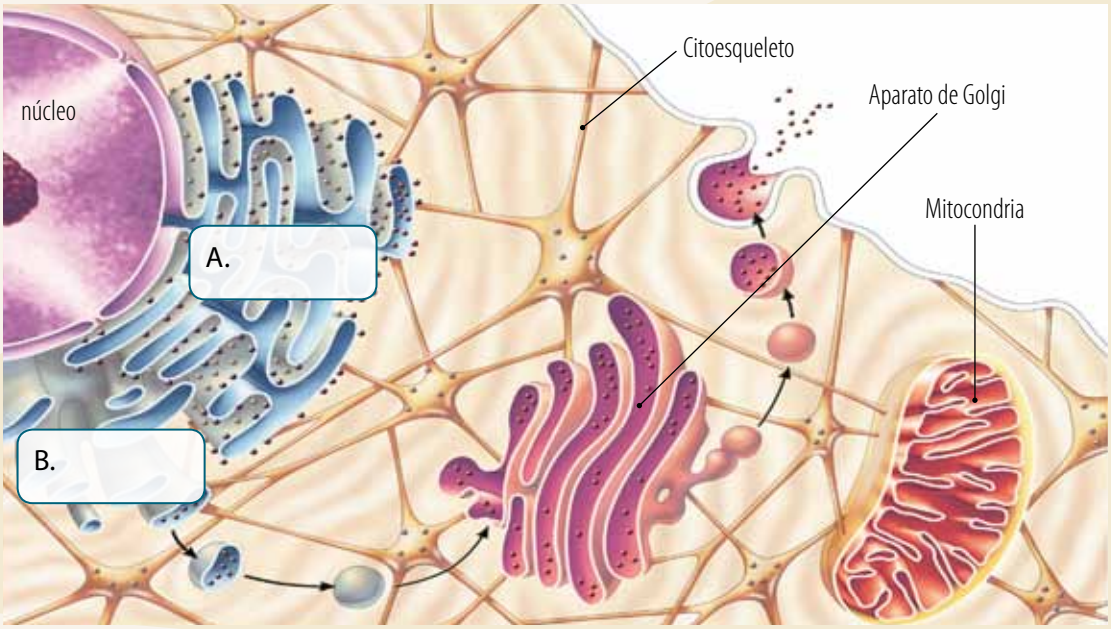
2. Identifica las estructuras numeradas escribiendo los nombres en tu cuaderno y luego completa la tabla.

		
Tipo de célula		
Estructuras exclusivas		
Ejemplo de organismos que compone		

3. Completa la siguiente tabla, identificando las diferencias y similitudes que existen entre una célula eucarionte y una procarionte para cada característica.

Tipo de célula	Material genético	Ribosomas	Cápsula	Organelos membranosos	Organismos que conforman
Eucarionte					
Procarionte					

4. El siguiente esquema representa la síntesis de proteínas que se liberarán hacia afuera de la célula. Responde las preguntas planteadas en relación con las estructuras que participan.



A. Identifica rotulando ambos tipos de retículos. ¿Cómo diferencias a uno del otro?

B. ¿Qué aporta la mitocondria a la célula?

C. ¿En qué retículo se sintetizan las proteínas?

D. ¿En qué organelo se modifican químicamente las proteínas y lípidos, y se empaquetan en pequeñas vesículas?

E. ¿Qué estructura moviliza a las diferentes vesículas dentro del citoplasma?

Analizar

5. La siguiente figura muestra un experimento realizado con la planta elodea (planta acuática) dentro de un tubo con agua y con iluminación externa. Observa la figura y responde.

A. ¿A qué corresponden las burbujas que observas?

B. ¿Qué reacción las libera?

C. ¿Cuáles son los reactivos de esta reacción?

D. ¿Qué sucedería si este tubo de ensayo no recibiera luz?, ¿por qué?

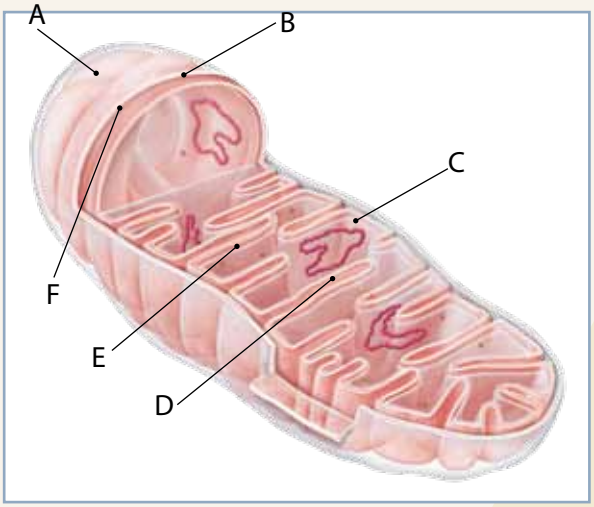
E. ¿Qué productos resultan de la fotosíntesis?

F. ¿Qué ocurre con la glucosa producida en la fotosíntesis?

G. ¿En qué organelo se metaboliza la glucosa producida?

EVALUACIÓN FINAL

6. Rotula las estructuras de la mitocondria y luego responde las preguntas.



A. ¿Cuál es la función de la mitocondria en el metabolismo celular?

B. ¿Qué sucedería con el proceso de respiración celular en una célula vegetal donde la acción de sus cloroplastos está inhibida?

C. ¿Qué características de este organelo y del cloroplasto le hicieron proponer a Margulis la teoría endosimbiótica?

D. Explica el siguiente enunciado: *La aparición de organelos membranosos en las células es un ejemplo de modernización de las mismas.*

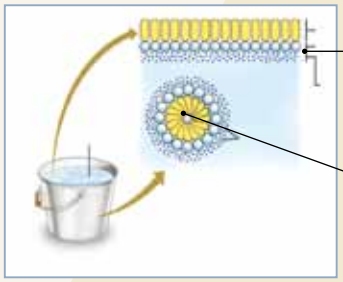
7. Recuerda el experimento que hiciste en el Taller de ciencias y responde.

A. ¿De qué manera afecta la temperatura a las reacciones enzimáticas?

B. Explica el mecanismo de acción de una enzima.

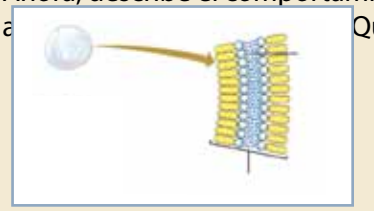
Aplicar

8. Las moléculas de jabón también son lípidos y se comportan como los fosfolípidos en contacto con el agua, ya que tienen una cabeza hidrofílica o hidrosoluble y presentan unas colas hidrofóbicas o liposolubles que tienden a rechazar las moléculas de agua. ¿Qué sucederá al introducir las moléculas de jabón al agua?



Completa el esquema explicando las estructuras que conforman.

Ahora, describe el comportamiento de las moléculas al formar una pompa de jabón. Recuerda que queda a Que



ME EVALÚO

Con ayuda de tu profesor, completa la siguiente tabla para comprobar cuánto aprendiste.

Objetivo de aprendizaje	Pregunta	Puntaje	Te proponemos que…
Conocer los aportes realizados por diferentes científicos al estudio de la célula y los postulados de la teoría celular.	1	_____ /4	Si tienes menos de 2 puntos, realiza la **Actividad 1**. Si obtuviste 3 puntos, realiza la **Actividad 2**. Si obtuviste 4 puntos, realiza la **Actividad 1.1** de la página 64.
Distinguir los diferentes tipos celulares e identificar las funciones de los diferentes organelos.	2 3 4	_____ /9 _____ /5 _____ /5	Si tienes entre 0 y 11 puntos, realiza la **Actividad 3**. Si obtuviste entre 12 y 15, realiza la **Actividad 4**. Si tu puntaje fue entre16 y 19, realiza la **Actividad 1.2** de la página siguiente.
Describir la función de cloroplastos y mitocondrias.	5 6 (a, b)	_____ /14 _____ /4	Si tienes entre 0 y 8 puntos, realiza la **Actividad 5**. Si obtuviste entre 9 y 13 puntos, realiza la **Actividad 6**. Si tu puntaje fue entre 14 y 18, realiza la **Actividad 1.3** de la página 65.
Explicar la importancia de la teoría endosimbiótica.	6 (c, d)	_____ /6	Si tienes menos de 3 puntos, realiza la **Actividad 7**. Si obtuviste entre 4 y 5, realiza la **Actividad 8**. Si tu puntaje fue 6, realiza la **Actividad 1.4** de la página 65.
Identificar las principales biomoléculas inorgánicas y orgánicas y reconocer en qué estructuras se encuentran.	8	_____ /6	Si tienes menos de 3 puntos, realiza la **Actividad 9**. Si obtuviste entre 4 y 5, realiza la **Actividad 10**. Si tu puntaje fue 6, realiza la **Actividad 1.5** de la página 65.
Describir el rol y el mecanismo de acción de las enzimas.	7	_____ /6	Si tienes menos de 3 puntos, realiza la **Actividad 11**. Si obtuviste entre 4 y 5, realiza la **Actividad 12**. Si tu puntaje fue 6, realiza la **Actividad 1.6** de la página 65.

Actividades complementarias

Luego de realizar estas actividades, corrígelas con tu profesor.

Actividad 1. Relaciona las primeras observaciones celulares con el primer postulado de la teoría celular.

Actividad 2. Explica el primer y segundo postulado de la teoría celular y describe uno de los estudios realizados que aprendiste en la unidad.

Actividad 3. Dibuja una célula procarionte y detalla cuatro de sus estructuras.

Actividad 4. Dibuja una célula eucarionte y seis de sus organelos o estructuras. Explica la función de cada uno de ellos.

Actividad 5. Busca en Internet una ilustración de mitocondria. Imprímela y pégala en tu cuaderno. Rotula cuatro de sus estructuras y luego describe el proceso que ocurre en él.

Actividad 6. Busca en Internet una ilustración de mitocondria. Rotula cuatro de sus estructuras y luego explica lo que ocurre en este organelo en el caso de una célula vegetal, mencionando el aporte de los cloroplastos al proceso.

Actividad 7. Menciona las observaciones que crees que impulsaron a Margulis a plantear la teoría endosimbiótica.

Actividad 8. Explica la teoría endosimbiótica y dibuja las etapas postuladas.

Actividad 9. Dibuja en tu cuaderno la forma estructural de una molécula de agua y un fosfolípido y nucleótido. Luego, en el fosfolípido, identifica la parte hidrofílica y la hidrofóbica. ¿Cuál de estas partes de la biomolécula puede estar en contacto con el agua? Indica los elementos químicos presentes en ellas y ejemplos de dónde las encuentras.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Actividad 10. Esquematiza lo que ocurre con la molécula de NaCl cuando entra en contacto con el agua. Luego responde: ¿qué funciones cumplen los iones en el organismo?

Actividad 11. Construye una tabla en la que declares y expliques cuatro características de las enzimas, tanto funcionales como estructurales.

Actividad 12. ¿Qué tipos de biomoléculas son las enzimas? Menciona tres características. ¿Cuál es la importancia de la función de estas moléculas?

Actividad 1.1

1. Lee el siguiente texto, recuerda lo aprendido en la unidad y luego responde las preguntas.

> Las células fueron descubiertas en 1665 por el científico inglés Robert Hooke cuando hacía observaciones de una fina lámina de corcho a través de un microscopio. Aproximadamente 200 años después se publicaron los primeros postulados de la teoría celular.

A. ¿Qué dificultades crees que existían en 1665 que fueron resueltas cerca del año 1800?

B. ¿Los instrumentos tecnológicos actuales seguirán siendo los mismos en 200 años?, ¿qué crees que sucederá?

C. ¿De qué forma explicarías el tiempo transcurrido entre las primeras observaciones de las células hasta la propuesta de los postulados de la teoría celular?

D. ¿Qué diferencias tendrá para una investigación celular usar un microscopio como el construido y utilizado por Hooke o emplear los microscopios de última generación cuyos aumentos son mayores?

E. Averigua con ayuda de tu profesor de Historia sobre lo que ocurría en Chile durante la década de 1660. ¿Qué valor tiene para ti el hacer ciencia en aquellos años?

Actividad 1.2

Observa la ilustración y luego responde las preguntas.

Las células son estructuras complejas que realizan muchos procesos. Puedes hacer una analogía entre una célula y una fábrica.

A. ¿Cuál es la función en esta fábrica de chocolate de los diferentes centros de trabajo?

B. ¿Qué organelos o estructuras estarían los representados en la fábrica de la imagen? Relaciónalos según su función.

C. Si esta fábrica tiene una producción interna de azúcar, ¿a qué tipo de célula representa? Explica.

D. Si se tratara de una fábrica que trae azúcar desde afuera para procesarla en su interior, ¿con qué tipo de célula podrías relacionarla? Fundamenta.

Actividad 1.3

Reflexiona sobre el siguiente texto y responde las preguntas.

> Átomos y células no son visibles a simple vista; en la historia han existido diferentes imágenes de átomos y también de células.

Al respecto podemos decir:

A. ¿Los antiguos científicos eran menos rigurosos?

B. ¿Puedes explicar la causa de estos cambios en cada caso?

C. ¿Podrá cambiar estas imágenes en el futuro en ambos casos?

Actividad 1.4

Las células eucariotas tienen un sistema interno de membranas muy complejo, que se denomina sistema endomembranoso, con compartimentos donde se realizan diferentes reacciones bioquímicas. Las mitocondrias y los cloroplastos, formados por una doble membrana, son orgánulos transductores de energía.

A. ¿Por qué, según la teoría endosimbiótica, los cloroplastos y las mitocondrias presentan una doble membrana?

B. Reflexiona sobre la idea de que ambos organelos presentan material genético.

Actividad 1.5

Lee la siguiente tabla y responde las preguntas planteadas en torno a la composición bioquímica de una célula.

Tabla: Composición química de células musculares y óseas en el ser humano

Biomolécula	Tejido muscular (% peso total)	Tejido óseo % peso total)
Agua	70-80	15-25
Proteínas	17-20	20-30
Lípidos	1,5-3	0,2-0,5
Carbohidratos	0,5-0,7	0,4-1
Ácidos nucleicos	0,1	0,1
Sales minerales	1,1-1,5	40-50

A. ¿Qué biomoléculas inorgánicas están presentes en mayor proporción en cada uno de estos tejidos? ¿Cómo explicarías esta diferencia?

B. ¿Qué biomoléculas orgánicas componen mayormente a ambos tejidos?

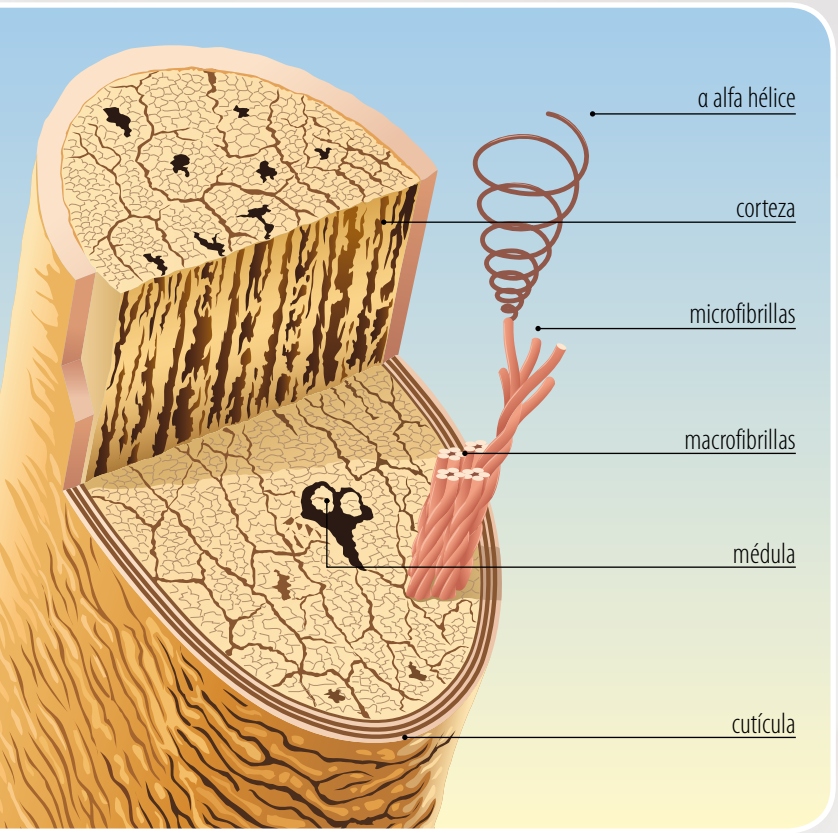
C. ¿Cómo explicarías el porcentaje en peso de los ácidos nucleicos de ambos tejidos?

Actividad 1.6

Construye un modelo del mecanismo de acción enzimática con plasticina de colores. Debes indicar la enzima, el sitio activo, el sustrato y posteriormente el producto. Luego explica a tus compañeros que tienen dificultades para entender este proceso. Puedes guiarte por el esquema de la derecha.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

La bioquímica del pelo



El cabello está formado por un 90 % de proteínas, un 2% de lípidos y una proporción variable de agua y pigmentos. La proteína más abundante en él es la queratina, que está compuesta por cadenas muy ricas en el aminoácido cisteína. El cabello es, entonces, una proteína fibrosa cuyo crecimiento parte de células llamadas folículos pilosos.

Las células de cabello en crecimiento emergen desde el fondo del folículo piloso y salen hacia la superficie del cuero cabelludo, pero mueren antes de llegar a ella, dejando atrás únicamente las cadenas de aminoácidos que se han añadido a la base del cabello.

Las propiedades físicas y mecánicas del cabello dependen de diferentes enlaces e interacciones químicas entre las cadenas de proteínas que lo forman.

Del caparazón de los crustáceos a la piel humana

En Chile, la causa más común de quemaduras en los niños es el derrame de líquidos calientes, mientras que en los adultos es el contacto directo con el fuego. Las personas afectadas por quemaduras graves (aquellas que involucran la pérdida de las capas más profundas de la piel y que se extienden en un diámetro mayor a 5-8 cm) se exponen principalmente a la infección de las heridas y a la pérdida de fluidos corporales.

Actualmente, el tratamiento para este tipo de quemaduras consiste en realizar injertos de piel natural o artificial en la zona, procedimientos que, por lo general, son de larga duración y además muy dolorosos. Motivados por el desafío de mejorar la recuperación de los niños quemados, un equipo de científicos chilenos, liderado por el doctor Galo Cárdenas, perteneciente al Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA), de la Región del Biobío, ha trabajado en la producción de apósitos que permiten una mejor y más rápida cicatrización de este tipo de heridas. Estos apósitos son delgadas láminas transparentes, semejantes al papel celofán, fabricadas con quitosano, un producto elaborado a partir de la quitina.

La quitina es un polisacárido nitrogenado y es, después de la celulosa, el más abundante en la naturaleza. Forma parte del exoesqueleto de crustáceos, insectos y paredes celulares de hongos. El quitosano es un polisacárido derivado de la quitina, y las investigaciones del Dr. Cárdenas y su equipo se enfocan en generar nuevas aplicaciones médicas de este polímero orgánico.

El uso de láminas de quitosano para cubrir las heridas, particularmente quemaduras superficiales e intermedias, ha mostrado excelentes resultados. Entre otras ventajas se ha observado que su uso acelera el proceso de regeneración del tejido, sin necesidad de realizar un injerto; actúa como antibiótico sobre una amplia variedad de bacterias; y es degradado por enzimas producidas por el organismo humano, por lo que no es necesario retirarlo de la herida. Desde el año 2008, el Dr. Cárdenas y su equipo han mostrado nuevos avances en el empleo del quitosano. Esta vez se trata de utilizarlo como una matriz de crecimiento para regenerar tejido óseo, en articulaciones desgastadas por la artrosis.

Fuente http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com (Adaptación).

El cuerno de rinoceronte, una joya en el mercado negro

Los cuernos del rinoceronte están compuestos completamente de queratina y su caza descontrolada, debido a esta estructura, aumenta día a día en Sudáfrica.
Sus astas cuestan hasta 50 000 euros el kilo en el comercio ilegal. ¿Qué opinas de esta situación? ¿Crees que debiera ser ilegal su comercio y por qué? Discútelo con tus compañeros.

UNIDAD 2

Especialización y transporte celular

Me preparo para la unidad

Realiza una encuesta en tu casa con las siguientes preguntas:

a. ¿Usted sabe que todos los seres humanos estamos constituídos por células?

b. ¿Cree usted que todas las células que nos componen son iguales o diferentes?

c. ¿Qué células cree usted que son distintas?

Luego, con tus compañeros, comenta tus resultados y organícenlos para llegar a una conclusión final con respecto a las respuestas recogidas. Posteriormente, para cerrar, opinen ustedes: ¿todas las células son iguales?, ¿qué tipos de células existen?, ¿su forma tendrá relación con la función que cumplen?, ¿necesitará la célula comunicarse con el medio que la rodea?

Objetivos de la unidad

Lección 1: ¿Cómo se organizan las células en los organismos pluricelulares?

- Explicar la relación que existe entre la función de ciertos tejidos y las características de las células que los constituyen.

Lección 2: ¿Cómo se comunica la célula con su entorno?

- Comprender los mecanismos de intercambio de sustancias entre la célula y su ambiente.

Lección 3: ¿Cómo ingresa y sale el agua de una célula?

- Describir los fenómenos que ocurren en las células animales y vegetales, producto de los movimientos de agua.

Lección 4: ¿Cuál es la importancia de la permeabilidad celular?

- Conocer lo que sucede en diferentes tejidos del cuerpo como resultado de la especialización celular y del intercambio de sustancias entre la célula y el medio.

Para comenzar

En la fotografía aparecen tres células. La de color verde es una célula humana (fagocito), que tiene una función y forma particular. Es parte de tu sistema inmune. Esta célula está ingiriendo dos glóbulos rojos. Para lograrlo, extiende su membrana plasmática formando una especie de "brazos" para atrapar e incorporar a su "presa". ¿Qué características tendrá la membrana que permite este movimiento?, ¿qué otras sustancias entrarán a esta célula?

En esta unidad aprenderás que las células, a pesar de estar rodeadas por la membrana plasmática, tienen mecanismos de intercambio que utilizan para relacionarse con su ambiente, y que también las células se especializan para cumplir funciones determinadas que permiten que tu organismo trabaje correctamente.

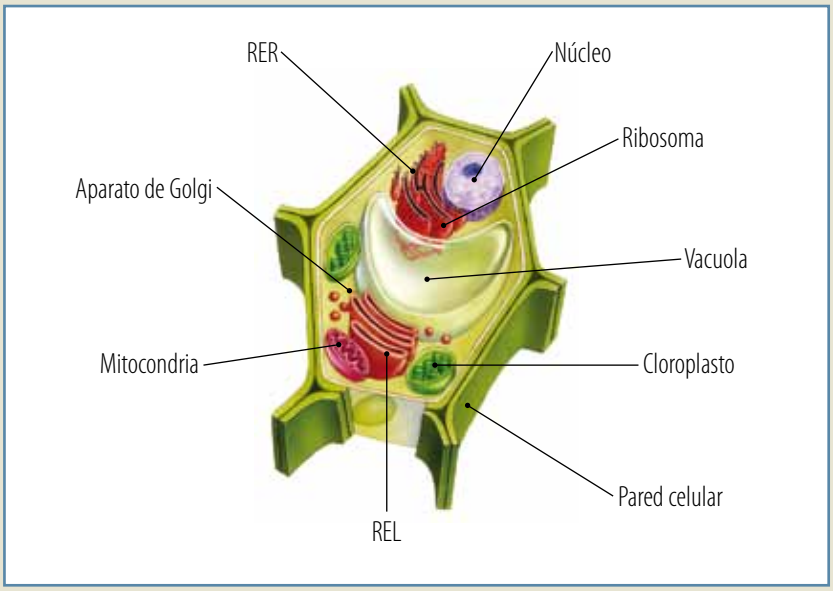
LECCIÓN 1:

¿Cómo se organizan las células en los organismos pluricelulares?

Debes recordar: *organelos celulares, sus funciones y biomoléculas que constituyen la célula.*

Trabaja con lo que sabes

1. Observa la ilustración de la célula y sus organelos. Luego escribe en tu cuaderno la función de cada uno de ellos. Posteriormente, explica cómo puedes saber si esta célula es de origen animal o vegetal.



2. Menciona al menos cuatro biomoléculas que compongan alguna estructura celular.
3. Mira tu rostro en un espejo. ¿Qué tienen en común tus labios, tu lengua y tus ojos?
   - **A.** ¿Qué tejidos diferentes observas? ¿Cómo te imaginas que son las células que los constituyen?
   - **B.** ¿Qué estructuras tienen en común las células de los tejidos que mencionaste?

Propósito de la lección

La diversidad celular permite que existan distintas formas de vida. Desde una bacteria hasta un mamífero de gran tamaño, y la constitución de todos sus órganos es producto de la diversificación y especificidad celular. Cómo son estas células y qué importancia tienen sus características particulares en su funcionalidad, es lo que aprenderás en esta lección.

¿Cómo se organizan los seres vivos?

¿Qué tienen en común una gran ballena, una planta de tomate y un ser humano? Si bien son infinitamente diferentes desde afuera, todos los seres vivos están constituidos por la misma estructura: la **célula**.

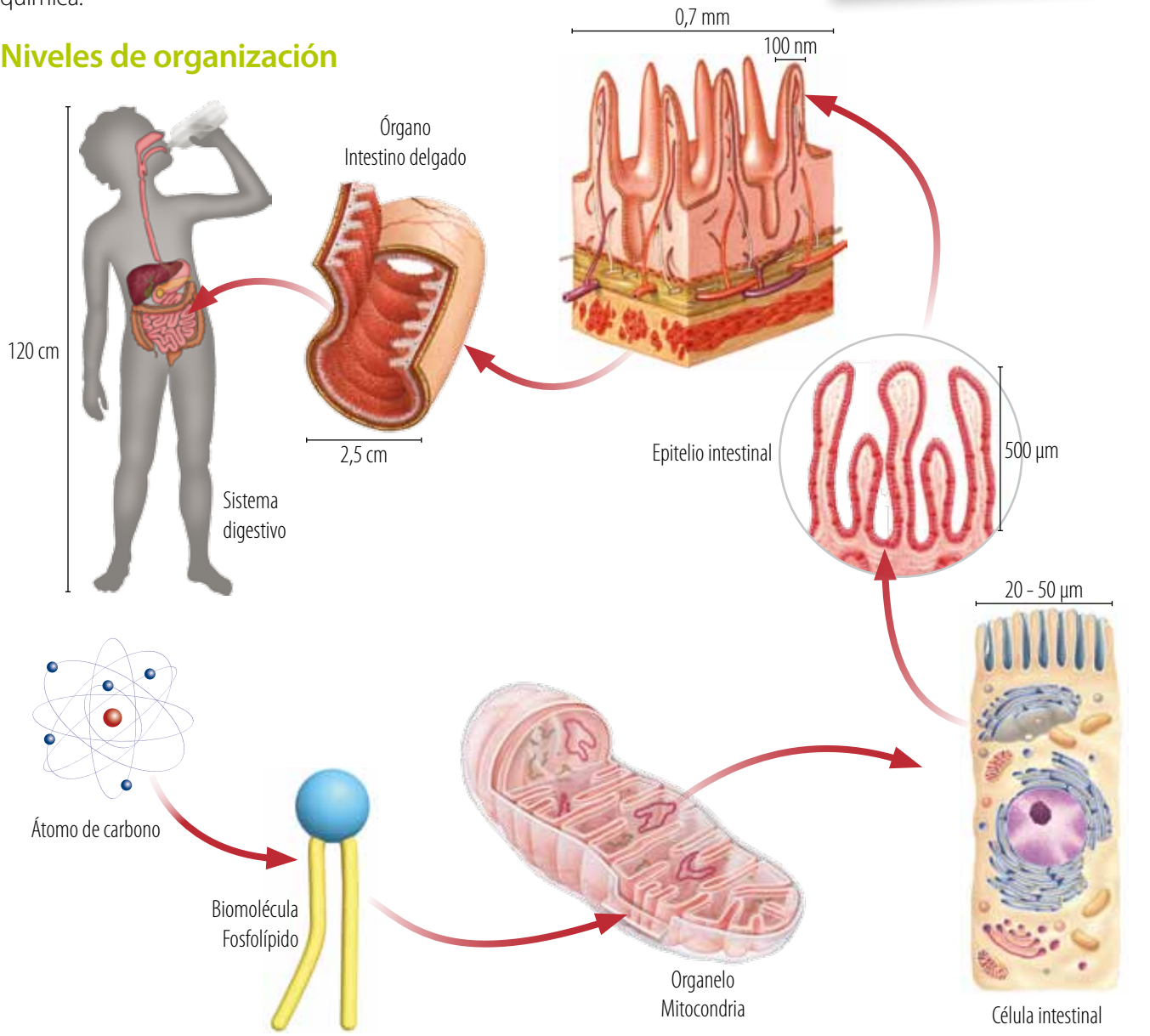
Como aprendiste en la unidad anterior, las células son pequeñas estructuras rodeadas por una membrana y tienen la capacidad de crecer y dividirse. Los organismos **multicelulares** están formados por millones de células que se originaron de una única célula inicial.

Los organismos superiores, como los seres humanos, contienen muchos tipos celulares de distinto tamaño y forma. A pesar de estas diferencias obvias, todas las células comparten ciertas propiedades fundamentales, como su composición química.

Apuntes:

nm. Un nanómetro es 0,000000001 metros, es decir, la mil millonésima parte de un metro.

Niveles de organización



Actividad 1 Aplicación

Dibuja en tu cuaderno el nivel de organización para una planta de poroto. Puedes apoyarte buscando fotografías en textos o Internet. Referencia al menos cinco niveles.

Composición de los seres vivos

Conexión con...

matemática

¿Qué mide un nanómetro? Observa una fibra de tu pelo, su diámetro, es decir el ancho, mide 75 000 nm.
Un surco de tu huella digital, mide 250 000 nm, y la molécula de ADN, 2 nm. Tus uñas crecen 1 nm cada segundo. ¿Cuánto crecen en un día?

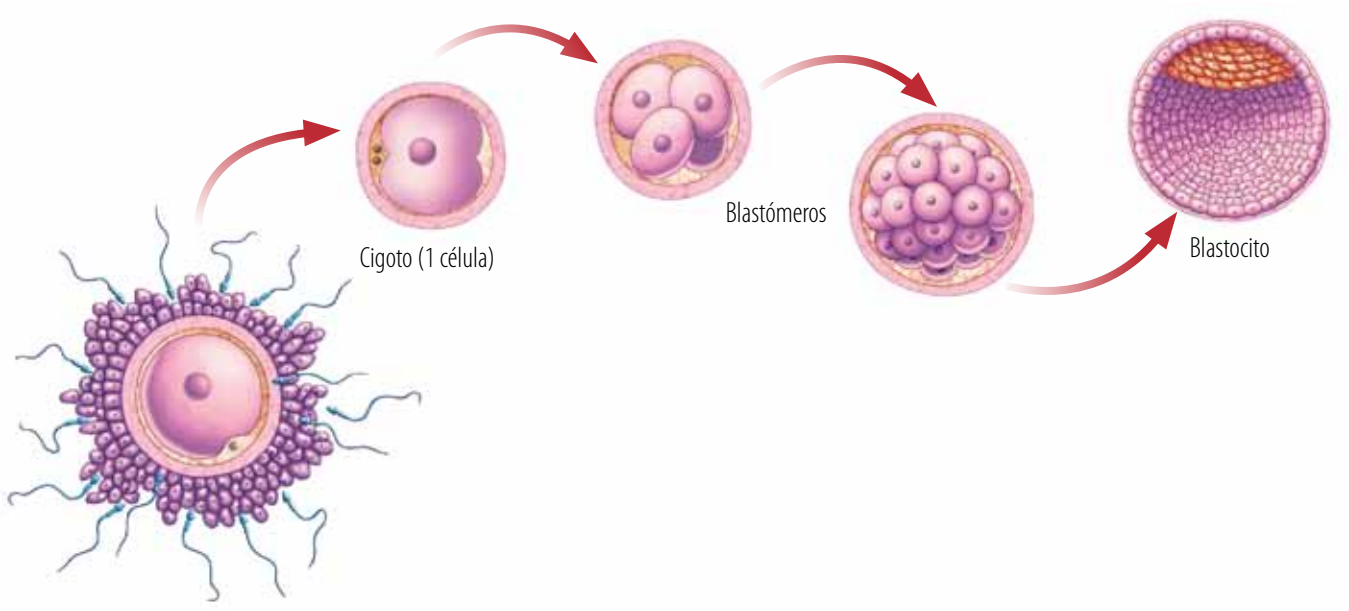
Todo lo que nos rodea, sea un ser vivo o no, está constituido por átomos. Los átomos se combinan y forman moléculas, que en el caso de los seres vivos, son fundamentales para el metabolismo y, como estudiaste en la unidad anterior, son llamadas biomoléculas.

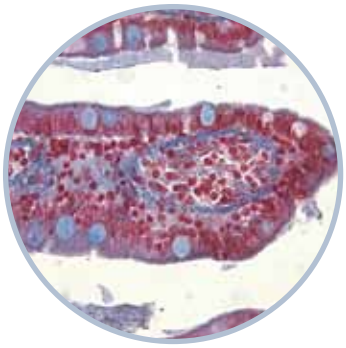
Las biomoléculas forman organelos que tienen funciones específicas. Las células según sus funciones tendrán más desarrollados unos u otros organelos. Por ejemplo, las células que necesiten consumir o utilizar mucha energía, como las células musculares, tendrán un alto número de mitocondrias.

Las células, según su función, se organizan formando un **tejido** que cumplirá un rol específico y común; por ejemplo, la mucosa intestinal. Cuando distintos tejidos se agrupan entre sí, se forma una estructura mayor llamada **órgano**, como el intestino. Por último, los órganos constituyen un conjunto coordinado y organizado denominado **sistema**. En la ilustración de la página anterior se muestra el sistema digestivo, que te permite obtener nutrientes de los alimentos para que sean utilizados por las células del organismo.

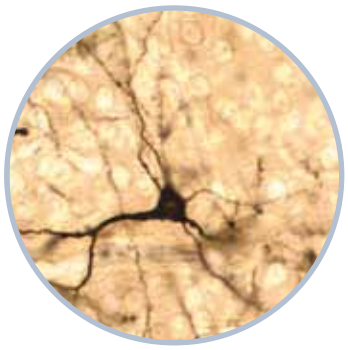
Las células se diferencian para desempeñar distintas funciones

La diferenciación celular es el mecanismo mediante el cual una **célula no especializada** se diferencia, hasta alcanzar una forma específica. De esta manera, un cigoto, conformado por una sola célula, constituidas por el material genético aportado por el padre y la madre, dará origen a todos los tipos de células que forman el cuerpo, como los miocitos (células musculares), las neuronas (células nerviosas), las células de las raíces, de las hojas o del tallo, en el caso de las plantas forman un organismo pluricelular.

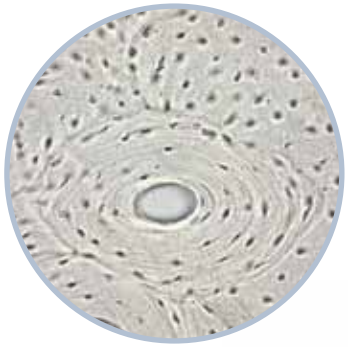




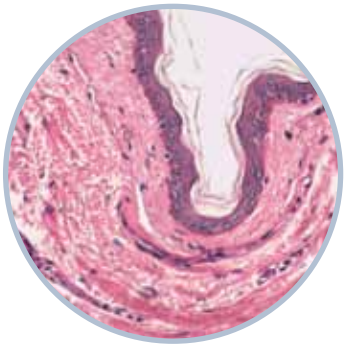
Células del intestino



Células nerviosas

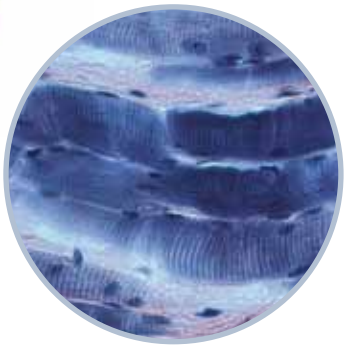


Células óseas

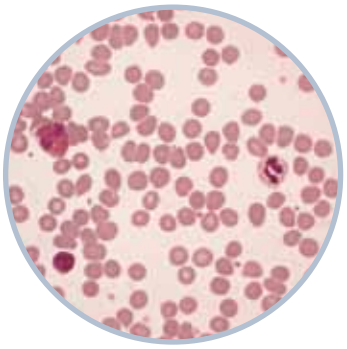


Células de la piel

▲ Feto humano, conformado de diferentes tejidos, cada uno constituido por variados tipos celulares.



Células musculares



Células sanguíneas

Para saber

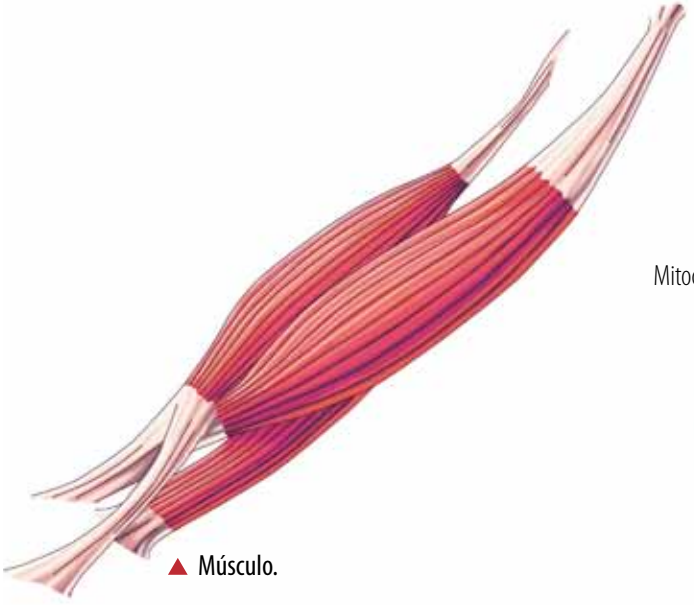
Si todas las células de una persona tienen la misma información genética, ¿por qué son tan distintas? Aunque todas las células de un organismo poseen la misma información, la diferenciación celular determina que en cada tipo de célula quede "activada" solo la información genética que le confiere las características necesarias para cumplir sus funciones específicas, mientras que el resto de esa información queda "apagada". Por ejemplo, en las células de la piel (observa la fotografía en la ilustración superior), los genes que otorgan las características de "célula nerviosa" están "apagados", y viceversa. Por esto, una célula especializada no puede expresar características de otro tipo diferente.

¿Qué características en sus genes presentarán las llamadas "células madre"? Averigua en textos especializados, como los indicados en la bibliografía de este libro, qué hacen estas células, resume la información en tu cuaderno y luego discute con tus compañeros el futuro de la medicina con el desarrollo de esta técnica.

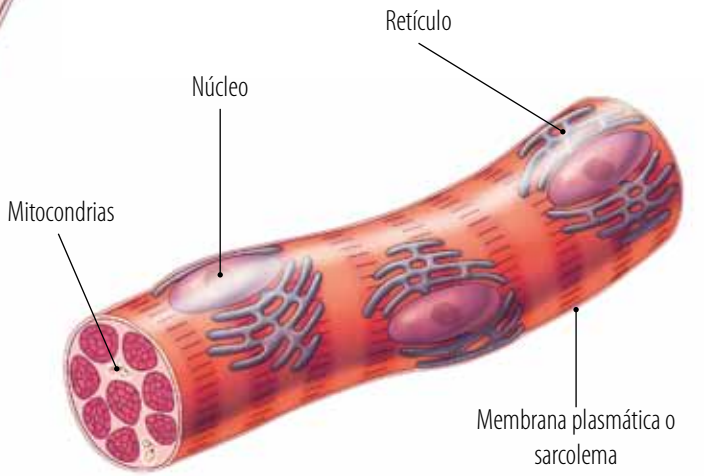
Células especializadas

Célula muscular

Has aprendido en años anteriores que el tejido muscular permite el movimiento del cuerpo. Las células que componen este tejido reciben el nombre de **miocitos** y se han especializado en la contracción que permite el movimiento del tejido. Los miocitos están fusionados lateralmente entre sí, formando una gran célula con **muchos núcleos**. Al microscopio pueden observarse bandas claras y oscuras llamadas miofibrillas. Las miofibrillas están constituidas por miofilamentos finos (cuya principal proteína es la actina) y miofilamentos gruesos (cuya principal proteína es la miosina). Las interacciones moleculares entre ambos tipos de miofilamentos permiten la contracción muscular. Además, en el musculo esquelético hay una gran cantidad de calcio, que se almacena en el **retículo endoplasmático**, el cual es necesario para activar la contracción muscular. Las **mitocondrias** también se encuentran en gran número y son las que producen energía en forma de ATP.



▲ Músculo.



▲ Fibra muscular o miocito.

Recursos TIC

Ingresa al siguiente sitio http://www.uv.es/histomed/practicas/06-muscular/06-muscular.htm. Observa la diversidad de células musculares que existen en el organismo.

Escoge tres de las fotografías y esquematízalas en tu cuaderno. Reenvía la dirección por mail a tus contactos. En el asunto escribe algo relacionado con la información que enviarás.

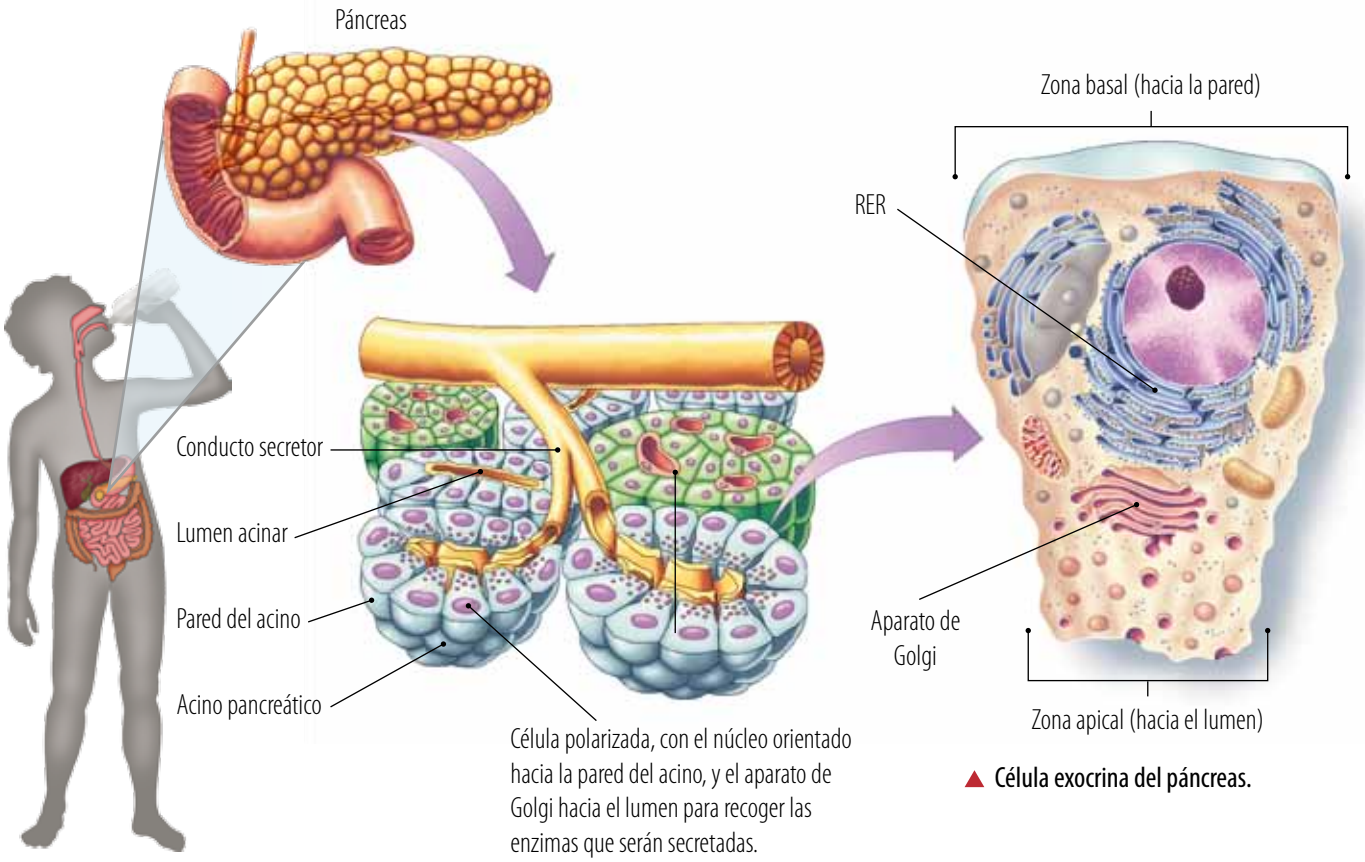
Célula secretora pancreática

Existen muchas células que tienen como función secretar sustancias para el correcto funcionamiento del organismo. Un ejemplo de ellas son las **células exocrinas** del páncreas, que producen enzimas y las secretan al intestino delgado, donde participan en la digestión de biomoléculas como polisacáridos, proteínas y lípidos.

Estas células poseen el **retículo endoplásmico rugoso** (RER) y el **aparato de Golgi** muy desarrollados para poder producir muchas enzimas y secretarlas dentro de vesículas hacia el exterior celular. Además, estas células se unen entre sí formando grupos o acinos que se conectan a un conducto principal que desemboca en el intestino delgado. Para esto, las células se **polarizan** en su organización interna o subcelular.

Apuntes:

Polarización celular: distribución diferencial de los organelos dentro de una célula. Esta particular forma y distribución le permite realizar funciones específicas.



▲ **Célula exocrina del páncreas.**

Otros tejidos secretores que existen en tu cuerpo son las **glándulas sebáceas** al lado de los folículos del pelo, las **glándulas sudoríparas** en la superficie de la piel y las **glándulas mamarias** en el tejido de las hembras mamíferos.

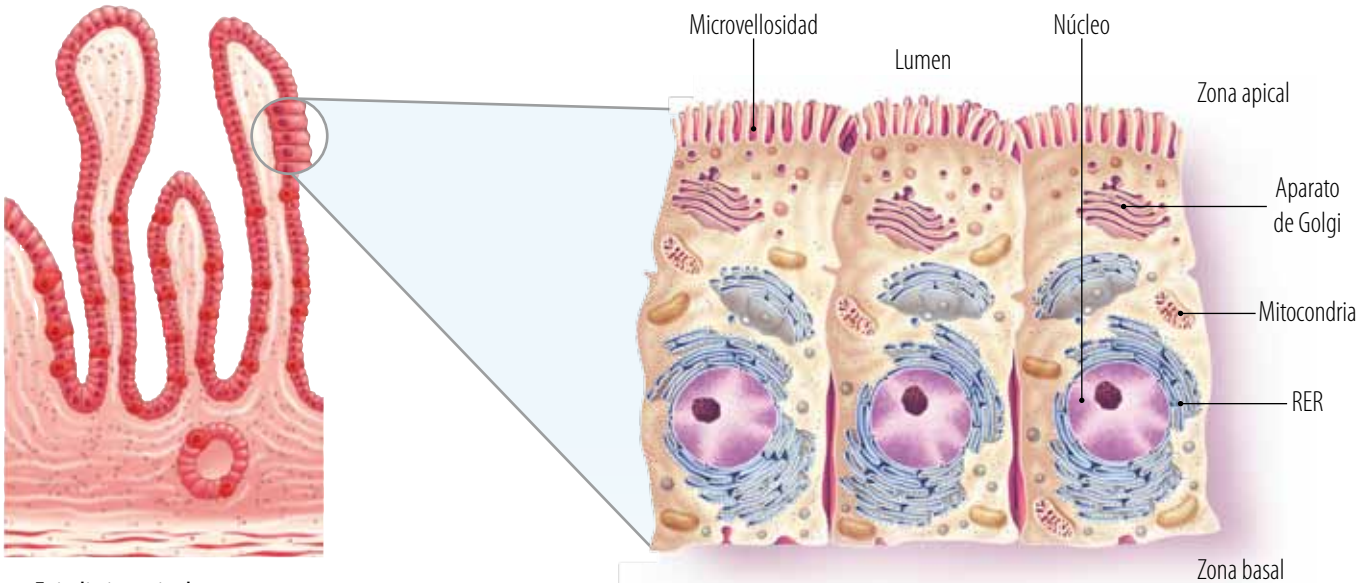
Actividad 2 Análisis

Investiga en textos especializados, como los indicados en la bibliografía de este libro, qué enzimas secreta el páncreas y sobre qué sustratos actúan. ¿Te acuerdas cómo afectaba la temperatura a la acción enzimática? Indica cuáles son los valores adecuados para el funcionamiento de las enzimas pancreáticas. Finalmente, elabora un cuadro con la información y preséntalo a tu profesor.

Célula intestinal

En el intestino ocurre la última etapa de la digestión, que corresponde a la absorción de los nutrientes. En este proceso participan las células especializadas llamadas **enterocitos** que son las que recubren el lumen intestinal.

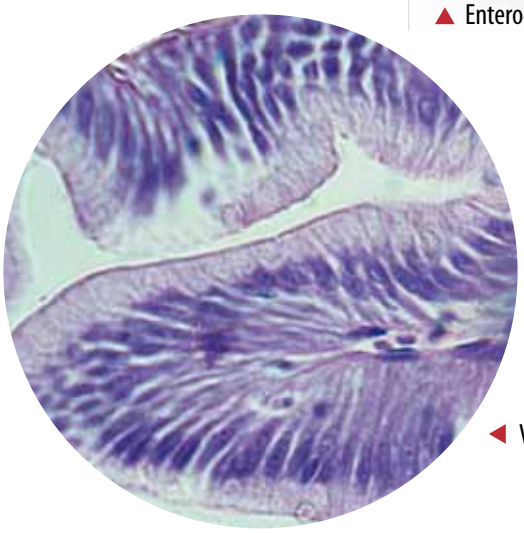
Una de las características de estas células son las proyecciones que presentan hacia el lumen, denominadas **microvellosidades**. Esto permite aumentar la superficie de contacto con las sustancias que llegan al intestino en unas 500 veces, incrementando la capacidad de absorción. Los enterocitos también son células polarizadas. Observa la ilustración.



▲ Epitelio intestinal.

▲ Enterocitos.

Polarización de los enterocitos. La zona apical se orienta hacia el lumen y forma microvellosidades con su membrana plasmática, aumentando la superficie de absorción de nutrientes. La zona basal se conecta con los vasos sanguíneos y permite el paso de los nutrientes absorbidos hacia el resto del organismo.



◀ Vellosidad intestinal.

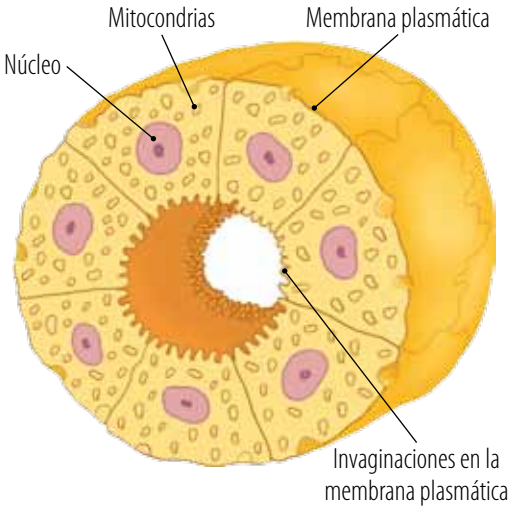
Actividad 3 Análisis

Observa con detención la tela que se utiliza para hacer las toallas que ocupas para secarte. ¿Qué características **identificas** que pueden homologarse con el tejido intestinal? ¿Por qué la tela tendrá esta forma? ¿Secaría de la misma manera si la superficie fuera lisa?, ¿por qué?

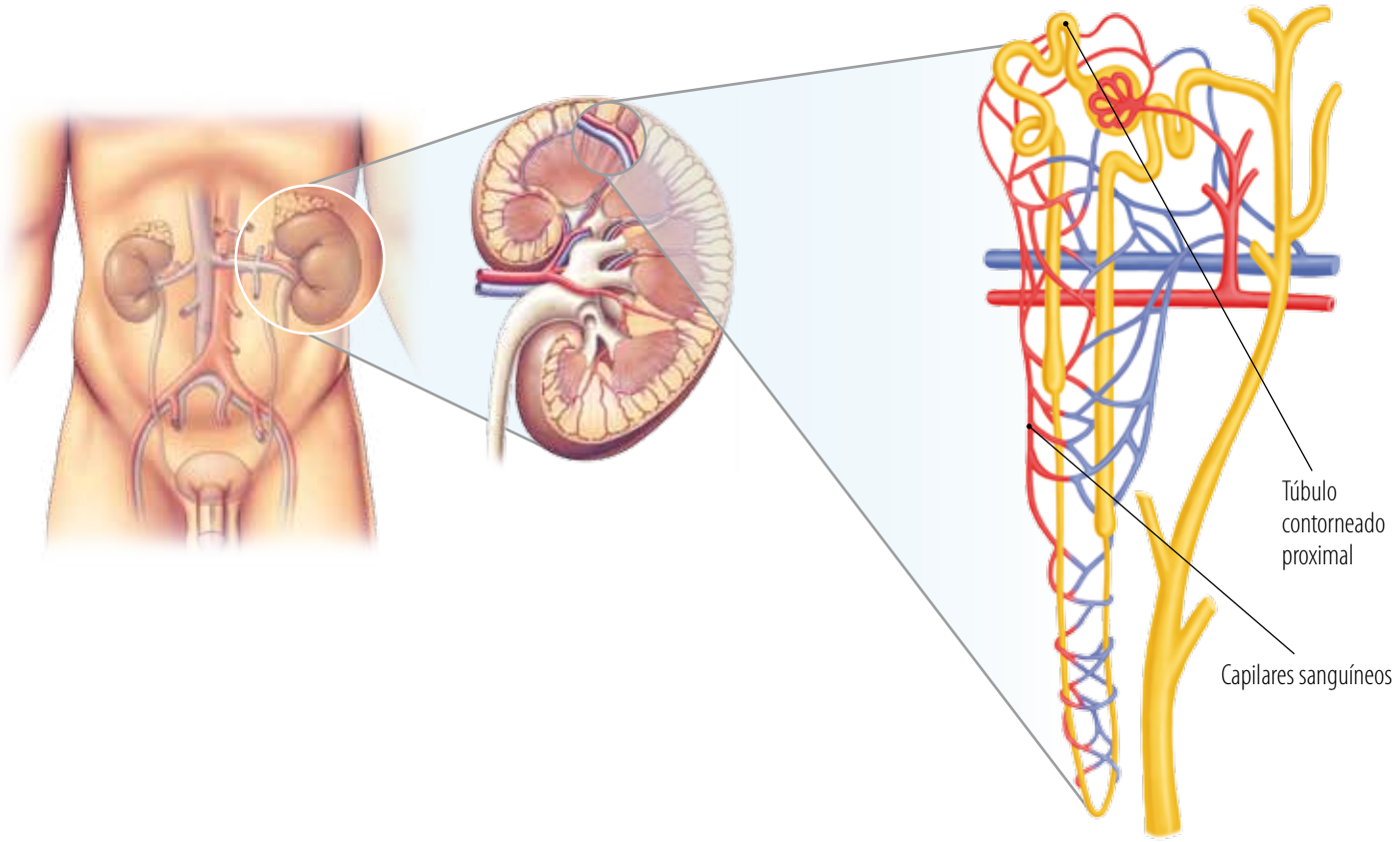
Célula epitelial renal

Así como en el intestino se absorben los nutrientes, en el riñón también ocurren procesos de absorción de sustancias. La función del riñón es filtrar la sangre para eliminar sustancias tóxicas a través de la orina. Para esto utiliza una serie de tubos o túbulos con células epiteliales hacia el lumen, que cumplen distintas funciones. Por ejemplo, las células **epiteliales** del túbulo contorneado proximal están encargadas de reabsorber sustancias que se filtran en el riñón, pero que no se pueden eliminar en la orina, pues son importantes para el organismo.

El túbulo contorneado proximal se constituye de una sola capa de células de forma cúbica. Tiene un núcleo redondo ubicado en el centro y en su membrana apical presenta invaginaciones que aumentan el área de superficie de contacto para la reabsorción de sustancias. Estas células además contienen un gran número de proteínas de transporte para la reabsorción de metabolitos específicos, las que conocerás con detalle en la lección 2.



Las células del túbulo contorneado proximal presentan un gran número de mitocondrias, pues requieren de energía para realizar la absorción.



Actividad 4 Aplicación

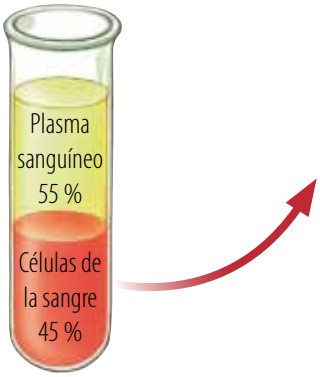
Construye un modelo de túbulo contorneado proximal. Puedes utilizar un cono de papel absorbente vacío, plasticina, cartulina de colores, entre otros. Recuerda dibujar o moldear núcleos redondos al centro de las células una gran cantidad de mitocondrias y microvellosidades en cada una de ellas.

Células sanguíneas

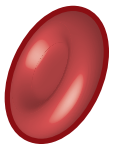
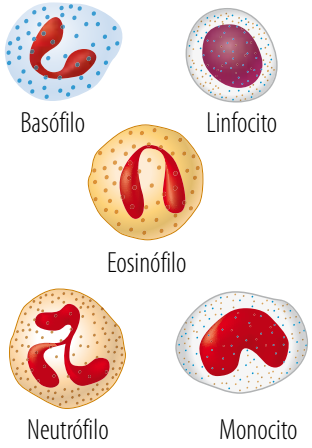
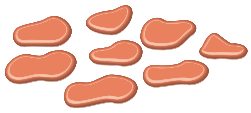
Para saber

En el cuerpo de una persona con aproximadamente 70 kg hay poco más de 5,5 L de sangre. Cada mm^3 contiene entre 4 500 y 11 500 glóbulos blancos (leucocitos), entre 20 000 y 40 000 plaquetas y entre 3,5 y 6 millones de glóbulos rojos.

No todos los tejidos están conformados por células organizadas una al lado de la otra. Uno de estos ejemplos es el tejido sanguíneo. La función de este tejido es transportar el oxígeno (O_2) y nutrientes a todas las células del cuerpo, y recoger de ellas el dióxido de carbono (CO_2) y sus excreciones. También moviliza hormonas producidas por las glándulas hasta los lugares en donde deben actuar, y protege al organismo comportándose como una barrera de defensa frente a agentes extraños que pueden entran en el cuerpo.

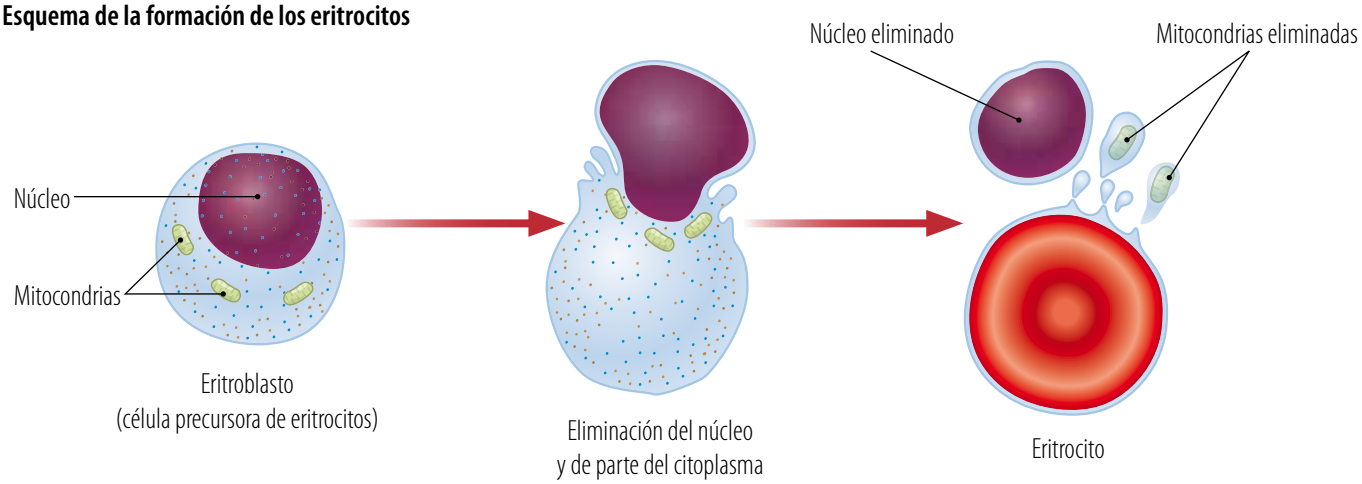


Células de la sangre

Eritrocitos (Transporte de oxígeno)	Leucocitos (Inmunidad y defensa)	Plaquetas (Coagulación de la sangre)
		

Dentro de las células que forman parte de la sangre, los eritrocitos o glóbulos rojos son los encargados de llevar oxígeno a todo el organismo. Los eritrocitos maduros no tienen núcleo ni organelos, por lo que su forma es bicóncava, lo que permite destinar todo su volumen a contener **hemoglobina**, la proteína necesaria para el transporte de oxígeno. Otra característica de los eritrocitos es su citoesqueleto, que le permite adaptarse y deformarse para atravesar los pequeños vasos sanguíneos, sin que la célula colapse y se rompa.

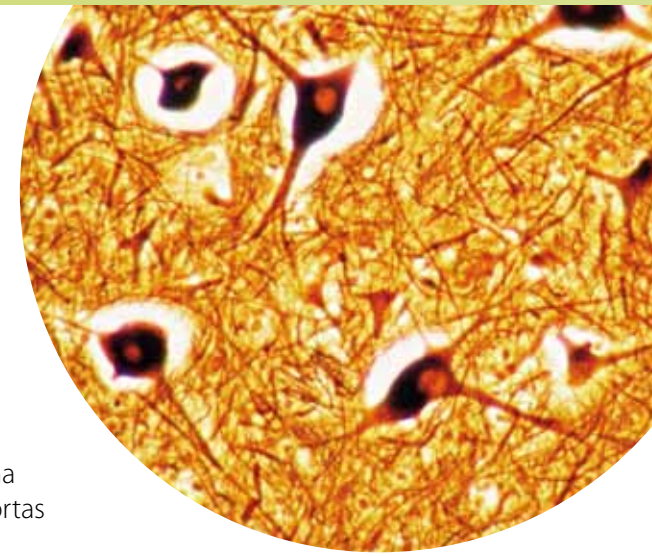
Esquema de la formación de los eritrocitos



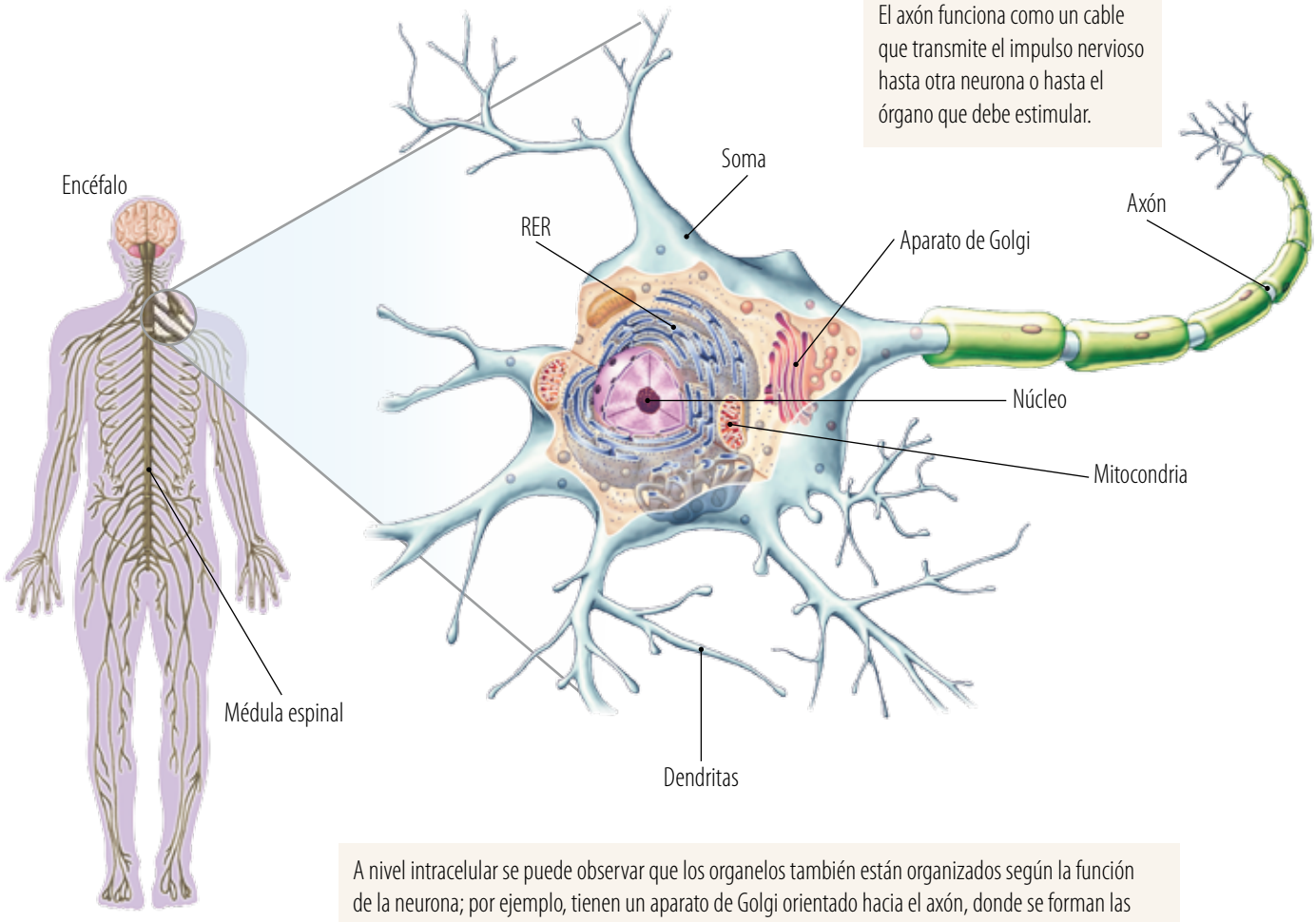
Neuronas

El sistema nervioso es el centro de operaciones de todo el organismo. Cuando percibes estímulos del medio como el calor o la luz, cuando decides patear una pelota o cuando tu estómago se contrae para promover la digestión de los alimentos, entre muchos otros ejemplos, es tu sistema nervioso el que se encuentra en funcionamiento.

Para llevar a cabo esta función participan varios tipos de células. Unas de las más importantes son las **neuronas**. Estas células son las encargadas de transmitir los impulsos nerviosos. Con este fin, tiene una forma bastante característica. Observa en la ilustración su forma alargada y su cuerpo celular o **soma**, del cual salen ramificaciones cortas llamadas **dendritas**.



▲ Tejido nervioso.



▲ Sistema nervioso.

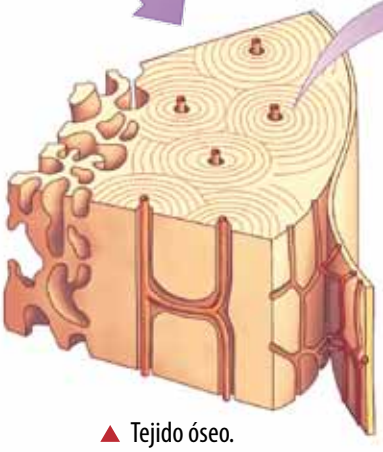
A nivel intracelular se puede observar que los organelos también están organizados según la función de la neurona; por ejemplo, tienen un aparato de Golgi orientado hacia el axón, donde se forman las vesículas sinápticas que almacenan las moléculas que activarán a las otras células (neurotransmisores). Estos son secretados mediante un mecanismo llamado exocitosis que estudiarás en la siguiente lección.

Células óseas

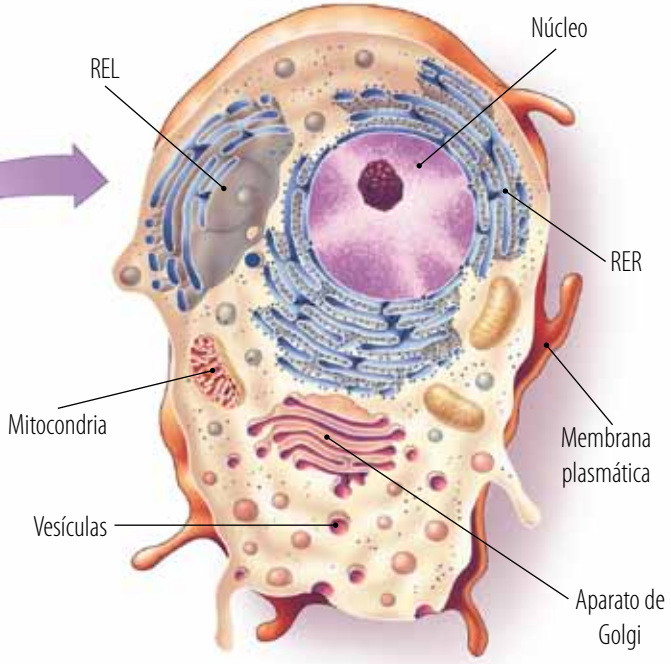
Aunque parezca extraño, los huesos también son un tipo de tejido. Recibe el nombre de tejido óseo y constituye los huesos presentes en los vertebrados, con excepción de los peces cartilaginosos. El tejido óseo se caracteriza por poseer células encerradas en una matriz intercelular rica en fibras colágenas y fosfato de calcio, además de iones minerales, como el magnesio (Mg^{2+}), el potasio (K^{+}) y el sodio (Na^{+}). Los cristales de fosfato de calcio, asociados a las fibras proteicas, son los responsables de la rigidez de los huesos.

Unas de las células que componen este tejido son los **osteoblastos** (del griego *osteon*, hueso, y *blastos*, en sentido de célula joven) y son las que producen la matriz ósea. Tienen largas proyecciones citoplásmicas que tocan los osteoblastos vecinos. Son células secretoras ubicadas en la superficie de los huesos. Presentan una organización polarizada de sus organelos, donde se distingue el desplazamiento del núcleo hacia la periferia de la célula y el aparato de Golgi orientado hacia la zona de secreción.

▲ Hueso.



▲ Tejido óseo.



▲ Osteoblasto.

Recursos TIC

Ingresa al sitio web http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Repaso%20Practico/parte_3_tepitelial.pdf. En este documento podrás observar una gran variedad de fotografías microscópicas de diferentes tejidos. Escoge tres y haz una presentación en diapositivas, indicando a qué tejido corresponde. No olvides especificar la fuente de la información.

También poseen un RER muy desarrollado, debido a la importante actividad de síntesis de proteínas que llevan a cabo. Los osteoblastos secretan hacia el espacio extracelular proteínas como la osteocalcina. Esta proteína se une al calcio y otros minerales, provocando la mineralización de la matriz extracelular que lo rodea (proceso de osificación o formación del hueso). Los osteoblastos mueren luego de mineralizar la matriz extracelular.

Conexión con...

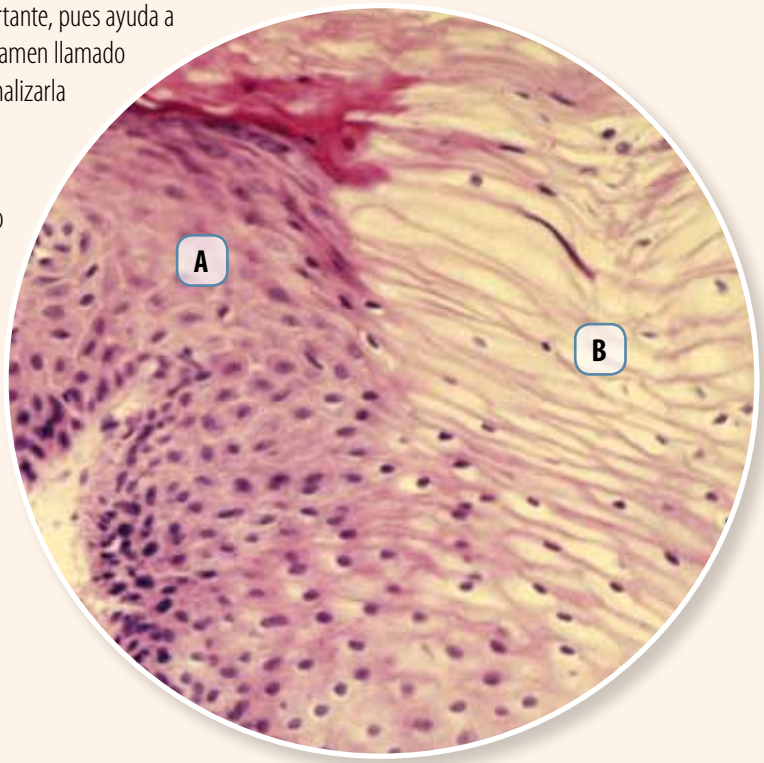
medicina

Conocer los tejidos y las formas de las células es muy importante, pues ayuda a definir un diagnóstico médico. ¿Has escuchado sobre un examen llamado biopsia? Este consiste en extraer una muestra de tejido y analizarla microscópicamente.

Si el médico, patólogo generalmente, observa células anormales o anómalas, puede darse cuenta de que el tejido presenta una enfermedad; por ejemplo, un cáncer.

En la fotografía, puedes ver una muestra de tejido de cuello uterino. Las células A tienen un aspecto normal; las B son células anómalas, lo que diagnostica el inicio de un cáncer.

Comenta con tus compañeros respecto de la importancia de este examen para diagnosticar a tiempo una enfermedad como esta y averigua lo que puede significar tratarla oportunamente.



▲ Células de eptelio del cuello uterino.

Al finalizar la lección...

En tu cuaderno elabora una tabla en la que compares las características de los tipos celulares presentados en esta lección. Guíate por el ejemplo que aparece a continuación.

Tipo celular	Tejido del que forma parte	Morfología	Organización subcelular	Función

Luego responde las siguientes preguntas.

1. ¿Qué diferencias reconoces entre los distintos tipos celulares?
2. ¿Cómo se relaciona la función de cada tipo celular con su morfología y organización subcelular de sus organelos?
3. Esquematiza dos de los tipos celulares en tu cuaderno, rotulando las estructuras que conozcas.

LECCIÓN 2:

¿Cómo se comunica la célula con su entorno?

Debes recordar: *biomoléculas, fosfolípidos y membrana plasmática.*

Trabaja con lo que sabes

1. Consigue los siguientes materiales: una hoja de lechuga fresca, plato de vidrio y sal. Luego sigue los pasos indicados a continuación y posteriormente responde las preguntas.
   - **a.** Observa el tejido vegetal y descríbelo. ¿Cómo es su textura?, ¿la forma y color?, ¿cuánto mide de ancho y largo? Si es posible, fotografíalo.
   - **b.** Pon la hoja en un plato y échale dos cucharadas de sal encima. Déjala en contacto con la sal durante un par de horas.
   - **c.** Ahora describe nuevamente el tejido vegetal. ¿Cuál es su textura?, ¿su forma?, ¿su color?, ¿cuánto mide de ancho y largo?
   - **d.** Finalmente, focalízate en los cambios que observaste. Descríbelos. ¿Qué crees que sucedió con la hoja de lechuga y la sal? A nivel celular, ¿qué habrá ocurrido? Intenta dar una explicación.

Propósito de la lección

Tal como acabas de observar en la hoja de lechuga (tejido vegetal), existe un intercambio de sustancias entre las células que componen el tejido y el medio que lo rodea. Este proceso permite la comunicación celular con el entorno, manteniendo el metabolismo interno y así el funcionamiento celular. En esta lección estudiarás los mecanismos de intercambio que utiliza la célula para obtener lo que necesita del medio que la rodea.

2. **Dibuja** en tu cuaderno un fosfolípido. Rotula la zona hidrofóbica e hidrofílica. Luego responde.
   - **a.** ¿Qué estructura celular constituyen?
   - **b.** **Diferencia** los ácidos grasos saturados de los insaturados.
   - **c.** ¿Cómo relacionarías el fenómeno que observaste en la Actividad 1 con esta estructura?

La membrana plasmática

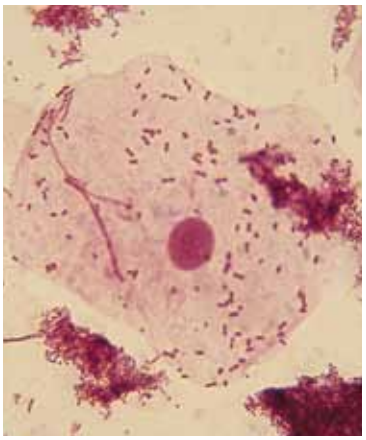
En la unidad anterior aprendiste que la célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Para su funcionamiento, la célula mantiene su medio interno separado del externo pero en constante intercambio de sustancias.

La **membrana plasmática** es la que mantiene a los organelos en el interior citoplasmático.

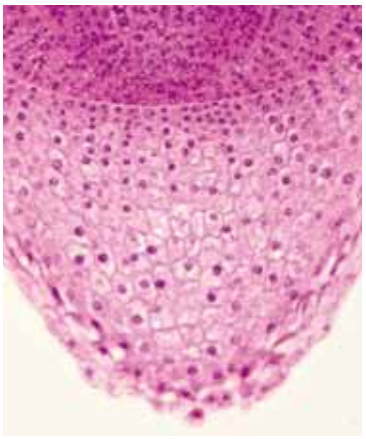
Como ya sabes, la membrana plasmática está constituida por una doble capa de fosfolípidos, que forman una bicapa lipídica con proteínas insertas total o parcialmente. De este modo, la membrana plasmática funciona como una barrera celular e impide que el contenido de la célula se escape hacia el exterior. Asimismo, los lípidos de la membrana plasmática pueden difundir (trasladarse) y hasta cambiar de lado, es decir, le confieren **fluidez**.

Observa diferentes células e identifica sus membranas plasmáticas.

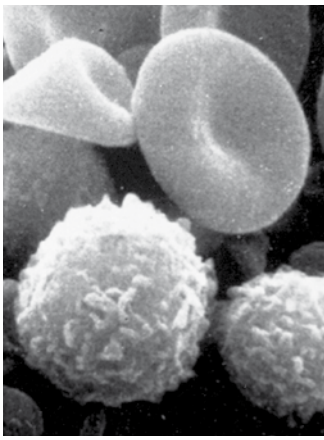
▲ Célula animal.



▲ Célula animal (mucosa bucal).



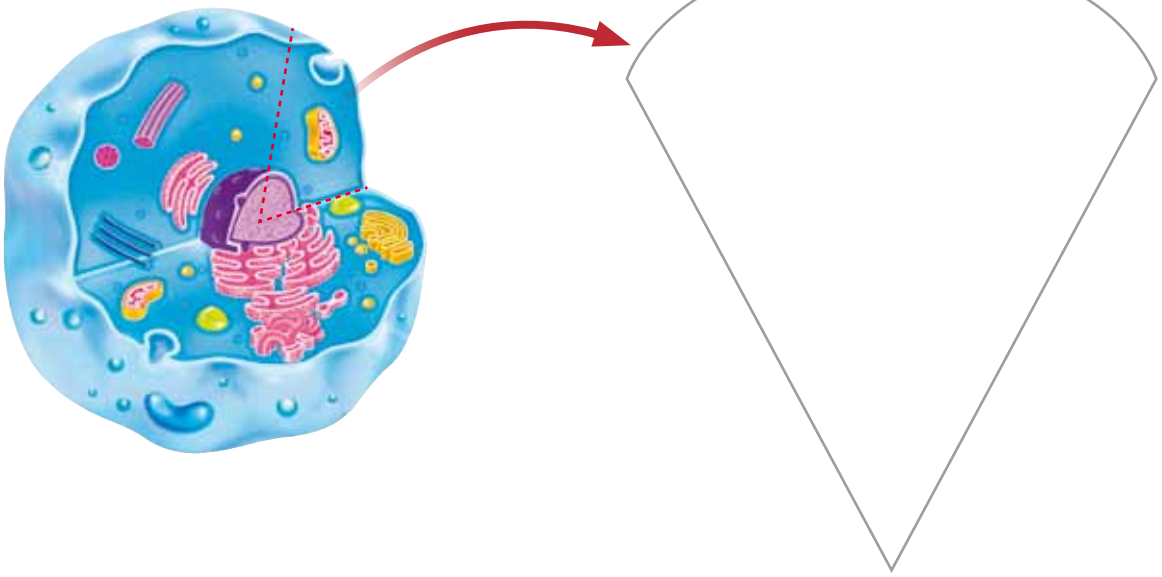
▲ Célula vegetal (raíz).



▲ Células sanguíneas.

Actividad 5 Aplicación

1. Revisa en la unidad 1 las página 22 y 45 y escribe en tu cuaderno las ideas principales que puedes extraer de la definición de membrana plasmática y de los fosfolípidos.
2. Imagina que tienes una célula esférica y le cortas una tajada. ¿Qué estructuras encontrarías en el corte? Dibújala y rotúlalas.

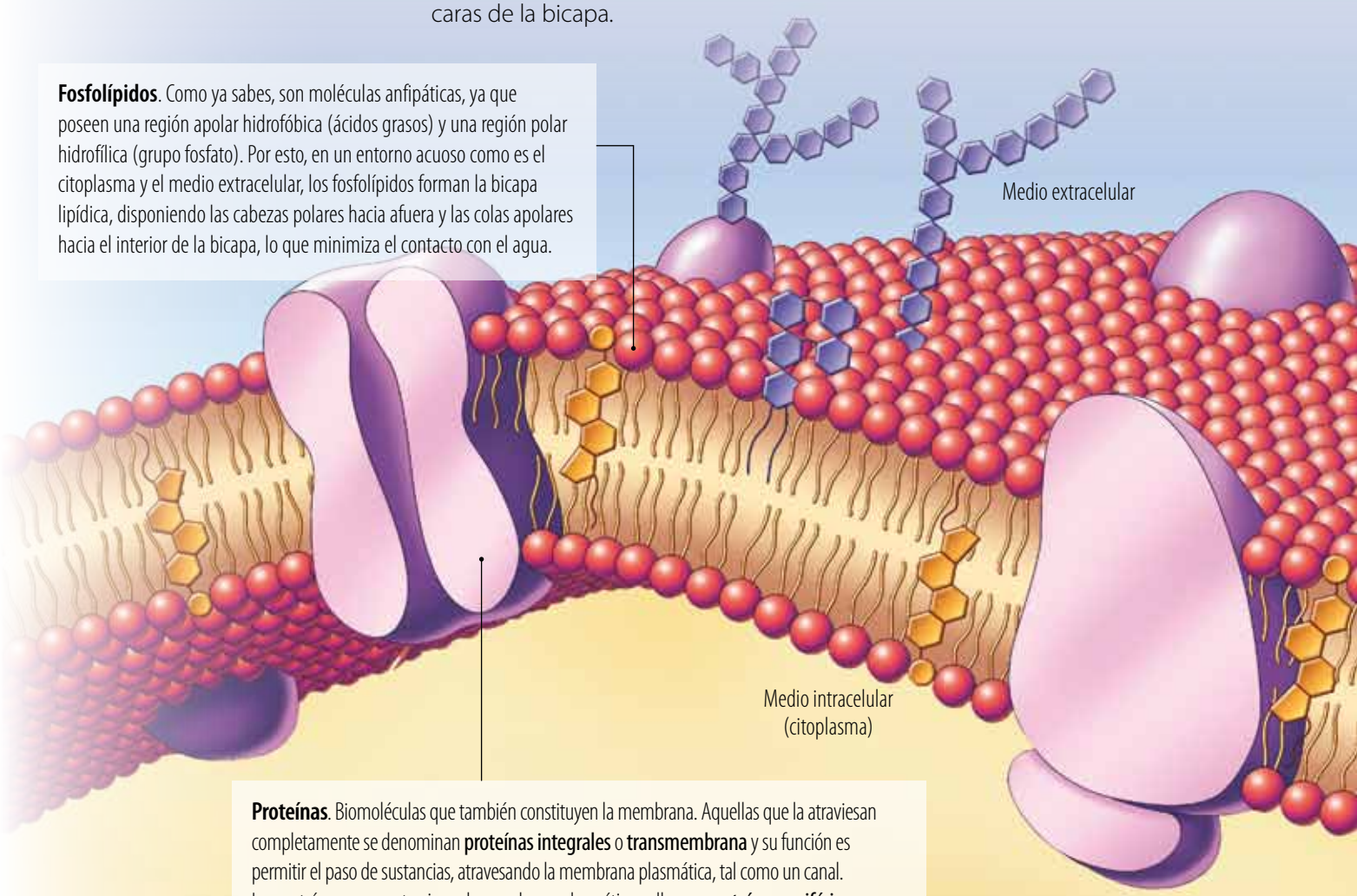


Composición de la membrana

Para el estudio y comprensión de los procesos que ocurren en la membrana, en 1972 dos biólogos celulares, Singer y Nicholson, desarrollaron el modelo de **mosaico fluido**, apoyados en las imágenes obtenidas con microscopios electrónicos, los estudios en moléculas hidrofóbicas e hidrofílicas, enlaces moleculares y observaciones del comportamiento de la membrana, entre otros.

Se denominó mosaico por las características que presenta al observar la membrana desde arriba, pues se diferencian sus diversos componentes en ambas caras de la bicapa.

Fosfolípidos. Como ya sabes, son moléculas anfipáticas, ya que poseen una región apolar hidrofóbica (ácidos grasos) y una región polar hidrofílica (grupo fosfato). Por esto, en un entorno acuoso como es el citoplasma y el medio extracelular, los fosfolípidos forman la bicapa lipídica, disponiendo las cabezas polares hacia afuera y las colas apolares hacia el interior de la bicapa, lo que minimiza el contacto con el agua.



Proteínas. Biomoléculas que también constituyen la membrana. Aquellas que la atraviesan completamente se denominan **proteínas integrales** o **transmembrana** y su función es permitir el paso de sustancias, atravesando la membrana plasmática, tal como un canal. Las proteínas que no atraviesan la membrana plasmática se llaman **proteínas periféricas** y pueden estar hacia el medio intracelular o extracelular, proporcionándole características propias de su tipo celular y sirven como receptores y anclas de diversas sustancias y estructuras.

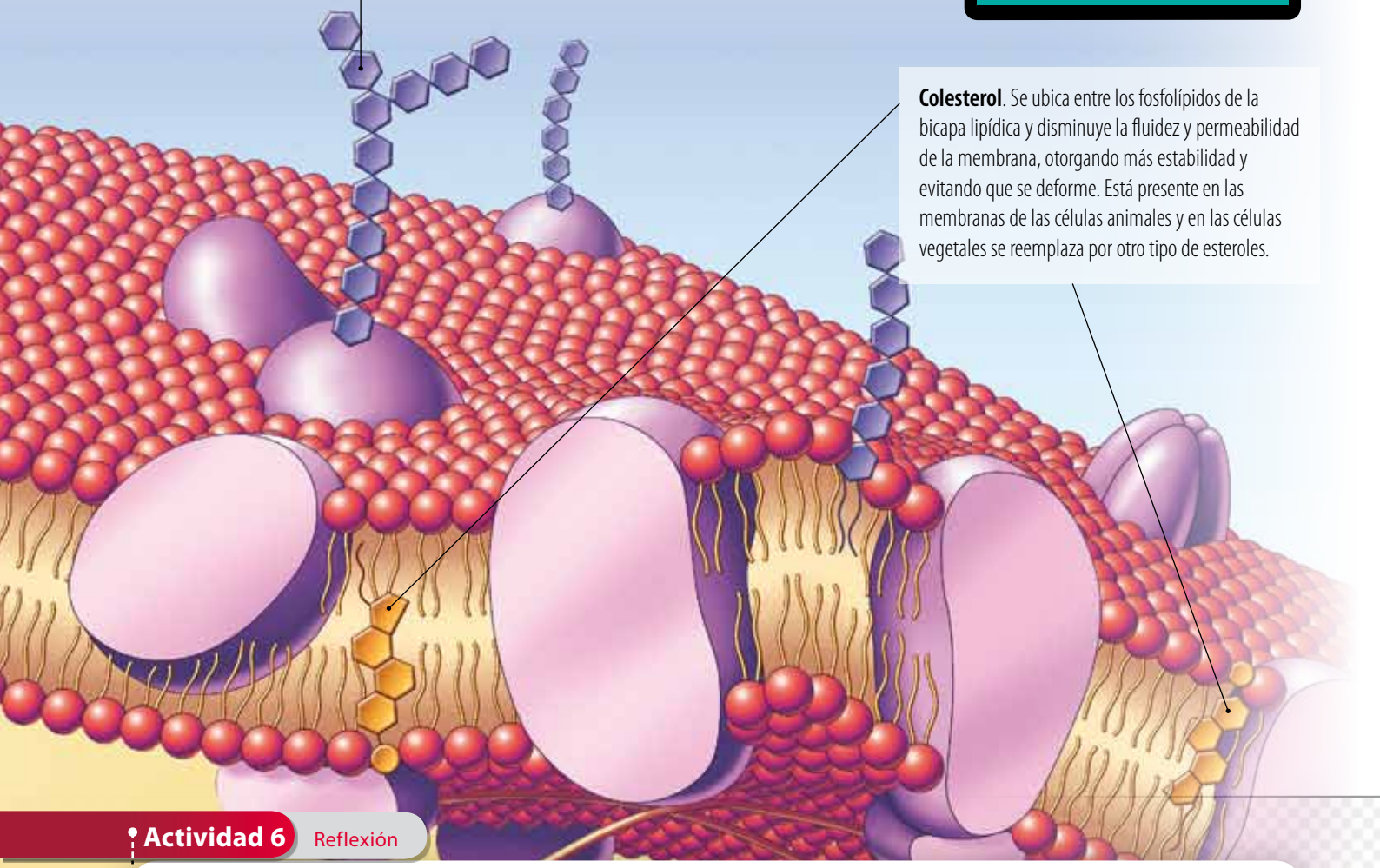
Los fosfolípidos están en constante movimiento y le confieren fluidez a la membrana; por ello, la membrana no es una barrera rígida, sino dinámica. Esta propiedad es muy importante para los procesos de transporte a través de ella.

Glicocálix. Son cadenas de hidratos de carbono que se unen a las proteínas y fosfolípidos del lado externo de la membrana, formando glicoproteínas y glicolípidos, respectivamente. El glicocálix participa en varias funciones; por ejemplo, permite anclar las células a la matriz extracelular y que las células del sistema inmune distingan y ataquen selectivamente a organismos extraños.

Recursos TIC

Ingresa el siguiente link http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=136119 y observa el video "Membrana celular" para responder: ¿Por qué es importante que la membrana celular sea fluida?

Colesterol. Se ubica entre los fosfolípidos de la bicapa lipídica y disminuye la fluidez y permeabilidad de la membrana, otorgando más estabilidad y evitando que se deforme. Está presente en las membranas de las células animales y en las células vegetales se reemplaza por otro tipo de esteroles.



Actividad 6 Reflexión

Dividan su curso en cuatro grupos. Designen un componente de la membrana para cada uno. Luego confeccionen, con los materiales que deseen, las diferentes biomoléculas que la conforman. Organícense entre los cuatro grupos, ya que finalmente deben armar un gran modelo de membrana plasmática con los componentes construidos entre todos. Designen a cuatro compañeros para que organicen el trabajo en común. Luego expliquen cuál es la importancia de cada estructura y posteriormente reflexionen: ¿por qué es importante la presencia de todas las biomoléculas? Dejen su modelo colectivo en la sala de clases para utilizarlo durante esta unidad.

▲ Células eucariontes.

Propiedades y funciones de la membrana plasmática

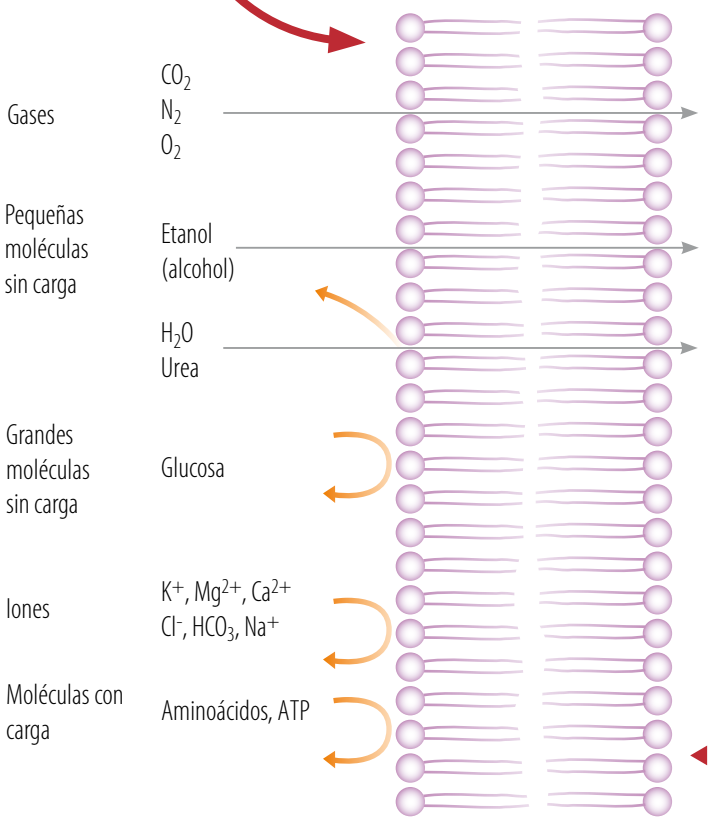
Cuando te alimentas, respiras, realizas ejercicios y muchas otras actividades, generas desechos metabólicos (CO_2) como consecuencia del funcionamiento de las células de tu cuerpo, los que deben eliminarse. Pero para que las células funcionen, a cada una de ellas deben llegar moléculas de nutrientes como la glucosa y gases como el oxígeno (O_2) y es la membrana plasmática la estructura que permite este vital intercambio de sustancias entre el medio intra y extracelular.

Tanto lípidos como proteínas le confieren a la membrana la propiedad de **selectividad**, que le permite expulsar desde su interior los desechos del metabolismo, incorporar nutrientes del líquido extracelular e intercambiar los iones necesarios para mantener las diferentes funciones de cada célula, como la contracción muscular, la liberación de vesículas de secreción (neurotransmisores y hormonas), entre muchas otras.

Los fosfolípidos que forman la bicapa le otorgan **fluidez** a la membrana, y esta propiedad depende de la proporción de ácidos grasos insaturados presentes en estas moléculas; mientras más ácidos grasos insaturados haya, mayor será su fluidez, puesto que las moléculas de este tipo de ácidos grasos presentan quiebres o flexiones que le otorgan mayor movilidad. Recuerda la diferencia de los ácidos grasos que componen la mantequilla y el aceite que aprendiste en la Unidad 1.

Por último, los lípidos de la membrana plasmática evitan el ingreso de moléculas grandes e hidrofílicas (es decir, que tienen alta afinidad por el agua). Solo las moléculas pequeñas y sin carga pueden atravesar la membrana celular; por ejemplo, los gases (CO_2, O_2).

En conclusión, la membrana plasmática es **semipermeable**, y está compuesta de lípidos que actúan como una barrera fluida e impermeable y de varios tipos de proteínas, entre ellas, proteínas transportadoras, que controlan el paso de moléculas selectivamente. Así, la membrana plasmática permite el paso preferencial de ciertas sustancias presentes en el medio extracelular frente a otras.



◀ Existen algunas moléculas que traspasan la membrana y otras que no.

¿Cómo logra la célula obtener las sustancias y nutrientes que necesita y desechar aquellos que no? Como verás en las próximas páginas, hay sustancias que consiguen atravesar la membrana plasmática pero otras, como iones y moléculas grandes, utilizan proteínas de transporte para poder pasar.

Actividad 7 Análisis

1. A partir de la tabla que aparece a continuación, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

Concentración de diferentes elementos químicos dentro y fuera de la célula

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

Fuente: Archivo editorial.

a. ¿Qué elemento es el más abundante en el medio intracelular?, ¿y fuera de ella?

b. ¿Qué elemento es el menos abundante en el medio intracelular?, ¿y fuera de ella?

c. ¿Qué semejanzas observas entre los medios intra y extracelular?

d. ¿Cómo es la composición química a ambos lados de la membrana?, ¿qué estructura permite mantener esta diferencia?

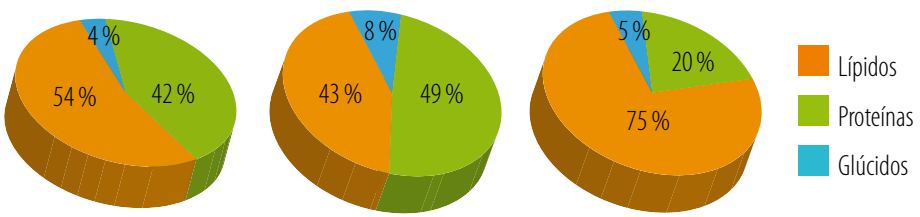
2. ¿Qué crees que sucedería si la membrana se rigidizara, impidiendo el paso de sustancias desde el medio externo hacia el interno en el caso de la nutrición de organismos unicelulares?

Mini Taller

¿Las membranas celulares tienen la misma proporción de biomoléculas en todos los organismos?

a. **Plantea** una hipótesis que responda a este problema científico.

b. Con la información que aportan los gráficos, **contrasta** tu hipótesis planteada.



▲ Ameba. ▲ Glóbulo rojo. ▲ Neurona.

c. **Diseña** un procedimiento que te ayudaría a comparar membranas plasmáticas de otros tipos celulares. Imagina que cuentas con un laboratorio con todos los materiales e instrumentos a tu disposición.

¿Cuáles son los tipos de transporte celular?

Este intercambio de sustancias o transporte celular puede realizarse a través de dos tipos: el **transporte activo** y el **transporte pasivo**. Para comprender en qué situaciones actúa cada uno, desarrolla la siguiente actividad.

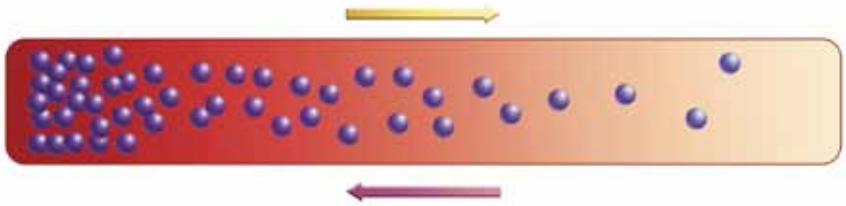
Actividad 8 Reflexión

Efectúen como curso la siguiente actividad (intenten realizarla en un salón amplio). Agrúpense, la mayoría de los estudiantes, en una de las murallas de la sala y miren hacia ella. Su profesor debe estar en la muralla contraria. Dos o tres compañeros dispónganse gradualmente más cerca del profesor, sin mirarlo. Ya todos ubicados en sus puestos pídanle a su profesor que corte una naranja por la mitad, sin avisarles cuando lo haga y anotando en un papel la hora exacta. Apenas sientan el olor a naranja, levanten la mano y anoten el segundo en que lo percibieron. Luego, compartan sus resultados y comenten.

a. ¿Qué alumnos sintieron primero el olor a naranja?, ¿tiene relación con la distancia en que se encontraban de ella?

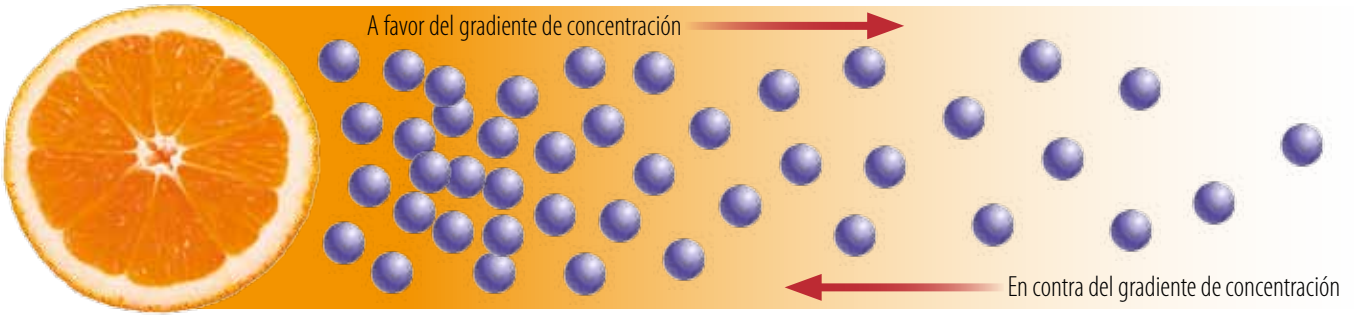
b. ¿Cómo crees tú que se trasladan por el aire las moléculas que portan el olor a naranja?

c. En el siguiente esquema, identifica dónde se ubicaría tu profesor con la naranja, y la gran mayoría de tus compañeros.



En esta zona, las moléculas se encuentran en una mayor concentración, y estas se comienzan a movilizar hacia los lugares en donde existen menos moléculas, es decir, donde la concentración de ellas es menor.

Si en el esquema anterior anotaste a tu profesor al lado izquierdo, estás en lo correcto, pues es en esta zona donde se genera la liberación de las moléculas odoríferas desde la naranja.

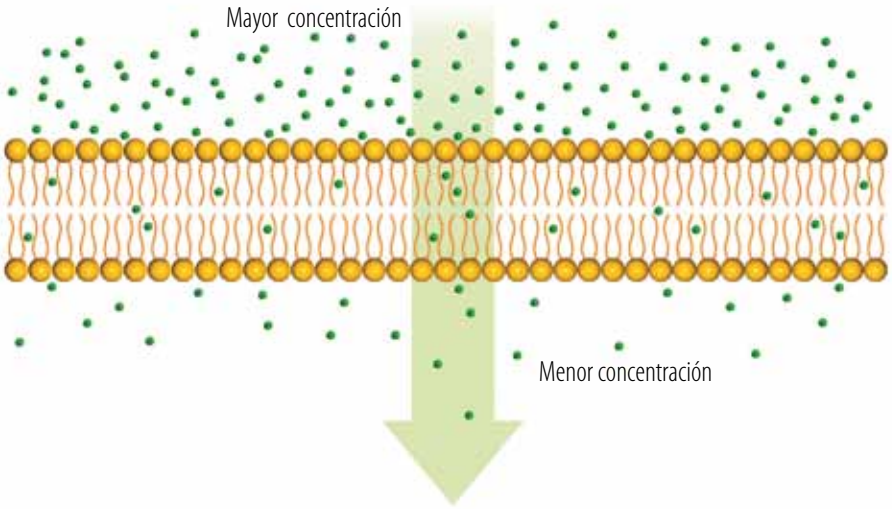


Las moléculas viajaron desde la naranja hacia el otro extremo de la sala, es decir, se movilizaron **a favor del gradiente de concentración** (de una zona de mayor concentración a una zona de menor concentración). Si el movimiento de las moléculas fuera inverso, sería **en contra del gradiente de concentración**. Este proceso de conoce como **difusión**.

Transporte pasivo

El transporte pasivo es un movimiento aleatorio de las moléculas o **solutos** a través de los espacios de la membrana o utilizando proteínas transportadoras. Este proceso se realiza a **favor del gradiente de concentración**, por lo que **no** hay gasto de energía (ATP).

Se distinguen tres tipos de transporte pasivo: difusión simple, difusión facilitada y osmosis.



▲ Las moléculas pasarán desde la región de alta concentración hacia aquella con menor concentración.

Apuntes:

Soluto: cuando una sustancia se disuelve en un líquido, la mezcla se llama solución. La sustancia que se disuelve es el soluto y el líquido, el disolvente.

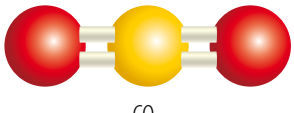
Difusión: se explica por el hecho de que todas las partículas están en constante movimiento. Debido a esto tienden a esparcirse, o sea, a difundirse, siempre a favor del gradiente de concentración. Por ejemplo, cuando una gota de leche se coloca en una taza de café, las partículas de leche se esparcen espontáneamente hacia las regiones en que su concentración es baja: la mancha de leche se extiende poco a poco, mezclándose con el café.

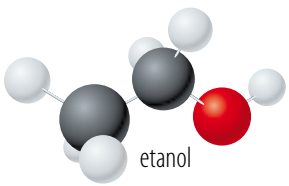
Difusión simple

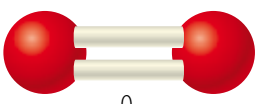
Hay moléculas que pueden atravesar la membrana plasmática directamente, ya que son muy pequeñas y no tienen carga eléctrica. Por ejemplo, el O_2 y el CO_2 entran y salen de la célula como si la membrana plasmática prácticamente no existiera. Otras moléculas pequeñas y sin carga, como el agua y el etanol (alcohol), también pueden difundir a través de la membrana plasmática, pero más lentamente, pues cuanto más grande sea el tamaño de las moléculas, más tiempo tardan en pasar. Todas estas moléculas **difunden** por medio de la membrana, y lo hacen hasta alcanzar una concentración igual a ambos lados de esta. Este tipo de paso a través de la membrana plasmática se denomina difusión simple. La velocidad de este tipo de transporte es proporcional a la concentración del soluto.

Actividad 9 Análisis

Observa los siguiente modelos de las moléculas que traspasan la membrana plasmática. ¿Crees tú que el tamaño es importante al momento de pasar entre los fosfolípidos?, ¿qué te hace pensar eso?, ¿qué sucede con las moléculas de mayor tamaño?


CO_2


etanol


O_2

Difusión facilitada

Apuntes:

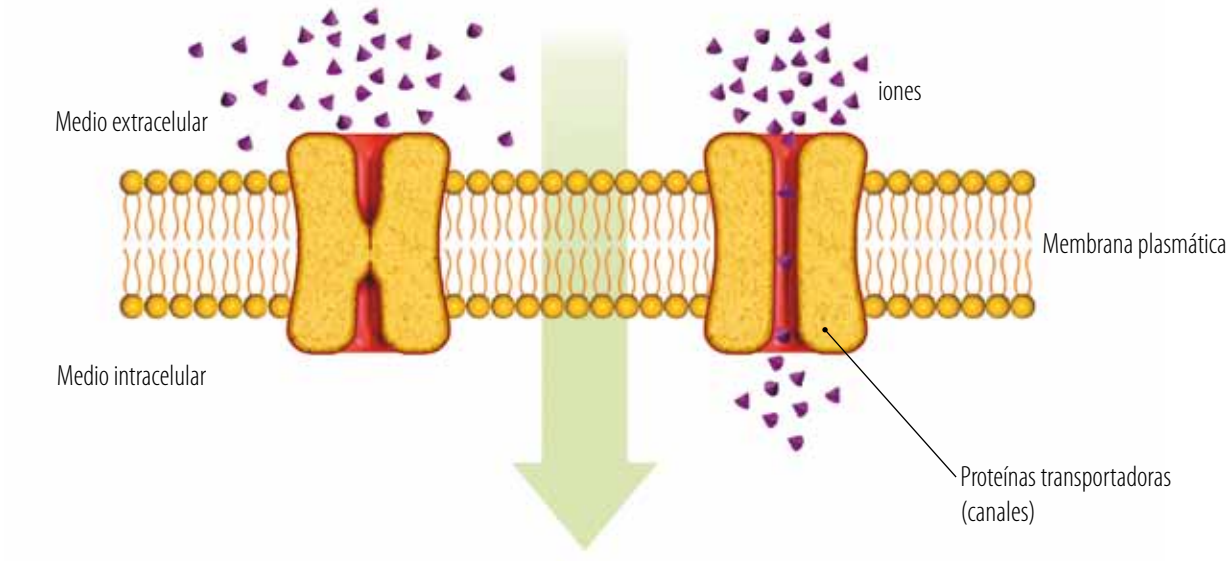
Solubilidad: es una medida de la capacidad de disolver una sustancia en un medio determinado.

Existen moléculas, como los iones, que están rodeadas de moléculas de agua, lo cual aumenta su tamaño y grado de hidratación, lo que disminuye su solubilidad en los fosfolípidos de la membrana plasmática, haciendo más difícil su ingreso o salida de la célula. Sin embargo, las membranas celulares deben permitir el paso de estas moléculas polares, como iones, azúcares, aminoácidos y otras moléculas que por difusión simple tardarían mucho tiempo en ingresar o salir de la célula.

Quizás puedes inferir que estas moléculas no pueden difundir directamente a través de la membrana. Debido a esto, utilizan **proteínas transportadoras** para poder cruzar hacia el otro lado sin dificultad. Este tipo de paso a través de la membrana plasmática se denomina **difusión facilitada**.

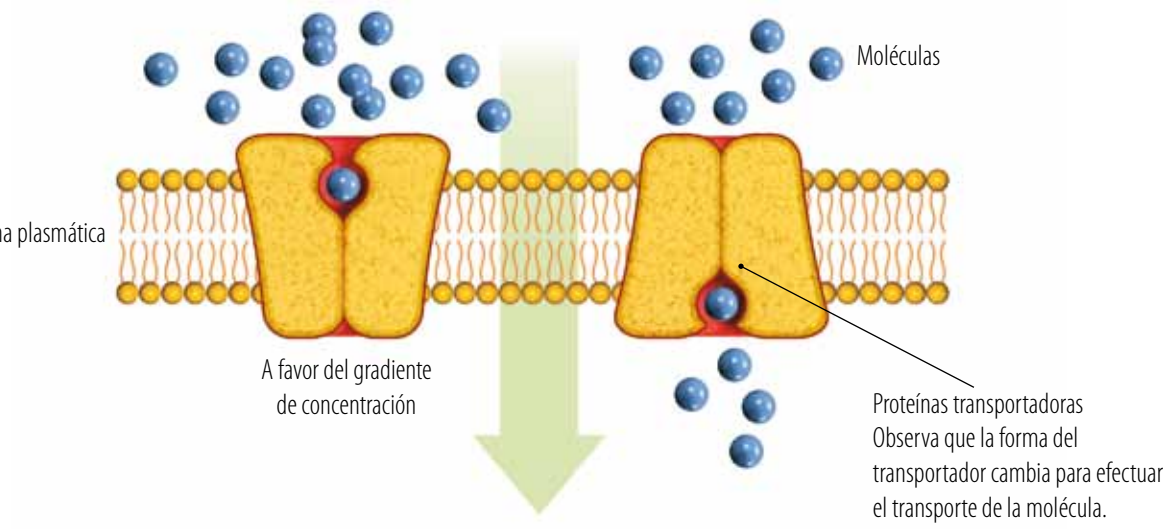
Las proteínas transportadoras se encuentran en la membrana plasmática y en la membrana de los organelos. Estas pueden ser de dos tipos.

1. **Canales**. Son proteínas que atraviesan completamente la membrana, que se abren y cierran para permitir el paso de moléculas específicas. Cuando los canales son exclusivos para iones inorgánicos, son llamados **canales iónicos**, y permiten el paso de iones específicos, como sodio (Na^+), potasio (K^+) y calcio (Ca^{+2}). Por ejemplo, para que se genere el impulso nervioso en la neurona, es necesario que se abran los canales de Na^+ y que ingrese este ión al medio intracelular. Los canales iónicos son selectivos y esto depende del diámetro y la forma del canal. Por ejemplo, el diámetro necesario para dejar pasar un K^+ no es suficiente para permitir el paso de un Na^+.



Observando el modelo en la ilustración, ¿este tipo de transporte es a favor o en contra del gradiente de concentración?

2. **Transportadores**. Son proteínas que permiten el paso de moléculas específicas, es decir, son selectivas. Para lograrlo, se unen a la molécula y mediante cambios conformacionales transportan solutos a través de la membrana y los liberan hacia el otro lado. Luego, los transportadores recuperan su conformación inicial. Esta modificación de su estructura hace que la velocidad de transporte sea menor a la del canal iónico. La velocidad de este tipo de transporte dependerá de la disponibilidad de transportadores disponibles. ¿Cómo será la velocidad cuando todas las proteínas están ocupadas?

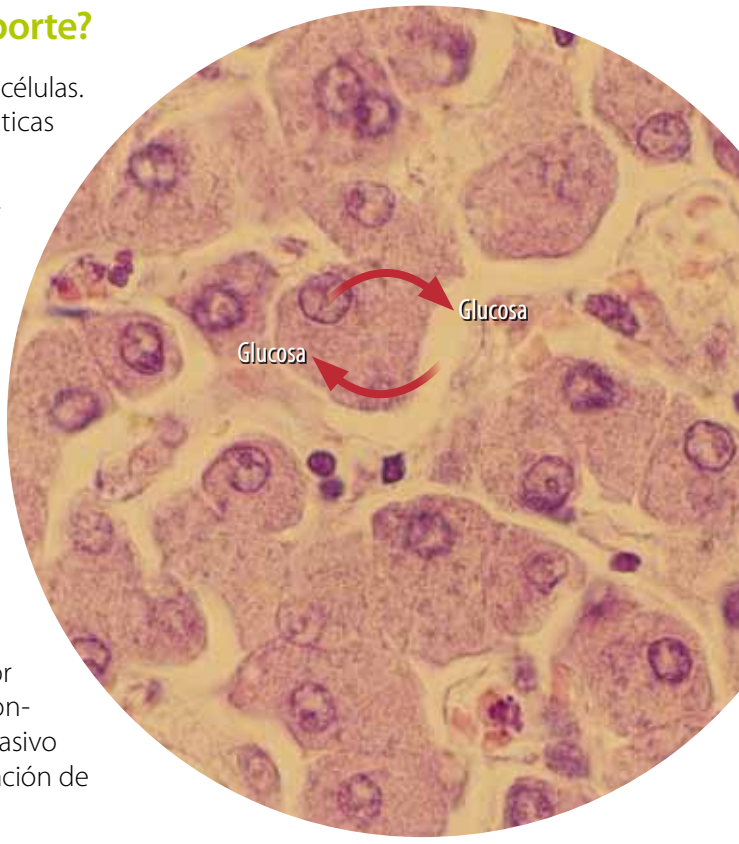


¿En qué casos participa este tipo de transporte?

El transportador de glucosa se encuentra en varios tipos de células. Un ejemplo es la membrana plasmática de las células hepáticas (del hígado).

Después que consumes algún tipo de alimento, la concentración de glucosa aumenta en la circulación sanguínea, es decir, la glucosa se encuentra en mayor concentración afuera de la célula hepática. Es en esta situación que las moléculas de glucosa se unen a sus proteínas transportadoras y son ingresadas hacia el interior de la célula, donde su concentración es baja.

A diferencia de cuando te encuentras muchas horas sin consumir alimento, como es al despertar antes de tomar desayuno, donde la concentración de glucosa en la sangre es baja y las células hepáticas reciben señales que promueven la liberación de glucosa que tienen en reserva. Así, las moléculas de glucosa se unen a su proteína transportadora específica, pero esta vez movilizará la glucosa desde el interior hacia el exterior de la célula, a favor de su gradiente de concentración. Por lo tanto, el flujo de glucosa por transporte pasivo puede ser en distintas direcciones de acuerdo a la concentración de esta molécula en la sangre.



▲ Tejido hepático.

Osmosis

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 y corresponde a un caso especial de difusión simple. Debido a la importancia que tiene para el organismo, lo estudiarás detalladamente en la Lección 3.

Mini Taller

Factores que afectan la velocidad de difusión

En este minitaller determinarás cómo influyen la temperatura, la viscosidad y la concentración en la velocidad de difusión de una sustancia.

Problema de investigación: ¿Qué factores influyen en la velocidad de difusión?

Hipótesis: La temperatura, la concentración y la viscosidad de una solución afectan directamente la velocidad de difusión de una sustancia.

Materiales y procedimiento

1. Consigue los siguientes materiales: seis probetas, un cronómetro, pinzas, dos placas de Petri, azul de metileno, gelatina sin sabor y agua destilada.
2. Prepara dos probetas con 100 mL de agua destilada, una a temperatura ambiente (15 °C) y otra a 70 °C. Coloca una gota de azul de metileno en cada una. Con tu cronómetro mide el tiempo que demora en difundirse el azul de metileno en el agua. Registra estos valores.
3. Luego, prepara tres probetas con 100 mL de agua destilada y pon en la primera una gota de azul de metileno, en la segunda dos gotas y en la tercera tres. Determina la velocidad de difusión con tu cronómetro. Registra los datos obtenidos.
4. Prepara dos placas de Petri, una con agua destilada y la otra con gelatina sin sabor. Coloca en el centro de cada placa una gota de azul de metileno y mide la velocidad de difusión con el cronómetro. No olvides registrar los valores obtenidos.
5. Después de realizar estas intervenciones, escribe tus observaciones en el cuaderno.

Cuando calientes el agua, ten cuidado de no quemarte; si es necesario, puedes pedir ayuda a un adulto.

Análisis y conclusión

1. ¿Cómo influye la temperatura en la velocidad de difusión? Explica.
2. Al aumentar la concentración de azul de metileno en la probeta, ¿qué ocurre con la velocidad de difusión?
3. ¿La velocidad de difusión fue mayor en el agua destilada o en la gelatina sin sabor? Explica cómo influye la viscosidad en la difusión del azul de metileno.
4. Prepara un informe en el que expongas este experimento. Guíate por el Anexo 6 de la página 242.

Transporte activo

Imagina que estás en la sala de clases y que se informa al curso que en el recreo regalarán chocolates. Cuando suene el timbre, ¿cómo será el flujo de estudiantes a través de la puerta? ¿Será fácil salir de la sala? Ahora, si una de tus compañeras quisiera entrar a la sala justo en el momento en que todos salen, ¿le será fácil ingresar o necesitará más energía para avanzar en sentido contrario al de sus compañeros?

Al igual que en el ejemplo anterior, el movimiento de sustancias en la membrana plasmática puede realizarse a favor de un gradiente de concentración (salir de la sala con el grupo) o en contra de él (ingresar cuando todos salen). Cuando se realiza en contra del gradiente de concentración se denomina **transporte activo** y requiere de **ATP** y proteínas transportadoras específicas conocidas como **bombas**.

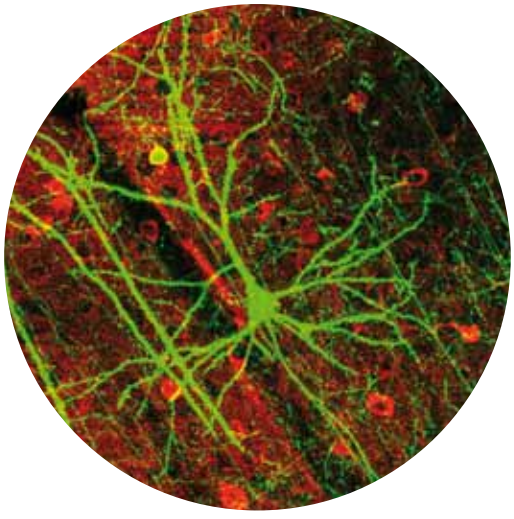
Este tipo de transporte es de gran importancia, pues permite a la célula mantener en equilibrio la concentración de las sustancias intracelulares generadas de la actividad metabólica y continuar con sus funciones. Así, se identifican dos tipos de transporte activo: primario y secundario.

En el **transporte activo primario**, la hidrólisis del ATP libera energía que se emplea para activar la proteína que transporta a la sustancia en contra de su gradiente de concentración. En cambio, en el **transporte activo secundario**, la energía que moviliza a la sustancia en contra de su gradiente proviene de un gradiente electroquímico generado mediante el transporte activo primario dependiente de ATP. Como estudiarás en la página 95, gracias a este transporte, las células incorporan glucosa y aminoácidos.

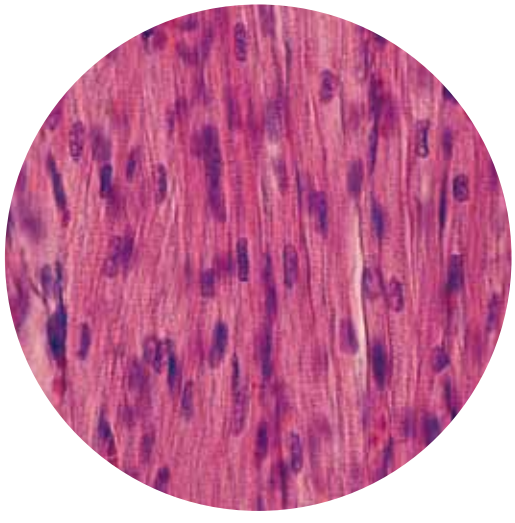
Aunque en todas las membranas de los distintos tipos celulares, incluyendo las de los organelos, se realiza transporte activo, en algunas células este tipo de transporte tiene una importancia especial. Veamos el caso de las neuronas y los miocitos en las siguientes imágenes:

Recursos TIC

Ingresa al siguiente sitio en Internet http://videos.educ.ar/play/Disciplinas/_Biologia/Transporte_activo. Revisa el video y luego nombra tres etapas en las que secuenciarías el transporte observado.



▲ **Neuronas.** Aunque existe en todas las células, en la membrana plasmática de las neuronas abundan las bombas Na^+ - K^+-ATPasa, fundamentales para generar las condiciones que permiten el impulso nervioso.



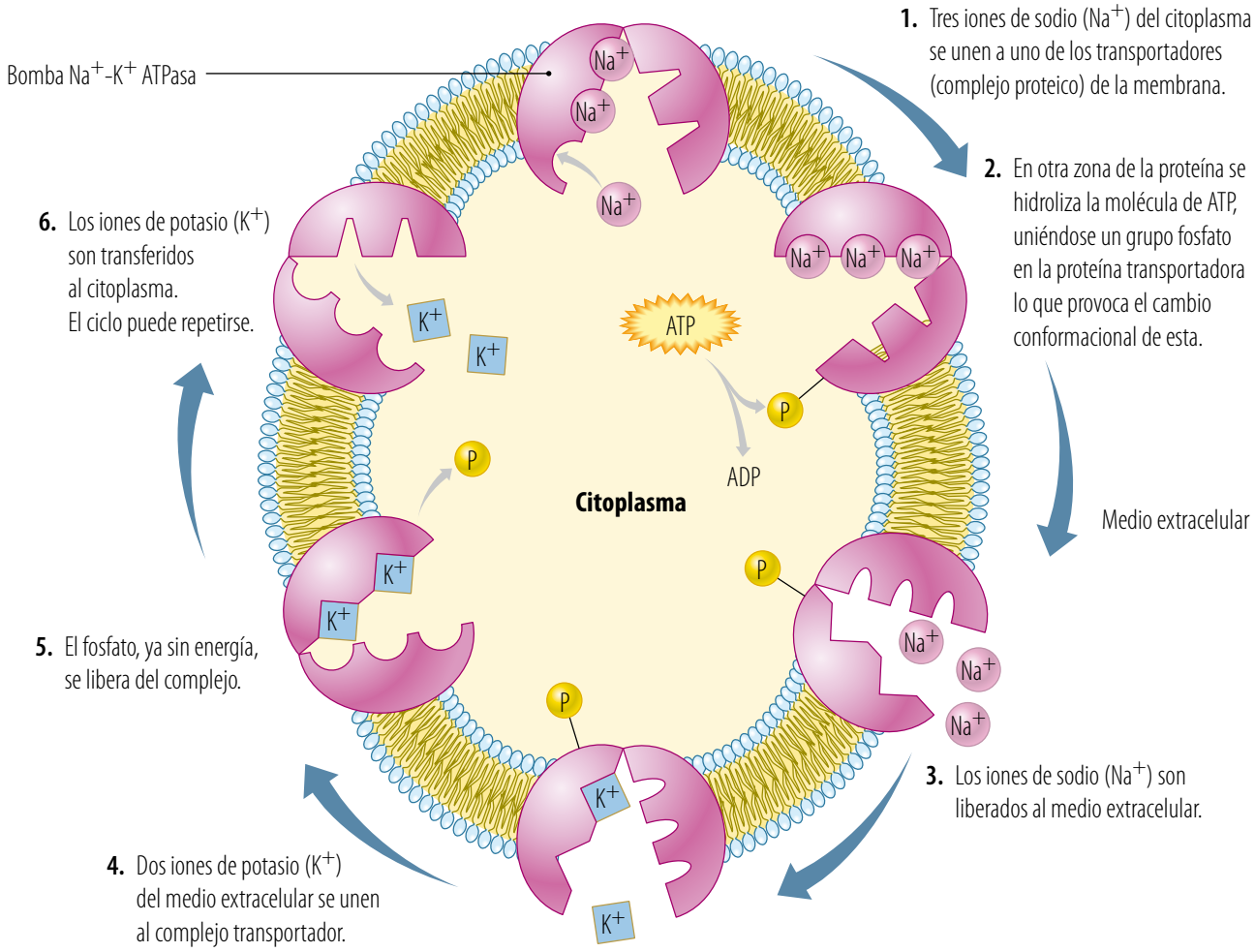
▲ **Miocitos (músculo cardíaco)** La contracción muscular depende de la presencia de Ca^{2+} en el citoplasma de los miocitos. En estas células la bomba Ca^{2+}-ATPasa se encuentra en la membrana del REL y se encarga de transportar a este ion desde el citoplasma hasta el interior de este organelo, donde es almacenado.

Transporte activo primario: bomba Na^+/K^+ ATPasa

El sodio (Na^+) se encuentra en altas concentraciones fuera de la célula con respecto al interior, pero ¿cómo la célula mantiene esta diferencia de concentraciones?

La célula utiliza una proteína transportadora que hidroliza ATP para obtener energía, y así, "sacar" el Na^+ desde el citoplasma hacia el espacio extracelular, es decir, en contra de su gradiente de concentración. Al mismo tiempo, la bomba une el potasio (K^+) del exterior celular y lo "ingresa" hacia el citoplasma.

A las proteínas transportadoras que hidrolizan ATP se les denomina **bombas**. Así, la bomba de **Na^+-K^+ ATPasa** permite la salida del sodio y la entrada del potasio a la célula, manteniendo las concentraciones constantes en el medio intra y extracelular. La bomba Na^+-K^+ ATPasa es fundamental para la contracción muscular y el impulso nervioso en las neuronas. Observa cómo funciona esta bomba.



▲ Esquema del funcionamiento de la bomba Na^+/K^+ ATPasa. Recuerda que en una célula existen múltiples bombas, y que este tamaño celular es solo un modelo.

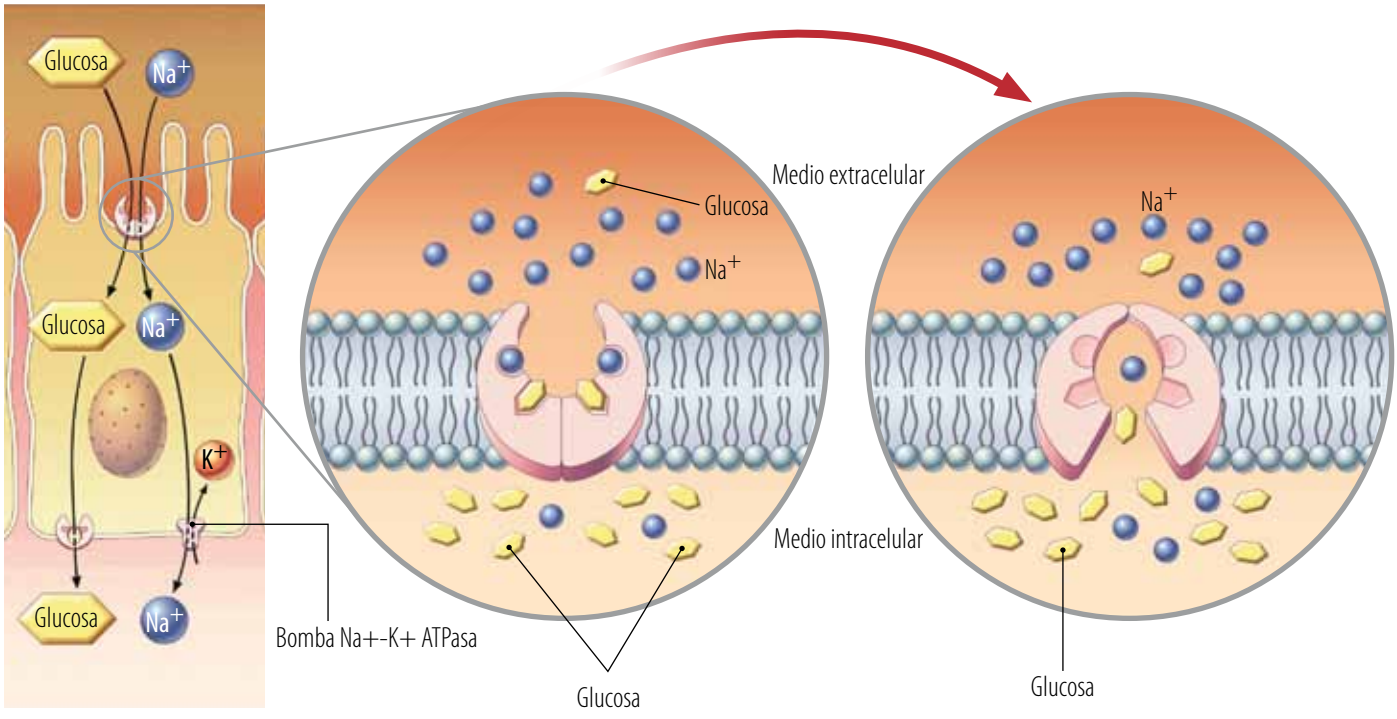
Transporte activo secundario: cotransporte y contratransporte

Otro tipo de transporte activo muy común es aquel que se realiza cotransportando o contratransportando un soluto que va en contra del gradiente de concentración con otro soluto a favor de su gradiente de concentración. Uno de los ejemplos clásicos es el cotransporte de Na^+ /glucosa y el contratransporte o intercambiador de Na^+/Ca^{+2}.

a. Cotransporte Na^+/glucosa (o simporte). En las células epiteliales del intestino (uno de los tipos de células especializadas que aprendiste en la Lección 1) existe una proteína transportadora en la región superior de la célula que introduce Na^+ al citoplasma, a favor del gradiente de concentración, y glucosa, en contra del gradiente. Este mecanismo también ocurre como consecuencia de un cambio conformacional de la proteína transportadora, pero no requiere para ello el aporte energético de ATP, y se le denomina cotransporte de Na^+/glucosa, dado que las dos sustancias transportadas tienen el mismo sentido de transporte (las dos entran a la célula). A medida que la glucosa ingresa a la célula, comienza a aumentar su concentración, lo cual favorece su transporte desde el citoplasma de la célula intestinal hacia la circulación, para llegar a todas las células del organismo. La salida de la glucosa en la célula intestinal ocurre en la región basal, a favor de su gradiente de concentración, por transporte pasivo.

Recursos TIC

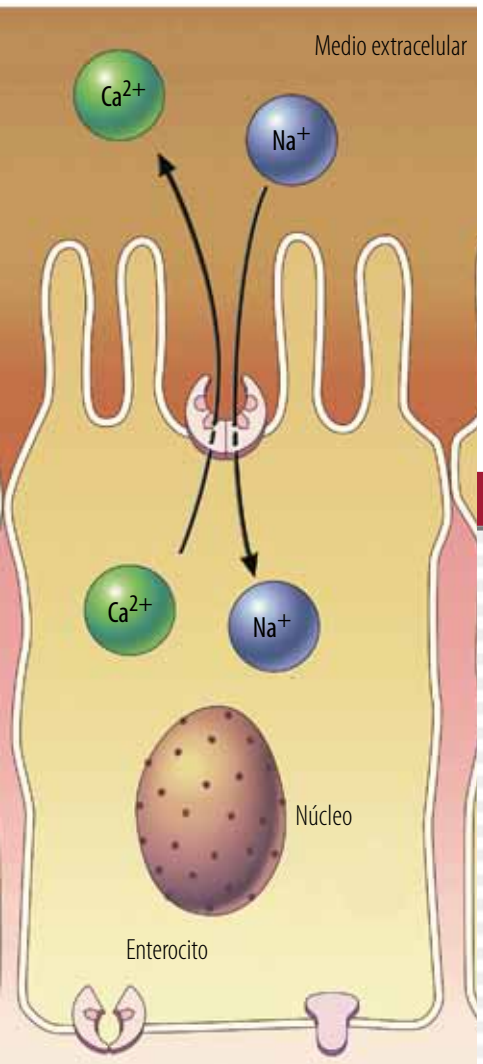
Puedes revisar la siguiente animación en internet http://videosyciencia.blogspot.com/search/label/español para comprender mejor este tipo de transporte. Luego busca otros videos y envía los links a tu profesor y al resto de tus compañeros.



▲ Ambas sustancias, glucosa y Na^+, tienen la misma dirección de transporte.

Para saber

La bacteria *Escherichia coli* utiliza lactosa como nutriente, y para obtenerla, emplea un cotransportador H^+/lactosa. La energía del protón (H^+) moviéndose a favor de su gradiente de concentración sirve para transportar la lactosa hacia el interior de la célula. Esta bacteria usa este tipo de mecanismo para transportar otros azúcares, como ribosa y arabinosa, así como también numerosos aminoácidos. A su vez, el gradiente de protones se mantiene por transporte activo, utilizando energía para bombear protones hacia el exterior de la célula.



b. Contratransporte Na^+/Ca^{2+} (o antiporte). En muchas células existe una proteína transportadora que introduce Na^+ en la célula a favor del gradiente de concentración y extrae Ca^{2+} en contra del gradiente; este tipo de proteína se denomina intercambiador Na^+/Ca^{2+}. Al mecanismo por el cual se transportan dos sustancias en distinto sentido respecto de la célula se le llama contratransporte. Dado que en el medio extracelular la concentración de Na^+ es alta, este catión tiende a ingresar a la célula, y debido a que la concentración de Ca^{2+} en el interior celular es menor respecto al exterior, el Ca^{2+} requiere acoplarse al Na^+ para poder ser transportado.

Actividad 10 Síntesis

Copia esta tabla en tu cuaderno y complétala con los aspectos más importantes de cada uno de los tipos de transporte.

Tipo de transporte	Moléculas que transporta	Explicación del mecanismo
Difusión facilitada		
Bomba Na^+K^+		
Simporte		
Antiporte		

Transporte de macromoléculas

Has aprendido cómo se transportan sustancias como agua, sodio, potasio, glucosa y otras a través de la membrana plasmática, pero ¿de qué forma lo hacen moléculas de mayor tamaño que, por ejemplo, son más grandes que los canales proteicos?

Estas moléculas, como polisacáridos, proteínas, virus, e incluso otras células más pequeñas, pueden ser incorporadas al citoplasma mediante el transporte de macromoléculas: **endocitosis** y **exocitosis**. El mecanismo de endocitosis se utiliza para que ingresen las macromoléculas a la célula, mientras que el de exocitocis implica la salida de estas. En los dos casos, las macromoléculas se transportan en vesículas que se generan dentro de la célula y que están rodeadas por membranas.

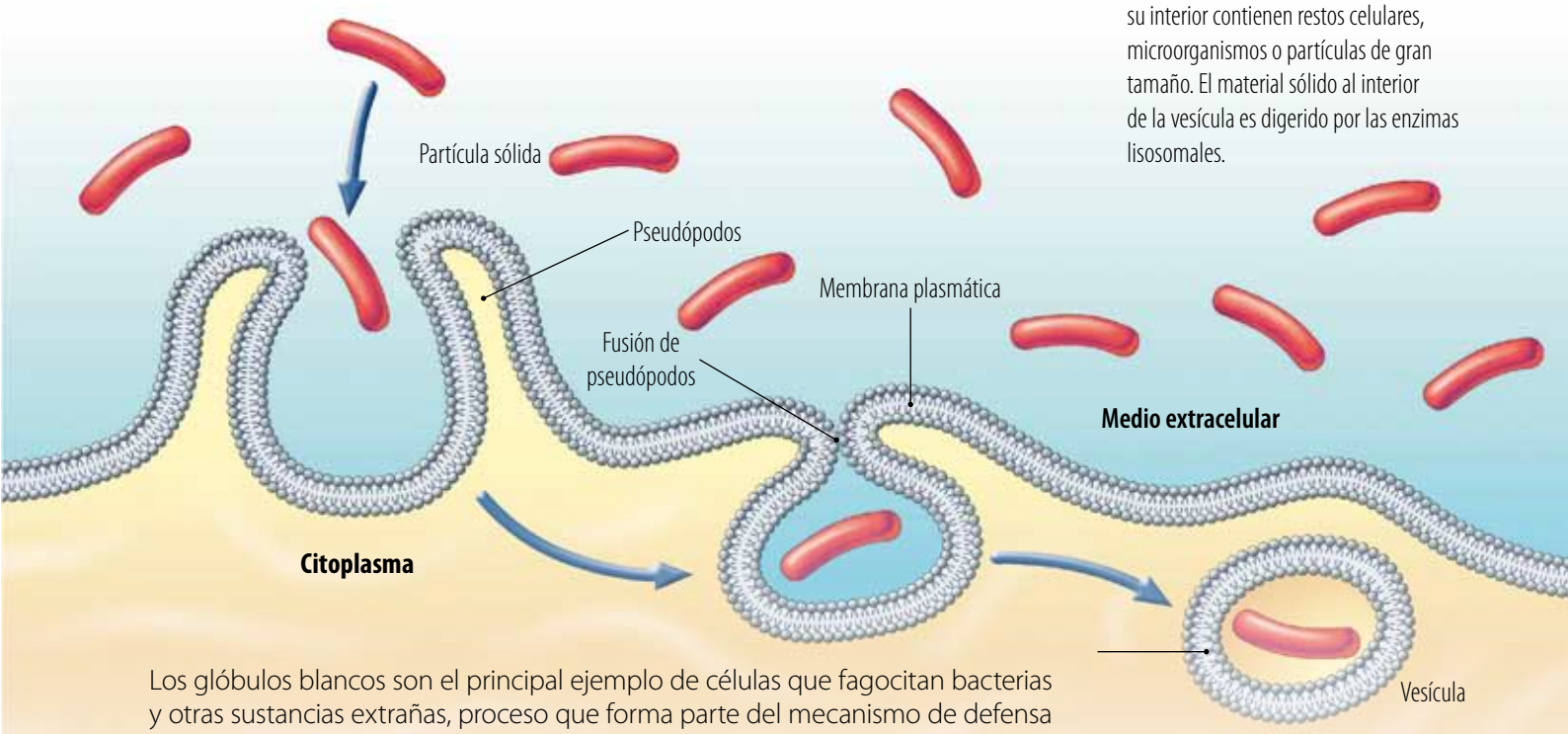
Durante los procesos de endocitosis y exocitosis, ambas membranas (de la vesícula y de la membrana plasmática) se aproximan y se fusionan, requiriendo para este proceso el aporte energético del ATP. A este tipo de transporte también se le denomina transporte en masa o transporte mediado por vesículas. Observa con detalle cada uno de estos tipos de transporte.

Endocitosis. Es el proceso mediante el cual se incorporan elementos a la célula. De esta manera, las sustancias son transportadas al citoplasma a través de pequeñas depresiones de la membrana plasmática, que llevan a la formación de una vesícula endocítica. Se distinguen tres tipos de endocitosis.

a. Fagocitosis

1. Durante este proceso, la célula genera proyecciones de la membrana y del citoplasma llamadas pseudópodos, que rodean a una partícula sólida. Una vez rodeada, los **pseudópodos** se fusionan y forman una vesícula alrededor de la partícula.

2. La vesícula al fusionarse con lisosomas forma la vesícula **fagosómica**. Estas vesículas alcanzan un tamaño mayor de 150 nm de diámetro y en su interior contienen restos celulares, microorganismos o partículas de gran tamaño. El material sólido al interior de la vesícula es digerido por las enzimas lisosomales.

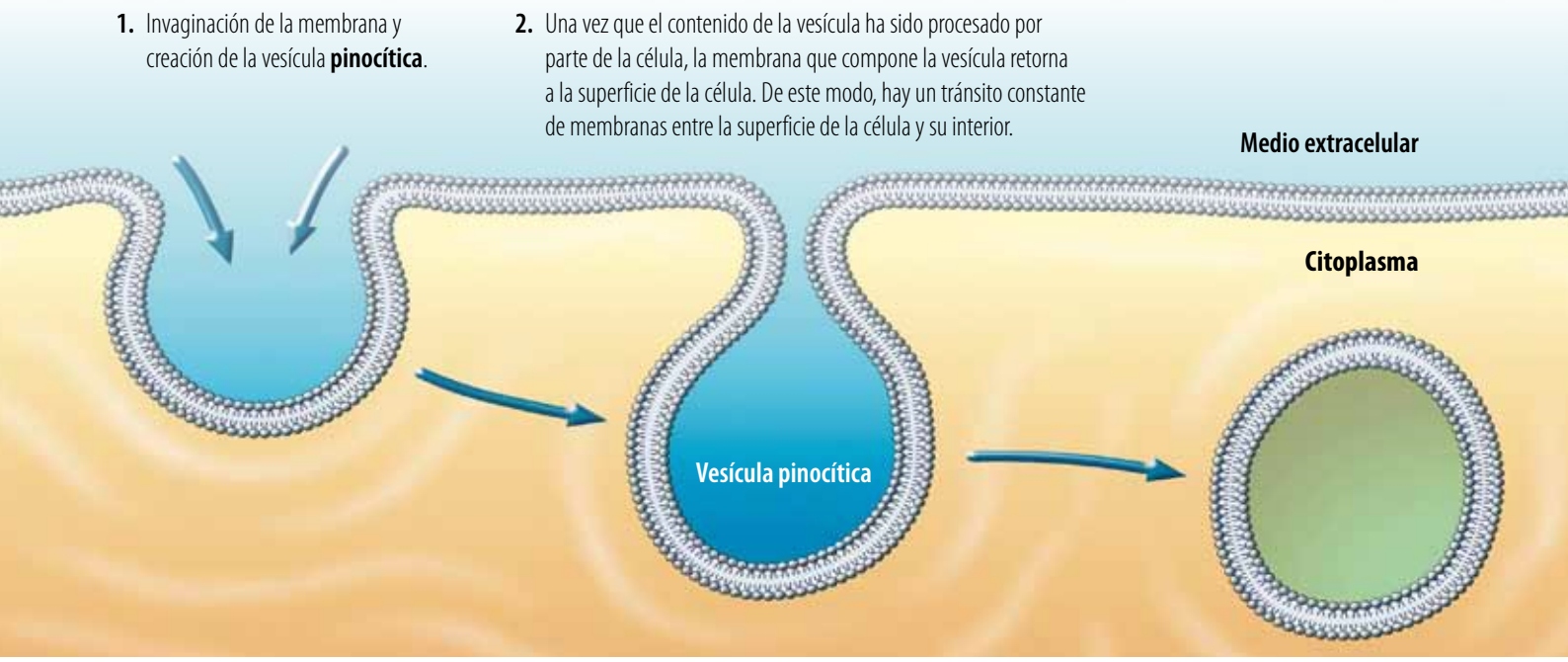


Los glóbulos blancos son el principal ejemplo de células que fagocitan bacterias y otras sustancias extrañas, proceso que forma parte del mecanismo de defensa del organismo.

b. Pinocitosis. En este proceso, la sustancia transportada es un fluido de líquido extracelular. En este caso, la membrana se repliega o se invagina (lo contrario a la formación de pseudópodos), creando una vesícula pinocítica, con un diámetro menor a 150 nm.

1. Invaginación de la membrana y creación de la vesícula **pinocítica**.

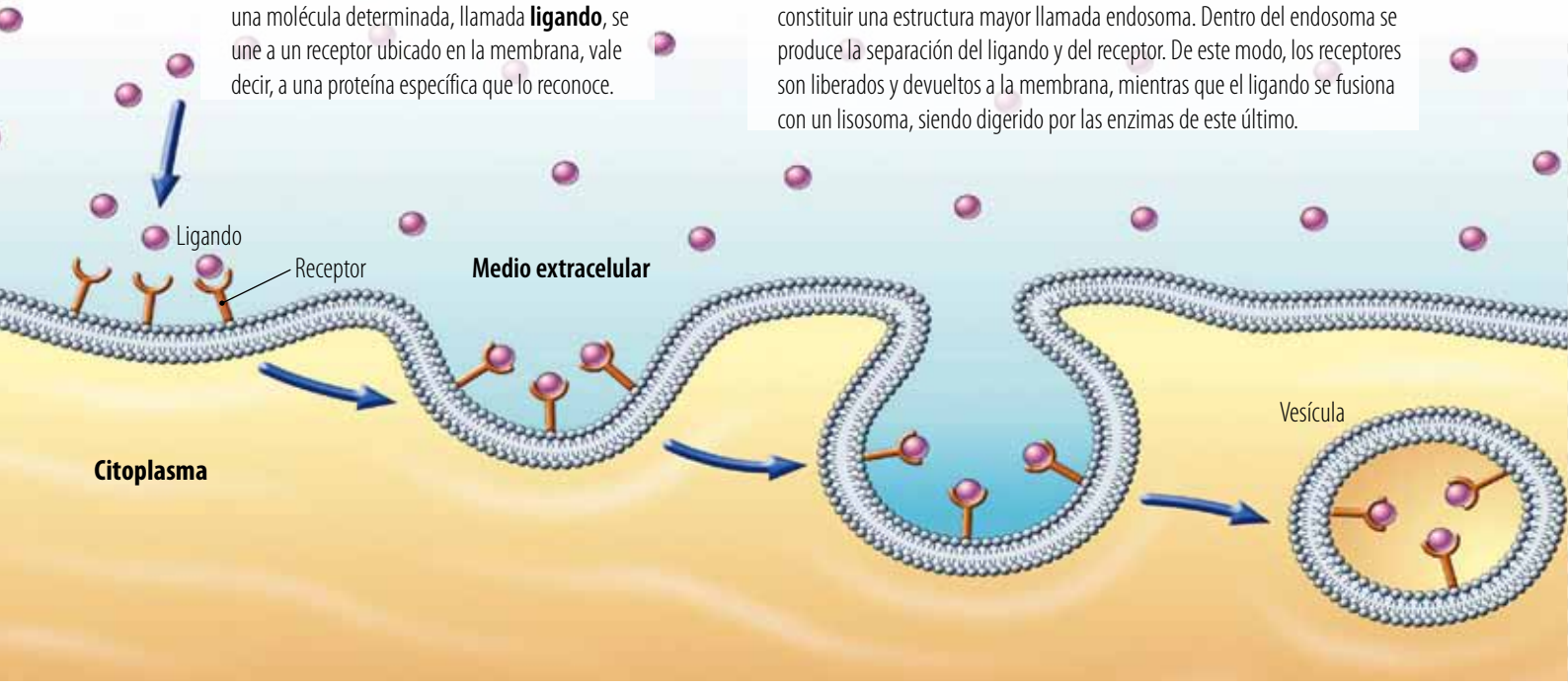
2. Una vez que el contenido de la vesícula ha sido procesado por parte de la célula, la membrana que compone la vesícula retorna a la superficie de la célula. De este modo, hay un tránsito constante de membranas entre la superficie de la célula y su interior.



c. Endocitosis con receptor. Este proceso está mediado por un receptor y es similar a la pinocitosis.

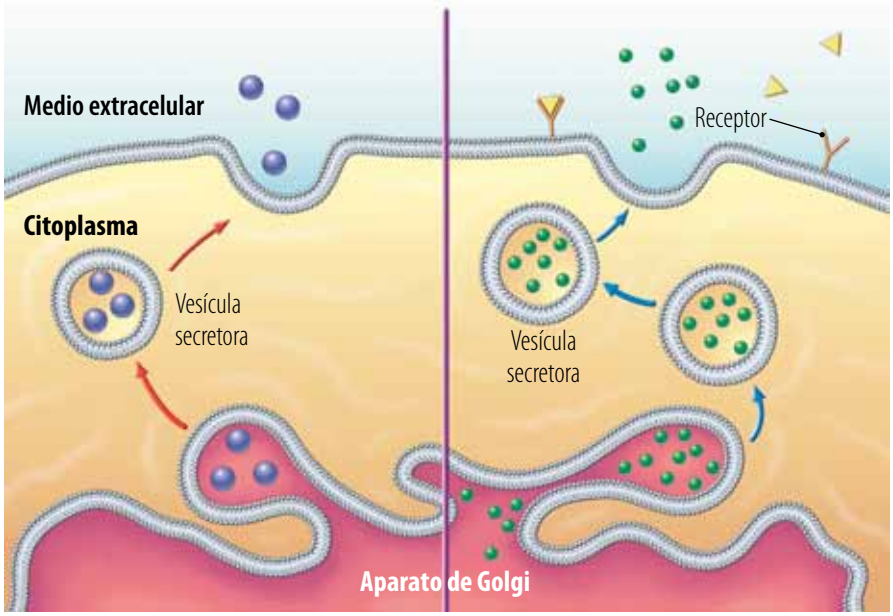
1. La invaginación de la membrana tiene lugar cuando una molécula determinada, llamada **ligando**, se une a un receptor ubicado en la membrana, vale decir, a una proteína específica que lo reconoce.

2. Una vez formada la vesícula endocítica, esta se une a otras vesículas para constituir una estructura mayor llamada endosoma. Dentro del endosoma se produce la separación del ligando y del receptor. De este modo, los receptores son liberados y devueltos a la membrana, mientras que el ligando se fusiona con un lisosoma, siendo digerido por las enzimas de este último.



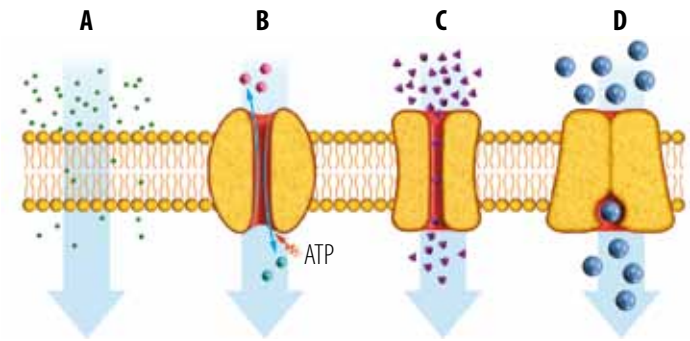
Exocitosis. Consiste en el transporte de macromoléculas que están empaquetadas en vesículas desde el interior de la célula hacia el medio extracelular. La membrana de la vesícula, también llamada vesícula secretora, se fusiona con la membrana plasmática, liberando su contenido al medio extracelular. Mediante este mecanismo, las células liberan enzimas digestivas y neurotransmisores según la función específica celular que tengan. Estos últimos son fundamentales para llevar a cabo la transmisión del impulso nervioso en las neuronas. El proceso de exocitosis se puede desencadenar bajo dos situaciones:

1. **Secreción constitutiva**. Mediante producción permanente de vesículas que se liberan sin necesidad de algún estímulo; por ejemplo, las vesículas que transportan proteínas constituyentes de la matriz extracelular.
2. **Secreción regulada**. Mediante producción de vesículas que son liberadas frente a un estímulo específico, como es el caso de enzimas digestivas del páncreas y los neurotransmisores neuronales.



Al finalizar la lección...

1. Observa la ilustración que representa diferentes tipos de transporte y luego responde.



a. **Identifica** los mecanismos de transporte que aparecen representados en la ilustración.

b. **Clasifica** cada mecanismo de transporte como activo o pasivo.

c. **Indica** qué características de tamaño y carga eléctrica deben tener las sustancias transportadas en el mecanismo A.

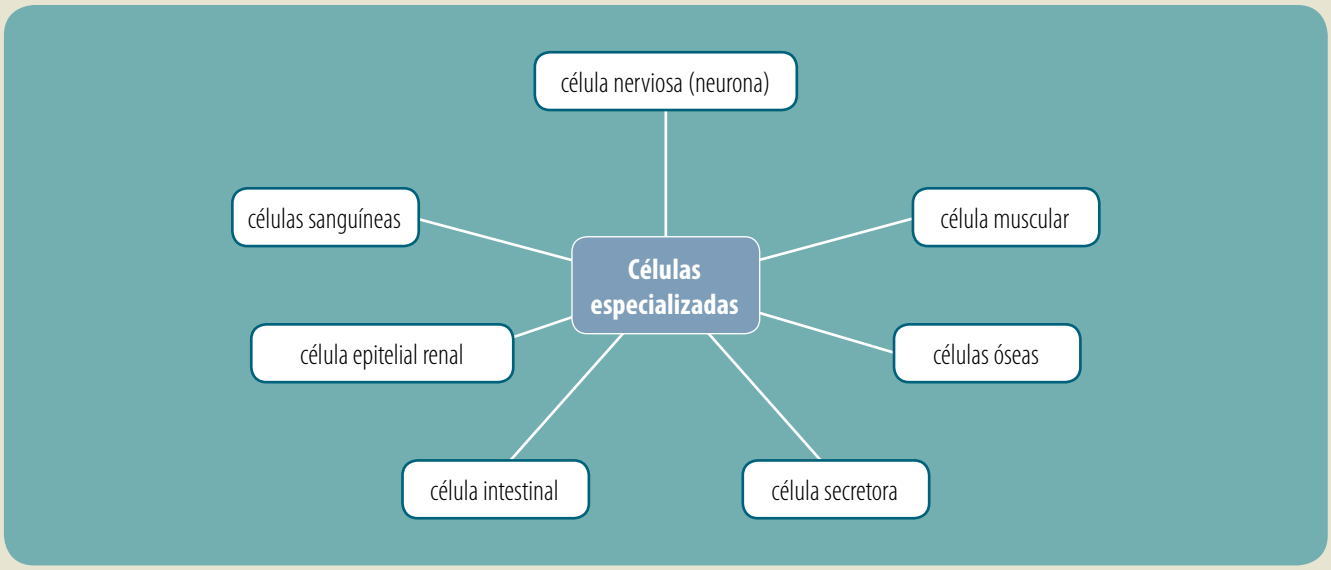
d. **Menciona** dos ejemplos de partículas que pueden ser transportadas por los mecanismos A, C y D.

2. Averigua qué tipos de células incorporan sustancias mediante endocitosis.

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

Los mapas de ideas sirven para organizar la información y saber cómo esta se desglosa en diferentes subtemas sin representar jerarquías entre ellos.



1. Ahora, construye dos mapas de ideas que tengan como tema central:

a. Componentes de la membrana.

b. Transportes celulares.

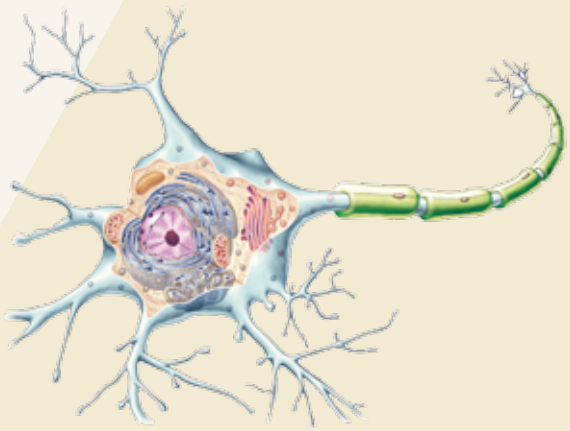
Actividades

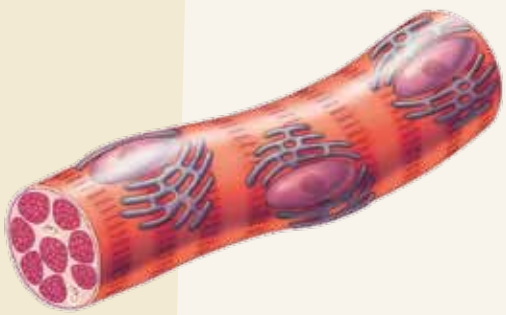
Lee atentamente y realiza las siguientes actividades.

1. Identifica a qué tipo de célula corresponde y escribe tres características de cada una. Luego explica su función.

A _____

B _____





2. Responde en tu cuaderno respecto a lo que has aprendido en la lección.

A. ¿Qué moléculas conforman la membrana plasmática?

B. ¿Qué particularidad de la membrana permite el ingreso de sustancias a través de ella?

C. Explica el modelo de mosaico fluido, ¿por quiénes fue propuesto?

D. ¿Qué significa que una sustancia se movilice a favor del gradiente de concentración? Explica el concepto con un ejemplo.

E. ¿Qué factores afectan la velocidad de difusión?

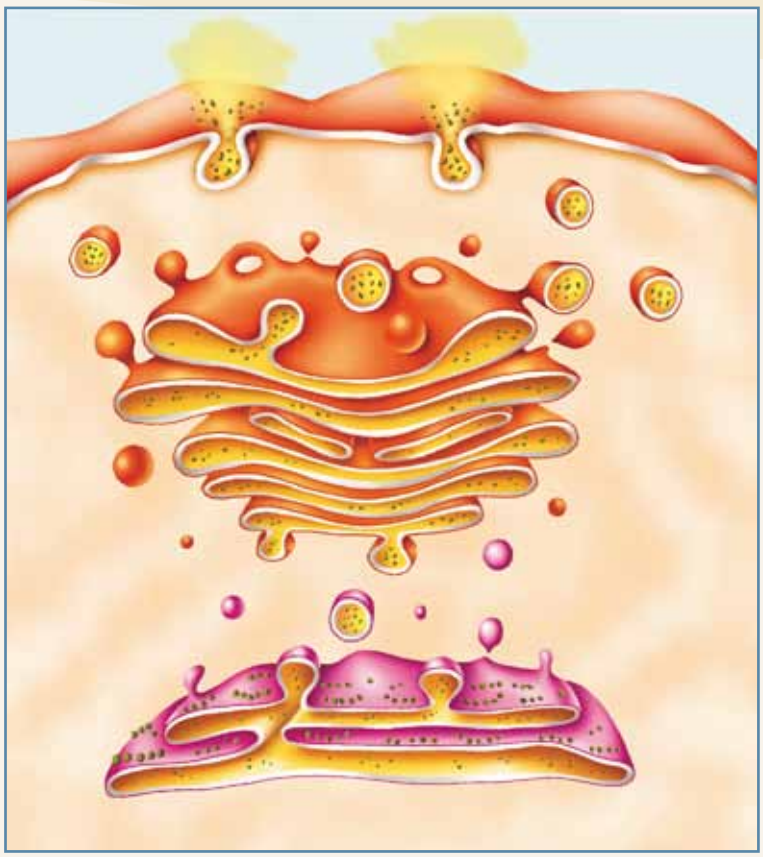
F. ¿Cuál es la gran diferencia entre los trasportes pasivos y activos?

G. En el cotransporte Na^+/glucosa, ingresa el Na^+ a favor del gradiente de concentración. ¿Cómo es el movimiento de la glucosa ¿a favor o en contra del gradiente?

3. Identifica cuáles de las siguientes sustancias **no** pueden atravesar libremente la membrana plasmática. Luego explica por qué.

CO_2	aminoácido	etanol	agua	O_2

4. Analiza la ilustración y después responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



A. ¿Qué tipo de transporte está representado en la ilustración?, ¿es activo o pasivo?, ¿cómo lo sabes?

B. Explica qué utilidad tiene para las células este mecanismo de transporte.

C. ¿Qué nombre recibiría este transporte si ocurriera en sentido contrario?

D. ¿Cuántos tipos de endocitosis existen? Explícalos en tu cuaderno.

LECCIÓN 3:

¿Cómo ingresa y sale el agua de una célula?

Debes recordar: *características del agua y transporte pasivo.*

Trabaja con lo que sabes

¿Siempre existe salida de agua de las células hacia el medio externo?, ¿de qué depende que ingrese o salga agua?

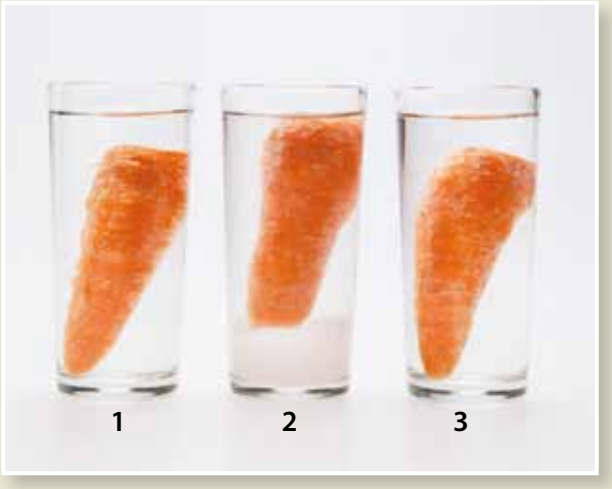
Recuerda la actividad que realizaste al inicio de la Lección 2. ¿Qué le sucedió a la lechuga cuando le incorporaste sal?, ¿qué ocurrió con las moléculas de agua que se encontraban en las células? Complementa lo que aprendiste en esa actividad práctica con la siguiente, donde manipularás la concentración de sal en el medio que rodea a la célula, para evidenciar en qué situaciones existe salida de las moléculas de agua hacia el medio externo.

Materiales

– tres vasos de vidrio del mismo tamaño
– sal
– agua destilada
– agua potable
– tres zanahorias de tamaño y masa similares.

Procedimiento

1. Masa cada zanahoria, anotando la masa inicial de cada una.
2. Numera los vasos de 1 a 3. Luego agrega agua destilada al vaso 1, agua potable con cinco cucharadas de sal al vaso 2 y agua potable al vaso 3. Procura que sea el mismo volumen de agua en los tres vasos. Revuelve.
3. Deja una zanahoria en cada vaso y observa lo que le sucede a cada una.
4. Al cabo de una semana, saca las zanahorias másalas y compara esta última masa con la masa inicial de cada una.



Análisis

a. ¿Qué cambios observas en las tres zanahorias?, ¿poseen las mismas masas?

b. ¿Cómo explicarías estas diferencias?

c. Relaciona los nuevos tamaños obtenidos de las zanahorias con el ingreso o salida de agua de las células que la componen.

d. ¿De qué depende que haya salida o entrada de agua a las células?

e. La zanahoria en una raíz. ¿Cuál será la importancia de que exista un intercambio de agua con el medio que la rodea?, ¿qué pasaría con el organismo vegetal si esto no ocurriera?

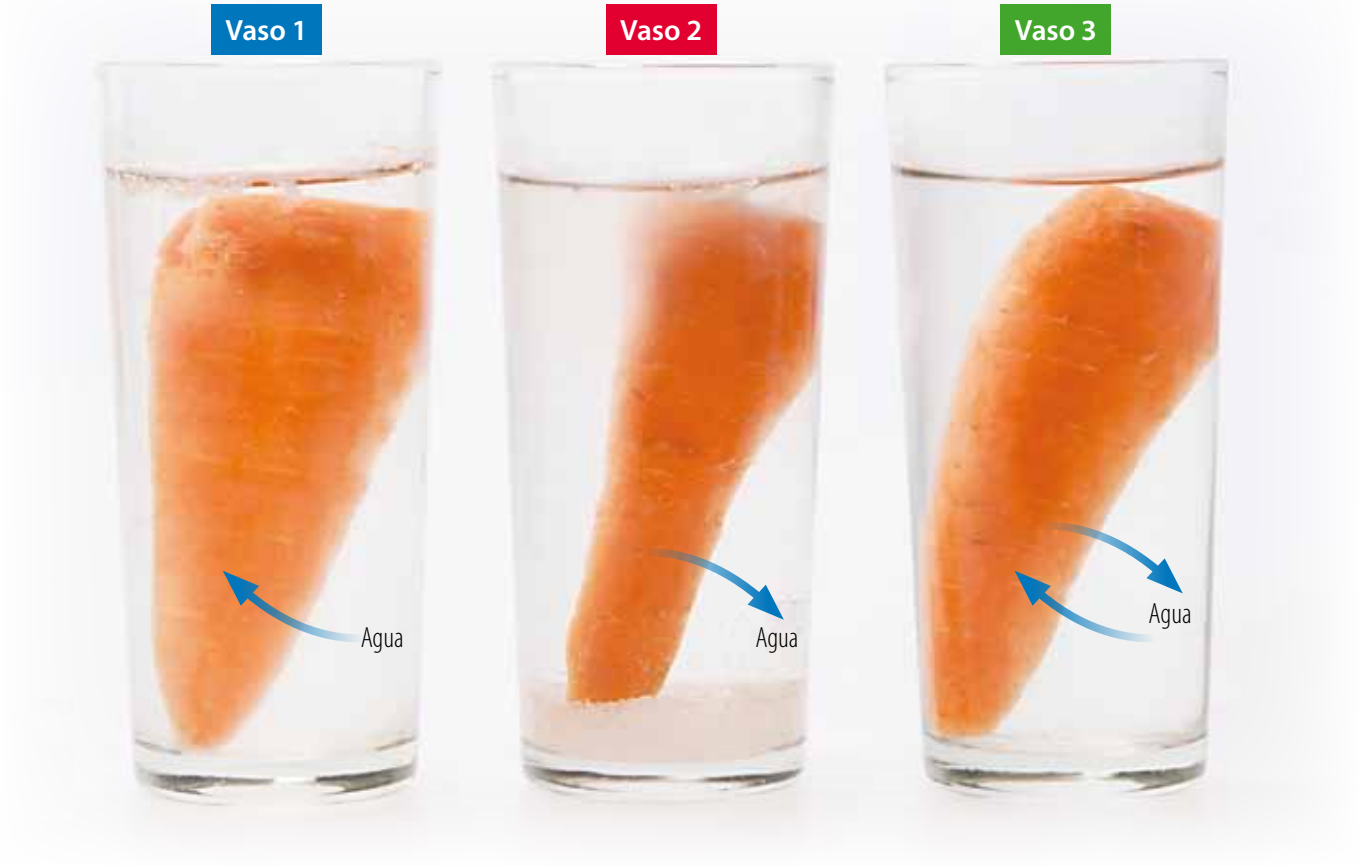
Propósito de la lección

Como sabes, el agua es fundamental para la vida. Para poder incorporarla al organismo, es fundamental que exista un flujo de esta sustancia en las células con su medio.

Tal como averiguaste en la actividad reciente, existirá un ingreso o salida de agua dependiendo de la concentración de la solución que rodea a la célula. Cuál es el mecanismo de transporte del agua, es lo que aprenderás en esta lección.

Diferentes concentraciones del medio

Como observaste en la actividad inicial de esta lección, las zanahorias se expusieron a medios con diferentes cantidades de sal, es decir, en soluciones a distintas concentraciones. Observa las diferencias entre ellas mediante el ejemplo de la actividad inicial de la lección.



Vaso 1: Al estar con agua destilada, la concentración de sales en la solución es menor que dentro de las células de la zanahoria. A este tipo de concentración se le conoce como hipotónica.

Solución hipotónica: Presenta una menor concentración de solutos y una mayor concentración de agua que en el interior de la célula.

Vaso 2: La concentración de sales es mayor en el agua que en el interior de las células que componen el tejido de la zanahoria (recuerda que agregaste cinco cucharadas de sal). A este tipo de solución se le conoce como hipertónica.

Solución hipertónica: Es aquella en que la concentración de soluto es mayor que la concentración de agua respecto de la concentración al interior de la célula.

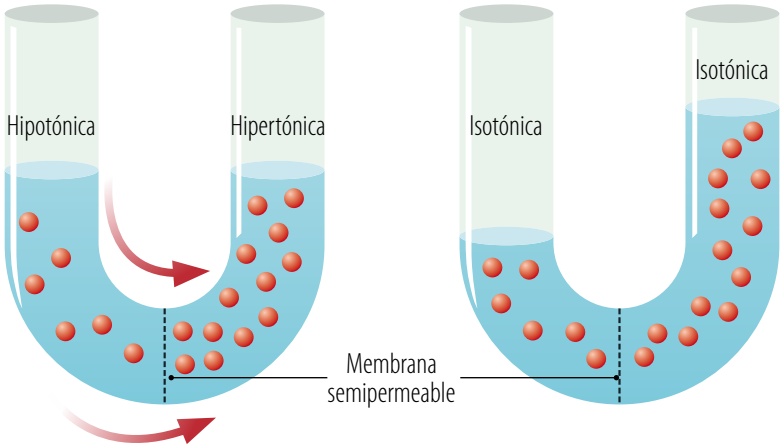
Vaso 3: Dejaste la zanahoria en agua potable, la cual presenta sales disueltas. en similar concentración que adentro de las células. A este tipo de soluciones se le conoce como isotónica.

Solución isotónica: Presenta la misma concentración de agua y de soluto respecto al existente en el interior de la célula.

Osmosis

Es un tipo de difusión simple, en donde existe movimiento de agua causado por la diferencia de concentración que existe entre la célula y la solución donde se encuentra. Observa cómo es el movimiento del agua.

Teniendo en cuenta que la concentración de solutos es baja en uno de los lados de la membrana (solución hipotónica) y alta en el otro lado (solución hipertónica), entonces el agua se moverá a través de la membrana hasta que la concentración de solutos sea igual en ambos lados (solución isotónica).



Apuntes:

Lisis: ruptura de la membrana celular que lleva a la destrucción de la célula.

Crenación: pérdida del volumen celular producto de la salida de agua desde la célula.

Osmosis en células animales

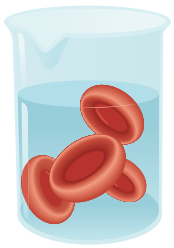
Como aprendiste en la Lección 1 de esta unidad, los glóbulos rojos o eritrocitos carecen de núcleo y organelos, y además tienen una membrana plasmática que es muy permeable al agua. En este caso, los movimientos osmóticos del agua pueden afectar notoriamente el volumen de la célula.

Si dejas eritrocitos en una solución hipotónica, habrá un movimiento neto de agua hacia el interior de la célula, lo que causará el aumento de volumen celular y su **lisis**. Por el contrario, si dejas los eritrocitos en una solución hipertónica, se reducirán de tamaño, pues el movimiento del agua será desde la célula hacia afuera. En el caso de los glóbulos rojos, este fenómeno se denomina **crenación**.

Actividad 11 Aplicación

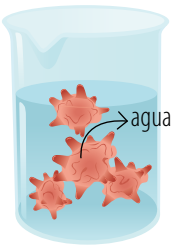
Con la información que acabas de leer, completa los cuadros con el tipo de solución donde quedaron los siguientes glóbulos rojos.

A.



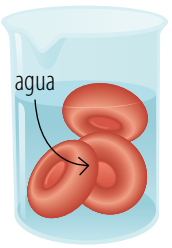
Glóbulo rojo en una solución isotónica

B.



Glóbulo rojo en una solución _____

C.



Glóbulo rojo en una solución _____

¿En qué ejemplos observamos osmosis en células animales?

Antiguamente, no era posible congelar la carne, pues no se contaba con electricidad para mantener los refrigeradores. Sin embargo, esta debía conservarse de alguna forma. Lo que se hacía era dejarla cubierta de sal, lo que lograba evitar la descomposición por la acción de las bacterias. Esto, debido a que el agua de las bacterias sale de su interior hacia la sal. Las bacterias mueren deshidratadas por falta de agua y la carne no se pudre. Este tratamiento se sigue utilizando para los jamones, las anchoas, el bacalao y el charqui.

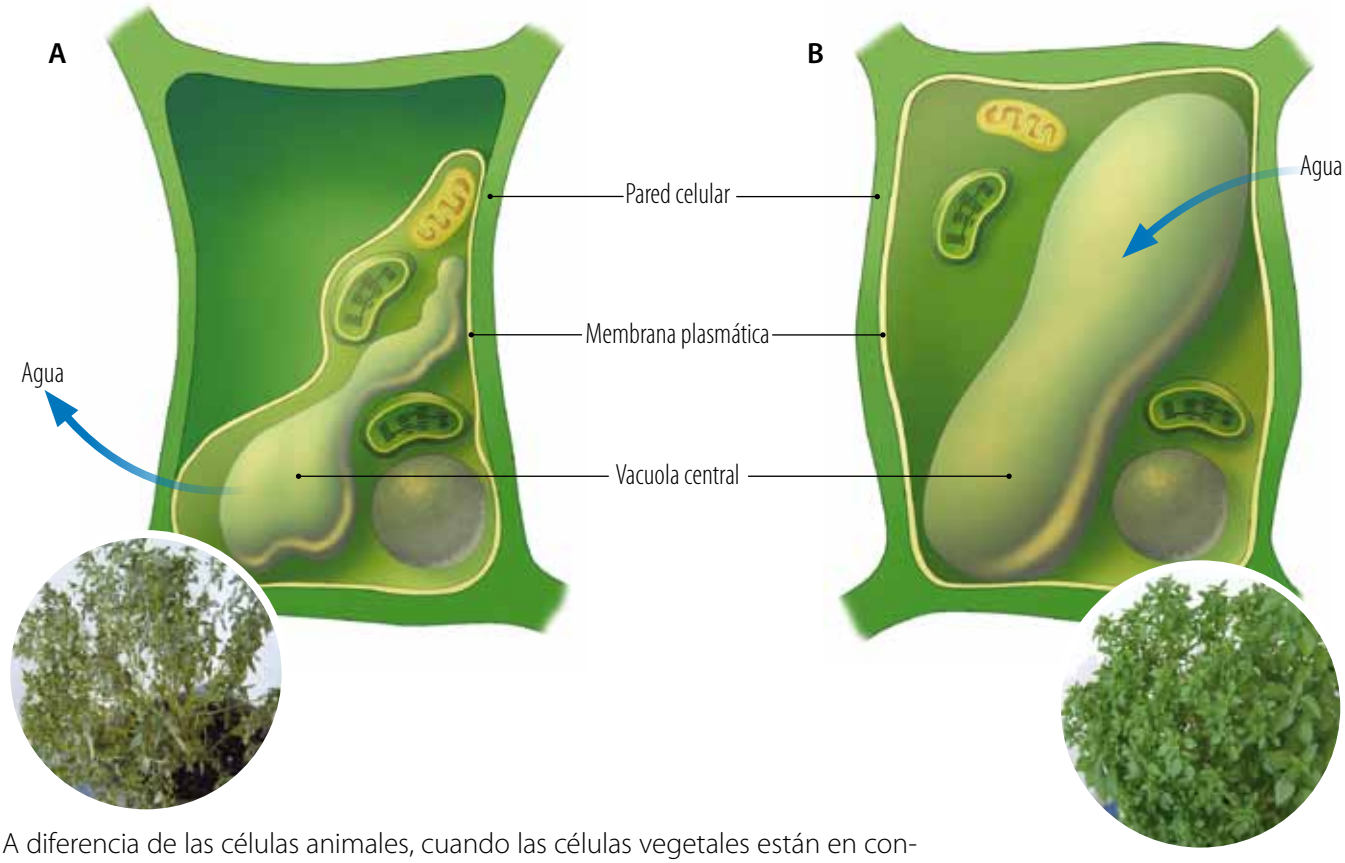
En la naturaleza, los peces de agua dulce no están preparados para vivir en agua salada, pues no podrían mantener la concentración de sales de sus células.

▲ Charqui.

Osmosis en células vegetales

Has observado dos ejemplos de lo que sucede con los movimientos de agua en las células vegetales de la lechuga y la zanahoria. Ahora podrás aprender qué es lo que ocurre a nivel celular. Mira las ilustraciones.

Cuando las células vegetales están en una solución hipertónica (A) o en situaciones de baja humedad, sale agua de la vacuola y la membrana plasmática se aleja de la pared celular. Así, la planta pierde cierta estabilidad, pero gracias a la pared celular, puede recuperarse cuando, por ejemplo, la planta se vuelve a regar (B).



A diferencia de las células animales, cuando las células vegetales están en contacto con soluciones hipotónicas, entra agua a la vacuola y aumenta el volumen celular, la membrana alcanza la pared, pero la célula no se revienta porque está protegida por la misma pared. Este fenómeno se llama **turgencia** celular.

▲ Mermelada.

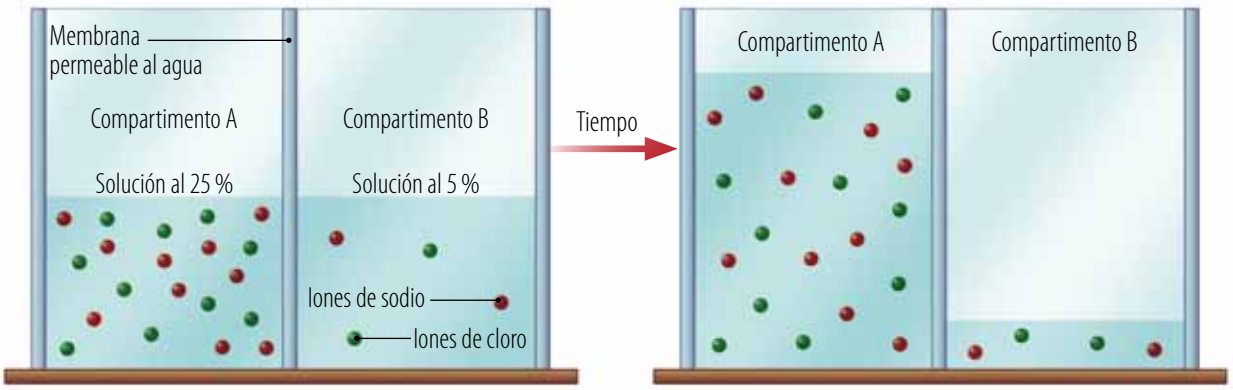
¿En qué ejemplos observamos la osmosis en células vegetales?

Cuando se preparan conservas o mermeladas de frutas, a las que se les agrega gran cantidad de azúcar. Así se evita la descomposición por parte de las bacterias, por el mismo fenómeno que mantiene la carne.

Cuando se condimentan ensaladas de verduras con sal y puedes observar la aparición de agua en la fuente, que proviene de las células vegetales (por eso condimenta tus ensaladas justo antes de consumirlas).

Actividad 12 Análisis

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



a. ¿En qué compartimento se encuentran más concentrados los iones, en el A o en el B?

b. ¿En cuál de los compartimentos hay más agua?

c. ¿Qué sustancia se movió luego de transcurrido un tiempo, el agua o los iones?, ¿por qué?

d. ¿Desde y hacia cuál de los compartimentos se movieron las partículas de la sustancia que señalaron en la pregunta anterior? Fundamenten.

e. ¿Qué tipo de transporte es la osmosis, pasivo o activo? Expliquen.

Recursos TIC

Complementa la actividad anterior revisando el siguiente video con tus compañeros y profesor: http://www.ac-creteil.fr/biotechnologies/doc_osmosis.htm. Fíjate que al principio la solución de tu lado izquierdo es hipotónica y la del lado derecho es hipertónica (mayor concentración de sales). Luego, al estar en contacto mediante la membrana plasmática, comienza el flujo de las moléculas de agua desde la solución hipotónica hacia la hipertónica, regulando las concentraciones hasta el momento en que ambas soluciones sean isotónicas. Finalmente, ¿qué sucede con el volumen de ambas soluciones?, ¿y con la concentración?

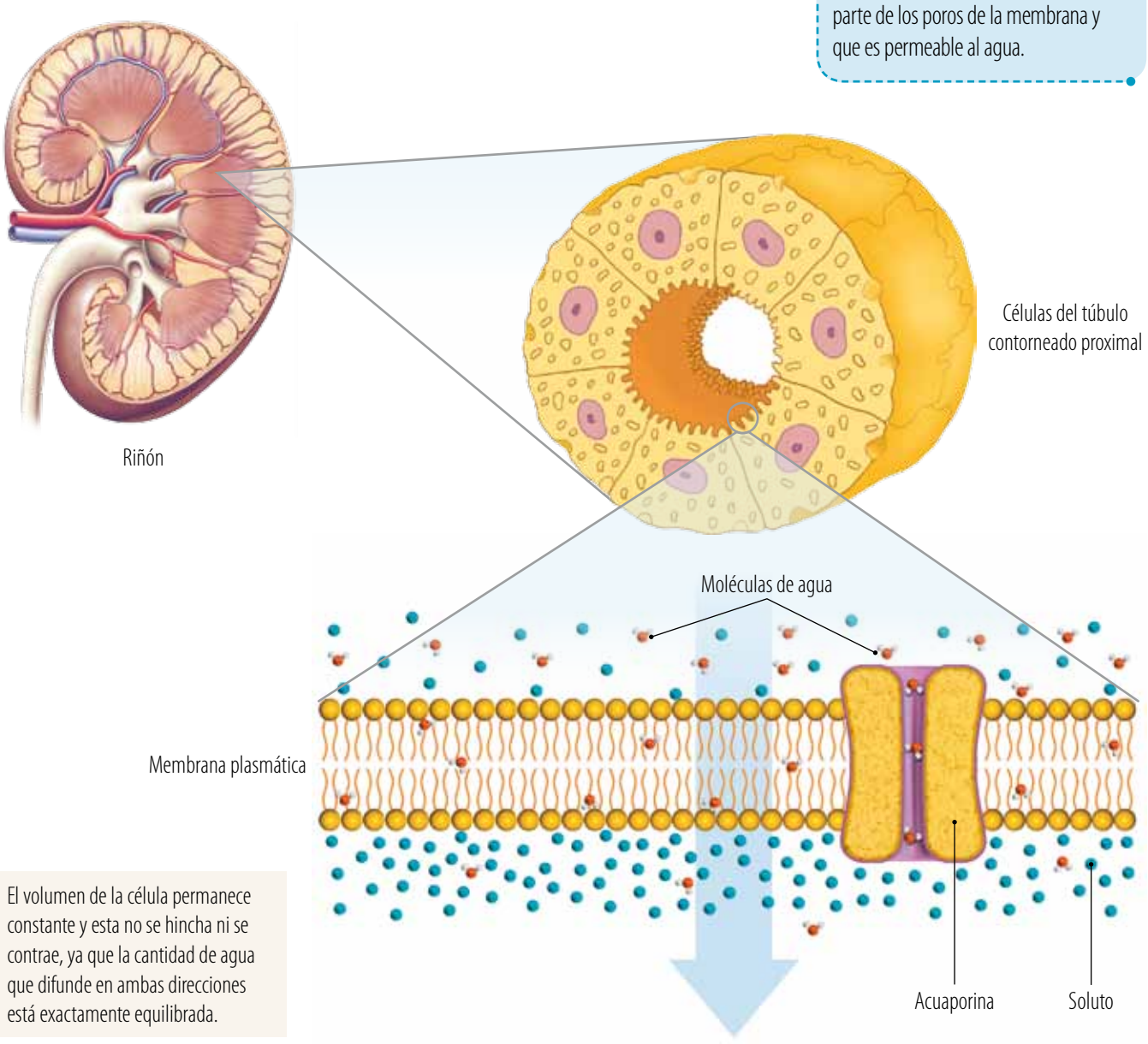
Acuaporinas, otro mecanismo de transporte de agua

Has aprendido que el agua atraviesa las membranas por difusión simple (osmosis), utilizando los espacios que quedan entre los fosfolípidos de la bicapa, producto de su movimiento y el de las proteínas.

Existen células especializadas en la absorción de agua que necesitan de un sistema de transporte más eficiente, pues solo con la osmosis no lograrían trasladar la cantidad necesaria. Uno de estos tipos de células especializadas son las **células renales**, donde existen proteínas transportadoras llamadas **acuaporinas**, por donde el agua ingresa o sale de la célula más rápidamente que si tuviera que difundir por la membrana.

Para saber

El bioquímico estadounidense Roderick Mackinnon fue galardonado en 2003 con el Premio Nobel de Química por sus estudios sobre la estructura y mecanismo de los canales iónicos. Este premio fue compartido con Peter Agre, biólogo estadounidense que trabajó en el descubrimiento de la acuaporina, proteína integral que forma parte de los poros de la membrana y que es permeable al agua.

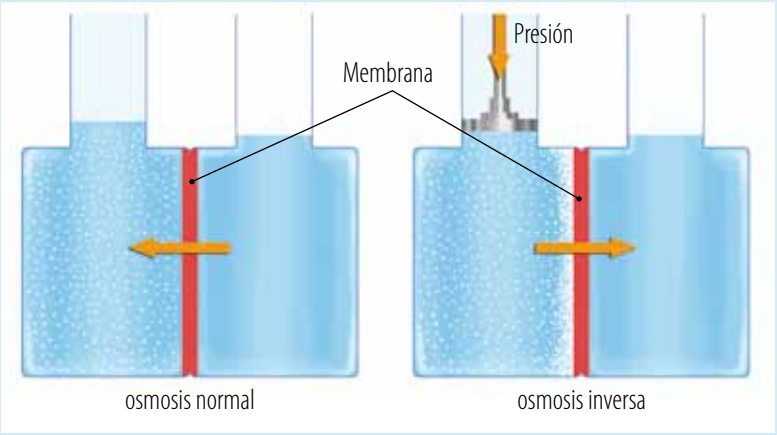


El volumen de la célula permanece constante y esta no se hincha ni se contrae, ya que la cantidad de agua que difunde en ambas direcciones está exactamente equilibrada.

Para saber

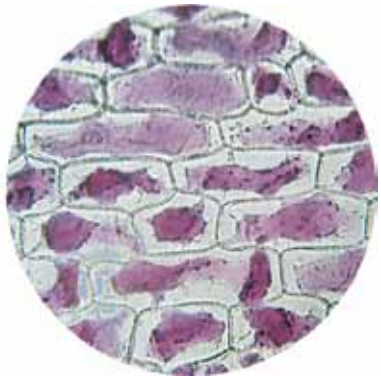
Osmosis inversa

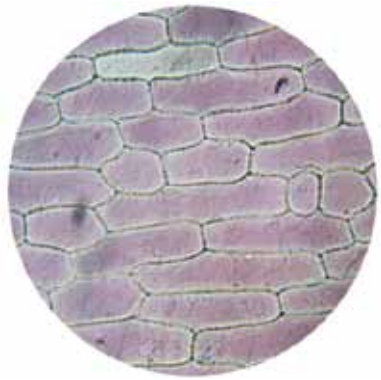
La osmosis inversa es un proceso en el que el agua es forzada a cruzar desde una solución concentrada (hipertónica) hacia otra menos concentrada (hipotónica), y para ello hay que aplicar presión. Como la membrana que se utiliza tiene poros muy pequeños, impide el paso de prácticamente todos los solutos. Si la alta concentración es de sal, por ejemplo agua de mar, al aplicar presión, el agua pasará al otro lado de la membrana, quedando libre de sal.



Al finalizar la lección...

1. **Observa** y **analiza** las imágenes de catáfilo de cebolla obtenidas a través del microscopio óptico. Luego, responde las preguntas en tu cuaderno.


Catáfilo de cebolla en solución salina (NaCl 8 %)


Catáfilo de cebolla en solución salina (NaCl 1 %)

Catáfilo de cebolla en agua destilada

   a. ¿Cómo será el movimiento del agua en cada una de las situaciones? **Esquematízalo** en tu cuaderno.

   b. ¿Qué impide que este tipo de células se destruya con el ingreso de agua? **Explica**.

2. **Dibuja** en tu cuaderno lo que ocurre cuando un glóbulo rojo se sumerge en una solución hipertónica. Explica lo que sucede.

3. **Explica** los resultados obtenidos en la actividad inicial (zanahorias) utilizando los conceptos: osmosis, solución hipertónica, hipotónica e isotónica.

4. ¿Qué son las acuaporinas?, ¿en qué tipo de células se encuentran?

¿Cómo formular explicaciones científicas?

El conocimiento de sentido común es aquel que se construye a partir de experiencias personales o comunitarias respecto de ciertos fenómenos, es intuitivo y generalmente carece de teorías explicativas. Por ejemplo, si a una persona le duele el estómago luego de tomar un vaso de leche, puede asociarlo a que es intolerante a la lactosa y tal vez su predicción sea acertada o no, pero su explicación no tiene una base científica.

Entre las diferentes actividades de los científicos se destaca la aplicación de procedimientos científicos, que ayudan a explicar ciertos fenómenos. Así se obtienen datos que los ayudan a argumentar las explicaciones y justificar su ocurrencia sobre la base de conocimientos que se manejan.

La explicación de un fenómeno va siempre asociada a su comprensión: cuando se comprende algo, se puede explicar, elaborar una hipótesis acerca de su ocurrencia y utilizar las leyes y teorías conocidas para construir esas hipótesis.

¿Qué tipo de información aporta una explicación?

– Permite argumentar acerca del fenómeno ocurrido.

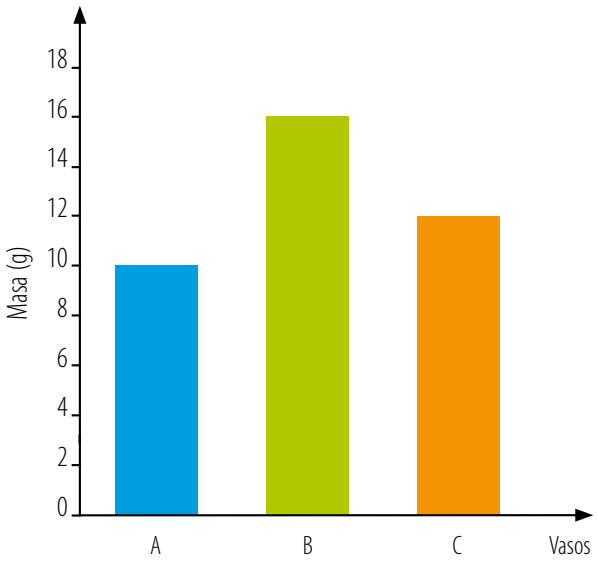
– Posibilita determinar las causas de lo ocurrido.

Por ejemplo:

Un grupo de estudiantes, para comprobar el fenómeno osmótico realizó el siguiente procedimiento.

Colocaron 10 g de pasas en un vaso con 50 ml de agua de mar (A), otros 10 g de pasas en un vaso con 50 ml de agua mineral comercial (B) y 10 g de pasas en un vaso con 50 ml de agua de potable (C). Luego de 12 horas escurrieron las pasas y las masaron obteniendo los siguientes resultados que ordenaron en un gráfico de barras.

Gráfico 4: Masas de las pasas luego de dejarlas en diferentes soluciones



Con sus conocimientos en osmosis y las evidencias de los resultados pudieron explicar que:

– En el vaso A la masa se mantuvo, pues la concentración de sales en las pasas versus la concentración de sales en el agua de mar era similar (solución isotónica). El ingreso y salida de agua de las pasas no alteró su masa.

– En el vaso B hubo ingreso de agua, debido a que las pasas se colocaron en una solución hipotónica, es decir, con menos concentración de soluto. Por osmosis, el agua ingresó aumentando la masa de las pasas.

Ahora tú

Con lo que has aprendido en la lección, explica científicamente los resultados obtenidos en el vaso C.

La concentración de la solución, ¿afecta a la osmosis?

Organízate con tres o cuatro compañeros, reúnan los materiales y trabajen en el siguiente taller de ciencias.

Antecedentes

Como aprendiste en la lección anterior, la osmosis es el movimiento neto de agua a través de una membrana semipermeable desde una solución con baja concentración de soluto hacia otra de mayor concentración, pero ¿afectará la concentración de las soluciones en la cantidad de agua que se traslada por osmosis?

Investiga en este taller el efecto de distintas concentraciones de soluto en el fenómeno de osmosis.

Problema de investigación

¿La osmosis presenta diferencias por la concentración del soluto?

Planteamiento de hipótesis

Escojan una de las siguientes hipótesis para el problema enunciado.

a. Si la concentración es diferente entre las soluciones separadas por la membrana, ocurrirá osmosis y el movimiento de agua será igual en todos los casos.

b. Si la concentración es diferente entre las soluciones separadas por la membrana ocurrirá osmosis y el movimiento de agua será mayor mientras mayor sea la diferencia de concentración de ambas soluciones.

Diseño experimental

Materiales

- 3 bolsitas de papel celofán o un pliego del mismo
- 3 elásticos
- 3 soluciones de sacarosa (al 20 %, 50 % y 80 %)
- 3 pipetas graduadas de 10 ml
- 3 recipientes transparentes del mismo tamaño
- agua destilada
- 3 soportes universales

Recuerda tener cuidado con los materiales de vidrio. Revisa el Anexo 5 de la página 241.

Procedimiento

1. Rotulen los recipientes de vidrio con las letras A, B y C. Luego agréguenles la misma cantidad de agua destilada (a unos 2 cm del borde superior).

2. Recorten tres cuadrados de papel celofán de unos 15 x 15 cm. Formen una bolsa con los cuadrados y llénenlos de a uno, con las diferentes soluciones asignadas. Cierren las bolsas con los elásticos.

3. Introduzcan la pipeta invertida en el extremo de cada bolsa. Sujétenlas con el mismo elástico. Traten de que no quede aire en la bolsa.

4. Anoten el volumen que marca la pipeta en los tres casos.

5. Coloquen cada bolsita en su soporte universal y déjenlas sobre el agua destilada. La bolsa debe quedar en completo contacto con el agua. Observa el montaje en la fotografía.

Resultados

Observen las pipeta cada 10 minutos y registren las observaciones en la siguiente tabla.

Solución al 20 %

Tiempo (min)	Volumen (ml)
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	

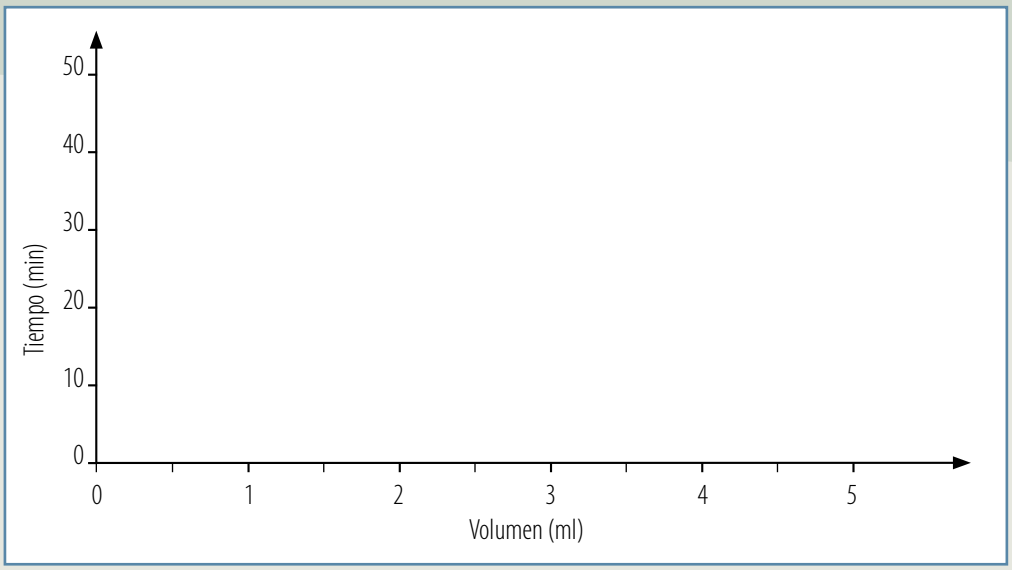
Solución al 50 %

Tiempo (min)	Volumen (ml)
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	

Solución al 80 %

Tiempo (min)	Volumen (ml)
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	

Luego, representen los datos de la tabla en el siguiente gráfico. Asignen un color para las lineas de cada concentración de solución.



Análisis e interpretación de evidencias

a. ¿Qué diferencias existen en los volúmenes de las pipetas?

b. ¿Qué indica el aumento de nivel del agua en una de las soluciones. ¿Cuál es la explicación que pueden dar frente al fenómeno que observan?

c. **Expliquen científicamente** el movimiento del agua a través de la membrana semipermeable (celofán). Indiquen el sentido y por qué se observan diferencias según las distintas concentraciones.

d. **Contrasten** los resultados con la hipótesis escogida. ¿La aprueban o rechazan?

Comunicación de resultados y proyección

Para comunicar sus resultados escriban un resumen en el computador, utilizando un procesador de texto. (Revisen el Anexo 10 de la página 247). Después, planteen un nuevo problema de investigación.

LECCIÓN 4:

¿Cuál es la importancia de la permeabilidad celular?

Debes recordar: *tipos de transporte celular, osmosis y diferenciación celular.*

Trabaja con lo que sabes

1. Observa las fotografías y luego responde en tu cuaderno.
   - **a.** Cuando estas células se asocian con otras que tienen las mismas características morfológicas y funcionales, ¿qué tejido forman?
   - **b.** ¿Cuál es la función general de este tejido?
   - **c.** ¿Cuál es la diferencia entre célula y tejido?
2. Explica con tus palabras en qué consiste el proceso de diferenciación celular y da tres ejemplos de células especializadas que hayas aprendido en la Lección 1.

▲ Enterocitos (epitelio intestino delgado).

◀ Microvellosidades de un enterocito.

Propósito de la lección

Aprendiste en la Lección 1 que existen diferentes tipos de células que conforman tu organismo y en las lecciones 2 y 3, los distintos mecanismos de transporte de sustancias entre la célula y el medio que la rodea. Ahora, con estos conocimientos previos podrás comprender con mayor facilidad la relación que hay entre los diferentes mecanismos y las funciones de cada tejido, y cómo el intercambio celular permite los distintos procesos biológicos que te mantienen con vida.

Fenómenos biológicos en tu cuerpo

Para que tu organismo funcione, los nutrientes deben llegar a todas tus células. Asimismo, la incorporación de oxígeno por ellas es esencial para que aprovechen la energía de los nutrientes. Los desechos que produce el metabolismo celular (como el dióxido de carbono) deben ser eliminados por las células.

Para cumplir con estas funciones específicas y como aprendiste en la Lección 1, los seres vivos tienen células diferenciadas que cumplen un rol específico, como la absorción de nutrientes, el intercambio gaseoso, la excreción de metabolitos de desecho y la nutrición de órganos.

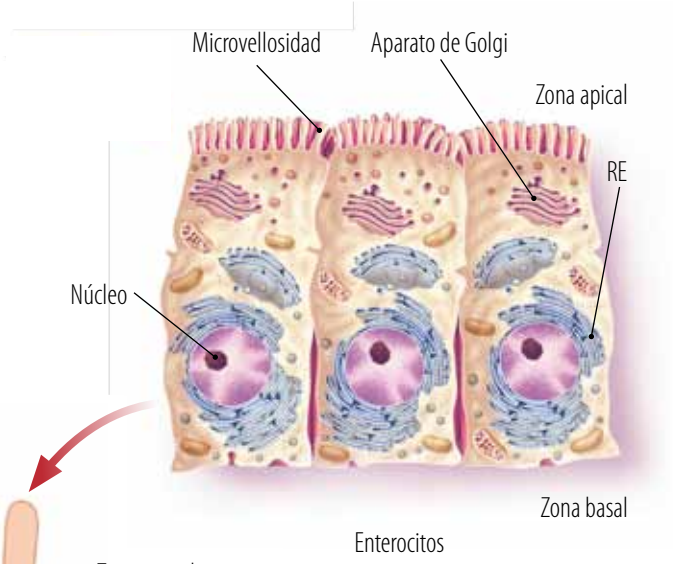
Absorción intestinal

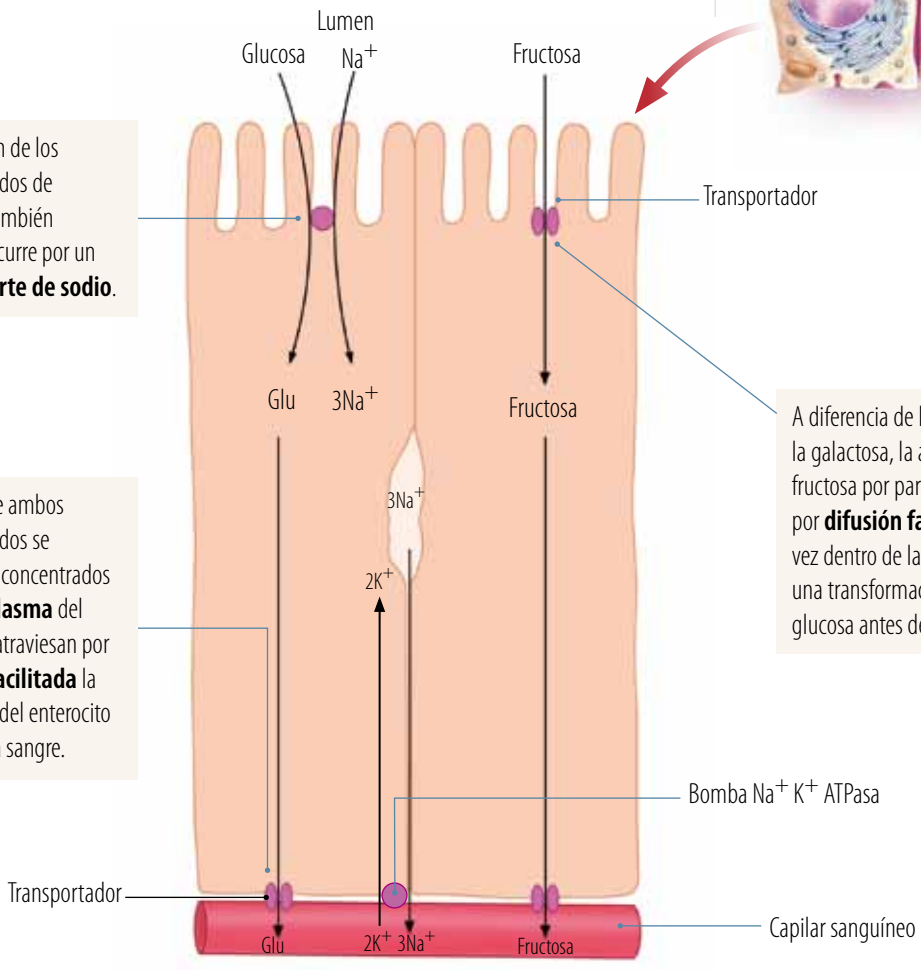
La digestión de todos los tipos de alimentos comienza en la boca, por la masticación y la acción de enzimas de la saliva. Luego, la digestión continúa en el estómago, donde actúa el jugo gástrico, y es en el intestino delgado donde las biomoléculas terminarán de ser digeridas y los componentes de cada una de ellas serán **absorbidos**. ¿Recuerdas qué célula es la que participa en este proceso?

Son los **enterocitos** las células encargadas de absorber los nutrientes. Observa qué mecanismos de transporte de membrana participan según los nutrientes que se incorporan al citoplasma celular.

a. Absorción de hidratos de carbono

La mayor parte de los hidratos de carbono de nuestra dieta se encuentran en forma de almidón y en menor proporción como disacáridos (sacarosa y lactosa) y monosacáridos (glucosa y fructosa). Como los glúcidos solo pueden absorberse en forma de monosacáridos, los productos de la digestión son convertidos a monosacáridos en la membrana del enterocito que contiene diversos tipos de enzimas para degradarlos.

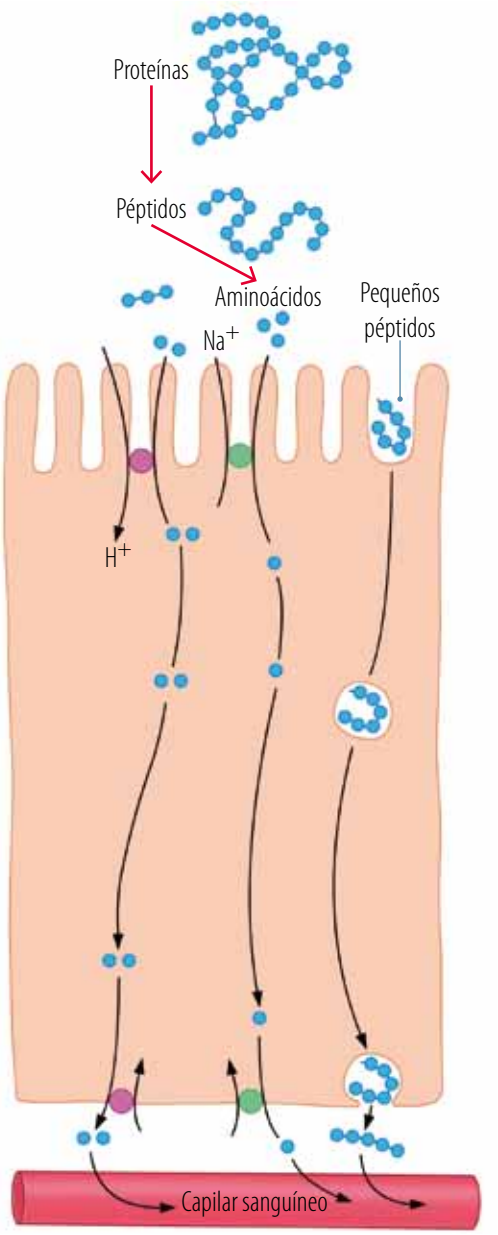




La absorción de los monosacáridos de glucosa y también galactosa ocurre por un **cotransporte de sodio**.

A diferencia de la glucosa y de la galactosa, la absorción de la fructosa por parte del enterocito es por **difusión facilitada**, y, una vez dentro de la célula, se produce una transformación parcial en glucosa antes del paso a la sangre.

Una vez que ambos monosacáridos se encuentran concentrados en el **citoplasma** del enterocito, atraviesan por **difusión facilitada** la membrana del enterocito y llegan a la sangre.



b. Absorción de proteínas

Las proteínas de los alimentos llegan al intestino delgado como oligopéptidos (30 %) y aminoácidos (70 %). Allí, las microvellosidades de los enterocitos contienen enzimas orientadas hacia el exterior de la membrana, que terminan de transformar los péptidos en aminoácidos.

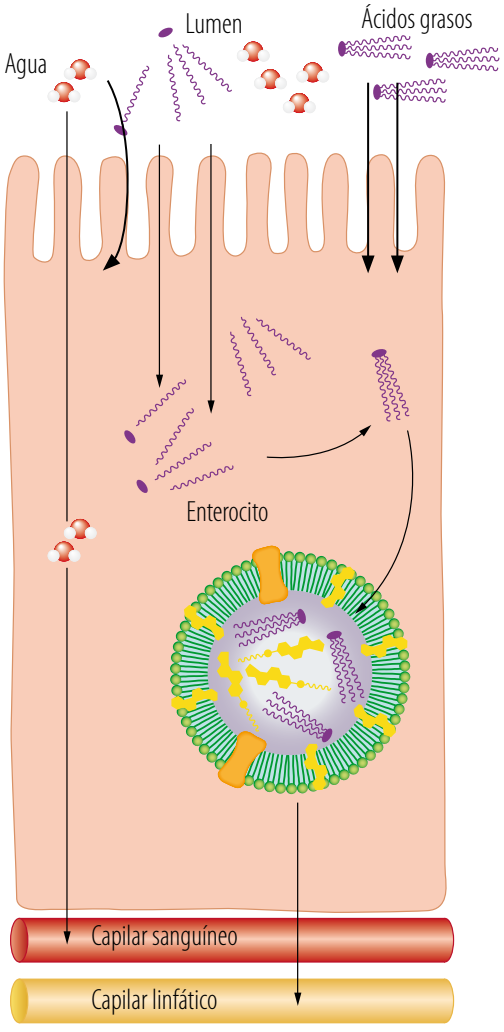
Algunos de estos péptidos pueden pasar al interior de los enterocitos a través de un **transportador ligado a H^+**.

Los aminoácidos son transportados al interior celular por **cotransporte de sodio**.

Si bien la importancia nutritiva es mínima, una pequeña proporción de los péptidos puede ingresar a la célula intestinal por **endocitosis**.

c. Absorción de lípidos

Como los lípidos son insolubles en el medio acuoso intestinal, forman micelas con la bilis que se secreta del hígado. Así, las grasas pueden absorberse a través de la membrana de los enterocitos por **difusión simple**. ¿Qué alimentos de los que comes comúnmente contienen elevadas concentraciones de lípidos?



d. Absorción de agua

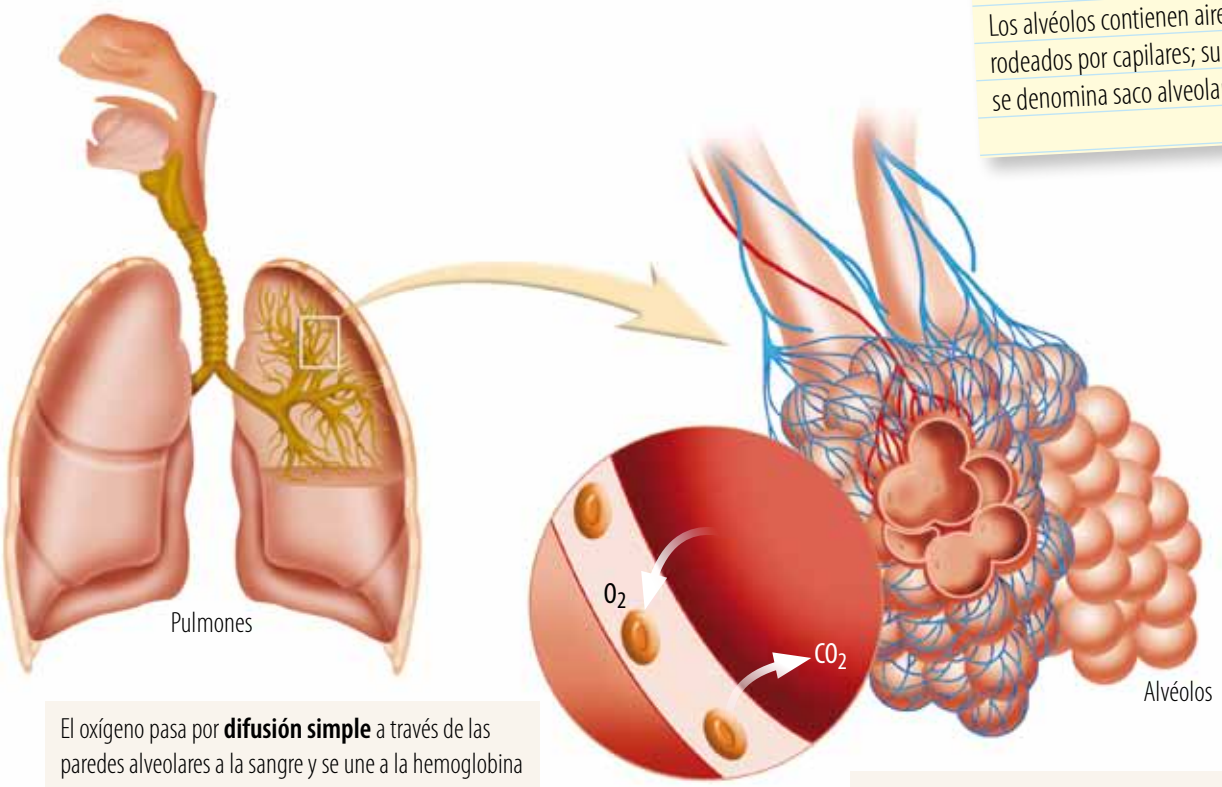
El 80 % del agua se reabsorbe en el intestino delgado, el resto se reincorpora al organismo en el intestino grueso. Como ya debes estar pensando, los desplazamientos de agua se realizan por mecanismos pasivos de **osmosis**.

Intercambio gaseoso

El intercambio de gases, como el oxígeno y el dióxido de carbono, ocurre principalmente en las células pulmonares. Cuando inspiramos, ingresa una gran concentración de oxígeno a los pulmones y se acumula en los alvéolos. Por otro lado, la sangre que llega a los pulmones tiene una gran concentración de dióxido de carbono y muy escaso oxígeno.

Apuntes:

Alvéolos: son pequeños sacos al final de los bronquios de los pulmones. Los alvéolos contienen aire y están rodeados por capilares; su conjunto se denomina saco alveolar.



El oxígeno pasa por **difusión simple** a través de las paredes alveolares a la sangre y se une a la hemoglobina de los eritrocitos. Los eritrocitos transportarán el oxígeno a todas las células del organismo, donde por el mismo proceso de difusión llegará al citoplasma de las células.

El dióxido de carbono que llega a los pulmones por los eritrocitos que lo incorporaron en su recorrido por los tejidos sufre el transporte inverso al oxígeno, ya que pasa desde la sangre hacia el interior de los alvéolos por **difusión simple**, para ser eliminado del organismo por la respiración cuando exhalamos.

Para saber

Llega el invierno, y el monóxido de carbono (CO) comienza a cobrar sus primeras víctimas. Este gas, incoloro, inodoro e invisible, es uno de los enemigos más temibles del sistema respiratorio. Cuando un combustible, como el gas de la cocina o de una estufa, no se degrada completamente hasta CO_2 y vapor de agua, se origina CO. ¿Cómo puedes darte cuenta de que la combustión es completa? Cuando la llama es azulada; si esta es anaranjada o amarillenta, la combustión es incompleta y en el ambiente hay CO. En ese caso, las personas pueden sentir somnolencia, pesadez y mareos. Estos síntomas se deben a que la hemoglobina tiene una gran afinidad por el CO (unas 250 veces más que con el oxígeno). Por ello, si en el ambiente hay CO, este se une en el mismo lugar que se pondría el oxígeno y allí permanece. La hemoglobina queda así inutilizada para el transporte de oxígeno. Es el envenenamiento por monóxido de carbono y puede causar la muerte por asfixia. Los datos son sorprendentes: solo el 1 % de CO en el aire es suficiente para matar a una persona si lo respira por cinco minutos.

Novedades científicas

La glucosa ingresa a los miocitos por el transporte de glucosa a través de la membrana celular, el cual ocurre por medio de difusión facilitada. Este proceso independiente de energía es mediado por una única familia de transportadores facilitativos de glucosa, llamados GLUT-1-GLUT-5, los cuales han sido recientemente aislados, clonados y secuenciados.

Nutrición de órganos

La nutrición es el proceso en el que los seres vivos incorporan los alimentos, los convierten en nutrientes y los absorben para tomar la energía necesaria para vivir.

Todas las células del organismo humano y de los otros seres vivos utilizan glúcidos para obtener energía; algunas, como las células nerviosas del cerebro, reciben prácticamente toda la energía que requieren de la glucosa. Por eso, nuestro cuerpo necesita mantener estable la tasa de glucosa en la sangre, es decir, la glicemia.

La glucosa se almacena en el hígado en forma de **glucógeno** y se libera a la sangre cuando se produce una disminución del azúcar en esta, como ocurre en los intervalos entre las comidas.

¿Recuerdas por qué mecanismo el hígado libera glucosa a la circulación?

Como revistaste en la Lección 2, el hepatocito utiliza un **transportador de glucosa** para que esta molécula llegue a la sangre por **difusión facilitada**.

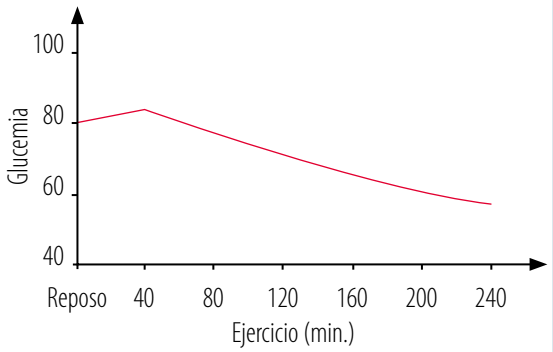
Actividad 13 Análisis

Lee el siguiente artículo sobre el consumo de glucosa durante el ejercicio físico.

> En una persona normal, la concentración de glucosa en la sangre se mantiene en límites muy estrechos (70-110 mg/dl). El músculo en condiciones de reposo no depende de glucosa para obtener energía, sino de los ácidos grasos. Sin embargo, existen dos situaciones en las cuales el músculo usa grandes cantidades de glucosa. Una de ellas es el ejercicio moderado o intenso.
>
> En el ejercicio de corta duración de liviana a moderada intensidad, la concentración de glucosa en la sangre prácticamente no se modifica. Si es intenso, puede observarse una elevación leve de la glucemia (20 a 30 mg/dl). En el ejercicio prolongado (más de 90 minutos), la glucosa desciende en la sangre entre 10 a 40 mg/dl.
>
> Fuente http://www.intermedicina.com/Avances/Interes_General/AIG05.html (Adaptación).

Ahora, **analiza** el siguiente gráfico y luego responde:

Gráfico 5: Glucemia en el ejercicio



1. ¿Qué ocurre con la concentración en la sangre de glucosa a los 40 minutos? ¿Qué se observa a las dos horas de hacer ejercicio? Fundamenta.
2. ¿Qué sucedería si no existiera un mecanismo que permitiera el ingreso de glucosa a las células?
3. ¿Qué alimentos se aconsejan ingerir antes de realizar actividad física? Comenta esta información con tu profesor de Educación Física.

Al finalizar la lección...

1. Compara los distintos procesos expuestos y completa la tabla.

Proceso fisiológico	Tipo de transporte que participa y sustancias que se transportan	Importancia para el organismo
Absorción intestinal		
Intercambio gaseoso		
Nutrición de los órganos		

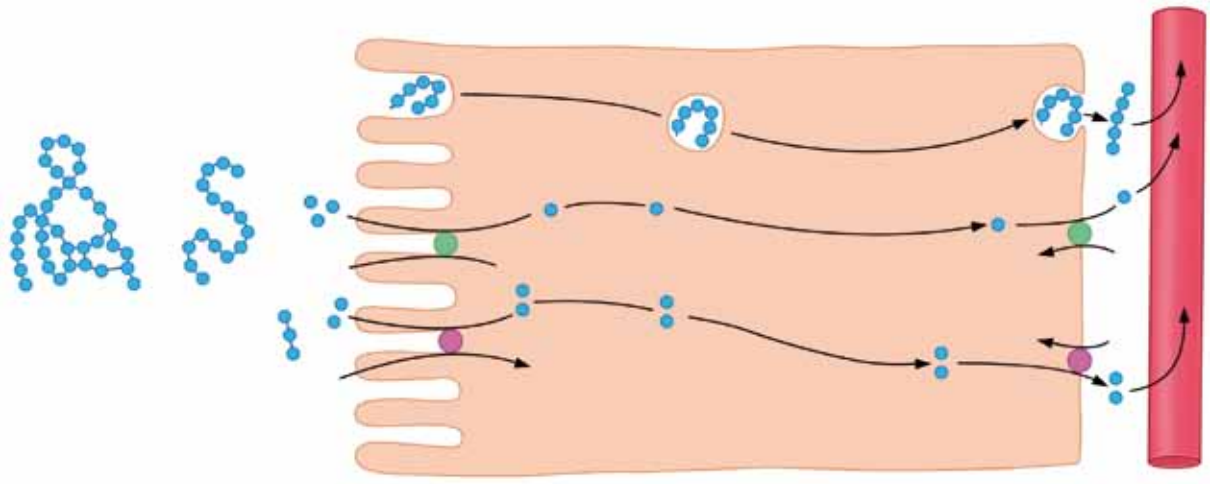
2. Cuando se produce la absorción intestinal ¿todas las moléculas se incorporan a la célula de la misma manera?, si se bloquearan las proteínas que permiten los contratransportes ¿qué moléculas no podrían ingresar a los enterocitos?

3. ¿Qué mecanismo de transporte participa en el intercambio gaseoso en los alvéolos?

4. Un paciente presenta una extraña enfermedad. Sus acuaporinas de las células del nefrón no están funcionando correctamente. ¿Cómo debería ser su orina?

5. La glucosa se moviliza desde los hepatocitos al torrente sanguíneo y viceversa a través de difusión simple. ¿Este mecanismo es pasivo o activo? ¿Antes o después de comer los hepatocitos liberan la glucosa a la circulación?

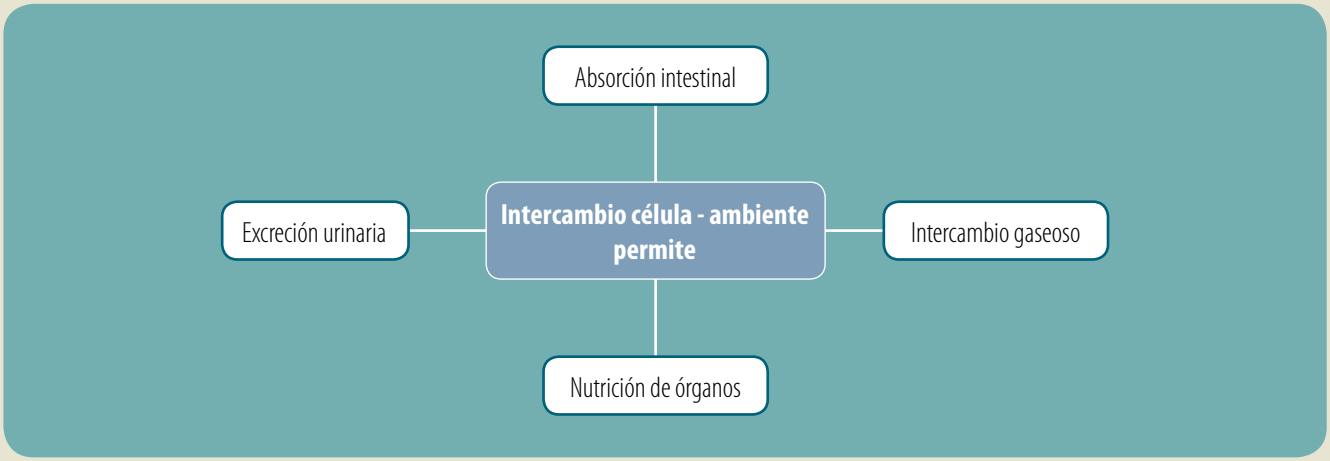
6. **Completa** el siguiente esquema de la absorción de proteínas en el enterocito. **Identifica** que tipos de transporte participan.



EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

Los mapas de ideas sirven para organizar la información y saber cómo esta se desglosa en diferentes subtemas, los cuales no representan jerarquías entre ellos.

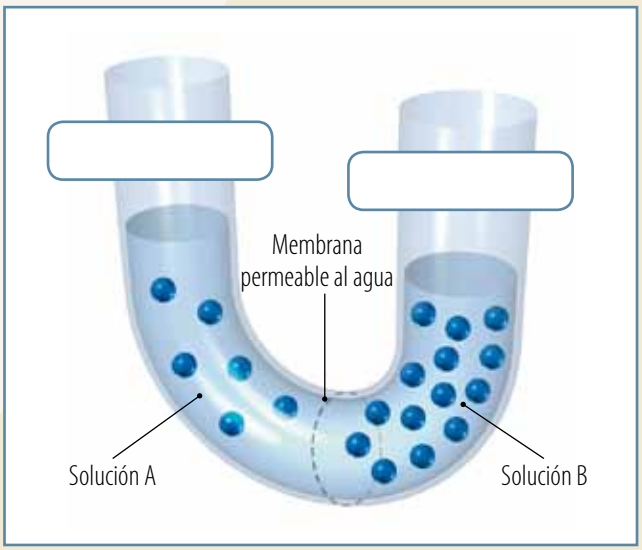


Ahora construye un mapa de ideas utilizando como tema central la osmosis.

Actividades

Lee atentamente y realiza las siguientes actividades.

1. El esquema que ves presenta dos soluciones, A y B, separadas por una membrana permeable solo al agua, donde los círculos oscuros representan el soluto. Al respecto, en tu cuaderno desarrolla las actividades que se plantean a continuación.



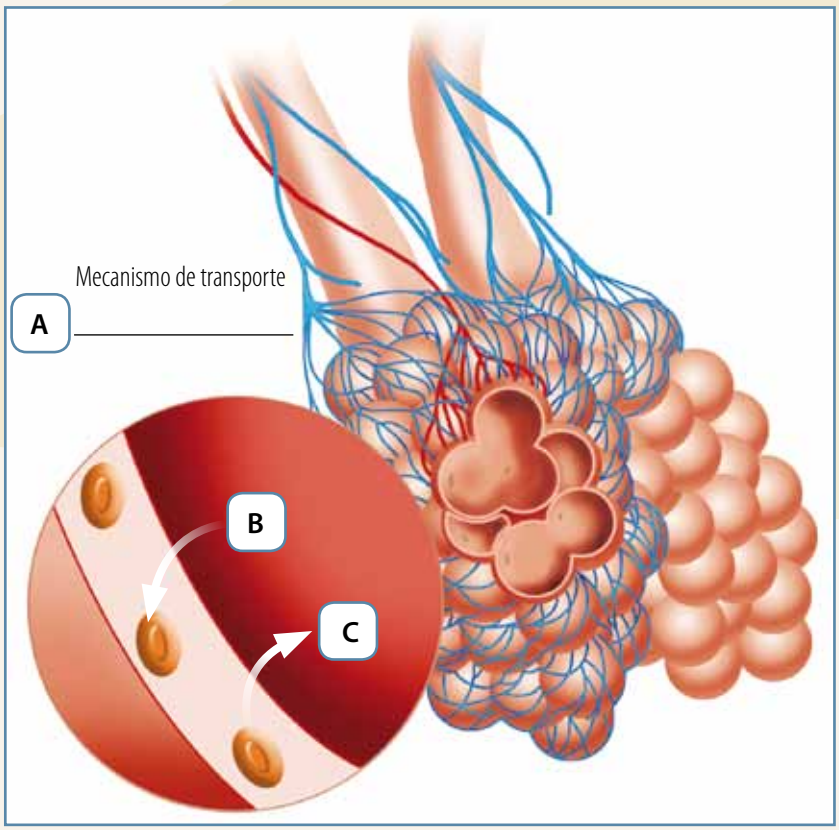
A. **Clasifica** las soluciones A y B como hipotónica, isotónica o hipertónica, según corresponda.

B. **Elabora** un esquema que represente la condición en que quedará el volumen de ambas soluciones (aproximadamente) al cabo de un tiempo. **Explica** qué fenómeno ocurre.

C. **Imagina** la siguiente situación: se tienen dos eritrocitos, uno se introduce en la solución B y el otro en la solución A. ¿Qué efectos se producirían en cada célula? **Describe** lo que sucedería en ambos casos.

D. ¿Qué diferencias observarías si realizaras lo mismo, pero con células vegetales? **Explica**.

2. **Explica** de qué modo la célula aumenta la capacidad de entrada de agua a su citoplasma. ¿En qué células diferenciadas este mecanismo es fundamental?
3. **Describe** el transporte de glucosa en el enterocito y en el hepatocito. ¿Utilizan el mismo tipo de transporte en ambas células? **Explica** cada uno.
4. **Completa** con los movimientos de los gases que ocurren entre los alvéolos y los capilares sanguíneos. ¿Qué mecanismo de intercambio utilizan?, ¿este depende del tamaño de las moléculas?, ¿y del gradiente de concentración?

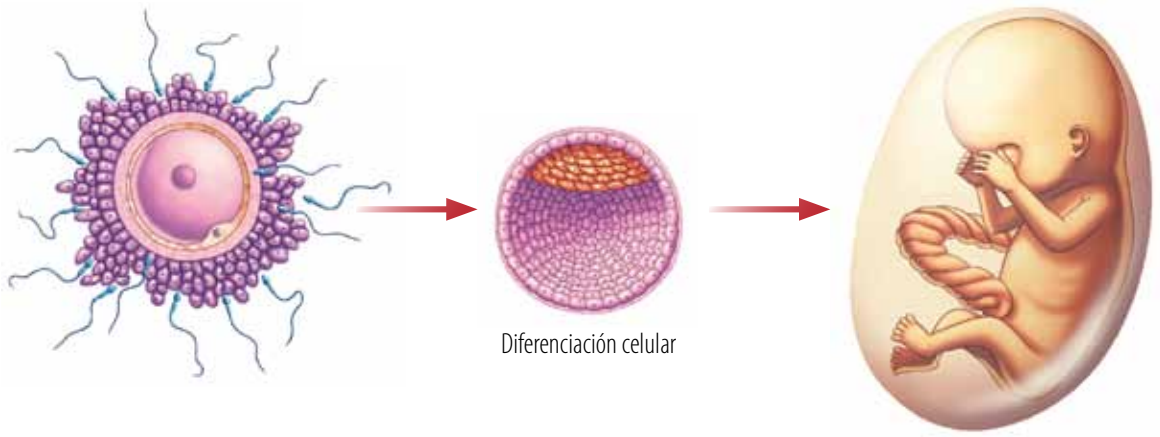


5. ¿En qué procesos biológicos estudiados, la osmosis cumple un papel fundamental? **Menciona** al menos dos.
6. **Detecta** el error en las siguientes aseveraciones y luego escribe en tu cuaderno la afirmación correcta.
   - **A.** Cuando las proteínas llegan al lumen intestinal, estas son absorbidas por fagocitosis mayoritariamente.
   - **B.** Los lípidos complejos difunden por la membrana del enterocito por difusión simple.
   - **C.** Las acuaporinas son proteínas transportadoras específicas para iones de sodio.
   - **D.** Durante el proceso de formación de la orina, los enterocitos tienen gran capacidad de absorber agua.

SÍNTESIS DE LA UNIDAD

Lección 1

La diferenciación celular es el proceso a través del cual una célula adquiere una forma y una función determinadas para conformar un tejido u órgano. Los tejidos son agrupaciones de células especializadas con una función común. Algunos tipos celulares diferenciados presentes en el cuerpo humano son los **miocitos** (células musculares), los **enterocitos** (intestino), las **células exocrinas** del páncreas, las células epiteliales renales, las **neuronas** (sistema nervioso), los **osteocitos** (huesos), y los **eritrocitos**, cada uno con su forma y organelos particularmente desarrollados para cumplir su función.



Explica cómo se relaciona la especialización funcional de las células de un tejido con la preeminencia de determinados organelos o estructuras celulares.

Lección 2

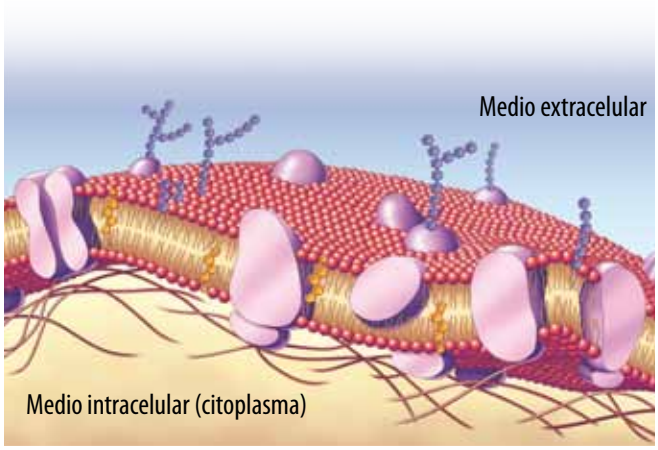
Según el modelo de mosaico fluido, propuesto por Singer y Nicholson, la membrana plasmática se compone principalmente de fosfolípidos y de proteínas. Los primeros forman una doble capa en la que se insertan las segundas. Esta organización permite explicar las propiedades de fluidez y de selectividad que presenta la membrana plasmática.

El transporte celular se refiere al movimiento de sustancias a través de la membrana plasmática o mediado por ella. Se distinguen dos tipos básicos de transporte, **activo** y **pasivo**. En el transporte pasivo las sustancias se mueven a favor de un gradiente sin consumo de ATP, lo hacen atravesando la bicapa de fosfolípidos (difusión) o con la ayuda de proteínas, como los **canales iónicos** y las **proteínas transportadoras** o *carriers* (difusión facilitada).

A diferencia del transporte pasivo, el transporte activo ocurre en contra de un gradiente y se utiliza ATP. Siempre participan proteínas transportadoras, denominadas **bombas**, como la bomba Na+-K+ ATPasa. Se clasifica en transporte primario y transporte activo secundario.

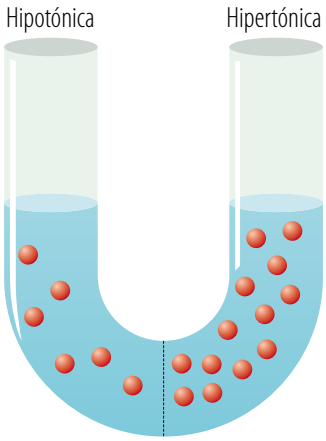
El transporte en masa moviliza, con gasto de ATP, volúmenes mayores de sustancias y en él ocurren cambios locales de la forma celular. Se puede clasificar en: endocitosis (proceso en el que se incorporan sustancias a la célula) y exocitosis (proceso por el que se expulsan sustancias de la célula).

Identifica, en la ilustración de la membrana, los fosfolípidos, proteínas y carbohidratos.



Lección 3

La **osmosis** es la difusión del agua a través de una membrana semipermeable, como la membrana plasmática. Por osmosis el agua se moverá desde una solución en la que esté en mayor concentración a otra en la que se encuentre menos concentrada, es decir, desde una solución **hipotónica** a otra **hipertónica**. Por lo tanto, variaciones en las concentraciones de soluto o de agua en el citoplasma o en el medio extracelular pueden provocar variaciones en el volumen celular debido a la osmosis.

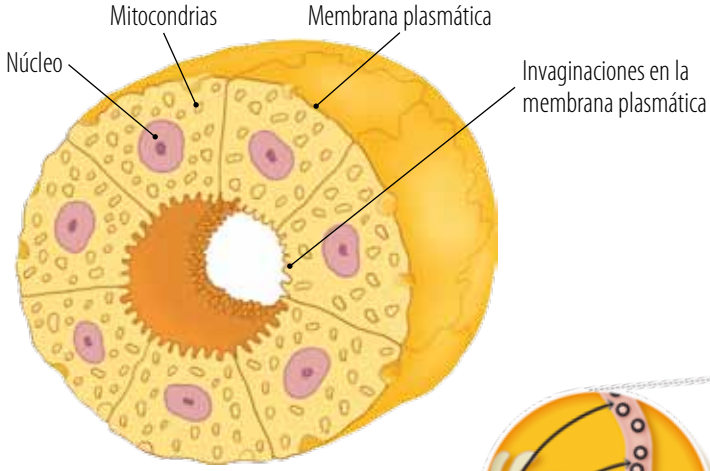


Analiza la ilustración adyacente y representa con una flecha el sentido en el que se moverá el agua.

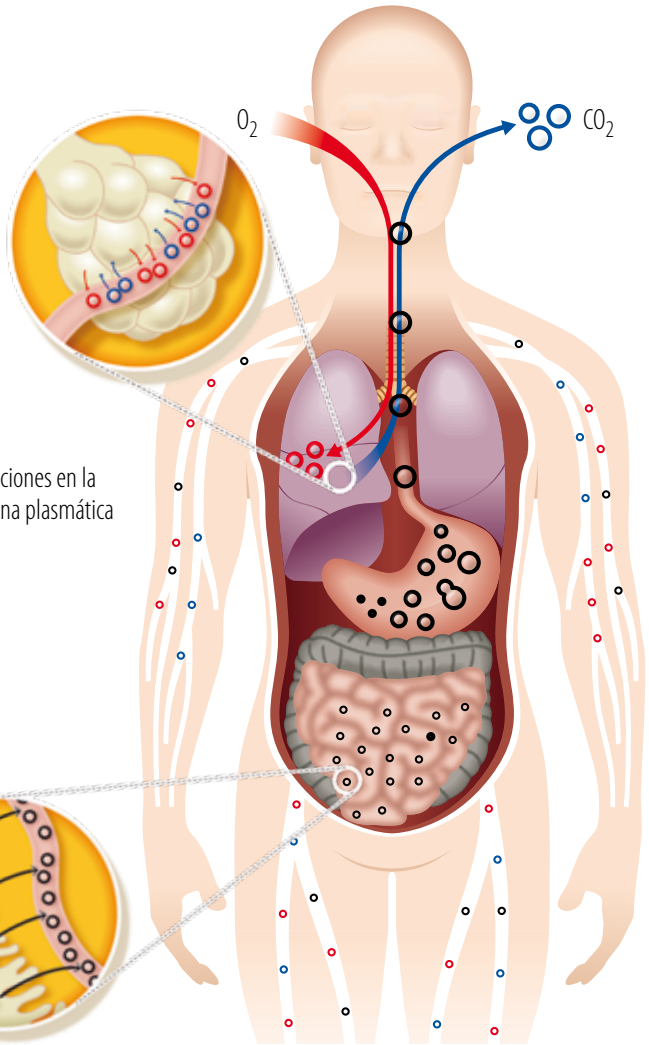
Lección 4

La actividad de las células especializadas o de los tejidos de los cuales estas forman parte implica, en muchas ocasiones, que estas cuenten con características que les faciliten la ejecución de sus funciones. Por ejemplo, aquellas que se relacionan con la absorción de sustancias, como es el caso de los **enterocitos**, cuentan con membranas con cualidades que optimizan el proceso de absorción de nutrientes; o bien estructuras con funciones específicas, como los **alveolos pulmonares**, cuentan con tejidos cuya estructura permite procesos definidos, tales como el intercambio de gases.

¿Qué función cumplen las células del túbulo contorneado proximal?, ¿qué características les ayudan a cumplirla?



▲ Célula epitelial renal.



EVALUACIÓN FINAL

Lee las instrucciones y desarrolla las actividades planteadas. Puedes revisar tu texto para recordar y contestar correctamente cada ítem. Al finalizar, completa la sección *Me evalúo*.

Reconocer y comprender

1. Responde las siguientes preguntas.

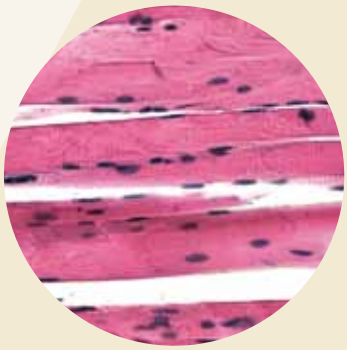
A. La información hereditaria contenida en el núcleo de las células eucariontes de un mismo organismo, ¿es igual en todos los tipos celulares?, ¿cómo explicarías que las células tengan diferentes formas y propiedades?

B. ¿Son iguales todas las células que forman los distintos tejidos y órganos de un individuo? Fundamenta tu respuesta.

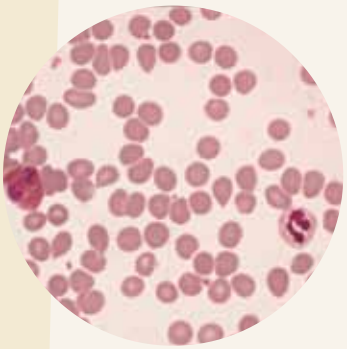
C. ¿Qué organelo debería estar más desarrollado en una célula secretora? ¿Por qué?

2. Observa las imágenes y luego responde en tu cuaderno.

Neuronas



Miocitos

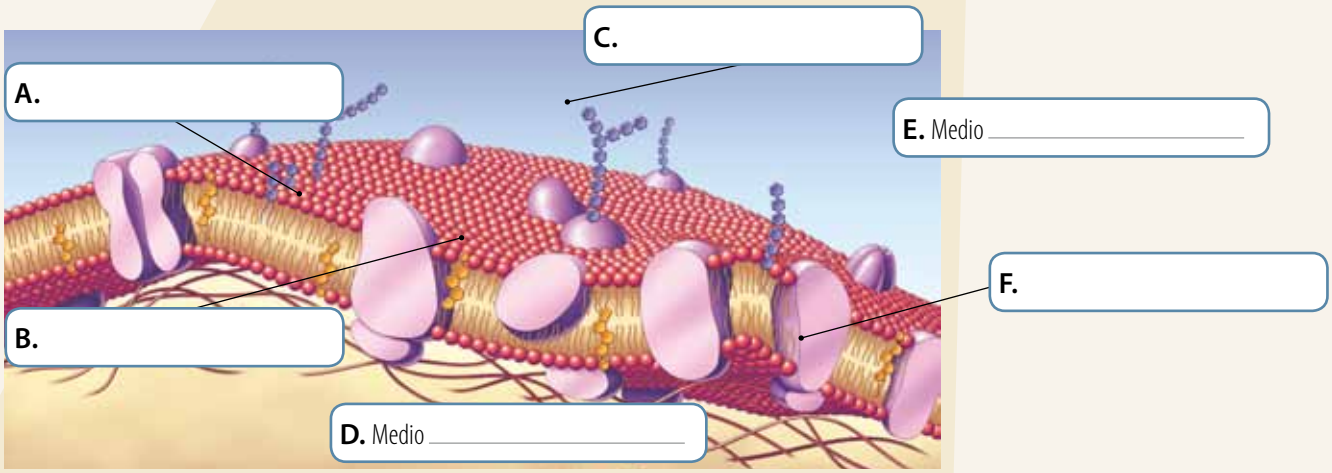


Glóbulos rojos

A. Cuando estas células se asocian con otras que tienen las mismas características morfológicas y funcionales, ¿qué tejidos forman?

B. ¿Cuál es la función general de cada uno de estos tejidos?

3. Indica el nombre de las estructuras señaladas en la ilustración y explica en tu cuaderno la función que cumplen en la membrana.

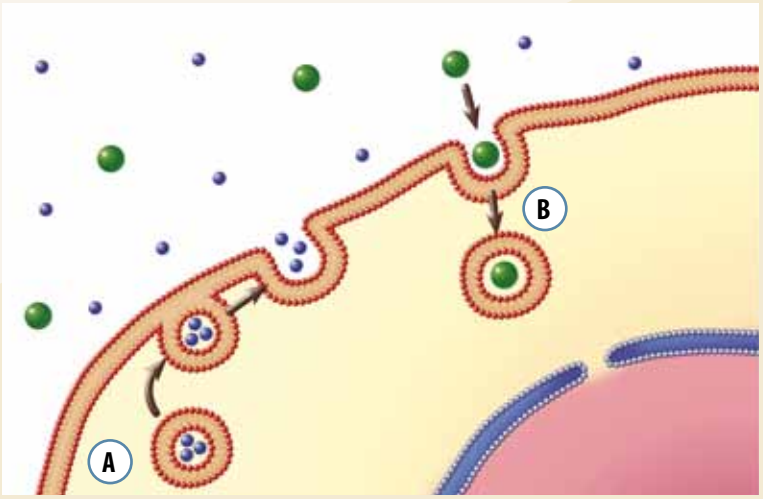


A. ¿Son los componentes de la membrana plasmática idénticos en todos los organismos? **Ejemplifica**.

4. Dibuja en tu cuaderno dos moléculas que difundan directamente a través de la membrana plasmática y una que requiera una proteína transportadora.

5. Define el transporte pasivo y el activo. Da un ejemplo para cada uno de ellos.

6. Responde en relación con la ilustración.



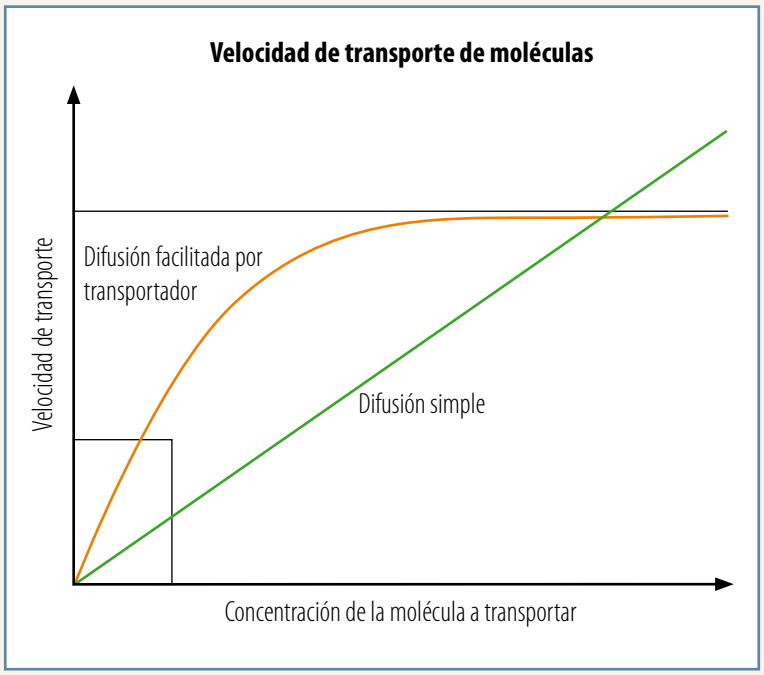
A. Identifica qué tipos de transporte representan A y B.

B. Relaciona el tipo de transporte con el tamaño de las moléculas.

C. Explica lo que sucede con las vesículas y la membrana plasmática.

Analizar

7. A partir del gráfico, responde las preguntas que se plantean a continuación.



Fuente : Guyton, A., Hall, J. (2006). *Tratado de Fisiología Médica*. (11ª ed.). Madrid: Elsevier.

A. Explica qué representa el gráfico.

B. Para cada mecanismo, ¿qué ocurre con la velocidad de transporte a medida que aumenta la concentración de moléculas a transportar? **Fundamenta**.

C. ¿Cómo esperarías que se comportara un canal iónico? **Fundamenta** tu respuesta.

EVALUACIÓN FINAL

8. En relación con el fenómeno de osmosis, explica qué ocurrirá en las situaciones presentadas. En tu cuaderno, indica mediante un esquema el tipo de solución al que están expuestas las células y el sentido en que se moverá el agua.

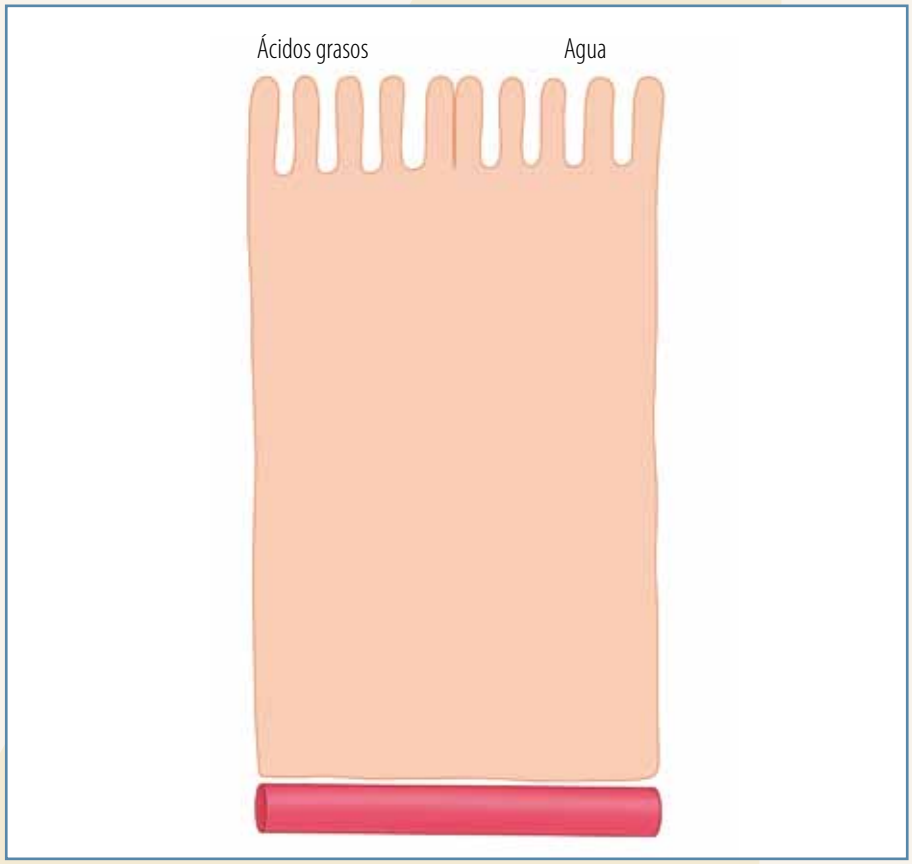
A. Cebolla picada en cuadritos en un recipiente con agua y azúcar.

B. Una pasa en un recipiente con agua destilada.

C. Un eritrocito en el torrente sanguíneo.

9. Explica las actividades desarrolladas con la lechuga y las zanahorias. Debes mencionar qué sucedió con los movimientos de agua en cada una de las experiencias. Esquematiza en tu cuaderno.

10. Completa el siguiente esquema de la absorción intestinal. ¿Qué mecanismos de transporte utilizan las moléculas?



Aplicar

11. Lee la información y responde las preguntas.

A. ¿Cuál es la importancia de vigilar periódicamente el funcionamiento de las estufas, las cocinas, los calefones y los calefactores que funcionan con gas? ¿Te parece que habría que tomar la precaución de dejar una mínima ventilación? Justifica, y para ello utiliza los conceptos: alvéolos, CO_2, O_2, CO, capilares, difusión simple, eritrocitos y transporte.

B. Durante el primer periodo del embarazo, se produce la diferenciación celular. Existen algunas sustancias químicas dañinas para este proceso si son consumidas por la madre. ¿Qué crees que podría ocurrir si estas sustancias son consumidas durante el embarazo?, ¿qué sucederá con los tejidos?

ME EVALÚO

Con ayuda de tu profesor, completa la siguiente tabla.

Objetivo de aprendizaje	Pregunta	Puntaje	Te proponemos que…
Explicar la relación entre la función de ciertos tejidos con las características de las células que los constituyen.	1 2	_____ /6 _____ /4	Si tienes entre 0 y 6 puntos, realiza la **Actividad 1**. Si obtuviste 7 u 8, realiza la **Actividad 2**. Si tu rango fue entre 9 y 10, realiza la **Actividad 2.1** de la página siguiente.
Explicar los mecanismos de intercambio de sustancias entre la célula y su ambiente.	3 4 5 6 7	_____ /11 _____ /3 _____ /4 _____ /6 _____ /6	Si tienes entre 0 y 18 puntos, realiza la **Actividad 3**. Si obtuviste entre 19 y 26, realiza la **Actividad 4**. Si tu rango fue entre 27 y 30, realiza la **Actividad 2.2** de la página siguiente.
Describir los fenómenos que ocurren en las células animales y vegetales, producto de los movimientos de agua.	8 9	_____ /8 _____ /10	Si tienes entre 0 y 11 puntos, realiza la **Actividad 5**. Si obtuviste entre 12 y 15, realiza la **Actividad 6**. Si tu rango fue entre 16 y 18, realiza la **Actividad 2.3** de la página 127.
Explicar lo que ocurre en diferentes tejidos del cuerpo, producto del intercambio de sustancia entre las células y el medio.	10 11	_____ /6 _____ /6	Si tienes entre 0 y 7 puntos, realiza la **Actividad 7**. Si obtuviste entre 8 y 10, realiza la **Actividad 8**. Si tu rango fue entre 11 y 12, realiza la **Actividad 2.4** de la página 127.

Actividades complementarias

Luego de realizar estas actividades, corrígelas con tu profesor.

Actividad 1. Dibuja un esquema de la organización de los seres vivos con tu propio organismo. Puedes utilizar recortes y dibujar las estructuras que escojas. Especifica el tipo de célula que vas a emplear en tu esquema.

Actividad 2. Esquematiza dos tipos celulares. Destaca los organelos que tienen más desarrollados y la forma que les permite cumplir su función específica.

Actividad 3. ¿Cuál es la gran diferencia entre el transporte pasivo y el activo?, ¿es relevante el tamaño de las moléculas que se transportan en esta diferencia? Describe la difusión simple y la facilitada y un transporte de macromoléculas.

Actividad 4. ¿Cuál es la diferencia entre la osmosis y el transporte activo?, ¿es relevante el tamaño de las moléculas que se transportan en esta diferencia? Describe dos tipos de transporte activo y un transporte de macromoléculas.

Actividad 5. Comenta dos ejemplos en los que observes el proceso de osmosis: uno en una célula animal y otro en una célula vegetal.

Actividad 6. Comenta tres ejemplos donde observes el proceso de osmosis define el proceso e identifica en qué tipos de soluciones ocurre cada uno.

Actividad 7. ¿Qué tipos de transportes celulares participan en el intercambio gaseoso que se produce en los alvéolos?

Actividad 8. Explica la función de las acuaporinas en las células del epitelio renal. ¿Qué sucedería si sobreestimularan?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Actividad 2.1

Lee el siguiente texto y luego responde las preguntas.

Las células de la médula ósea son las encargadas de la producción de células sanguíneas, entre ellas los leucocitos o glóbulos blancos. Estos constituyen nuestra barrera contra sustancias u organismos que pueda dañar nuestro cuerpo.

La leucemia es un tipo de cáncer que afecta directamente a la médula ósea. Esta enfermedad provoca la producción descontrolada de leucocitos. Cuando está en su fase inicial, puede ser tratada con quimioterapia, que puede tener efectos secundarios difíciles de manejar.

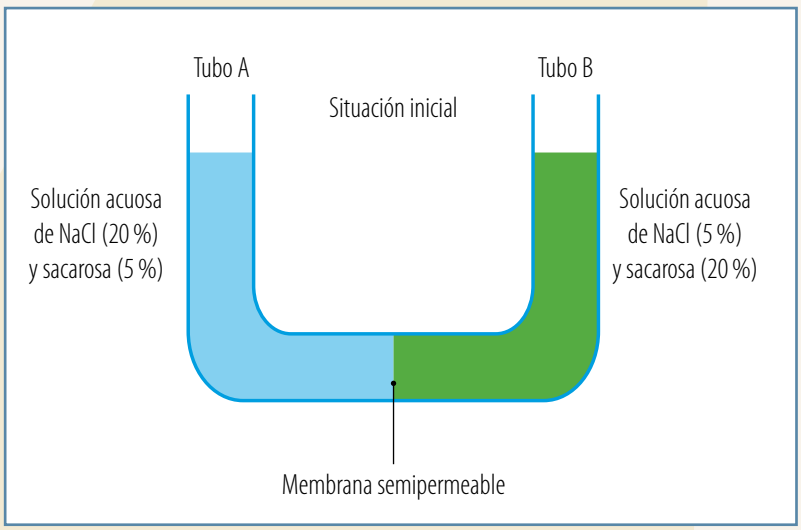
A. ¿Qué tipos de células deben existir en la médula ósea para que puedan dar origen a diferentes tipos celulares?

B. ¿Cómo podrías explicar que la médula ósea se considere un tejido?

C. Para tratar la leucemia se debe frenar la producción de leucocitos y/o reemplazar el tejido medular por uno nuevo no "programado" para esta alteración. Averigua qué tipo de células debe tener el tejido nuevo y qué significa que este no tenga la característica de "programado".

Actividad 2.2

Observa la figura de los tubos A y B que se encuentran separados por una membrana semipermeable. Considerando que la membrana entre ellos es permeable al agua y al cloruro de sodio, pero impermeable a la sacarosa, responde las preguntas asociadas.



A. ¿Qué tipo de transporte se llevará a cabo en la membrana semipermeable?

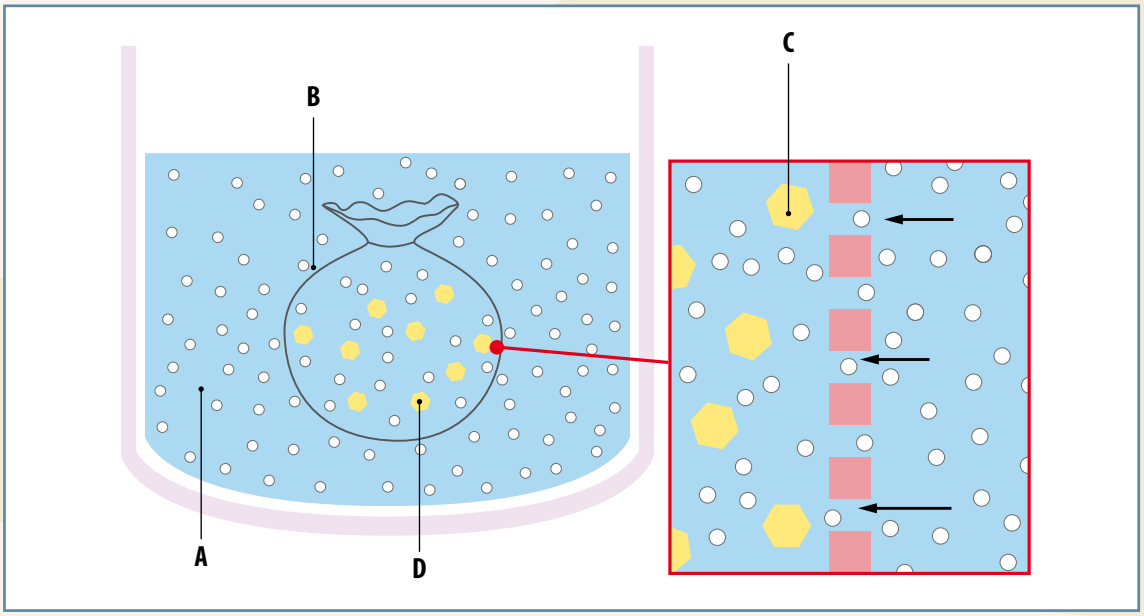
B. ¿Qué sucede con la concentración de sacarosa?

C. ¿Qué esperas que ocurra con la concentración del NaCl en los tubos A y B?

D. ¿Qué ocurrirá con el nivel de las soluciones en los tubos A y B?

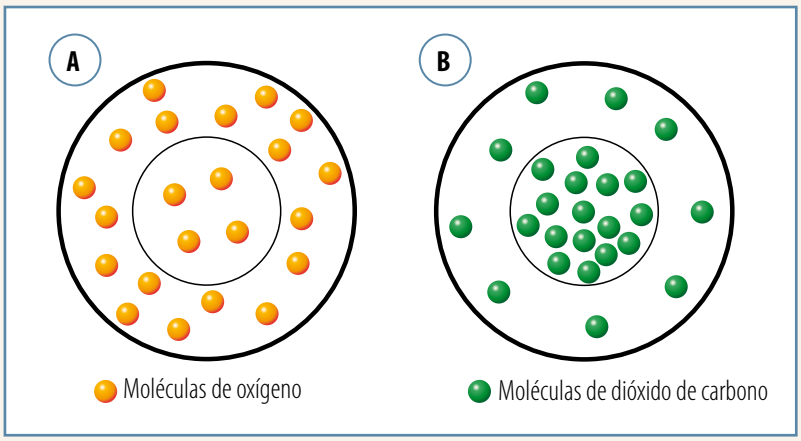
Actividad 2.3

Analiza el diagrama y explica, utilizando las letras, cuál de ellas representa el soluto, el agua y la membrana semipermeable. Además, indica si las soluciones, en cada lado de la membrana son hipertónica, hipotónica o isotónica.



Actividad 2.4

Observa los siguientes esquemas y luego responde las preguntas asociadas.



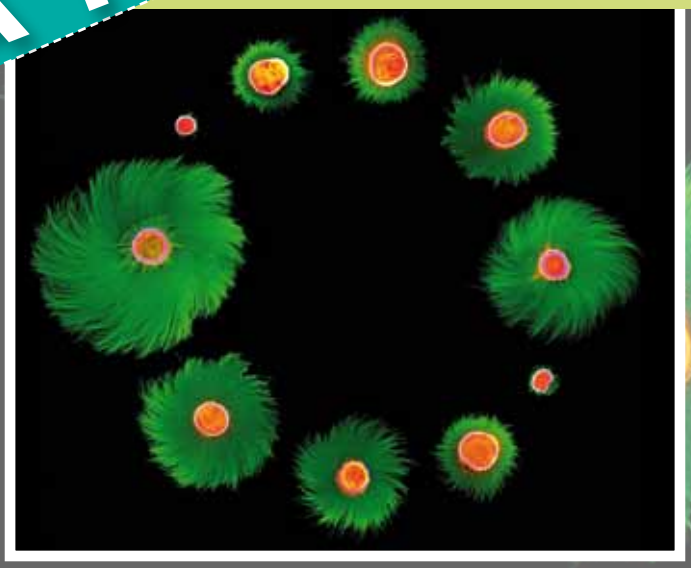
A. Dibuja el sentido del movimiento de las moléculas de oxígeno y de dióxido de carbono.

B. Escribe qué espacio representa el torrente sanguíneo y cuál de ellos al espacio alveolar.

C. ¿Mediante qué proceso pasa cada molécula de un espacio al otro, tanto en el esquema A como en el B?

D. ¿Qué fenómeno se explica con estos esquemas?

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



Regeneración de neuronas en cultivo (axones se muestran en verde y los núcleos neuronales en rojo). En ausencia de tratamiento, los axones se extienden radialmente por 4 días (si fuera un reloj, de 11 a 15 h). En cambio, cuando los cultivos son tratados con exosomas de células de Schwann (de 16 a 21 h.), la regeneración de los axones es notoriamente mayor. Foto: María Alejandra López Verrilli.

Exosomas: una forma nueva de comunicación entre células

Las células se comunican entre sí de distintas formas, y una de ellas es la comunicación mediante vesículas llamadas exosomas, las que se descubrieron en la década de 1980, pero que ahora toman una nueva relevancia.

En el sistema nervioso periférico, las neuronas transmiten los impulsos nerviosos extendiendo prolongaciones a modo de cable llamadas axones. A su vez, los axones están recubiertos por una membrana aislante llamada mielina, que está formada por otras células especializadas llamadas células de Schwann. Sin embargo, las células de Schwann cumplen otras funciones muy importantes no asociadas a la mielinización, como por ejemplo permitir que los axones vuelvan a crecer, o se regeneren cuando son lesionados.

La doctora M. Alejandra Lopez Verrilli realizó su investigación post-doctoral sobre exosomas en el laboratorio del Dr. Court en la Universidad Católica de Chile. Allí investigó la liberación de los exosomas por las células de Schwann, enfocándose en el efecto de estas vesículas sobre la regeneración axonal luego de un año.

Durante la investigación se encontraron resultados impresionantes. Se descubrió que las células de Schwann efectivamente liberan exosomas y que estas vesículas son incorporadas por el axón.

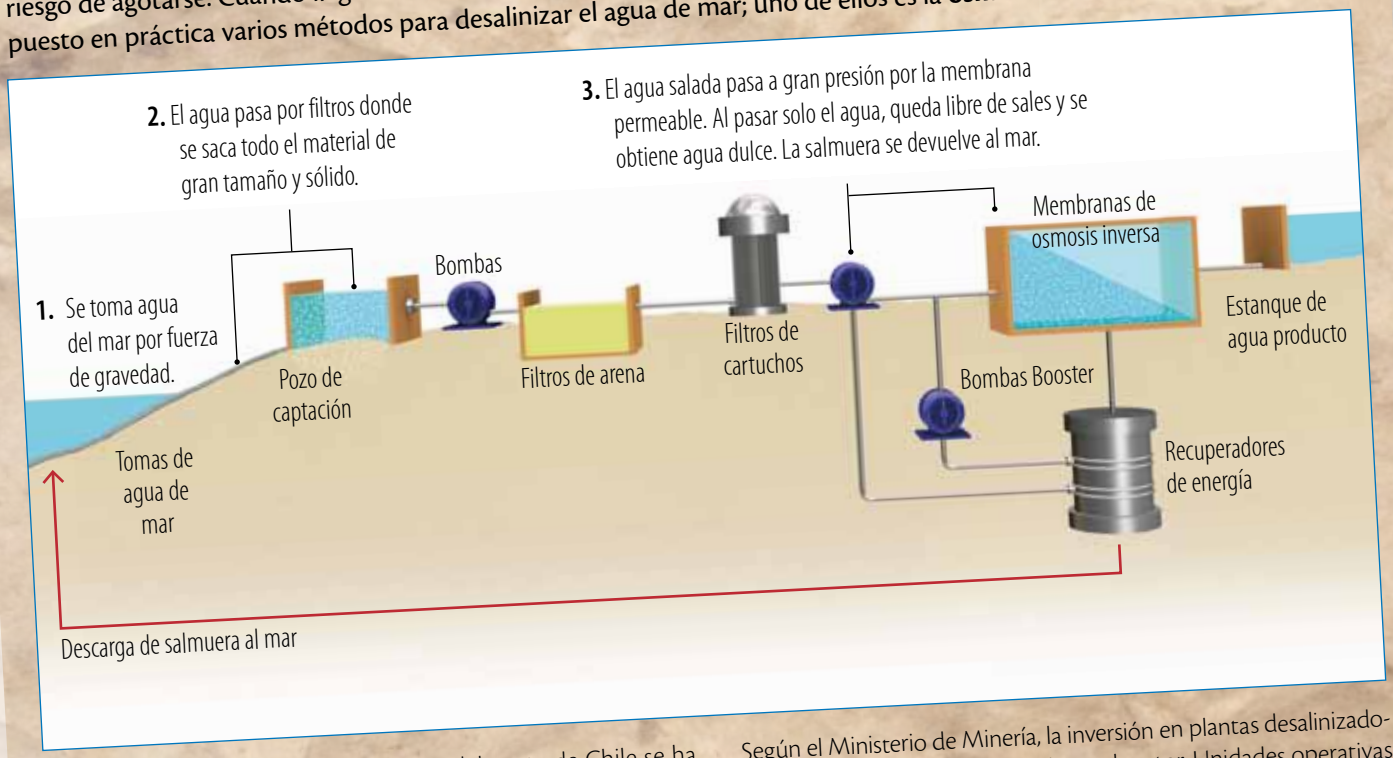
También descubrió que cuando los axones son dañados, la adición de exosomas de células de Schwann promueve la regeneración. Esto significa que las vesículas liberadas por la célula de Schwann contenien moléculas que necesitará el axón para volver a crecer. Por último, en experimentos in vivo, dañando el nervio ciático de ratas, descubrieron que los animales tratados con exosomas de células de Schwann se recuperaban de la lesión más rápidamente que los animales no tratados.

Este estudio permitirá progresar en el desarrollo de nuevas terapias regenerativas para el tratamiento de lesiones traumáticas o enfermedades neurodegenerativas . Esto es muy importante, porque en el sistema nervioso central no hay regeneración axonal por lo tanto, hallar una vía regenerativa ayudará a encontrar tratamientos para enfermedades como el alzheimer, esclerosis lateral amiotrófica, entre otras.

María Alejandra López Verrilli.

Mineras multiplican proyectos de desalinización para enfrentar la escasez hídrica en el norte

En la actualidad existe un grave problema: dentro de cientos de años, el agua potable, que es un recurso natural, corre el riesgo de agotarse. Cuando llegue ese día, ¿de dónde obtendrá agua potable el hombre para beber? Actualmente se han puesto en práctica varios métodos para desalinizar el agua de mar; uno de ellos es la **osmosis inversa**. ¿La recuerdas?



La escasez de agua en algunas regiones del norte de Chile se ha transformado en un tema estratégico para industrias como la minería. La búsqueda de opciones para enfrentar la estrechez hídrica ha llevado a las empresas a privilegiar, sobre todo, una de ellas: la construcción de plantas desalinizadoras.

Lo que comenzó en 2003 con la puesta en marcha del primer proyecto a gran escala para transformar el agua de mar en agua dulce, en el sector La Chimba, al norte de Antofagasta, a estas alturas ya es una tendencia. Actualmente, son 14 los proyectos sobre la mesa, 11 de ellos ligados al sector minero, con procesos de conversión de agua para usos industriales.

Según el Ministerio de Minería, la inversión en plantas desalinizadoras suma US$ 3 900 millones solo en el sector. Unidades operativas y en proyecto (14 en total, con sanitarias y eléctricas) suman una capacidad total futura que equivale a la demanda de agua de toda la Región de Valparaíso.

Fuente: http://diario.latercera.com/2012/02/12/01/contenido/negocios/27-100290-9-mineras-multiplican-proyectos-de-desalinizacion-para-enfrentar-la-escasez.shtml (Adaptación).

RELEXIONA Y OPINA

1. ¿Cuál es la importancia de conocer el proceso de osmosis en las investigaciones sobre los tratamientos de agua en la actualidad?
2. ¿De qué forma relacionarías el estudio del transporte celular con los nuevos avances en salud?

UNIDAD 3

Fotosíntesis

Me preparo para la unidad

La fotosíntesis es un proceso mediante el cual las plantas, algas y cianobacterias utilizan la luz solar como fuente de energía para sintetizar nutrientes. Además, son muchos los ecosistemas, terrestres y acuáticos, que dependen directamente o indirectamente de esta forma de incorporación de energía. ¿Qué tienen en común los organismos que realizan este proceso?, ¿qué estructura celular permite captar la energía lumínica y transformarla en nutrientes?

Para responder esta y otras preguntas investiga en tu casa y escribe en tu cuaderno los conceptos que encuentres asociados a tema de la fotosíntesis. Anota al menos 10. Luego, en clases, compártelos con tus compañeros y escriban en la pizarra los que más se repiten.

Objetivos de la unidad

Lección 1: La fotosíntesis

- Describir y explicar las principales estructuras que participan en el proceso de fotosíntesis.

Lección 2: Fases de la fotosíntesis

- Reconocer el mecanismo mediante el cual las plantas realizan la fotosíntesis y explicar que la fotosíntesis se lleva a cabo en dos etapas: una dependiente y otra independiente de luz.

Lección 3: Factores que afectan a la fotosíntesis

- Analizar gráficos de los principales factores ambientales que pueden afectar la actividad fotosintética de una planta.

Lección 4: Productividad de los ecosistemas

- Explicar la importancia de la producción primaria para la mantención de los ecosistemas y reconocer los principales factores que hacen variar la productividad primaria en distintos ecosistemas.

Para comenzar

1. ¿Por qué crees que los árboles tienen hojas de distintos colores?
2. ¿Cómo podrías relacionar esto con los cloroplastos de las células vegetales?
3. ¿Crees que a pesar de tener hojas de distintos colores pueden realizar fotosíntesis?

LECCIÓN 1:
La fotosíntesis

Debes recordar: *energía lumínica, organismos autótrofos, sustancias inorgánicas.*

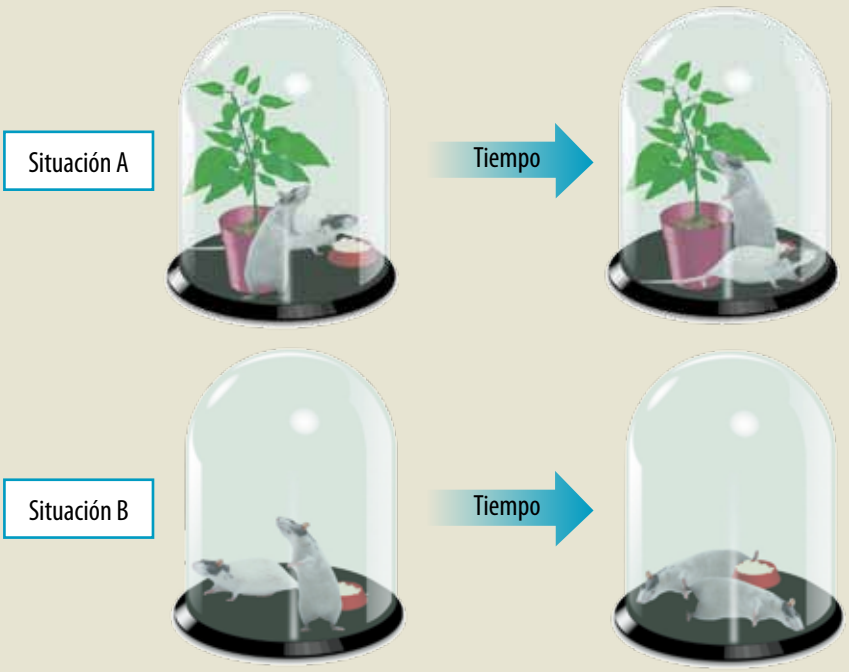
Trabaja con lo que sabes

Analiza y describe las situaciones experimentales representadas a continuación. Considera que la campana es hermética, que se usaron ratones de la misma especie, que presentaban prácticamente las mismas condiciones biológicas (sexo, edad, masa, estado de salud, etcétera), y las mismas cantidades de agua y alimento.

Propósito de la lección

En esta lección aprenderás a explicar en qué consiste el proceso de fotosíntesis como mecanismo de incorporación de materia y energía al ecosistema.

¿Qué importancia tiene la fotosíntesis para los seres vivos?



a. **Plantea** dos posibles hipótesis para el problema enunciado en el título.

b. **Identifica** las variables que permanecieron constantes en el experimento.

c. ¿Cuál fue la variable independiente?, ¿por qué?

d. ¿Qué les ocurrió a los ratones de la situación **B**? **Explica** este hecho.

e. ¿Por qué los ratones de la situación **A** sobrevivieron?

f. ¿Qué importancia tiene la fotosíntesis para las plantas?, ¿y para los animales?

g. A partir de los resultados de la actividad experimental, ¿corroboraste la hipótesis planteada en la pregunta **a**? **Explica**.

Aspectos generales de la fotosíntesis

La **fotosíntesis** (del griego *photos*, luz y *syntithenai*, añadir o producir) es un proceso en el cual la mayoría de las plantas, algas y cianobacterias utilizan la luz del sol para sintetizar nutrientes. La fotosíntesis es la principal fuente de incorporación de energía al planeta, y son muchos los ecosistemas, terrestres y acuáticos, que dependen directa o indirectamente de esta forma de transformación de la energía solar.

Además, 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 que se produce 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, tales como proteínas, lípidos y otros glúcidos (entre ellos el almidón). Como verás en la unidad 4, estas biomoléculas derivadas de la fotosíntesis son la base de la nutrición de la mayoría de los seres vivos del planeta.

En plantas y en algas, la fotosíntesis se lleva a cabo en los cloroplastos, organelos que poseen clorofila, pigmento que capta la luz solar.

▲ Las cianobacterias son organismos unicelulares que no tienen cloroplastos, pero poseen membranas con pigmentos fotosintéticos.

Para saber

Gracias a la fotosíntesis, algunas algas pueden crecer cerca de medio metro al día, hasta alcanzar entre 30 y 80 metros de longitud.

▲ Algas.

▼ Plantas terrestres.

La fotosíntesis, un proceso vital

El proceso de fotosíntesis 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 que se produzcan estas reacciones se necesita energía lumínica, la cual es transformada en energía química por los organismos fotosintéticos.

Este proceso utiliza la luz del sol como fuente de energía, que luego de una serie de reacciones químicas, la energía lumínica se transforma y es almacenada como energía química en moléculas orgánicas, como la glucosa.

Estructuras que participan en la fotosíntesis

En los organismos vegetales, la fotosíntesis ocurre en las estructuras verdes, principalmente en las hojas, ya que están constituidas por células que presentan gran cantidad de cloroplastos en su citoplasma. Estos, a su vez, contienen en su interior pigmentos capaces de captar la energía lumínica proveniente del sol.

Para llevar a cabo la fotosíntesis, la planta necesita obtener dióxido de carbono y agua del ambiente.

El **dióxido de carbono** es un gas que los seres vivos eliminan mediante la respiración y que las plantas captan del medio e incorporan mediante sus estomas para realizar la fotosíntesis.

El **oxígeno** es un gas que la planta libera a la atmósfera como producto de la fotosíntesis y que la mayoría de los seres vivos necesita para vivir.

El **agua** es una sustancia inorgánica que las plantas necesitan para poder llevar a cabo la fotosíntesis.
Es obtenida desde el medio por las raíces.

La **glucosa** es un tipo de azúcar que las plantas elaboran en la fotosíntesis. Se almacena principalmente en raíces y frutos y es utilizada por otros seres vivos como la principal fuente de energía más importante.

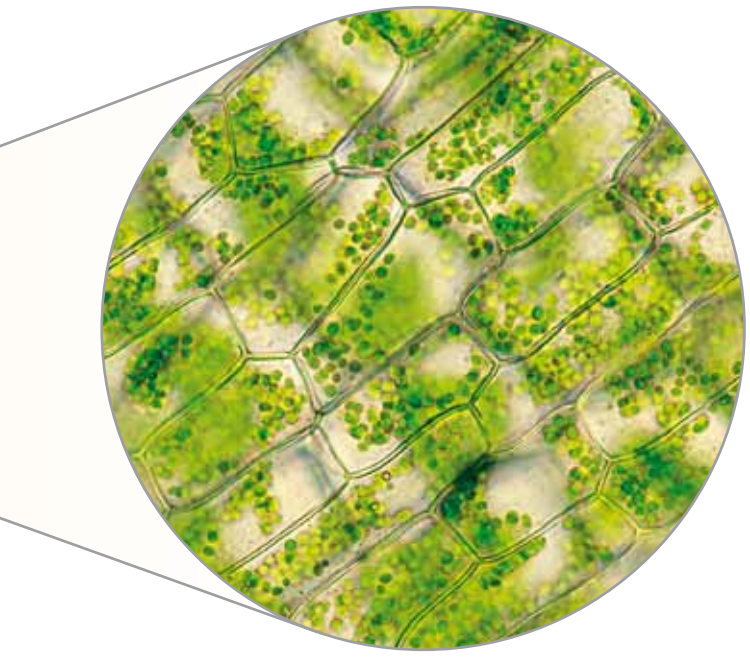
Transporte de sustancias al interior de una planta

El transporte de sustancias se lleva a cabo a través de los haces vasculares, los cuales se encuentran distribuidos entre las células del tejido vegetal. Estos haces vasculares son largos tubos que recorren las hojas, tallos y raíces de la planta y se encuentran separados en dos conjuntos: el **xilema**, encargado del transporte y suministro de agua y sales minerales, cuya mezcla se conoce como savia cruda y se mueve desde las raíces hacia las hojas de la planta, y el **floema**, por el que se transportan la glucosa y otras moléculas orgánicas que forman la savia elaborada, desde las hojas hasta el tallo y las raíces, donde se almacenan.

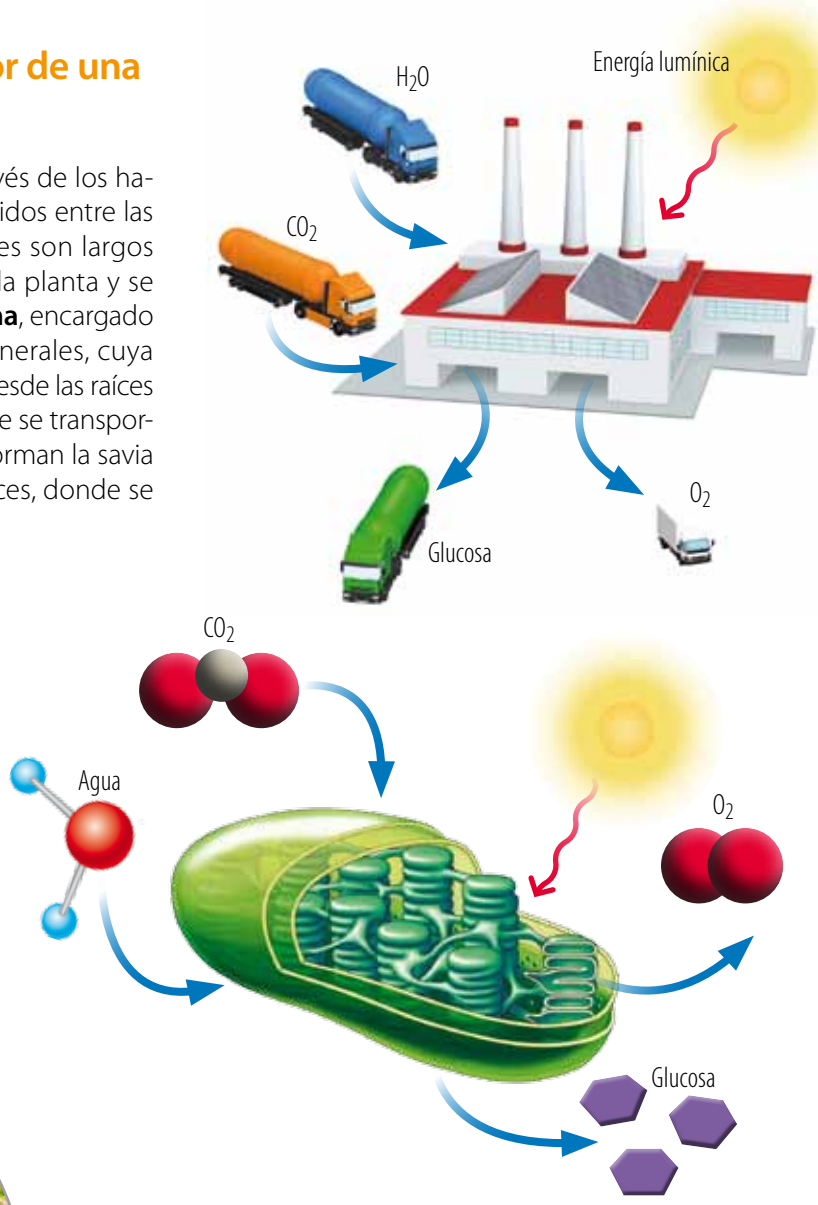
Importancia de la fotosíntesis

Prácticamente todo el oxígeno que hay en la atmósfera actual de la Tierra ha sido producido por la fotosíntesis.

Se ha estimado que cada dos mil años todo el oxígeno de la atmósfera terrestre se renueva por la actividad fotosintética llevada a cabo por las plantas, algas y cianobacterias.



▲ Células vegetales presentando cloroplastos.



▲ Observa estas ilustraciones que esquematizan una analogía. Los cloroplastos actúan como una pequeña fábrica productora de oxígeno y glucosa, cuyos insumos son el dióxido de carbono y el agua.

Para saber

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 también son tejidos fotosintéticamente activos, debido a que poseen cloroplastos con clorofila. Por ejemplo, los tallos y espigas de plantas como el trigo tienen una alta capacidad fotosintética antes de madurar.

Comprobación de una hipótesis

Antecedentes

El método científico es la manera en que los investigadores contestan preguntas y resuelven problemas. A menudo, los científicos siguen los mismos pasos cuando buscan respuestas; sin embargo, algunos pueden seguir todos los pasos o solo algunos. El objetivo de usar el método científico es obtener respuestas frente a un fenómeno natural.

Pregunta de investigación

El primer paso del método científico es plantear una pregunta de investigación, que debe provenir de la observación cuidadosa de un fenómeno determinado.

Aquí se da un ejemplo de una pregunta que podría llevar a una investigación:

¿Cómo afecta la disponibilidad de luz al crecimiento de una planta?

Formulación de una hipótesis

Después de hacer observaciones y recaudar datos sobre un fenómeno, todo científico debe proponer una **hipótesis**, es decir, dar una posible explicación para un evento natural. Probar una hipótesis implica dirigir un experimento o hacer observaciones adicionales. Para comprobarla, debes utilizar un razonamiento deductivo, que implica la siguiente lógica: "si…, entonces…". Esta hipótesis debe representar tu mejor suposición fundamentada, basada en lo que has observado y en lo que ya sabes. Una buena hipótesis debe ser verificable de lo contrario, la investigación no puede continuar.

Por ejemplo: "**Si** se ilumina una planta por un período de 4 horas diarias, **entonces** crecerá menos que si se ilumina 8 horas diarias".

Comprobación de una hipótesis

Después de haber formulado una hipótesis o haber hecho una predicción, debes comprobarla. Una forma de comprobar la hipótesis es mediante un experimento. Es importante que durante tu experimento todas las plantas reciban la misma cantidad de agua y se mantengan en condiciones similares de temperatura, de modo que los cambios observados se deban solo a la variable "disponibilidad de luz".

Si la hipótesis es correcta, entonces el crecimiento de las plantas es una variable dependiente, es decir, el crecimiento de las plantas depende de la disponibilidad de luz (variable independiente).

Interpretación de resultados

Como viste en la unidad 2, después de haber completado tus experimentos, hacer tus observaciones y recopilar los datos, debes analizar la información que has reunido. Puedes utilizar tablas y gráficos para organizar los resultados obtenidos.

Elaborar conclusiones

Después de analizar los datos que reuniste, puedes determinar si los resultados confirman tu hipótesis. Si los datos obtenidos no te permiten confirmarla, debes verificar el procedimiento para detectar errores. Incluso, es posible que tengas que descartar tu hipótesis y formular una nueva. Si no puedes sacar una conclusión a partir de tus resultados, quizás debas repetir la investigación o hacer más observaciones o experimentos.

Ahora tú

Realiza el siguiente experimento y luego responde las preguntas en tu cuaderno.

Transporte de sustancias en el interior de una planta.

1. Para esto debes poner un clavel, un lirio u otra flor blanca y de pétalos grandes en un vaso con agua coloreada con tinta azul. Puede utilizarse azul de metileno, pero sirve también tinta de estilográfica o de rotulador.
2. Es necesario dejar la flor en el vaso durante unas veinticuatro horas, y es interesante realizar varias pruebas simultáneamente, poniendo flores distintas y probando diferentes tintas (rotulador, tinta china, tinta de estilográfica, azul de metileno, etc.).
3. Cada flor debe ponerse en un vaso independiente. El corte del tallo debe ser limpio, realizado con tijeras y con cuidado, para no aplastar los vasos conductores. En el vaso conviene poner además media cucharada de azúcar.
   - **a.** ¿Cuál podría ser la pregunta de investigación para este experimento?
   - **b.** ¿Cuál podría ser la **hipótesis** antes de llevar a cabo este procedimiento experimental?
   - **c.** Elabora una tabla que te permita organizar los resultados.
   - **d.** A partir de los resultados obtenidos, verifica si los datos te permiten confirmar la hipótesis planteada en la pregunta 2. Si no es así, revisa el procedimiento llevado a cabo y, si es necesario, plantea una nueva hipótesis.
   - **e.** Compara tu hipótesis y tus resultados con los de otros integrantes de tu curso y discute con ellos las posibles diferencias que tengan.
   - **f.** Elabora un informe que te permita comunicar los resultados obtenidos en tu investigación. Revisa el Anexo 6 de la página 242 de tu texto.
4. A partir de los resultados y conclusiones de esta experiencia, plantea una nueva pregunta que conduzca a la elaboración de una nueva hipótesis y una nueva investigación.

Intercambios gaseosos a través de los estomas

Recursos TIC

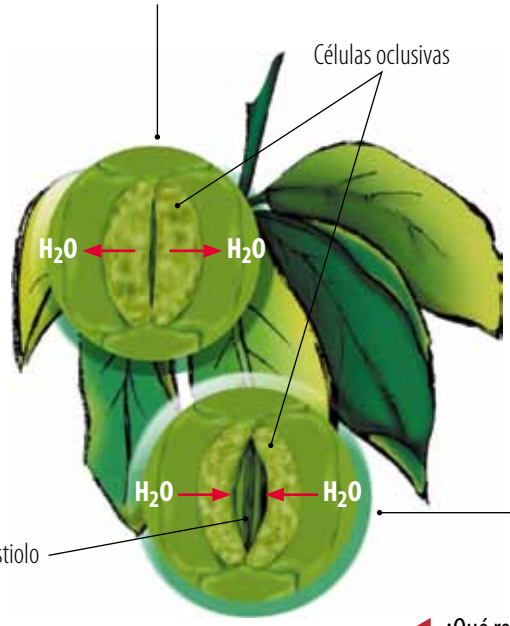
Ingresa a http://croptechnology.unl.edu/animation/transpiration_esp.swf y podrás observar cómo ocurre el movimiento de agua a través de las plantas.

¿Cómo ingresan el agua (H_2O) y el dióxido de carbono (CO_2) a la planta? Como aprendiste en la página 135, el agua ingresa por las raíces y luego es transportada hacia las hojas por conductos formados por un tejido llamado xilema. El dióxido de carbono, en cambio, al ser un gas presente en el aire, ingresa por las hojas, a través de unos poros llamados **estomas** (del griego *stoma*, que significa boca).

Los estomas se ubican en el envés de las hojas (lado inferior) y están formados por células llamadas **células oclusivas**, que permiten el intercambio de vapor de agua y otros gases entre la planta y su medio.

La apertura y el cierre de los estomas depende del grado de turgencia de las células oclusivas. Si estas células absorben agua y se hinchan, el ostiolo se abre. Por el contrario, si las células pierden agua, se vuelven flácidas y el ostiolo se cierra. La variación de la turgencia de las células oclusivas depende de factores ambientales, como la **intensidad de la luz** y el **contenido de agua de** la planta. Estos estímulos provocan diferencias en las concentraciones de solutos y de agua entre las células oclusivas y las células acompañantes que determinan la apertura o cierre del estoma.

Por ejemplo, durante un día caluroso los estomas permanecen cerrados, lo cual ayuda a minimizar la **transpiración** o pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas. Sin embargo, esto impide que las plantas capturen CO_2 y expulsen el O_2, lo que, como vimos, disminuye la eficiencia de la fotosíntesis. Esto ocasiona que, por ejemplo, algunos cultivos sean menos productivos cuando se dan estas condiciones ambientales. Las especies vegetales que habitan en ambientes con climas secos y cálidos cuentan con otras cualidades que les permiten optimizar el proceso fotosintético.

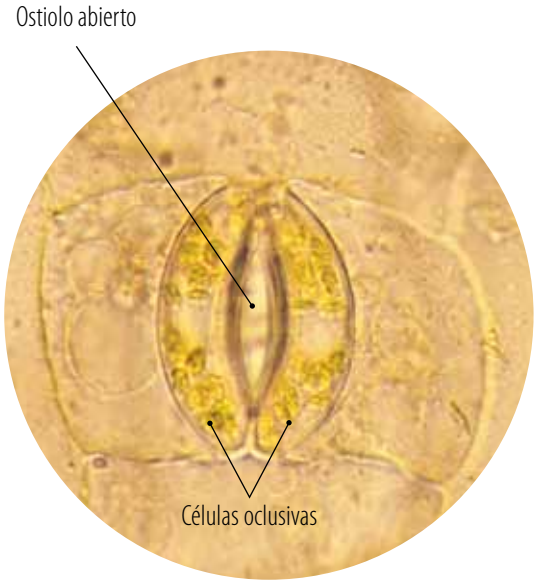


◀ ¿Qué relación existe entre el nombre en griego del estoma con su forma?

Actividad 1 Análisis

Analiza la imagen de esta página y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas. Luego, corrige tus respuestas con tu profesor.

1. Si el agua entra y sale de las células oclusivas por osmosis, ¿cómo debiera ser la concentración de sales al interior de estas? , ¿qué estructura celular impide que se rompan?
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, **infiere** lo que ocurrirá con los estomas.



▲ Estoma abierto.

▲ Estoma cerrado.

Mini Taller

Las plantas, como todos los seres vivos, necesitan intercambiar gases con el medio. La entrada y salida del vapor de agua, del oxígeno y del dióxido de carbono se realiza a través de los estomas, situados en el envés de las hojas. En esta actividad reconocerás las estructuras vegetales que hacen posible el intercambio de gases durante la fotosíntesis.

Procedimiento

Materiales

- esmalte de uñas transparente
- 2 plantas de cardenal o geranio en macetero
- microscopio
- portaobjetos
- pinzas

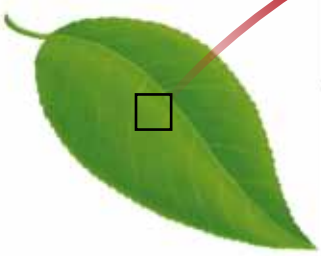
1. Coloca una de las plantas a la luz y la otra en un lugar oscuro por aproximadamente media hora.
2. Observa al microscopio, la epidermis de cardenal de una planta no tratada, teñida con azul de metileno, para así tener la visión normal de los estomas, antes de darles algún tratamiento.
3. Transcurrido el tiempo señalado, aplica el esmalte de uñas en el envés de una de las hojas de cada planta. Cuida de no exponer a la luz la planta que permaneció a oscuras mientras le colocas el esmalte de uñas.
4. Mantén las plantas en las condiciones iniciales durante unos 10 minutos hasta que el esmalte se seque. Luego retira el esmalte con mucho cuidado utilizando las pinzas.
5. **Observa** al microscopio la impresión que dejaron en el esmalte las células de la epidermis de la hoja y los estomas.
6. **Compara** los estomas de la planta que estuvo iluminada con los de la planta que estuvo en la oscuridad.
7. **Observa** diez estomas y elabora un dibujo que represente el grado de abertura en las dos plantas observadas.

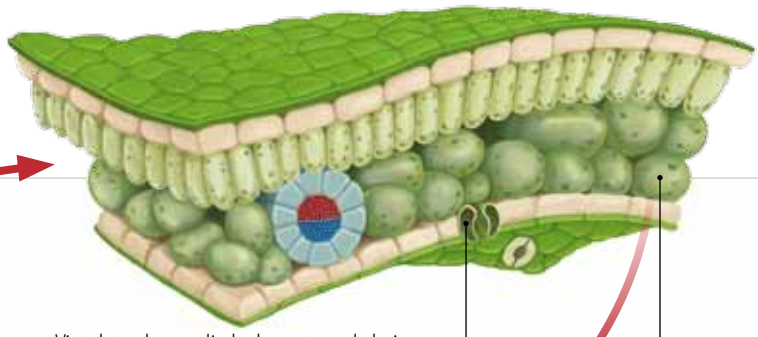
Pigmentos fotosintéticos

Para saber

En invierno no hay suficiente luz o agua como para realizar la fotosíntesis. Los árboles descansan y viven con el alimento que almacenaron durante el verano. La clorofila de las hojas desaparece y, poco a poco, a medida que su color verde se desvanece, empezamos a ver colores naranjas y amarillos. Estos colores ya existían durante el verano, pero no los podíamos ver porque quedaban cubiertos por el verde de la clorofila.

Apenas el 42 % de la radiación solar atraviesa la atmósfera de la Tierra y alcanza su superficie, donde los pigmentos fotosintéticos son los encargados de captar la energía lumínica. Los pigmentos fotosintéticos más conocidos son las **clorofilas** y **carotenoides**; sin embargo, también existen otros tipos de pigmentos importantes en la fotosíntesis. En las plantas, los pigmentos fotosintéticos se encuentran principalmente en las hojas y, en menor grado, en los tallos verdes. A continuación se representan los niveles de organización de las estructuras implicadas en la fotosíntesis, desde un nivel macroscópico (hoja) hasta un nivel microscópico (estructura del cloroplasto).

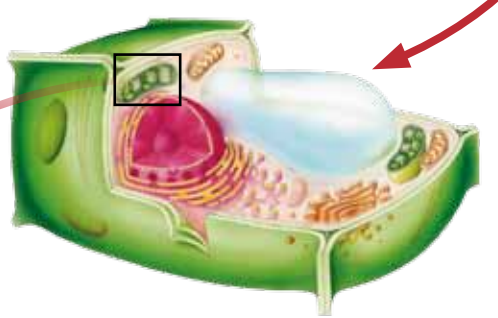




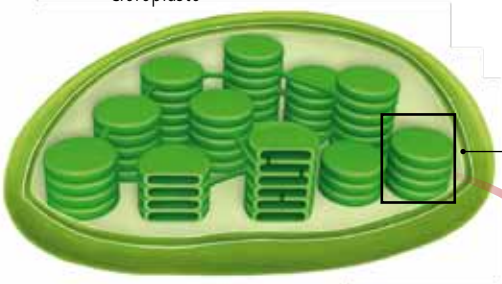
Vista lateral y ampliada de un trozo de hoja.

Estoma

Célula



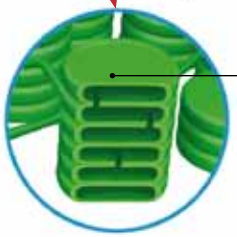
Cloroplasto



Grana

Microfotografía de un cloroplasto.

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



Tilacoide

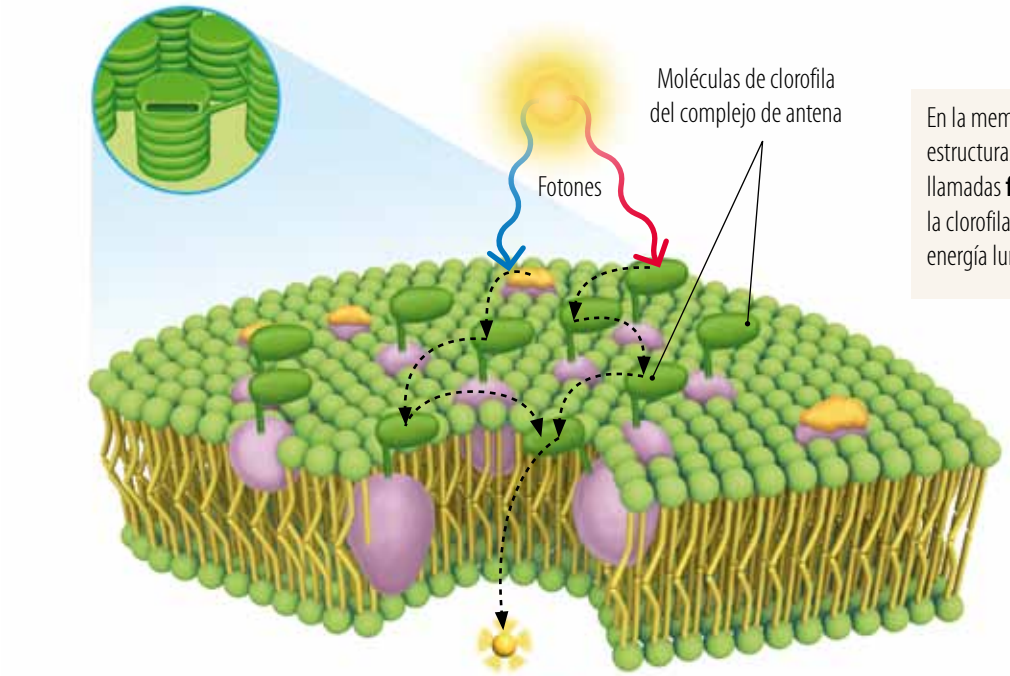
Los tilacoides se agrupan en estructuras llamadas granas.

Estructura de un fotosistema

Para comprender mejor las reacciones dependientes de luz, es necesario estudiar a grandes rasgos el funcionamiento de un fotosistema. Recuerda que el cloroplasto es un organelo que posee sistemas de membranas internas.

Las moléculas de los pigmentos fotosintéticos están unidas a la membrana tilacoidal, formando una estructura denominada **complejo antena**. Este actúa como una verdadera antena que capta la luz, para luego transformarla en energía química. En esta estructura se produce además la **fotólisis** del agua, reacción en la que se descompone la molécula de agua.

A continuación se representa la estructura general de un fotosistema.



En la membrana de los tilacoides hay estructuras celulares semejantes a antenas llamadas **fotosistemas**. Estos contienen la clorofila, pigmento que transforma la energía luminosa en energía química.

Actividad 2 Análisis

Analiza el siguiente experimento y responde en tu cuaderno las preguntas planteadas. Luego, corrige tus respuestas con tu profesor.

Experimento 1

H_2O CO_2

↓

↓

O_2

Se suministra a las plantas H_2O marcada con el isótopo de oxígeno ^{18}O (O) y CO_2 no marcado.

Experimento 2

H_2O CO_2

↓

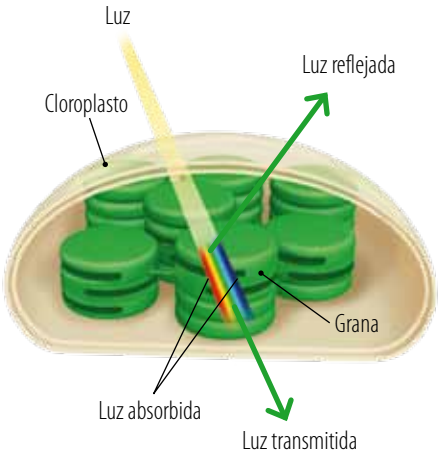
↓

O_2

Se suministra a las plantas CO_2 marcado con el isótopo de oxígeno ^{18}O (O) y H_2O no marcada.

1. ¿Cuál puede haber sido la pregunta planteada y la hipótesis propuesta para llevar a cabo este experimento?
2. Elabora una conclusión a partir de los resultados presentados.

¿Por qué las hojas son verdes?

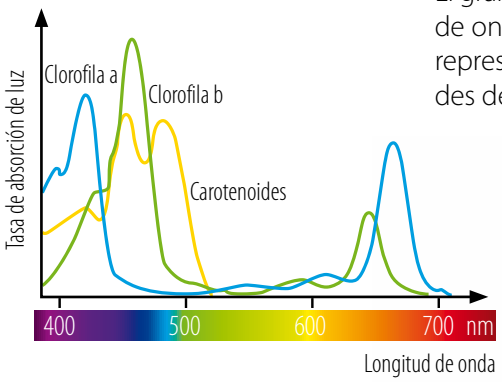


Como has aprendido en Física cuando la luz se encuentra con la materia puede ser **reflejada**, **transmitida** o **absorbida**. Los distintos pigmentos absorben la luz de diferentes longitudes de onda. Si se ilumina un pigmento con luz blanca, el color que vemos es el color más reflejado o transmitido por el pigmento. De modo contrario, si un pigmento absorbe todas las longitudes de onda, se ve de color negro.

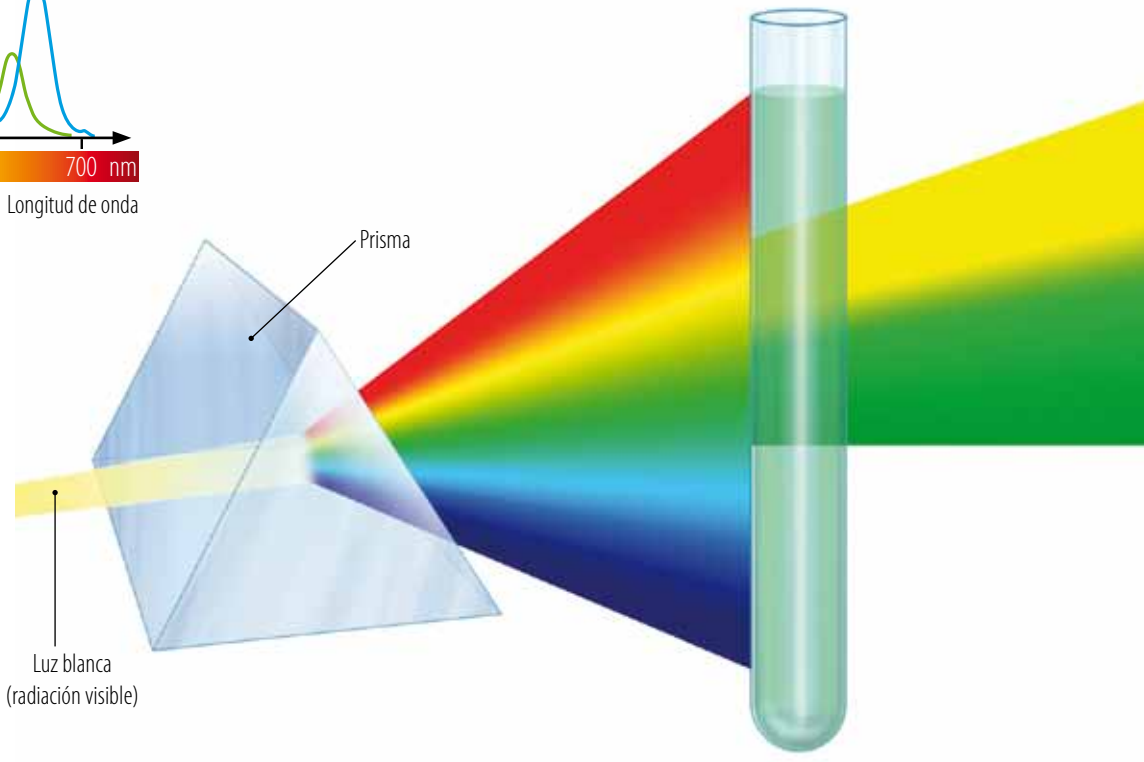
En el caso de las células vegetales, cuando observas una hoja, percibes el color verde debido a que la clorofila absorbe luz azul-violeta y luz roja, mientras que transmite y refleja luz verde.

La capacidad de un pigmento de absorber diversas longitudes de onda se denomina **absorbancia** y puede medirse con un instrumento llamado espectrofotómetro. Este instrumento mide las cantidades relativas de diferentes longitudes de onda absorbidas y transmitidas por una solución.

El gráfico que representa la absorción de la luz de un pigmento versus la longitud de onda se denomina espectro de absorción. Un espectro de absorción es una representación visual de qué tan bien un pigmento absorbe diferentes longitudes de onda de luz visible.



▲ Gráfico denominado curva o **espectro de absorción** de luz, que muestra las cantidades relativas de energía absorbida en cada longitud de onda. Los colores de luz más absorbidos son el azul y el rojo, y la luz menos absorbida, y por tanto reflejada, es la luz de color verde.



▲ Cuando los diferentes colores pasan a través de una muestra de pigmento, por ejemplo, clorofila, parte de la luz será absorbida y otra parte será reflejada o transmitida.

Mini Taller

Extracción y separación de pigmentos vegetales

Para observar los diferentes tipos de pigmentos de las células vegetales realiza la siguiente actividad práctica. Recuerda no consumir nada en el laboratorio.

1. Corta y machaca ligeramente hojas de espinaca en un mortero con una pequeña cantidad de alcohol de 96°.
2. Introduce las hojas machacadas en un vaso de precipitados de 250 mL y añade unos 50 mL de alcohol de 96°.
3. Coloca el vaso de precipitado dentro de otro de 500 mL con agua y caliéntalo a baño María, durante 15 minutos.
4. Toma 5 cm^3 de dicha solución y colócala en un tubo de ensayo ancho.
5. Introduce en el tubo una fina tira de papel filtro previamente preparada, sin que toque las paredes del tubo. Para ello, cuélgala de un clip de forma que quede introducida en la solución (ver imagen).
6. Deja pasar unos minutos y observa cómo la solución asciende por el papel y se separan los diferentes pigmentos.
7. Quita la tira de papel filtro y déjala secar. Obtendremos una serie de bandas coloreadas, dos bandas de clorofila, una de carotenos y otras de xantofila (todos distintos tipos de pigmentos presentes en las células vegetales).
8. Explica por qué asciende el alcohol, por qué ascienden los pigmentos y por qué lo hacen hasta diferente nivel.

Al finalizar la lección...

1. De acuerdo a lo que has aprendido en esta lección, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.
   - **a.** ¿En qué organelo de una célula vegetal ocurre la fotosíntesis?
   - **b.** ¿Cuáles son los productos de este proceso?
   - **c.** ¿Es correcto afirmar que todas las células de una planta pueden hacer fotosíntesis? **Explica**.
   - **d.** ¿Qué estructuras de la planta toman los reactantes necesarios para realizar la fotosíntesis?
   - **e.** ¿Qué tipo de transporte permite a las plantas captar las sustancias y nutrientes necesarios para realizar el proceso fotosintético?
   - **f.** ¿Qué diferencias existen entre el transporte a través del xilema y del floema?
2. Investiga las principales características de la fotosíntesis y la quimiosíntesis y realiza un cuadro comparativo considerando los siguientes aspectos:
   - fuente de energía;
   - materias inorgánicas utilizadas;

LECCIÓN 2:

Fases de la fotosíntesis

Debes recordar: *productos y reactantes de la fotosíntesis y cloroplastos.*

Trabaja con lo que sabes

Responde en tu cuaderno.

La respiración celular es un proceso similar a la fotosíntesis. Haz un paralelo entre ambos e intenta contestar las siguientes preguntas:

a. ¿Cuáles son las materias primas de estos dos procesos?

b. ¿Cuáles son sus productos?

c. ¿A qué organelo celular se asemeja el cloroplasto? , dibújalo en tu cuaderno.

d. ¿Crees que las plantas pueden realizar la fotosíntesis en la oscuridad?

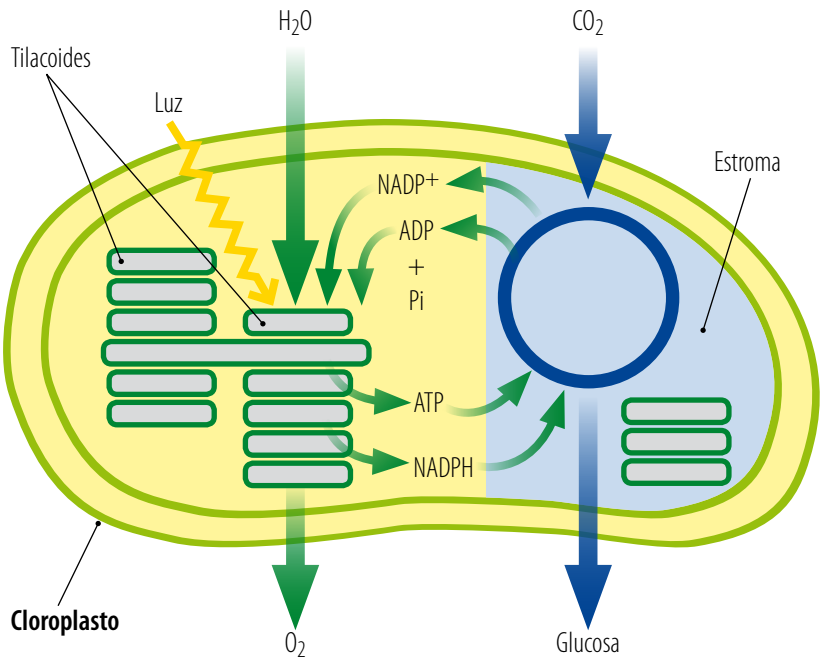
e. Averigua por qué se dice que no es bueno tener plantas en un dormitorio. ¿Cómo se relaciona esto con el proceso de fotosíntesis?

Propósito de la lección

En esta lección reconocerás el mecanismo mediante el cual las plantas realizan la fotosíntesis. Al finalizar, serás capaz de explicar que la fotosíntesis se lleva a cabo en dos etapas: una dependiente y otra independiente de luz.

La fotosíntesis ocurre en los cloroplastos

La fotosíntesis ocurre en la membrana de los **tilacoides**, donde los pigmentos de los fotosistemas atrapan la energía lumínica y la transforman en energía química. En esta etapa se libera O_2 producto del rompimiento de la molécula de agua. Por esto se dice que la liberación de oxígeno es dependiente de luz, es decir, requiere la presencia de luz para llevarse a cabo.



La fijación de CO_2, en cambio, ocurre en el **estroma** del cloroplasto y no depende de la energía lumínica; por esta razón, se lleva a cabo tanto de día como de noche.

Las enzimas del estroma utilizan la energía química del ATP y de otra molécula llamada NADPH, formados en la etapa dependiente de luz, para la fijación del dióxido de carbono. Luego, el carbono fijado formará parte de los compuestos orgánicos producidos en la fotosíntesis.

Visión general de la fotosíntesis

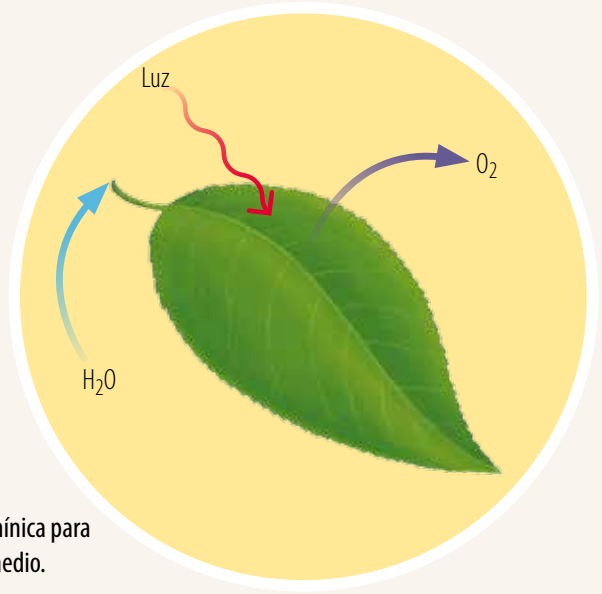
En la fotosíntesis suceden de una serie de reacciones químicas que se realizan en los cloroplastos de las hojas y tallos verdes: las reacciones **dependientes de luz** y las **independientes de luz**.

Fase dependiente de luz

Las reacciones de la fase dependiente de luz se inician cuando los fotones de energía lumínica (luz) estimulan la clorofila de la membrana tilacoidal del cloroplasto.

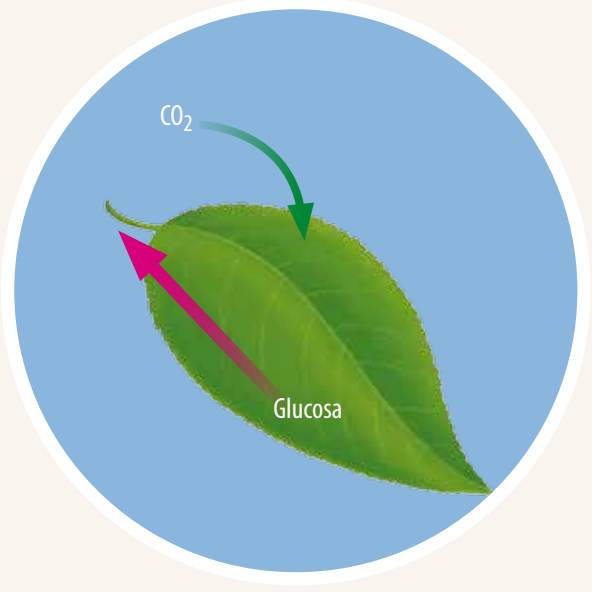
Simultáneamente, debido a la estimulación de la clorofila de los fotosistemas, ocurre la fotólisis del agua, proceso en el que las moléculas de agua son degradadas lo que produce oxígeno (O_2), protones (H^+), electrones (e^-) con alto nivel energético. Mientras que el oxígeno es expulsado al ambiente, tanto los protones como la energía de los electrones son aprovechados por los fotosistemas para sintetizar moléculas de ATP y NADPH.

La energía acumulada en las moléculas de ATP y de NADPH es necesaria para llevar a cabo la fijación de carbono en la fase independiente de luz.



En las reacciones dependientes de luz, la planta necesita energía lumínica para romper la molecula de agua, obtener protones y liberar oxígeno al medio.

Fase independiente de luz



Las reacciones independientes de luz se llevan a cabo en el estroma del cloroplasto y en ellas la energía lumínica no es necesaria. En esta etapa las moléculas de NADPH (transportadora de energía e hidrógeno) y ATP (transportadora de energía), generadas en la fase dependiente de la luz, se utilizan para sintetizar carbohidratos a partir de la captación del dióxido de carbono que ingresa a la planta por los estomas y del hidrógeno que viene del agua en la molécula de NADPH.

Con estos reactantes se forma una molécula de azúcar sencilla integrada por tres átomos de carbono. Este azúcar es la unidad a partir de la cual se construyen todas las otras moléculas orgánicas de la célula vegetal. Por ejemplo, dos moléculas de tres carbonos pueden unirse para dar lugar a azúcares de seis átomos de carbono, como la glucosa. Las moléculas de glucosa posteriormente serán almacenadas como almidón o formarán parte de la pared celular de la planta. Puedes revisar la estructura del almidón en la página 43 de la unidad 1.

En las reacciones independiente de luz, la planta no requiere energía lumínica para fijar el dióxido de carbono y producir glucosa.

Balance en la fotosíntesis

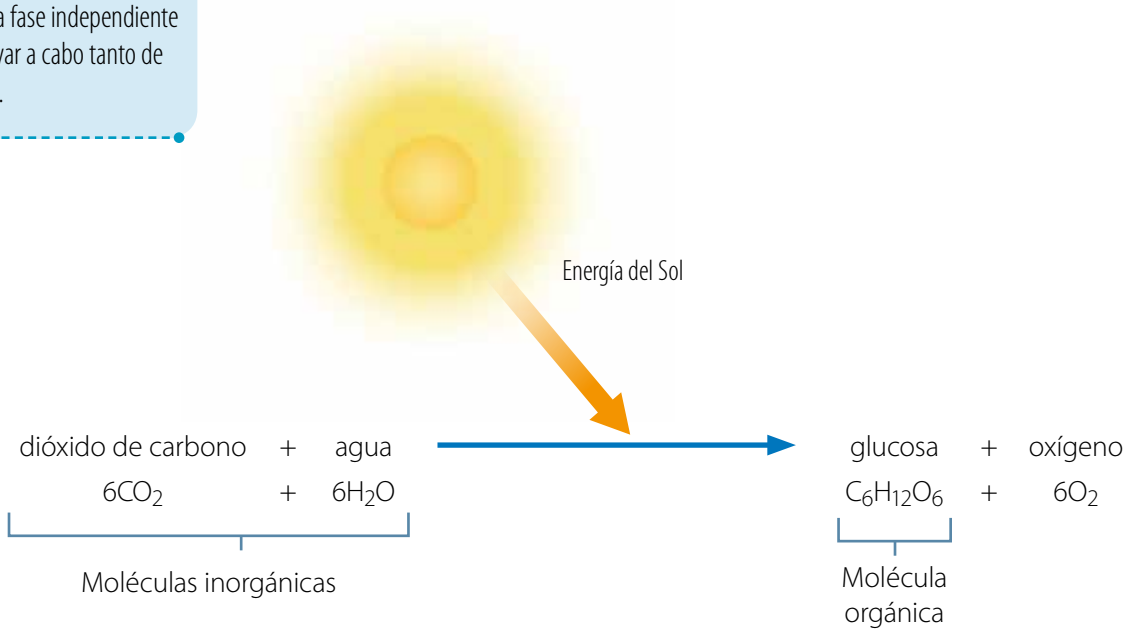
Para saber

Anteriormente, a las fases dependientes e independientes de luz se las conocía como fase clara y fase oscura, respectivamente.
Hoy en día se prefiere omitir estos términos para evitar confusiones, ya que, por ejemplo, la fase independiente de luz se puede llevar a cabo tanto de día como de noche.

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.

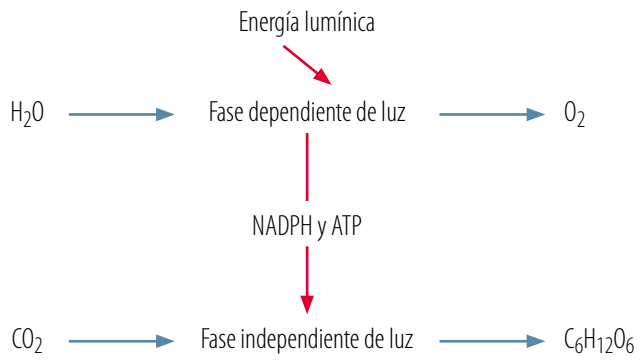
La ecuación química que resume el proceso de fotosíntesis es la siguiente:

Ecuación química global de la fotosíntesis



Actividad 3 Síntesis

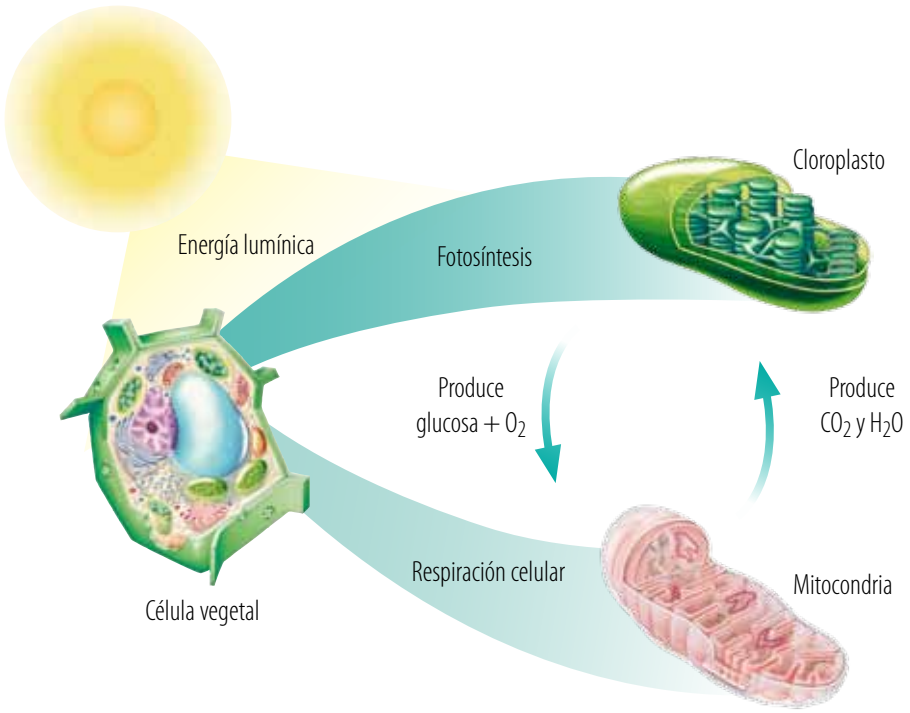
En parejas, analicen el esquema y respondan las preguntas planteadas.



1. **Identifica** 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?
4. ¿Es correcto afirmar que la fase independiente de luz se lleva a cabo solo en la oscuridad? **Fundamenta** tu respuesta.

Relación entre fotosíntesis y respiración celular

La fotosíntesis es un proceso que está íntimamente relacionado con la respiración celular. En el siguiente esquema se muestra cómo los productos de la fotosíntesis (O_2 y glucosa) son utilizados en la respiración celular para obtener energía.



Los desechos de la respiración celular (CO_2 y H_2O)son utilizados por vegetales como reactantes de la fotosíntesis y al revés, el desecho de la fotosíntesis (O_2) es utilizado en la respiración. De esta manera, se puede apreciar que los intercambios gaseosos que se producen en la fotosíntesis y en la respiración celular corresponden a procesos contrarios, ya que en la fotosíntesis se consume dióxido de carbono y se libera oxígeno, mientras que en la respiración celular se consume oxígeno y se libera dióxido de carbono.

Para saber

Al contrario de lo que muchos creen, los organismos fotosintéticos también realizan respiración celular, pero la tasa de producción de glucosa y oxígeno durante el día es mucho mayor que la cantidad de glucosa y oxígeno ocupado por la planta al realizar respiración celular. De esta manera, los organismos fotosintéticos al producir glucosa y liberar oxígeno a la atmósfera, cumplen una función clave en la mantención de la vida en el planeta como la conocemos.

Al finalizar la lección...

Teniendo en cuenta las características de la fotosíntesis y la respiración celular, completa la siguiente tabla comparativa.

Criterios / características	Fotosíntesis	Respiración celular
Organelo donde ocurre		
Requiere		
Produce		
¿Consume o libera energía?		

LECCIÓN 3:
Factores que afectan a la fotosíntesis

Debes recordar: *estructura de las plantas, cloroplastos y reacciones químicas.*

Trabaja con lo que sabes

¿Cómo afecta la luz al proceso de fotosíntesis?

Para saberlo realiza el siguiente experimento y, luego, responde las preguntas en tu cuaderno.

Materiales

- Plantas de Elodea
- Cuatro tubos de ensayo
- Un lápiz marcador de vidrio
- Cuatro embudos de vástago largo
- Cuatro vasos de precipitado
- Cuatro lámparas
- 4 ampolletas de diferentes intensidades (20w, 40w, 60w y 100w)

Procedimiento

1. Agrega agua a los vasos hasta aproximadamente dos tercios de su capacidad.
2. Introduce una planta en cada vaso y cúbrelas con un embudo. Luego, llena los tubos de ensayo con agua y colócalos invertidos sobre el vástago de cada embudo. Luego, mide el volumen del agua de cada vaso.
3. Rotula los montajes con las letras A, B, C y D. Ilumina durante 1 hora el montaje A con la ampolleta de 20 watts, B con la de 40 watts, C con la de 60 watts y D con la de 100 watts
4. Marca con lápiz el volumen de oxígeno que se acumula en cada tubo cada 10 minutos y compáralos. Una vez desmontado el experimento, mide el volumen final de oxígeno obtenido agregando agua con una pipeta hasta la última marca hecha en cada tubo, así podrás conocer el volumen total de oxígeno que se acumuló.

Análisis

a. ¿Cuál será la hipótesis que se está poniendo a prueba?
b. ¿Qué resultados puedes observar?
c. ¿Cómo crees que influye la luz en este fenómeno?
d. Infiere que sucederá en la oscuridad.

Propósito de la lección

En esta lección aprenderás, por medio del análisis de gráficos, algunos de los factores ambientales que pueden afectar la actividad fotosintética de unorganismo vegetal.

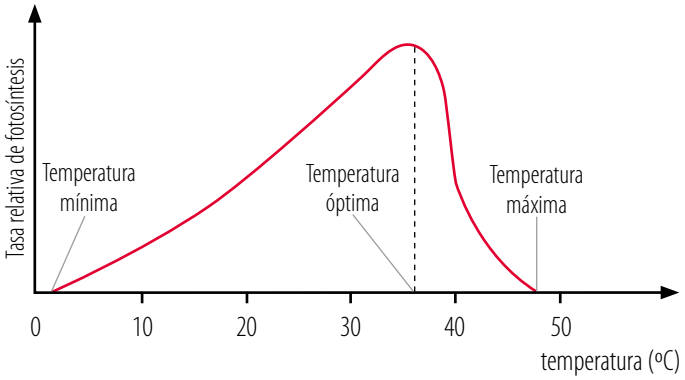
Factores que afectan a la fotosíntesis

Cuando la fotosíntesis comenzó a ser estudiada por los científicos, muchos investigadores observaron que hay factores externos e internos de la planta que afectan a dicho proceso. Sin embargo, el rendimiento de la fotosíntesis, o la capacidad de las plantas para realizar el proceso fotosintético, depende de diversos factores, entre los que se encuentran la temperatura, la intensidad lumínica, la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en el aire y la disponibilidad de agua en el suelo. Revísala con detalle a continuación.

Temperatura

Las plantas mantenidas en condiciones ideales de luminosidad y de concentración de dióxido de carbono atmosférico aumentan su tasa de fotosíntesis a medida que se eleva la temperatura ambiental hasta aproximadamente 35 °C. A partir de ese límite, el aumento de temperatura causa una reducción drástica, no solo de la fotosíntesis, sino también de la mayoría de las reacciones vitales, ya que las enzimas celulares sufren alteraciones a temperaturas elevadas.

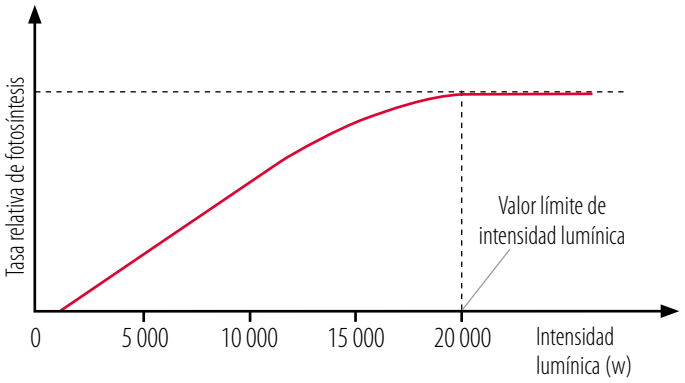
Gráfico Nº1: Tasa fotosintética-Temperatura



Intensidad lumínica

En condiciones ideales de temperatura y concentración de CO_2 atmosférico, la tasa de fotosíntesis aumenta proporcionalmente al incremento de la intensidad lumínica hasta un valor límite, el **punto de saturación luminosa** (PSL). Sin embargo, la eficiencia del proceso varía en función de las longitudes de onda utilizadas, ya que la clorofila absorbe con más eficacia la luz azul, violeta y roja, y prácticamente no absorbe la luz verde.

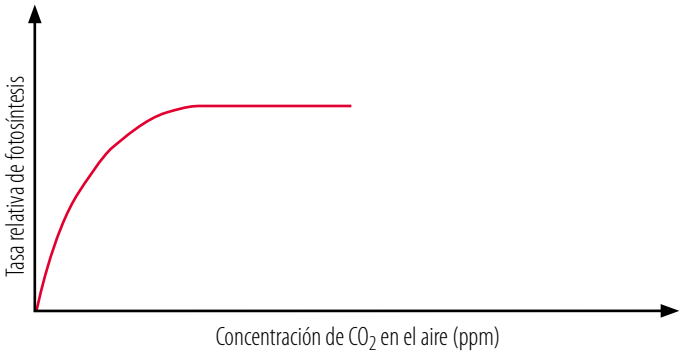
Gráfico Nº2: Tasa fotosintética-Intensidad lumínica



Concentración de dióxido de carbono

La concentración de CO_2 en el aire atmosférico oscila entre un 0,03 y un 0,04 %, un nivel bastante inferior al que una planta es capaz de utilizar en la fotosíntesis. Sin embargo, en condiciones normales de temperatura e intensidad lumínica, es el factor limitante más importante de la fotosíntesis. Un aumento de su concentración produce un aumento de la tasa fotosintética hasta alcanzar un valor máximo de asimilación; después de que se alcanza dicho valor, por más que aumente la concentración de CO_2 ambiental, la tasa fotosintética se mantiene constante.

Gráfico Nº3: Tasa fotosintética-Concentración de CO_2 en el aire



Disponibilidad de agua en el suelo

La disponibilidad de agua en el suelo, es decir, el abastecimiento hídrico del que dispone la planta, ejerce una gran influencia sobre la apertura y cierre de los estomas. Si no hay agua suficiente para la planta, los estomas se cierran para evitar la pérdida de vapor de agua (transpiración). De este modo, se dificulta la entrada de CO_2 y la tasa fotosintética disminuye.

Al finalizar la lección...

1. La siguiente tabla reúne los resultados de un experimento realizado para comprobar el efecto de la intensidad lumínica en la fotosíntesis. **Analiza** la información y luego responde las preguntas en tu cuaderno.

Intensidad lumínica W/m^2	Tasa fotosintética (unidades arbitrarias)
0	0
250	33
500	50
750	55
1000	56

a. **Representa** en un gráfico de líneas los datos de la siguiente tabla. En el eje X ubica los valores de intensidad lumínica y en el eje Y los valores de la tasa fotosintética. No olvides ponerle un título al gráfico.

b. ¿Cuál es la variable independiente en este experimento? **Explica**.

c. ¿Cuál es la variable dependiente?, ¿por qué?

d. ¿Qué ventajas representa graficar la información de la tabla para su análisis?

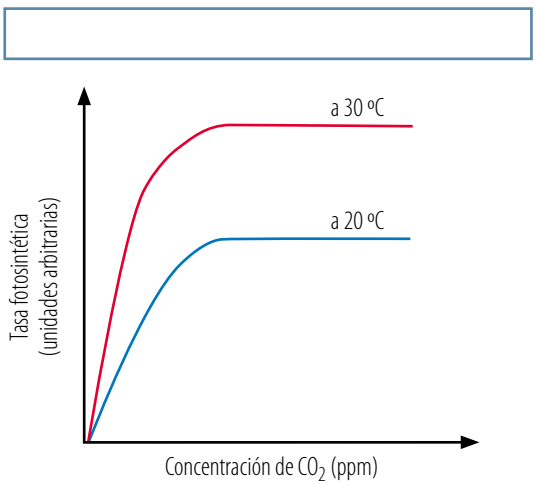
e. ¿Qué ocurrió con la tasa fotosintética a medida que la intensidad lumínica aumentó?

f. ¿Qué sucede con la tasa fotosintética después de los 500 W/m^2?, ¿cómo explicarías este hecho?

g. ¿De qué manera influye la intensidad lumínica en la tasa fotosintética? Fundamenta tu respuesta.

h. A partir de los resultados, ¿cuál podría haber sido la hipótesis de este experimento?

2. Analiza el siguiente gráfico y luego responde las preguntas en tu cuaderno.



a. ¿Qué título le pondrías al gráfico?, ¿por qué?

b. ¿Qué ocurre con la tasa fotosintética a medida que aumenta la concentración de CO_2? **Explica**.

c. ¿A qué crees que se debe la diferencia en la tasa fotosintética entre los 20 °C y los 30 °C? **Fundamenta**.

Análisis de resultados e identificación de variables

Este ejercicio tiene como propósito el análisis y la interpretación de variables que intervienen sobre un proceso biológico, en este caso, la fotosíntesis.

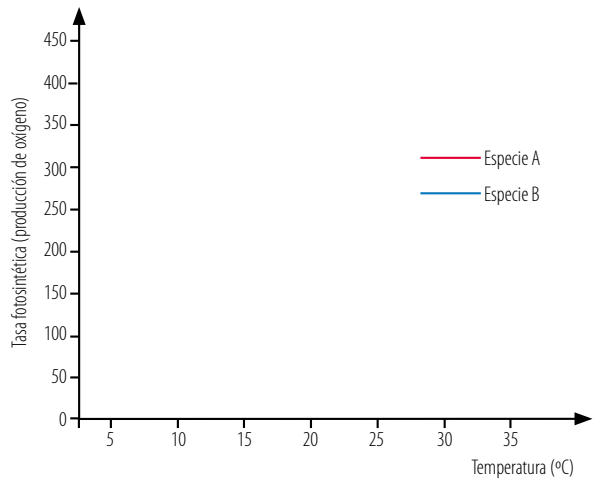
En un estudio realizado en dos especies de plantas se midió la cantidad de O_2 liberado, para evaluar la influencia de la temperatura en la tasa fotosintética. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla al costado.

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Intensidad de fotosíntesis (Especie A)	12	25	60	130	175	170	90
Intensidad de fotosíntesis (Especie B)	40	90	190	280	375	400	385

a. Construye una gráfica con los datos.

Para representar los valores de la tabla, lo haremos mediante una gráfica lineal, con la variable de temperatura en el eje x y la tasa fotosintética en el eje y, diferenciando cada una de las especies mediante una línea de color diferente. Utilizando los datos de la tabla, realiza las curvas para la especie A y B en el grafico.

Gráfico N°5: Producción O_2-Temperatura



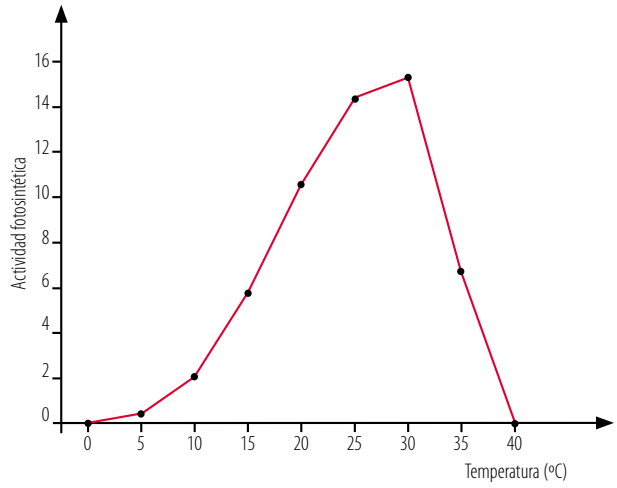
b. Analiza cómo influye la temperatura en la fotosíntesis en cada una de las dos especies.

El aumento de la temperatura provoca una aceleración de la fotosíntesis, pues los valores de la tasa fotosintética se elevan. Este incremento es lineal entre 5 y 20 °C en la planta A, y entre 5 y 25 °C en la planta B. Luego empieza a atenuarse hasta alcanzar un valor máximo. Luego, la liberación de oxígeno disminuye y finalmente, la tasa fotosintética se reduce desde los 35 °C.

c. Calcula la temperatura óptima en la especie A y en la especie B.

Observa el gráfico. Para la especie A la temperatura óptima es de 25 °C, que corresponde al máximo de intensidad de la fotosíntesis (175), y para la especie B, de 30 °C, que corresponde al máximo de intensidad de la fotosíntesis (400).

Gráfico N°6: Tasa fotosintética-Temperatura



Ahora tú

En un estudio sobre un grupo de plantas de climas templados se han obtenido los datos que se muestran en la gráfica adjunta, en la que se indican la temperatura y la intensidad de la fotosíntesis (medida a partir de la cantidad de O_2 liberado en unidades arbitrarias).

a. Elabora una tabla con los datos.

b. Concluye cómo afecta la temperatura en la fotosíntesis y determina la temperatura óptima. Luego, corrige tus respuestas con el profesor.

¿Qué longitudes de onda son más eficaces para la fotosíntesis?

Organízate en grupos de tres o cuatro integrantes y desarrolla el siguiente trabajo científico.

Antecedentes

A fines del siglo XIX eran pocos los químicos que sabían que las plantas utilizaban luz solar, agua y algunas sustancias del aire para realizar el proceso de fotosíntesis. Sin embargo, en 1883 el botánico alemán Thomas Engelmann, interesado en estudiar dicho proceso, se hizo la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué partes de la luz solar prefieren las células vegetales para realizar la fotosíntesis?

Planteamiento de hipótesis

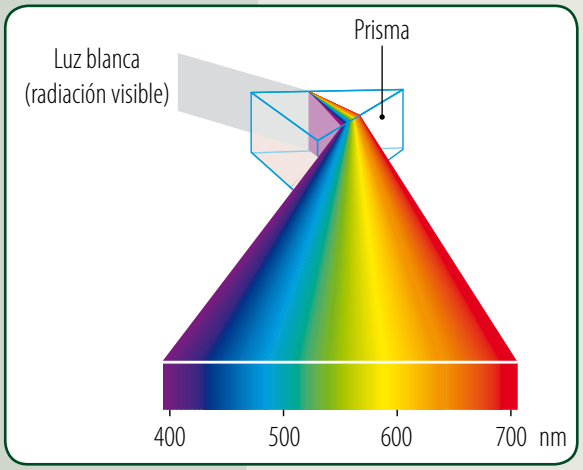
Engelmann ya sabía que las plantas liberan oxígeno durante la fotosíntesis, de modo que planteó la siguiente hipótesis: *"Si en la fotosíntesis interviene luz de ciertas longitudes de onda, los organismos fotosintetizadores liberarán una mayor o menor cantidad de oxígeno en respuesta a cada longitud de onda"*.

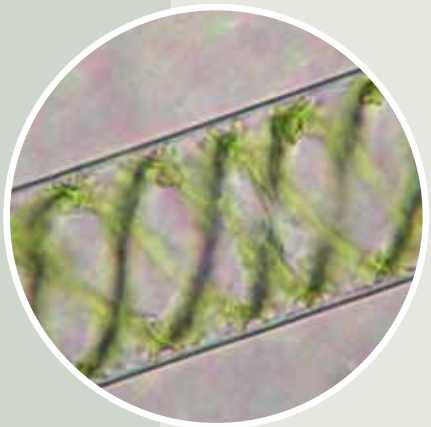
Para poner a prueba la hipótesis de Engelmann, vamos a realizar un pequeño experimento:

Diseño experimental y resultados

Para someter a prueba su hipótesis, utilizaremos el mismo procedimiento del experimento de la página 147.

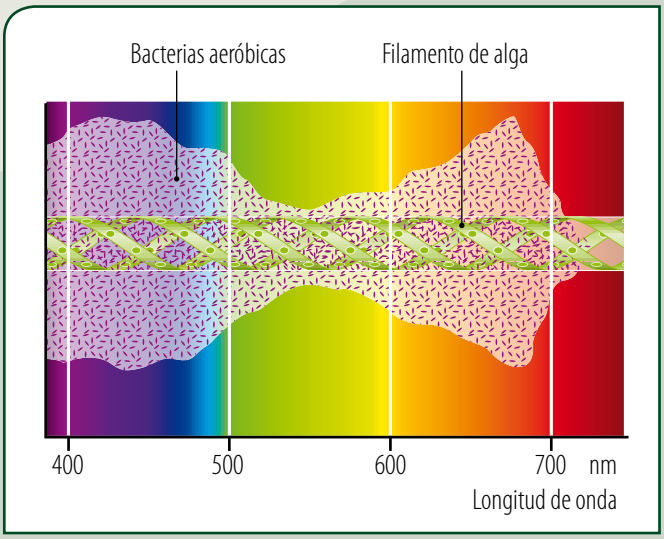
1. Engelmann utilizó un prisma para separar la luz blanca en distintos colores, a cada uno de los cuales le corresponde un rango de longitud de onda. En nuestro experimento, utilizaremos ampolletas de diferentes colores.
2. Luego, el investigador proyectó luz de un único color sobre los cloroplastos del alga filamentosa Spirogyra y midió la cantidad de oxígeno liberado por ella. En este caso, realizaremos cuatro montajes, utilizando la planta Elodea y diferentes ampolletas de colores. Cada planta recibirá durante una hora la luz de color y se medirá la cantidad de oxígeno cada diez minutos
3. Posteriormente, Engelmann utilizó un tipo de bacterias que requieren oxígeno durante la respiración aeróbica y predijo que estas se reunirían en los sitios donde el alga produjera la mayor cantidad de este gas. Los resultados se muestran en el esquema. Para realizar las comparaciones entre todos los montajes, realizaremos un gráfico entre la cantidad de oxígeno producido y el color de cada ampolleta.





Análisis e interpretación de evidencias

Analizaremos los resultados obtenidos por Engelmann y también los de nuestro experimento. Responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.



1. **Identifica** y **explica** cuáles son las variables dependientes e independientes de ambos experimentos
2. **Identifica** en qué rango de longitud de onda se presenta el máximo nivel de absorción de los pigmentos fotosintéticos analizados en el experimento. ¿Cuál es la longitud de onda de cada color utilizado en nuestro experimento?
3. **Explica** por qué las bacterias se agruparon en ciertos rangos del espectro de luz.
4. ¿En qué rangos de longitud de onda el alga *Spirogyra* y la planta acuática *Elodea*, alcanza su máximo nivel de producción de oxígeno?
5. ¿Es posible afirmar que la tasa fotosintética del alga coincide con la distribución bacteriana? **Argumenta** tu respuesta.
6. ¿Qué crees que sucedería si en un experimento similar se ilumina el alga con una luz de longitud de onda entre 500 y 600 nm? ¿Qué resultados obtenidos por Engelmann apoyan tu respuesta?
7. ¿Es posible confirmar o rechazar la hipótesis propuesta por Engelmann? **Explica**.
8. ¿Cuál crees que fue la conclusión a la que llegó este investigador?
9. ¿De qué color serían los organismos autótrofos de un planeta en que estos hubieran desarrollado un pigmento que usara la luz verde además de los lilas, azules y naranja y rojos como en la Tierra? **Explica**

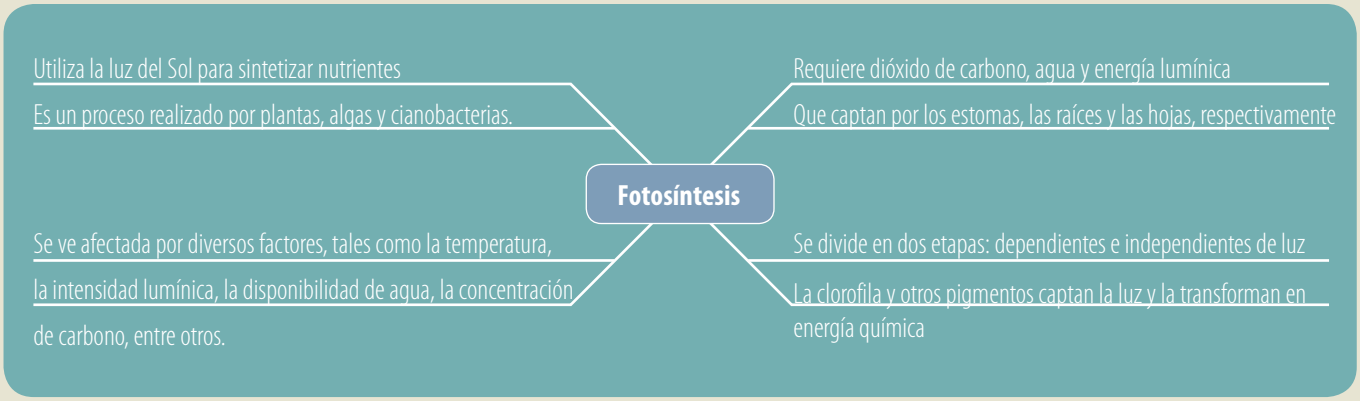
Comunicación de resultados y proyección

Elaboren un resumen sobre el experimento que realizaron. Apóyense en los procedimientos del experimento de la página 147 y en el Anexo 10 de la página 247. Luego, propongan un nuevo taller de ciencias donde puedan evaluar otros factores que afectan la fotosíntesis.

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

El siguiente esquema se conoce como mapa tipo araña y te permite organizar la información que has estudiado. Para construir uno debes escribir en el centro un concepto principal, y a partir de él, dibujar líneas que salgan del círculo central para escribir sobre ellas los conceptos secundarios del tema.



1. Construye un mapa tipo araña utilizando los siguientes conceptos. Recuerda que puedes incorporar más términos.

xilema	floema	algas	bacterias
autótrofo	transformación	energía	alimentación
heterótrofo	sol	estomas	glúcidos

Actividades

Realiza las siguientes actividades.

1. **Define** y explica la función de cada estructura, molécula u organismo.

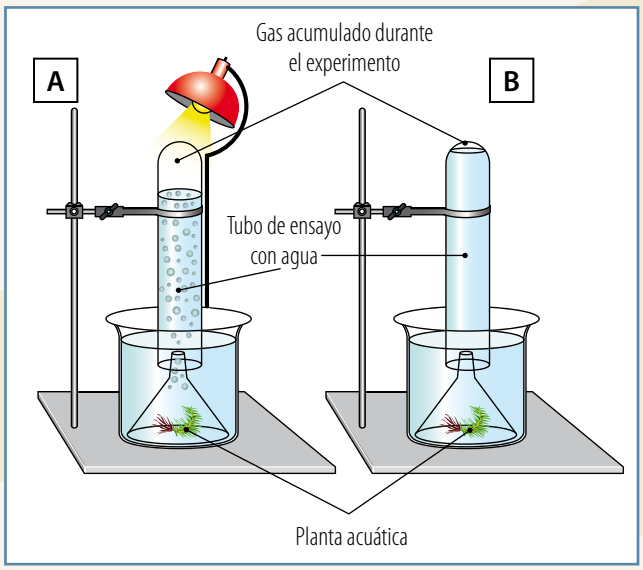
a. Clorofila
b. Grana
c. Glúcidos
d. Fotosistema
e. Xilema
f. Estomas

2. ¿Qué diferencias crees que podría presentar la fotosíntesis en una planta de hojas rojas comparada con una de hojas verdes? **Justifica** tu respuesta.

3. **Explica** dibujando en tu cuaderno el mecanismo mediante el cual ocurre el intercambio gaseoso en los estomas. ¿De qué depende la apertura o cierre de estos?

4. La mayoría de los procesos fotosintéticos se producen en las partes verdes de la planta, principalmente en sus hojas. Investiga cómo sobreviven las plantas de hojas caducas durante el otoño y el invierno.

5. En una práctica de laboratorio, un grupo de estudiantes hizo un experimento para demostrar que la luz es necesaria en el proceso de fotosíntesis. Para esto, hicieron dos montajes como se muestra en la siguiente imagen. La única diferencia, puesto que se ha vigilado que el resto de condiciones fueran las mismas, ha sido que uno de los montajes fue iluminado continuamente más de una hora (el A) y el otro se ha mantenido, durante el mismo período, a oscuras (el B). Observa atentamente la imagen y responde:



A. ¿Por qué crees que puede ayudar a demostrar que la luz es necesaria para la fotosíntesis? Relaciona tu explicación con los productos de la fotosíntesis y justifica cómo se genera el gas que se acumula en la parte superior del tubo A.

B. ¿Cuál es la variable independiente y dependiente de este experimento?

C. ¿Cuál es el control del experimento? ¿Para qué sirve que haya un control en los experimentos?

6. Analiza los gráficos y responde las preguntas que se plantean a continuación.

Gráfico Nº8: Espectro de absorción-Longitud de onda

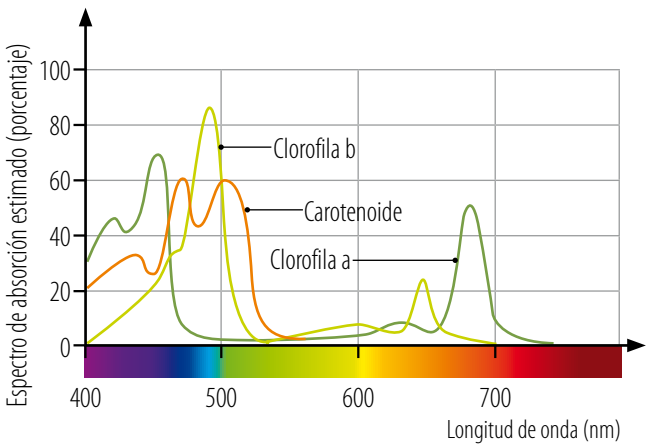
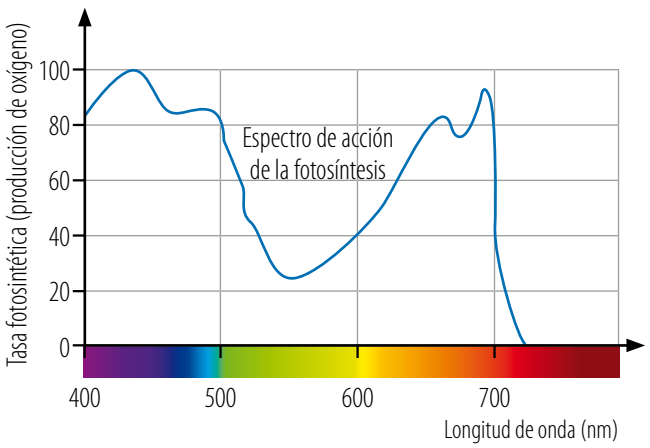


Gráfico Nº9: Tasa fotosintética-Longitud de onda



A. ¿En qué longitud de onda se presenta el máximo nivel de absorción de cada uno de los pigmentos fotosintéticos?

B. ¿Qué colores de la luz visible son absorbidos por cada pigmento?

C. ¿Qué color refleja cada uno de los pigmentos? Fundamenta tu respuesta.

D. ¿En qué rango de longitud de onda el espectro de acción de la fotosíntesis es mayor? ¿Qué hechos explican este fenómeno?

LECCIÓN 4:
Productividad en los ecosistemas

Debes recordar: *factores que afectan a la fotosíntesis.*

Trabaja con lo que sabes

Lee y analiza la siguiente información y, luego, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas.

¿Qué porcentaje de la energía lumínica del sol es convertida por las plantas de maíz en carbohidratos durante la fotosíntesis?

Para responder esta pregunta, un grupo de investigadores planteó la siguiente hipótesis:

"Las plantas de maíz son eficientes en transformar la energía lumínica en energía química de los 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^2). El resultado fue 2 043 000 000 kilocalorías (kcal).

Durante los 100 días de investigación, los científicos 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, que correspondió 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, determinaron 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.

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? Explica.
4. A partir de los resultados de la actividad experimental realizada por los investigadores, ¿corroboraron su hipótesis? Si tu respuesta es negativa, formulen una nueva hipótesis para el problema planteado.

Propósito de la lección

En esta lección serás capaz de explicar la importancia de la producción primaria para la mantención de los ecosistemas. Además, reconocerás los principales factores que hacen variar la productividad primaria en distintos ecosistemas.

Productividad

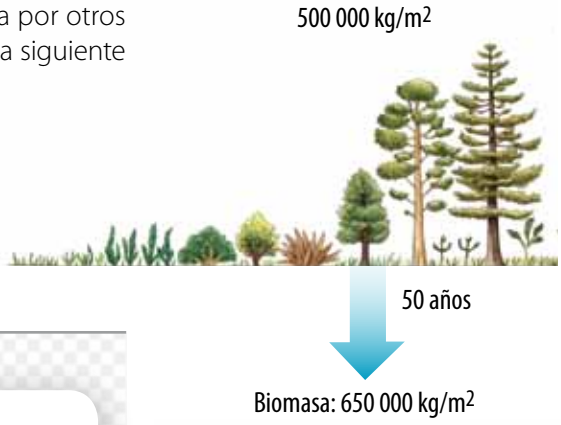
La **productividad** es una medida que hace referencia a la cantidad de energía lumínica transformada en energía química de moléculas orgánicas y almacenada en forma de **biomasa** por unidad de superficie y en un tiempo determinado. Esta medición permite estimar la cantidad de vida que dicho ecosistema puede sostener y, entre otras clasificaciones, se puede distinguir entre productividad primaria bruta y neta.

- **La productividad primaria bruta (PPB)** se refiere a la cantidad de energía que es captada por los productores, guardada en materia orgánica y almacenada en un área y tiempo determinados, tanto por el proceso de fotosíntesis como por la alimentación.
- **La productividad primaria neta (PPN)** es la cantidad total de energía captada por los productores en un tiempo determinado menos la energía utilizada en la respiración celular (R), es decir, es la energía que realmente se almacena en biomasa por unidad de tiempo y que puede ser aprovechada por otros niveles tróficos. La productividad neta se puede representar con la siguiente ecuación:

$$PPN = PPB - R$$

Apuntes:

Biomasa: es una estimación de la cantidad de materia orgánica presente en un nivel trófico o en un ecosistema. Suele expresarse en términos de gramos o kilogramos de materia orgánica por unidad de área, por ejemplo g/m^2.

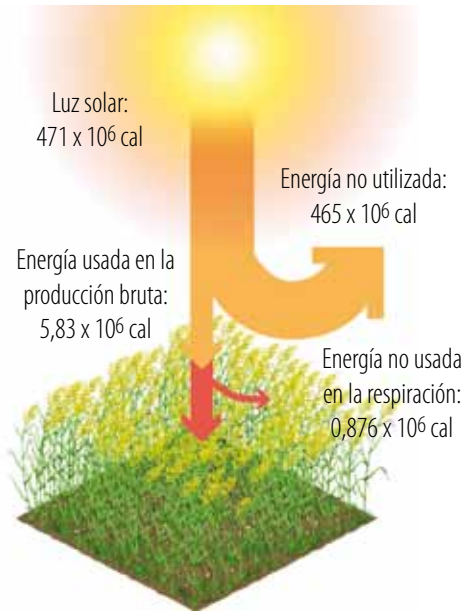


▲ Esquema del aumento de biomasa de un ecosistema en un período de 50 años.

Actividad 4 Análisis

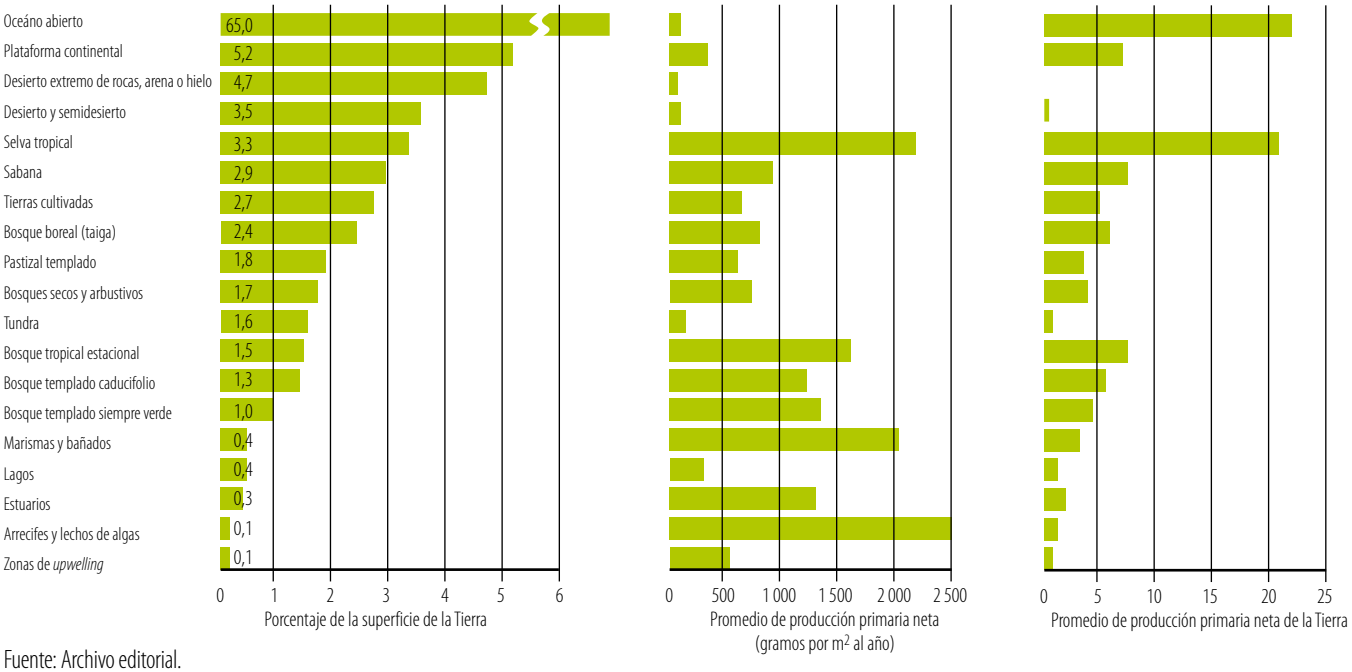
El esquema muestra la productividad de un campo de hierbas. Estos organismos autótrofos incorporan la energía, pero parte de ella se difunde al ambiente en forma de calor.

a. **Calcula** la productividad primaria neta del ecosistema y explica a qué se refiere este dato en este caso concreto.



Productividad de diferentes ecosistemas

¿Tienen la misma capacidad de almacenar energía un bosque y un desierto? Si bien todos los organismos productores realizan el mismo proceso de fotosíntesis, no todos producen las mismas sustancias ni las almacenan en los mismos órganos. Entonces, la producción de biomasa depende de las características de los organismos y del modo en que estos interaccionan con el ambiente. Observa los siguientes gráficos.



Fuente: Archivo editorial.

Al analizar detenidamente los gráficos, observarás que los océanos ocupan la mayor superficie en nuestro planeta (65 %), mientras que las selvas tropicales, por ejemplo, ocupan un porcentaje de superficie terrestre mucho menor (3,3 %). Por otro lado, la productividad primaria neta de los océanos es baja y la de las selvas, alta. Pero como la superficie oceánica es tan extensa, es muy similar el aporte de los océanos y de las selvas a la productividad total de nuestro planeta. Los arrecifes y los lechos de algas se encuentran en una situación opuesta a la de los océanos: estos ecosistemas tienen una alta productividad, pero como ocupan solo un pequeño porcentaje de la superficie terrestre, también es pequeño el aporte que hacen a la productividad total del planeta.

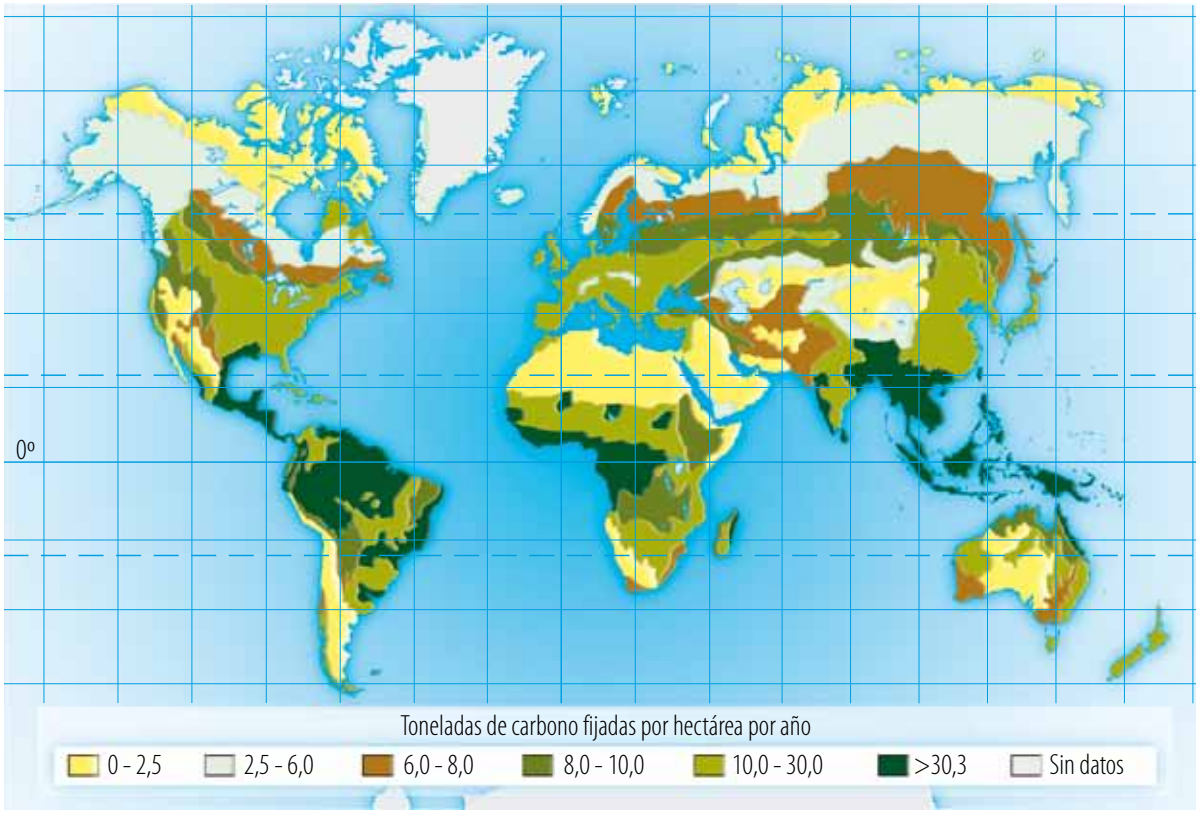
Actividad 5 Análisis

Responde las siguientes preguntas y luego corrige tus respuestas con el profesor.

1. A partir de la información de los gráficos de esta página, compara la superficie de ambientes acuáticos y terrestres.
2. Las plataformas continentales y los desiertos extremos de rocas, arena o hielo ocupan porcentajes bastante similares de la superficie terrestre. ¿Por qué, entonces, los desiertos aportan tan poco a la productividad primaria del planeta?

Productividad en los ecosistemas terrestres

En los ecosistemas terrestres el principal factor limitante es el agua, que determina la existencia de bosques, pastizales o desiertos. Sin embargo, sus diferencias en la producción primaria se relacionan más bien con la distribución de dos factores combinados: el agua y la temperatura.



Adaptado de: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000088/lecciones/seccion1/capitulo03/01_03_01.htm

▲ **Una expresión de la productividad primaria es la cantidad de dióxido de carbono utilizado o fijado por las plantas. Los colores indican esas diferentes cantidades en distintas regiones de la Tierra.**

- Cerca de la línea del ecuador y al nivel del mar, las temperaturas son altas a lo largo de todo el año y el aporte de agua es óptimo para la fotosíntesis la mayor parte del tiempo. En estas condiciones hay bosques con **alta productividad**.
- En los desiertos ubicados en latitudes medias y bajas, el crecimiento de las plantas está limitado por la falta de humedad, por lo que la **productividad** es **baja** y sus territorios están dominados por plantas de escasa altura.
- A latitudes más altas (más lejos del ecuador), donde hay más humedad y los arboles crecen con facilidad, la producción primaria está limitada por temperaturas bajas durante la mayor parte del año.
- En cuanto a la luz, resulta más intensa y los días tienen más horas de luz cerca del ecuador. Allí son típicos los ecosistemas de selva de **alta productividad**.
- Lejos del ecuador, en cambio, la luz es menos intensa y los días más cortos, y los ecosistemas predominantes son bosques de árboles que pierden sus hojas, por lo que resultan **menos productivos** que las selvas.

Conexión con...

geografía

Sobre el mapa de esta página escribe al menos 10 nombres de países que reconozcas y averigua con ayuda de tu profesor de Historia y geografía si las economías de dichos países tienen relación con las productividades de sus riquezas naturales.

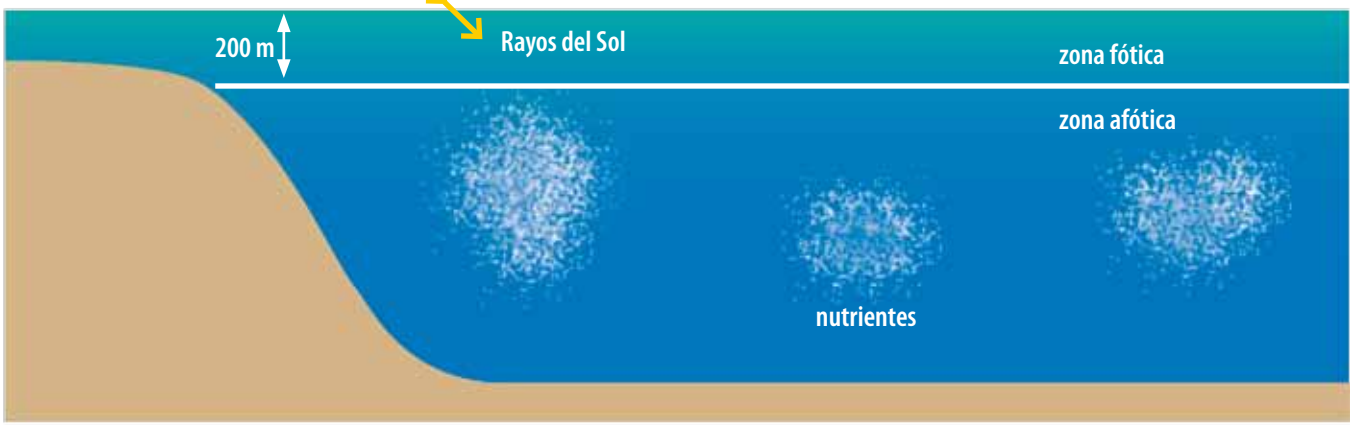
Productividad en los ecosistemas acuáticos

Para saber

La vida en la zona afótica depende de los nutrientes que caen desde la zona fótica o de la quimiosíntesis realizada por algunos microorganismos. Estudiarás esta última forma de obtener energía con más detalle en la unidad 4.

En los ecosistemas acuáticos, la producción está limitada por la luz y los nutrientes. En los océanos, por ejemplo, la fotosíntesis se produce solo en las zonas superficiales, a las que llega luz suficiente, mientras que la degradación de la materia orgánica ocurre en los fondos.

En la imagen podrás apreciar que la luz logra penetrar en el agua hasta una profundidad aproximada de 200 m. A esta zona se le denomina **zona fótica** y en ella la luz tiene la intensidad suficiente para hacer posible la fotosíntesis. Por debajo de la zona fótica se encuentra la zona afótica, donde la energía proviene únicamente del excremento y del cuerpo de los organismos que se hunden o que nadan a esas profundidades.



Debido a esto, las zonas de mayor productividad se limitan a las aguas costeras, donde el agua es poco profunda y llega a la tierra un flujo constante de nutrientes.

Intervención humana en la productividad de un ecosistema

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 fértil.

El aumento de la población humana ha llevado a nuestra especie a ocupar terrenos para la vivienda o para cultivar nuestros alimentos, además de utilizar fertilizantes que optimicen la producción de la agricultura.

A continuación verás algunos ejemplos del efecto de la intervención humana en la productividad primaria de un ecosistema.

El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno indispensable, ya que permite que la temperatura del planeta sea apta para la vida. Sin su presencia, la temperatura de la superficie de la Tierra sería de -18 °C. Los gases de efecto invernadero, como el vapor de agua y el dióxido de carbono, entre otros, evitan que la radiación solar que es reflejada por la superficie terrestre vuelva al espacio, quedando retenida en la atmósfera en forma de calor y produciendo un efecto similar al observado en un invernadero.

Como viste en la lección 3, la temperatura y el dióxido de carbono son factores que influyen en la tasa fotosintética de una planta y, por lo tanto, tendrán un efecto similar en la productividad primaria de un ecosistema.

Conexión con...

historia

Las emisiones de gases de efecto invernadero comenzaron a incrementarse a partir de la Revolución Industrial (período comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del siglo XIX), momento en el cual el uso de combustibles fósiles, principalmente carbón, se intensificó.

Averigua dos ventajas y dos desventajas que la Revolución Industrial trajo para la sociedad.

Actividad 6 Análisis

Analiza los siguientes gráficos, responde en tu cuaderno las preguntas planteadas y luego coméntalas con tu profesor.

Gráfico Nº10: Variación de la concentración de dióxido de carbono atmosférico en el último milenio

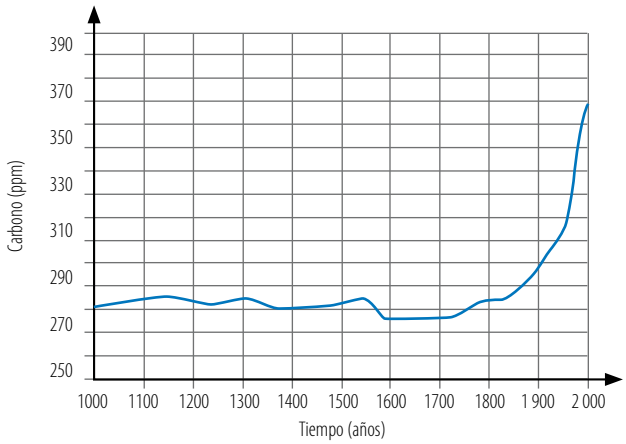
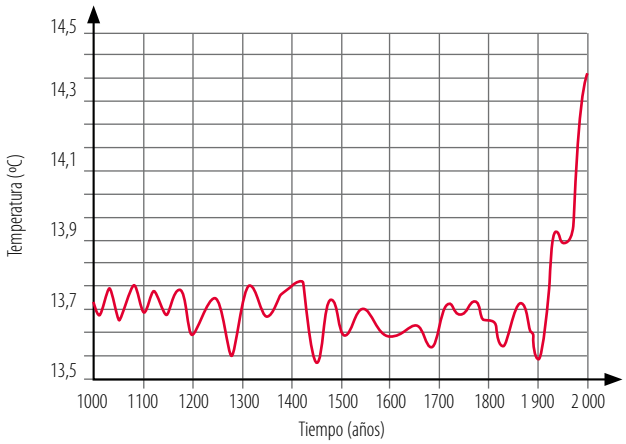


Gráfico Nº11: Variación de la temperatura media del planeta en el último milenio



Fuente: Gore, A. (2006). *An Inconvenient Truth*. Estados Unidos: Paramount Home Entertainment.

1. **Relaciona** el aumento de las emisiones de dióxido de carbono y la temperatura promedio de nuestro planeta
2. ¿Cómo **explicas** las alzas de dióxido de carbono y de temperatura que se han producido en el último siglo?
3. **Averigua** en diferentes fuentes de prensa sobre dos actividades humanas que contribuyan a contaminar la atmósfera y dos medidas para aminorar dicho efecto.
4. ¿De qué forma la intervención humana puede afectar a la productividad primaria?
5. **Explica** cómo crees que el aumento de la temperatura promedio del planeta y de CO_2 podría afectar la producción primaria.

▲ La eutrofización produce un aumento acelerado de la biomasa generada por los organismos fotosintéticos, pero modifica considerablemente la disponibilidad de luz y de oxígeno en el ecosistema dañado.

Uso de fertilizantes

El enriquecimiento de las aguas mediante la incorporación de nutrientes inorgánicos para las plantas se denomina **eutrofización**. La eutrofización es un aumento de nutrientes en el agua (especialmente de fósforo y nitrógeno) que produce un incremento incontrolado de la biomasa de microorganismos, especialmente fotosintéticos.

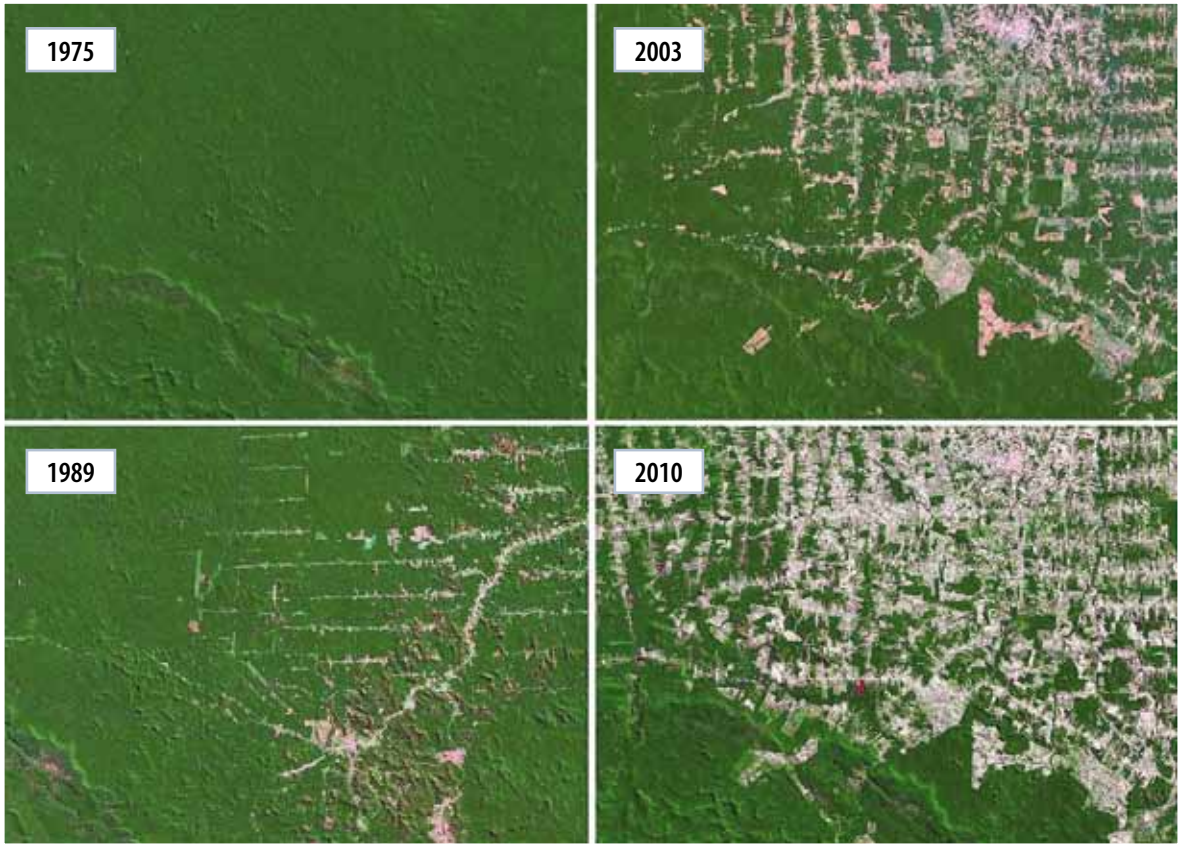
Si bien la eutrofización es un lento proceso natural, la adición por parte del ser humano de fertilizantes, detergentes y el vertido directo de materia orgánica ha acelerado enormemente el proceso.

El resultado es un **aumento de la producción primaria** con importantes consecuencias sobre la composición, estructura y dinámica del ecosistema.

La deforestación

La deforestación es un efecto provocado generalmente por la actividad humana y como producto de la urbanización. En este proceso se destruye parte de la superficie forestal, disminuyendo la productividad primaria de la zona urbanizada.

En las imágenes que se muestran a continuación es posible observar cómo ha ido aumentando la deforestación de una zona de la selva amazónica, a consecuencia de la urbanización de dicha localidad, desde el año 1975 hasta el 2010.



▲ Foto satelital de una zona de la selva amazónica. Imágenes extraídas de *Google Earth* (detalle).

Al finalizar la lección...

1. Observa los datos de la tabla y responde las preguntas.

Ecosistema	PPN (g/m²/año)
Oceáno abierto	125
Lechos de algas y arrecifes	2 500
Lagos y arroyos	250
Bosque tropical	2 000
Bosque templado	1 250
Bosque y matorral	700
Pradera graminosa tropical	900
Pradera graminosa templada	600
Tundra y región alpina	140
Matorral desértico y semidesértico	90
Tierra agrícola	650

a. **Grafica** los datos en tu cuaderno.

b. ¿Puedes establecer **diferencias** entre la productividad de los ecosistemas terrestres y acuáticos?

c. ¿Cuáles son los ecosistemas que presentan mayor productividad?, ¿por qué se producirá esta alta productividad? **Explica**.

d. **Dibuja** el contorno de nuestro país y, de acuerdo a sus ecosistemas y a los datos presentados en la tabla, establece un mapa aproximado de los diferentes niveles de productividad primaria que se pueden observar. **Concluye** cómo afectan estos niveles a la actividad humana en las distintas zonas de Chile.

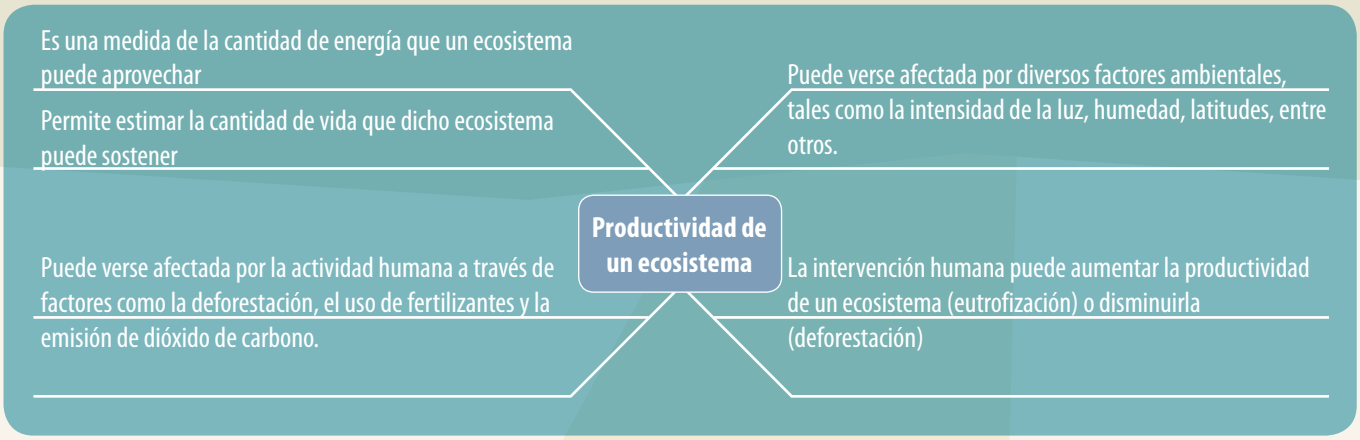
2. Organízate con un compañero o compañera, según te indique tu profesora o profesor. Busquen información, en diferentes fuentes, sobre los fenómenos de deforestación, erosión del suelo, lluvia ácida y calentamiento global, y acerca de cómo afectan estos factores a la productividad de los ecosistemas. Luego, con la ayuda de un editor de diapositivas, preparen una disertación con la información que recopilen, acompañándola con imágenes.

3. **Investiga**, en textos especializados, como los indicados en la bibliografía de este libro, de qué forma la intervención humana puede estar ocasionando un cambio climático. Luego relaciona de qué manera dicho cambio climático puede afectar la productividad de un ecosistema. Con la ayuda de un procesador de textos, elabora un informe que te permita comunicar los resultados de tu investigación.

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

Este esquema se conoce como mapa tipo araña y te permite organizar la información que has estudiado.



1. Construye un mapa tipo araña utilizando los siguientes conceptos. Recuerda que puedes incorporar más términos.

Productividad primaria neta	Biomasa	Ecosistemas acuáticos	Ecosistemas terrestres
Zona fótica	Intervención humana	Factores ambientales	Productividad primaria bruta

Actividades

Realiza las siguientes actividades.

1. **Define** los siguientes conceptos.

a. Biomasa
b. Productividad
c. Eutrofización
d. Deforestación
e. Zona fótica
f. Productividad primaria neta

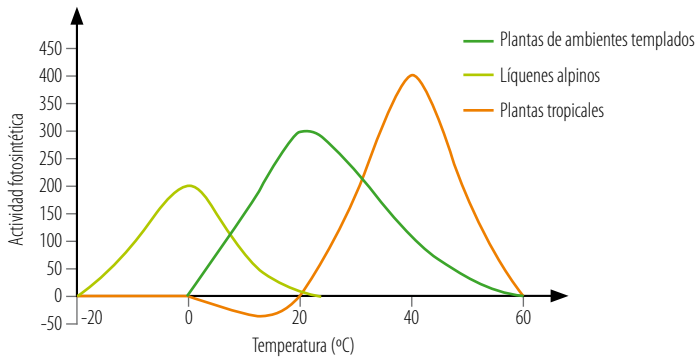
2. **Analiza** el siguiente gráfico y luego responde en tu cuaderno las preguntas.

A. ¿Cuál es la temperatura óptima de cada organismo para realizar fotosíntesis?

B. ¿Cuál de los organismos representados en el gráfico estaría mejor adaptado para sobrevivir en el desierto y cuál en la Antártica, respectivamente?

C. ¿Qué título le pondrías a este gráfico?

Gráfico Nº10: _____



3. ¿Qué es la productividad de un ecosistema? ¿Cómo se calcula?

4. Si tenemos dos plantas de la misma especie e iguales características y cuidados, y ubicamos una en Osorno y la otra en La Serena, responde según lo estudiado:

A. ¿Qué factores pueden afectar el desarrollo de cada una?

B. ¿Dónde crees tú que sobrevivirá por más tiempo la planta? Justifica.

C. ¿Dónde se podría realizar el proceso fotosintético con más éxito?

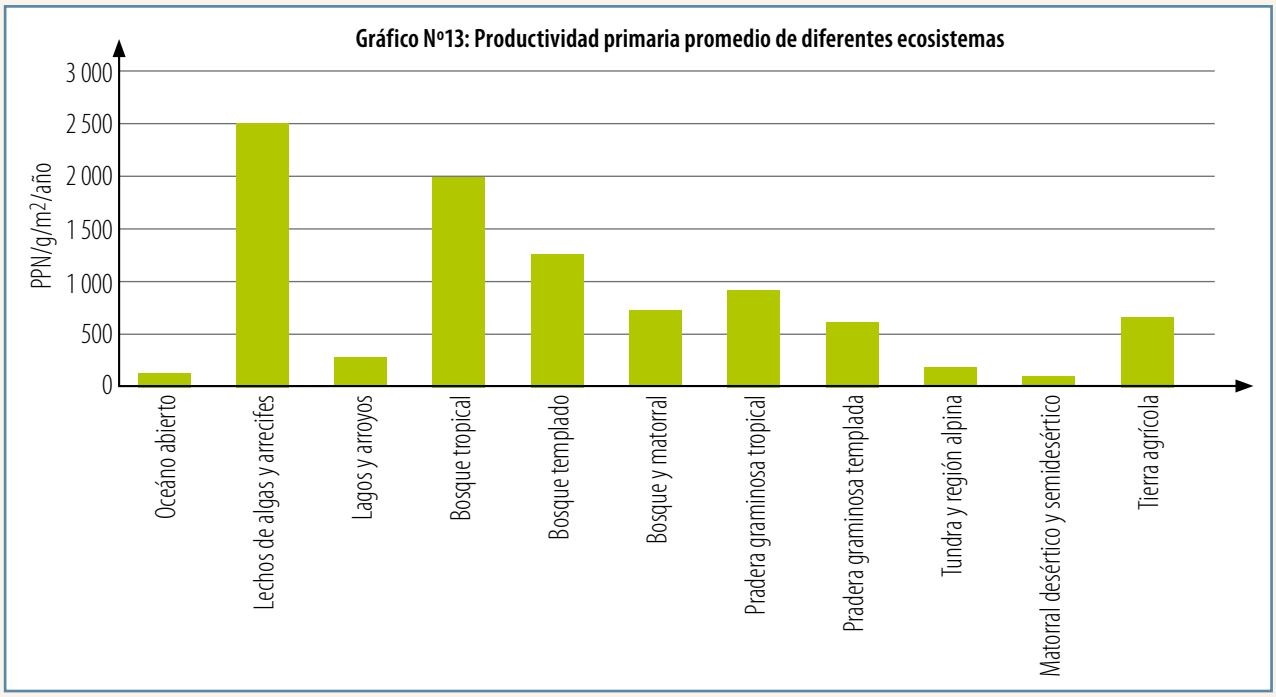
5. ¿Cómo varía la productividad primaria de los ecosistemas terrestres desde la línea del ecuador hacia los polos? ¿Cómo se puede explicar esta variación?

6. Menciona tres aspectos positivos y tres aspectos negativos que consideres que pueda tener la intervención humana en la productividad primaria.

7. ¿Por qué se señala que la eutrofización aumenta la biomasa y la productividad primaria? ¿Cómo podrías fundamentar la acción de este proceso?

8. Los bosques, praderas y matorrales que se destruyen en los incendios forestales cumplen diversas funciones ambientales que colaboran en la mantención de la calidad de los ecosistemas. ¿Qué podrías señalar al respecto? ¿Estás de acuerdo con esta afirmación?

9. **Analiza** el siguiente gráfico y luego responde las preguntas planteadas.



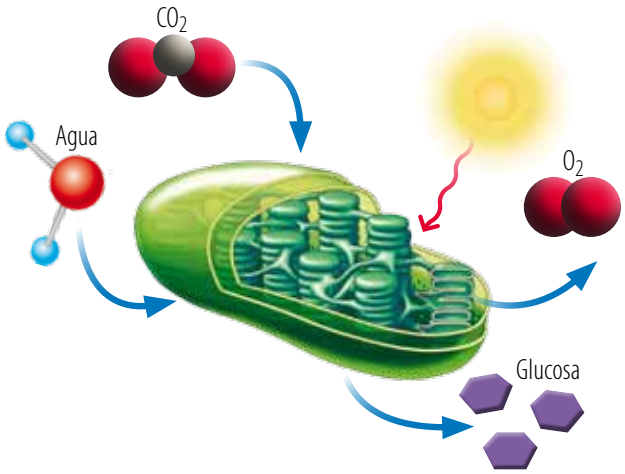
A. ¿Qué ecosistemas presentan mayor productividad?

B. Explica a qué factores ambientales podrían deberse estas diferencias. Menciona al menos dos.

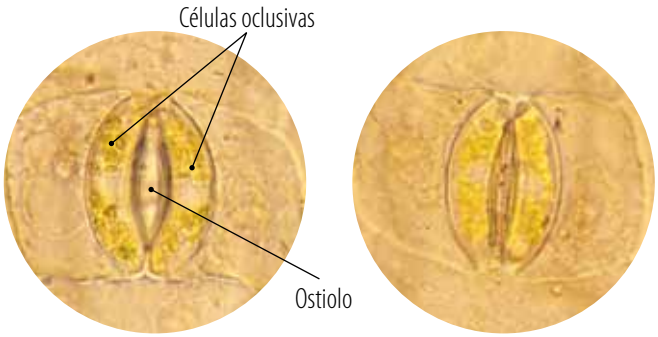
SÍNTESIS DE LA UNIDAD

Lección 1

La **fotosíntesis** es un proceso mediante el cual las plantas, algas y cianobacterias utilizan la energía de la luz para sintetizar nutrientes. Para realizar dicho proceso, los organismos fotosintéticos deben captar **energía lumínica**, **dióxido de carbono** y **agua**, ya que con ello logran producir **glucosa** y **oxígeno**.



Las plantas captan el agua a través de las raíces, y el dióxido de carbono a través de los estomas. Estos son estructuras formadas por células capaces de formar un poro que depende del grado de turgencia que tengan.

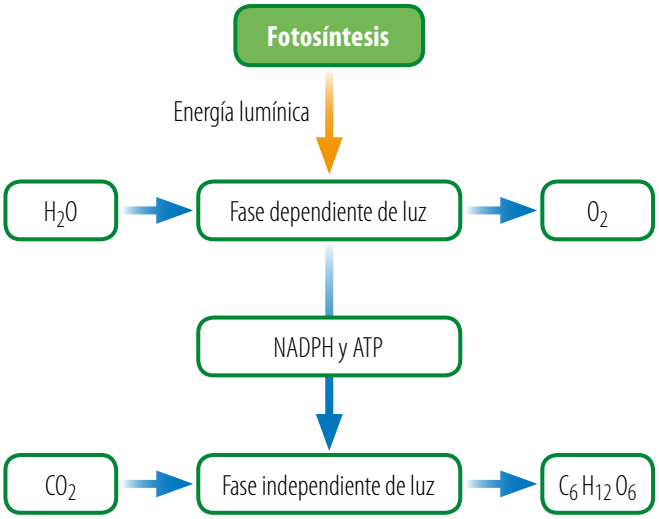


Las células que realizan fotosíntesis cuentan con pigmentos que absorben la energía lumínica y la transforman en energía química, como la **clorofila**. En células de plantas y algas tales pigmentos forman parte de complejos moleculares denominados **fotosistemas**, ubicados en la membrana tilacoidal de los **cloroplastos**.

Explica con tus palabras la importancia de la fotosíntesis para mantener la vida sobre el planeta.

Lección 2

En la fotosíntesis se distinguen dos etapas: las reacciones **dependientes de luz** y las **independientes de luz**.



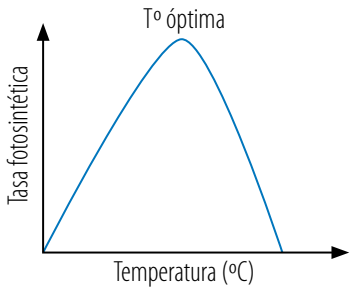
- Las reacciones dependientes de luz se llevan a cabo en los tilacoides de los cloroplastos. Su importancia radica en la transformación de parte de la energía de la luz en energía química, la cual queda retenida en moléculas de ATP y de NADPH. Otra consecuencia es la liberación de O_2, proveniente de la ruptura de la molécula de agua en el proceso llamado fotólisis del agua.
- Las reacciones independientes de luz se efectúan en el estroma de los cloroplastos y en ellas se emplean el ATP y el NADPH generados en la fase luminosa para sintetizar glucosa a partir del CO_2, proceso denominado fijación del carbono.

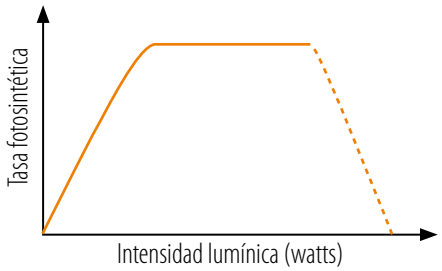
La fotosíntesis está relacionada con la respiración celular, ya que algunos de los productos de este último proceso (CO_2 y agua) son los reactantes de la fotosíntesis. A su vez, los productos de la fotosíntesis (glucosa y oxígeno) son utilizados en la respiración como reactantes.

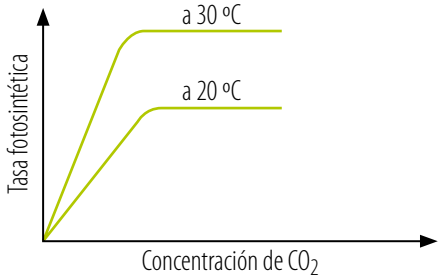
Representa en un diagrama la relación entre el proceso fotosintético y el de respiración celular.

Lección 3

El rendimiento fotosintético depende de diversos factores ambientales, tales como la temperatura, la intensidad lumínica, la concentración de dióxido de carbono en el aire y la disponibilidad de agua en el suelo, entre otros.







La disponibilidad de agua en el suelo ejerce una gran influencia sobre la apertura y cierre de los estomas. Si no hay agua suficiente para la planta, los estomas se cierran para evitar la pérdida de vapor de agua (transpiración). De este modo, se dificulta la entrada de CO_2 y la tasa fotosintética disminuye.

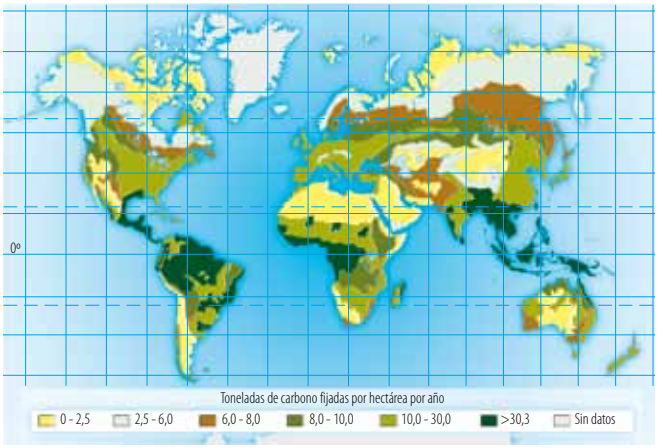
Los plátanos son los frutos de una planta herbácea tropical que requiere un promedio de precipitaciones de 150 mm mensuales y una temperatura entre 20 °C y 30 °C para crecer. Si un agricultor quisiera comenzar a producir plátanos en Chile, ¿qué le aconsejarías? ¿Por qué?

Lección 4

La productividad es una medida que hace referencia a la cantidad de energía que un ecosistema es capaz de aprovechar, es decir, la cantidad de energía lumínica transformada en moléculas orgánicas y almacenada en forma de **biomasa**, por unidad de superficie y en un tiempo determinado. Esta medición permite estimar la cantidad de vida que dicho ecosistema puede sostener.

La producción de biomasa depende de las características de los organismos y del modo en que estos interaccionan con el ambiente.

- En los ecosistemas terrestres, la productividad está limitada por dos factores combinados: la **temperatura** ambiental y el **agua** disponible. Estos dos factores, a su vez, están afectados por la latitud (distancia con respecto al ecuador).



- En los ecosistemas acuáticos, la producción está limitada por la **disponibilidad de luz** y los **nutrientes**. La luz tiene la capacidad de atravesar el agua hasta una profundidad de aproximadamente 200 m. En esta zona, denominada zona fótica, la luz tiene la intensidad suficiente para hacer posible la fotosíntesis.

¿Cuáles serán el o los factores limitantes de la productividad en las regiones de Arica y Parinacota y de Magallanes y de la Antártica Chilena?

EVALUACIÓN FINAL

Desarrolla en tu cuaderno las siguientes actividades. Si tienes dudas, vuelve a revisar los contenidos vistos en la unidad y luego corrige tus respuestas con el profesor.

Reconocer y comprender

1. **Define** los siguientes términos

   a. Fotosíntesis
   b. Fotosistema
   c. Clorofila
   d. Tilacoide
   e. Productividad primaria
   f. Biomasa

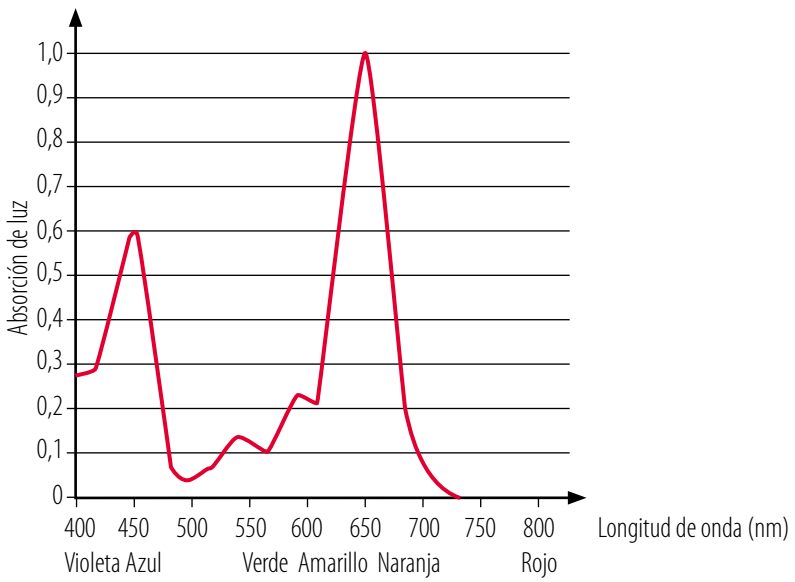
2. **Diferencia** entre las etapas dependiente e independiente de la luz y completa la siguiente tabla.

Etapa	Estructura en la que se lleva a cabo	Reactantes	Productos
Dependiente de luz			
Independiente de luz			

3. La ecuación química $6\ CO_2 + 6\ H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$ representa, de manera simplificada, el proceso químico que tiene lugar en la fotosíntesis, pero omite una información importante sobre dicho proceso. **Identifica** cuál es esta información.

4. En el siguiente gráfico se representa el espectro de absorción de un pigmento fotosintético desconocido. De acuerdo a la información proporcionada, explica de qué color se verá.

Gráfico Nº14: Absorción de luz de un pigmento desconocido



Analizar

5. El fósforo (P) y el nitrógeno (N) son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de los seres vivos, porque son elementos químicos presentes en diferentes biomoléculas. Por ejemplo, ambos son componentes de los ácidos nucleicos y de las proteínas. Un grupo de investigadores observó aparentes diferencias en el crecimiento de las plantas según si estas absorbían fósforo y nitrógeno en un ambiente húmedo o bien en uno seco. Por esta razón, diseñaron un experimento que les permitió conocer lo que sucedía con el crecimiento de dos grupos de plantas si a estas se les suministraba fósforo y nitrógeno, en un ambiente seco y en otro húmedo. Para determinar el crecimiento de las plantas, se midió la biomasa de plantas a las que no se les administró fósforo ni nitrógeno (grupo control) y en plantas a las que se les añadió fósforo (P), nitrógeno (N) y una combinación de ambos nutrientes (P + N).

Gráfico N.º 15: Biomasa con tratamiento en ambiente seco

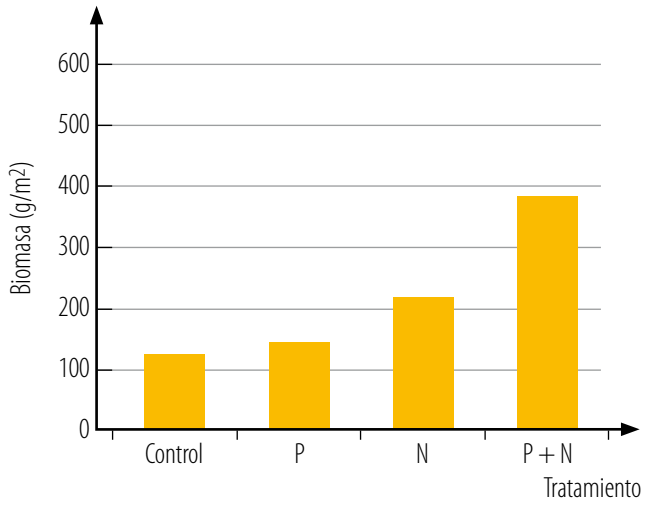
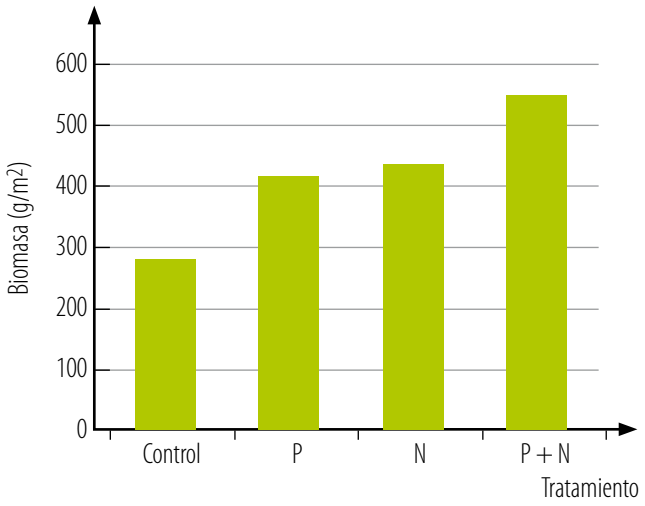


Gráfico N.º 16: Biomasa con tratamiento en ambiente húmedo



A. ¿Qué relación existe entre el crecimiento de las plantas y la adición de los nutrientes? **Explica**.

B. **Identifica** cuál de los dos nutrientes presenta mayores beneficios en el crecimiento de las plantas en ambos ambientes. **Infiere** por qué.

C. **Explica** por qué la adición de ambos nutrientes combinados mejora la producción de biomasa en las plantas.

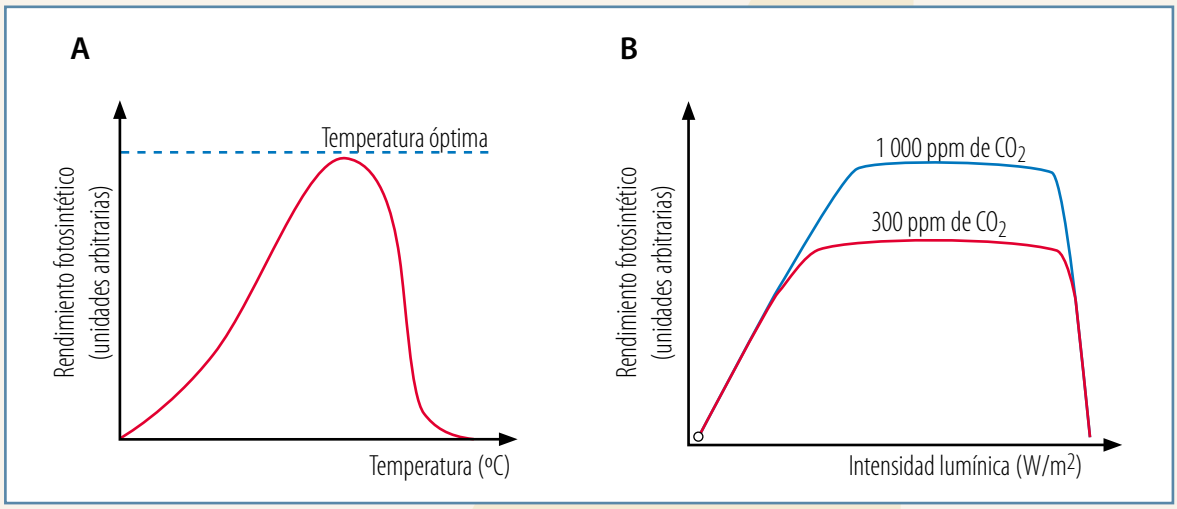
D. A partir de lo que sabes sobre el proceso fotosintético, **explica** a qué se debe la mayor producción de biomasa en el ambiente húmedo en comparación con el seco.

E. **Predice** qué sucederá con la biomasa de las plantas si la adición de nutrientes aumenta 10, 100 y 1 000 veces.

6. El ^{14}C es un isótopo radiactivo del carbono que puede ser detectado. Esta propiedad es aprovechada en investigación para marcar moléculas que contengan este elemento y poder describir sus vías metabólicas. Un investigador expuso un grupo de plantas a una atmósfera rica en $^{14}CO_2$, y luego las procesó para identificar en qué moléculas y estructuras celulares se encontraba el ^{14}C. Predice y fundamenta sus posibles resultados.

EVALUACIÓN FINAL

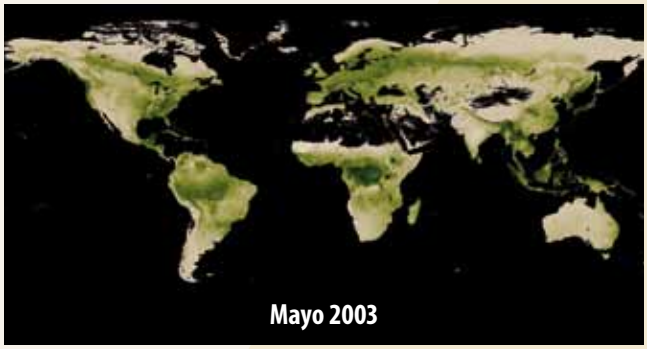
7. Analiza los siguientes gráficos y luego responde las preguntas planteadas.

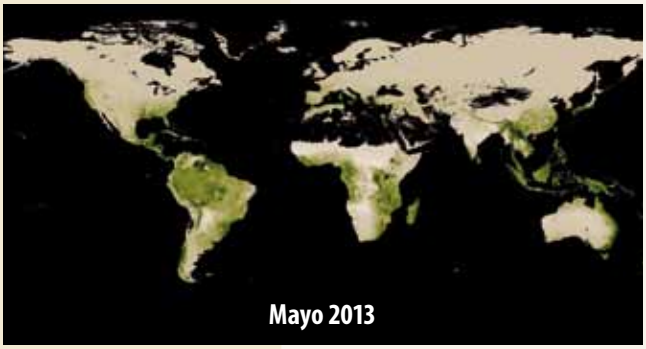


A. Identifica cuáles son las variables dependientes e independientes en cada gráfico.

B. Explica de qué manera estos gráficos demuestran que la luz y la temperatura influyen en la fotosíntesis.

8. Observa atentamente las siguientes fotos satelitales y luego infiere para responder las preguntas planteadas.





Fuente: http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/Search.html?pg=12&datasetId=MOD17A2_M_PSN

A. Infiere. ¿En qué lugares geográficos hay mayor producción de biomasa?

B. ¿Qué factores podrían haber afectado la productividad primaria del planeta entre los años 2003 y 2013?

C. ¿De qué forma el cambio climático (aumento de la temperatura) podría estar afectando la producción de materia orgánica en el planeta?

Aplicar

9. Comenta con tu profesor la respuesta a la siguiente actividad. En el otoño, las hojas de muchos árboles cambian del color verde a rojo o amarillo. Dos hipótesis pueden explicar este cambio de color.

Hipótesis 1: "En el otoño la clorofila se degenera y los pigmentos rojos o amarillos antes ocultos por la clorofila vuelven a aparecer".

Hipótesis 2: "En el otoño se sintetizan pigmentos rojos o amarillos, que ocultan el color de la clorofila.
¿Cómo podrías poner a prueba estas dos hipótesis?

ME EVALÚO

Con ayuda de tu profesor, completa la siguiente tabla.

Objetivo de aprendizaje	Pregunta	Puntaje	Te proponemos que…
Describir y explicar las principales estructuras que participan en el proceso de fotosíntesis.	1 (a, b, c, d), 9	_____ /7	Si obtienes entre 0 y 4 puntos, realiza la **Actividad 1**. Si obtienes entre 5 y 6 puntos, realiza la **Actividad 2**. Si tu puntaje fue de 7 puntos, realiza la **Actividad 3.1** de la página siguiente.
Reconocer el mecanismo mediante el cual las plantas realizan la fotosíntesis y explicar que la fotosíntesis se lleva a cabo en dos etapas: una dependiente y otra independiente de luz.	2, 3, 4, 6	_____ /12	Si obtienes entre 0 y 7 puntos, realiza la **Actividad 3**. Si obtienes entre 8 y 10 puntos, realiza la **Actividad 4**. Si tu puntaje fue entre 11 y 12, realiza la **Actividad 3.2** de la página siguiente.
Analizar gráficos de los principales factores ambientales que pueden afectar la actividad fotosintética de una planta.	5, 7	_____ /14	Si obtienes entre 0 y 8 puntos, realiza la **Actividad 5**. Si obtienes entre 9 y 12 puntos, realiza la **Actividad 6**. Si obtuviste 13 o 14 puntos, realiza la **Actividad 3.3** de la página 173.
Explicar la importancia de la producción primaria para la mantención de los ecosistemas y reconocer los principales factores que hacen variar la productividad primaria en distintos ecosistemas.	1e, 1f, 5	_____ /5	Si obtienes entre 0 y 2 puntos, realiza la **Actividad 7**. Si obtienes entre 3 y 4 puntos, realiza la **Actividad 8**. Si tu puntaje fue 5, realiza la **Actividad 3.4** de la página 173.

Actividades complementarias

Luego de realizar estas actividades, corrígelas con tu profesor.

Actividad 1. Escribe las principales estructuras que participan en la fotosíntesis de una planta y explica cómo influyen en la ecuación final de dicho proceso.

Actividad 2. Menciona la importancia de un fotosistema y la función de los pigmentos que participan en el proceso de fotosíntesis.

Actividad 3. Explica de dónde proviene el oxígeno que se libera a la atmósfera y en qué etapa de la fotosíntesis se lleva a cabo.

Actividad 4. Elabora una tabla comparativa entre la etapa dependiente e independiente de luz, mencionando las estructuras del cloroplasto en las que se lleva a cabo cada una de ellas.

Actividad 5. Identifica los factores que influyen en la tasa fotosintética de una planta y, a partir de ellos, nombra un efecto positivo y uno negativo.

Actividad 6. Explica cómo se relacionan la temperatura y la intensidad lumínica con la actividad fotosintética de una planta.

Actividad 7. Explica qué relación existe entre la productividad primaria neta y la productividad primaria bruta de un ecosistema.

Actividad 8. Escribe los principales factores ambientales que afectan la productividad primaria de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Actividad 3.1

Has sido contratado como investigador y te han impuesto el reto de descubrir qué tipo de organismo vivió en un sitio ficticio determinado. Los datos que obtuviste fueron los siguientes:

- **el organismo X estaba formado por células que presentaban un núcleo.**
- **sus células se encontraban organizadas formando tejidos.**
- **al estudiar en detalle las células, se encontraron organelos membranosos, con presencia de material genético y con un pigmento verde en su interior, pero no se observaron rasgos tan claros de su estructura interna.**
- **en algunos tejidos se encontraron reservas de almidón.**
- **las células presentaban un aspecto rectangular y presencia de pared celular.**

A. Con la información recopilada, realiza un dibujo de la célula que crees que estructuraba al organismo desconocido. ¿Qué organelos crees que presentaban sus células?

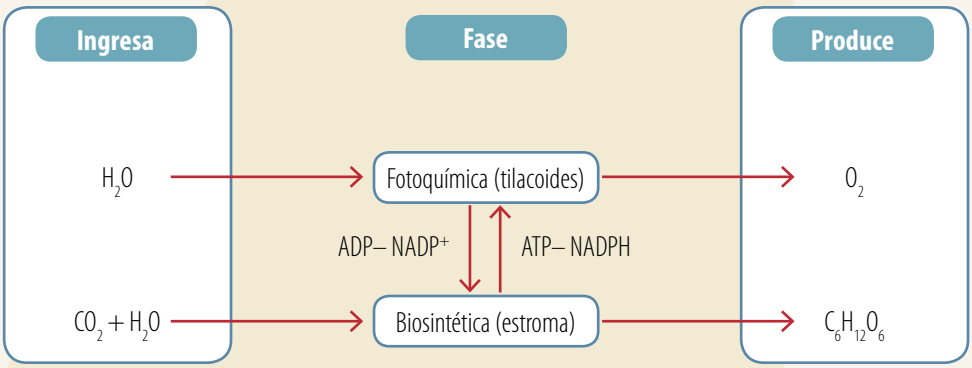
B. Infiere cómo crees que este organismo obtenía su alimento. Fundamenta tus ideas.

C. Compara tus propuestas con el resto de tus compañeros y lleguen a un acuerdo sobre la estructura celular del organismo X.

D. ¿Qué prueba podrían encontrar que probara su propuesta planteada?

Actividad 3.2

Observa el siguiente esquema.



Copia de tu texto la ilustración del cloroplasto y construye un esquema como el anterior, pero relacionado a las estructuras donde ocurren las reacciones químicas.

Luego responde:

A. ¿Por qué crees que la primera fase recibe el nombre de **fotoquímica**?

B. ¿Qué molécula se sintetiza en el estroma que la etapa también recibe el nombre de **biosintética**?

C. Con tu esquema realizado, explícale al resto de tus compañeros el mecanismo fotosintético.

Actividad 3.3

Un grupo de científicos determinó las fechas en que la cantidad de clorofila es mayor en diferentes plantas frutales en su ambiente natural, obteniendo los siguientes resultados:

Fechas de concentración mayor de clorofila (meses)
Naranjo valenciana: julio-septiembre
Sandía: enero-febrero
Tomate: diciembre-enero

Compara los datos obtenidos con la siguiente información y luego responde las preguntas.

Mejores fechas de cosecha (meses)
Naranjo: agosto
Sandía: enero
Tomate: febrero

A. ¿Qué relación crees que puede existir entre los datos presentados?

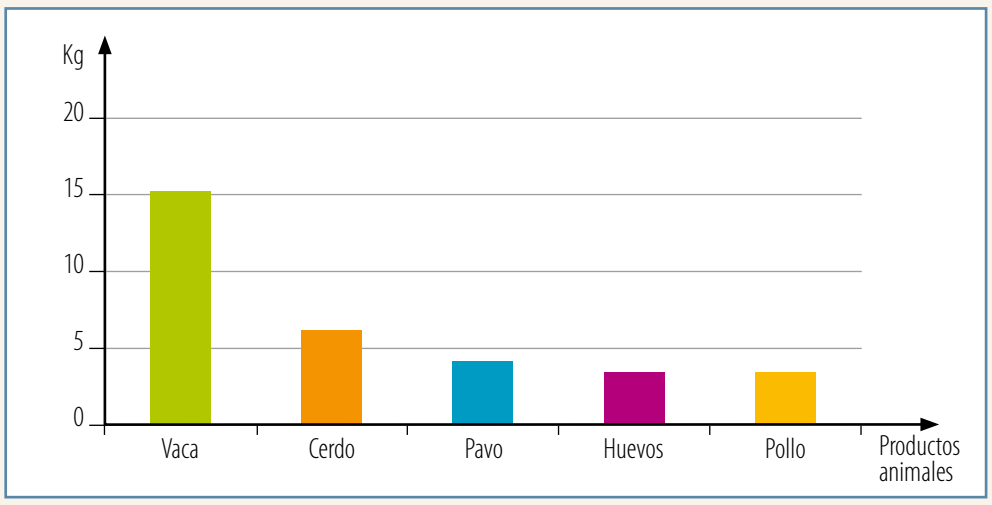
B. ¿Será importante la producción de glucosa para una planta al momento de madurar sus frutos?

C. ¿Cuál será la importancia de la presencia de la clorofila?

D. Plantea un procedimiento que te permita continuar con esta investigación.

Actividad 3.4

El gráfico representa el número de kilogramos de forraje y granos necesarios para conseguir un kilogramo de diferentes productos animales. Observa y luego responde las preguntas.



A. ¿Cuántos kilogramos de forraje y grano hacen falta para obtener 1 kg de carne de vaca?

B. ¿Qué obtienen los animales de los organismos fotosintéticos?

C. ¿En qué utiliza la vaca el resto de alimento ingerido?

D. ¿Qué es más rentable para el ecosistema: comer carne de pollo o de vaca? ¿Por qué?

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Descubren un proceso similar a la fotosíntesis en insectos

Los áfidos, también conocidos como pulgones, serían capaces de absorber la energía del sol y transferirla para la producción de energía.

Un estudio desarrollado por la Universidad de Yale ha descubierto un proceso absolutamente nuevo para los insectos. Según los científicos, los áfidos o pulgones tendrían la capacidad de absorber la energía del sol y transferirla para la producción de energía.

Estos insectos son capaces de sintetizar pigmentos llamados carotenoides, un proceso que solamente se puede ver en algunas plantas, algas, hongos y ciertas bacterias, pero no en animales.

Los expertos analizaron un grupo de áfidos con un alto nivel de productos químicos, para analizar la producción de estos en su metabolismo. Además, tuvieron en cuenta los niveles de ATP, la cantidad de transferencia de energía en los seres vivos.

Los científicos descubrieron que los áfidos verdes, con los niveles más altos de carotenoides, hacían mucho más ATP que los blancos (casi desprovistos de pigmentos). Mientras que los pulgones de color naranja aumentaron su producción de energía al estar a la luz, un proceso que disminuía al colocar a los insectos en la oscuridad.

Según los científicos, esta sería la primera prueba, a falta de más análisis, de que el proceso de la fotosíntesis, que consiste en la obtención de energía gracias a la luz, también puede ocurrir en algunos insectos.

Fuente: www.emol.com Ciencias y Tecnología (20 de agosto de 2012).

Mariella Rivas y el biocombustible

En enero del año 2011, el equipo dirigido por la doctora Mariella Rivas Álvarez, del Laboratorio de Ecología Microbiana de la Universidad de Antofagasta concluyó exitosamente el proyecto para optimizar el cultivo de una microalga productora de biocombustibles. "Esta microalga no había sido trabajada antes con este fin; nosotros logramos crear un sistema con el cual logramos reducir el tiempo de cultivo a 25 días, produciendo entre dos a tres kilos de biomasa por cada ciclo", explica la investigadora de la Universidad de Antofagasta y del Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería (Cicitem). En el norte de Chile existen grandes extensiones de desierto que pueden ser utilizadas para cultivar esta microalga y que, además, presentan excelentes niveles de radiación solar que favorecen su crecimiento. Ahora viene la etapa en que las empresas deben interesarse por esta forma limpia de producción.

Plantas carnívoras: no todo es fotosíntesis

Las plantas carnívoras son una extraña variedad dentro del reino vegetal. Estas plantas, al igual que la mayoría, obtienen la energía del sol y realizan fotosíntesis para producir glucosa. Y, asimismo, utilizan la energía contenida en la glucosa para la síntesis de proteínas y otras moléculas orgánicas. La diferencia fundamental radica en la forma como obtienen las demás moléculas inorgánicas, principalmente nitrógeno y fósforo, que les permiten la síntesis de moléculas orgánicas fundamentales para su desarrollo.

Las plantas carnívoras viven en ambientes muy pobres en nutrientes, como turberas, tierras ácidas pantanosas y laderas de piedra caliza, con suelo ácido y pobre en nitrógeno asimilable. Por esta razón, obtienen gran parte de los nutrientes mediante la captura y el consumo de animales, principalmente insectos, arañas, escorpiones e incluso pequeños sapos y lagartijas.

Existen alrededor de 625 especies de plantas carnívoras que habitan en casi todos los ecosistemas del planeta, a excepción de los desiertos y los polos. Se caracterizan principalmente por presentar mecanismos de atracción para las presas, como producir néctar, o presentar colores y olores llamativos, utilizar trampas para atrapar a las presas, como hojas modificadas con forma de jarros o jaulas, y poseer enzimas digestivas, o estar asociadas con bacterias, para digerir a sus presas y absorber los nutrientes de sus cuerpos.

Las plantas carnívoras utilizan tres estrategias de captura de presas, basadas en la modificación de la estructura y función de las hojas y en la producción de sustancias pegajosas, odoríferas o enzimáticas:

- Algunas especies, como los nepentes (*Nepenthes*), tienen hojas con forma de jarro que se llenan de agua y donde los insectos, una vez que caen, se ahogan y descomponen. Los insectos no pueden salir de la trampa ya que la pared interior de la hoja presenta una superficie resbaladiza y está cubierta de pelos dirigidos hacia el interior.

- Otras especies, conocidas como "plantas de rocío" (*Drosera*), tienen pelos cubiertos con un dulce y pegajoso néctar, el cual atrae e inmoviliza a los insectos pequeños. La planta libera enzimas digestivas secretadas por glándulas situadas alrededor de los pelos, que degradan las proteínas del insecto.
- Una estrategia de captura diferente es la que presentan las "atrapamoscas" (*Dionaea*), las cuales tienen unas hojas con espinas en el borde y un nervio central cubierto de pelos. Cuando un insecto toca esos pelos, la hoja se dobla y el insecto queda atrapado en una especie de jaula.

Blondeau, G. (2004). *El Gran Libro de las Plantas Carnívoras*. Barcelona: Editorial De Vecchi.

REFLEXIONA Y OPINA

1. ¿Qué diferencias y similitudes tiene el proceso realizado por los pulgones y la fotosíntesis?
2. ¿Qué ventajas crees que tendría utilizar microalgas como productoras de biocombustible?
3. ¿En qué tipo de ambientes es posible encontrar plantas carnívoras?
4. ¿Por qué estas plantas necesitan obtener nutrientes de los insectos?
5. Averigua si existen plantas carnívoras en Chile y cuál es su estado de conservación.

UNIDAD 4

Materia y energía en el ecosistema

Me preparo para la unidad

1. Busca, en diarios o revistas, imágenes que representen las ideas que tú tienes de energía y ecosistema.
2. Averigua en un diccionario la definición de energía. Cópiala en tu cuaderno y pega las imágenes que encontraste en la Actividad 1.
3. ¿De qué manera explicarías lo que es un ecosistema? Apoya tu explicación con recortes.
4. Mira la fotografía. ¿Observas una cadena alimentaria? Haz el intento de diagramarla en tu cuaderno.
5. Busca en Internet algunos videos relacionados con las siguientes ideas: contaminación en el planeta Tierra, sustancias tóxicas en el medioambiente. Luego comenta a tus compañeros lo que más te llamó la atención.

Objetivos de la unidad

Lección 1: ¿De dónde obtienen energía los seres vivos?

- Identificar el flujo y transferencia de materia y energía en una cadena trófica y las diferencias en sus formas de obtención.

Lección 2: ¿Cómo se comporta un ecosistema?

- Explicar la transferencia de energía entre distintos niveles tróficos en términos de su eficiencia.

Lección 3: ¿Cómo fluyen la materia y la energía en el ecosistema?

- Explicar y construir diferentes pirámides tróficas.

Lección 4: ¿Cómo la actividad humana afecta la transferencia de materia en el ecosistema?

- Describir el impacto de la bioacumulación de sustancias químicas tóxicas en cadenas y tramas y conocer estrategias de prevención de este tipo de contaminación.

Para comenzar

En todo lo que mires encontrarás energía. Por ejemplo, si observas la fotografía, ¿qué impulsa a la rana a alcanzar su alimento?, ¿con qué objetivo la rana se alimenta?, ¿de dónde obtuvo energía la mosca para posarse sobre las flores?, ¿de qué manera la planta de la fotografía consigue energía para vivir?

Este flujo de energía entre los diferentes organismos que observas es lo que estudiarás en esta unidad. Además, de qué forma se transmite y qué sucede cuando en esta transferencia se acumulan sustancias tóxicas para los seres vivos y el ambiente.

LECCIÓN 1:

¿De dónde obtienen energía los seres vivos?

Debes recordar: *conservación de la materia y energía, organismos fotosintetizadores.*

Trabaja con lo que sabes

¿Cómo funciona un pequeño modelo de ecosistema?

Organízate con tres compañeros y realiza el siguiente montaje experimental. Luego responde las preguntas.

Materiales

- carbón
- arena gruesa
- tierra de hoja
- arena fina
- brotes de plantas (pueden ser algunos estolones de malamadre, frutilla o algunas cactáceas)
- caracoles de tierra
- chanchitos de tierra
- tierra de hojas
- agua
- caja de plástico con tapa

Procedimiento

1. Agreguen una primera capa de carbón y sobre esta, arena gruesa. Posteriormente añadan una capa más gruesa de tierra de hoja y sobre ella, una delgada capa de arena fina.
2. Con ayuda de una pinza, traspasen las pequeñas plantas.
3. Dejen un recipiente con agua sobre la tierra.
4. Rieguen el sustrato sin inundarlo.
5. Coloquen los pequeños organismos. Averigüen que entre ellos no se hagan daño o que uno sea alimento del otro.
6. Introduzcan otros elementos, como pequeñas piedras, y ciérrenlo herméticamente.
7. Déjenlo en un lugar donde le llegue luz.
   - **a.** Miren su terrario construido y anoten los organismos que existen en él y sus características.
   - **b.** ¿Qué creen que sucederá a medida que pasen los días?, ¿podrá mantenerse este pequeño ecosistema?
   - **c.** Observen su terrario durante siete días y registren los cambios que advierten.
   - **d.** ¿Qué sucede con la materia dentro del terrario?, ¿de dónde obtienen los organismos la energía para mantenerse?

Propósito de la lección

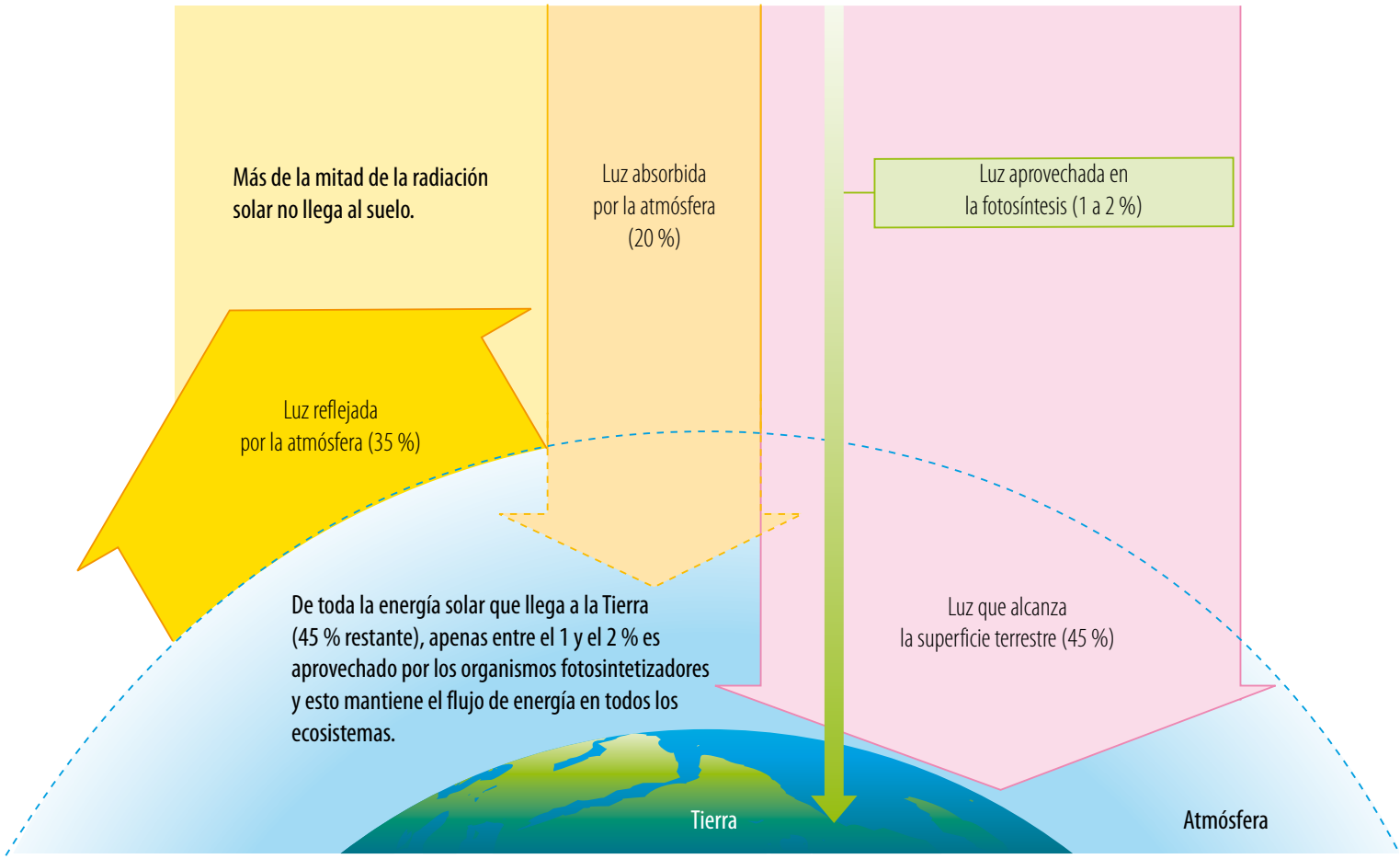
Tal como observaste en tu pequeño terrario, en el ecosistema existe una necesidad constante de materia y energía. Tu modelo de ecosistema se mantiene debido a la energía que proviene del Sol, de la misma manera como sucede en los ecosistemas en el planeta. Como aprendiste en la unidad anterior, la energía del Sol es captada por los organismos fotosintéticos, comenzando su curso por los ecosistemas. La forma en que la energía se incorpora a los organismos y ecosistemas es lo que aprenderás en esta lección.

El Sol como principal fuente de energía

El Sol es el principal responsable de la vida en la Tierra, pues es la fuente primaria de energía que mantiene a los seres vivos, ya que la luz solar es captada por los organismos fotosintetizadores, y su energía se transfiere de un individuo a otro a lo largo de las cadenas alimentarias, lo que permite la existencia de prácticamente todos los **ecosistemas** de la Tierra.

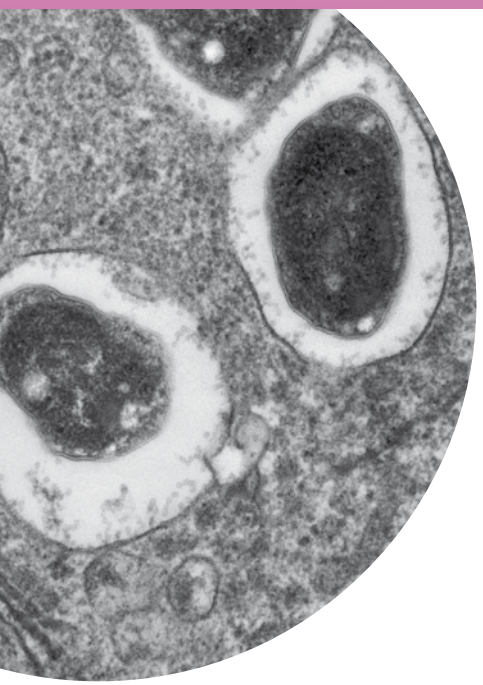
Además, la radiación solar calienta el suelo, las masas de agua y el aire, propiciando un ambiente más favorable para la vida.

Observa la ilustración que muestra lo que ocurre con la energía proveniente del Sol.



Actividad 1 Análisis

1. **Analiza** el esquema de esta página y describe el rol de la atmósfera. A continuación, **predice** qué ocurriría con la radiación solar que llega a la Tierra si no existiera la atmósfera.
2. Además de la fotosíntesis, ¿en qué otros procesos se utiliza la energía que aporta el Sol? **Explica**, frente al curso y el profesor, alguno de ellos.



▲ Corte de raíz de una planta de soya, donde se observan bacterias *Bradyrhizobium japonicum* (quimiosintéticas). ¿Podría este organismo ser fotosintético si vive bajo la tierra adosado a las raíces?

Nutrición autótrofa y heterótrofa

Como recordarás, los organismos **autótrofos** sintetizan sus propios nutrientes, mientras que los **heterótrofos** los obtienen a partir de otros organismos o de sus desechos. Los nutrientes aportan a las células la energía y la materia que requieren para llevar a cabo sus funciones y construir sus estructuras.

Organismos autótrofos

Pueden sintetizar sus nutrientes a partir de la energía que captan del Sol, como ya los has estudiado en la unidad anterior, los denominados **fotosintetizadores** o **fotoautótrofos**. Asimismo, existen algunos cuya fuente de energía son los minerales, los que reciben el nombre de **quimiosintetizadores** o **quimioautótrofos**.

A los organismos autótrofos también se les llama **productores**, porque son los únicos que pueden ingresar energía a los diferentes ecosistemas, sintetizando materia orgánica utilizando moléculas inorgánicas, como el CO_2 y el H_2O, esenciales para que se lleve a cabo la fotosíntesis, e incorporando indirectamente otras moléculas inorgánicas que se emplean en la fabricación de proteínas o aminoácidos, como el fósforo (P) y el nitrógeno (N).

Un ejemplo de quimiosintetizadores son las **bacterias nitrificantes** que oxidan compuestos reducidos del nitrógeno presentes en el suelo. Por ejemplo, las del género nitrosomonas oxidan el amoníaco y lo convierten en nitritos, mientras que las del género nitrobacter oxidan los nitritos a nitratos.

Las **ferrobacterias**, también organismos quimioautótrofos, viven en aguas ricas en compuestos de hierro ferroso (Fe^{2+}), absorben estas sustancias y las oxidan a hierro férrico (Fe^{3+}). Otras bacterias usan el hidrógeno (H_2) o el metano (CH_4).

◀ Un organismo fotosintetizador debe estar expuesto a la energía que emite el Sol. Este tipo de organismos produce la mayor parte de la materia orgánica que mantiene el ecosistema. ¿Qué otros organismos fotosintetizadores recuerdas?

Organismos heterótrofos

Los organismos heterótrofos toman la materia orgánica **directamente del medio** en el que se encuentran. Para ello, deben degradar los alimentos que ingieren. De este modo, los nutrientes obtenidos son aprovechados por las células como fuente de energía o como sustratos para la síntesis de biomoléculas.

Este tipo de organismo recibe el nombre de consumidores, pues debe consumir alimentos para incorporar materia y energía.

◀ Las orugas son consumidores herbívoros, ya que se alimentan de plantas.

▲ Los hongos son consumidores de materia orgánica en descomposición, devolviendo componentes inorgánicos a la tierra, que serán nuevamente incorporados por las plantas.

◀ Los seres humanos también son consumidores. Se clasifican como omnívoros, ya que consumen vegetales y animales.

Recuerda que la obtención de energía en ambos tipos de organismos (autótrofos y heterótrofos) se realiza, mayoritariamente, a través del proceso de respiración celular, en el que se libera la energía química de la molécula de glucosa y se almacena en el ATP, molécula que sirve como intermediaria energética para todas las actividades celulares.

Al finalizar la lección...

Responde las siguientes preguntas. Luego, corrige tus respuestas con el profesor.

1. **Identifica** cuál es la fuente principal de energía que mantiene a los seres vivos. Explica.
2. **Recuerda** qué otras fuentes de energía existen para los organismos autótrofos.
3. **Explica** por qué se denominan organismos productores y consumidores.

LECCIÓN 2:

¿Cómo se comporta un ecosistema?

Debes recordar: *cadenas alimentarias.*

Trabaja con lo que sabes

a. ¿Qué representan las flechas que se diagraman entre los organismos de una cadena alimentaria?

b. ¿Qué incorpora un individuo cuando se alimenta de un trozo de vegetal o parte de un animal?

Propósito de la lección

Como has aprendido, la energía es fundamental para todos los organismos, y ahora aprenderás que existen flujos constantes de materia y energía entre los ecosistemas y que todos los organismos que lo constituyen son escenciales.

El estudio de un ecosistema

Durante este año has aprendido muchas cosas: que todos los seres vivos necesitan energía para sobrevivir; que mediante el metabolismo celular, esta energía se almacena en moléculas especiales para ser utilizada posteriormente en las diferentes actividades del organismo; que los organismos fotosintetizadores son capaces de transformar la energía lumínica en energía química útil para su sobrevivencia. Todos estos procesos ocurren en una unidad llamada ecosistema.

La **ecología** se ocupa del estudio científico de las interrelaciones entre los seres vivos y su ambiente; por tanto, estudia también los factores físicos y biológicos que influyen en estas relaciones, como la temperatura, la presión, la humedad y la naturaleza del suelo, entre otros, así como las relaciones con todos los demás seres vivos de dicho medio.

En el Parque Nacional La Campana existen poblaciones de palma chilena (*Jubaea chilensis*), peumo (*Cryptocarya alba*), quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), entre otras.

3. **Nivel de comunidad**

Una comunidad está formada por las diversas poblaciones de seres vivos que habitan un ecosistema. Los miembros de la comunidad se vinculan unos con otros mediante determinadas relaciones, de las cuales, las más importantes son las relaciones tróficas, que son las que se establecen cuando un ser vivo se alimenta de otro, las que estudiarás en esta unidad.

2. **Nivel de población**

La población está constituída por seres vivos de la misma especie que forman parte de un ecosistema en un lugar y tiempo determinados. Entre ellos se relacionan para reproducirse, protegerse, buscar alimento, entre otros. En la fotografía puedes observar algunas poblaciones: las alpacas, los arbustos y la llareta.

4. **Nivel de ecosistema**

Es la interacción de la comunidad biológica con los factores **abióticos** del lugar donde viven, como la intensidad de la luz, el suelo, la temperatura, entre otros.

1. **Nivel de organismo**

Es el nivel básico de organización de un ecosistema y corresponde a cada uno de los seres vivos individuales.

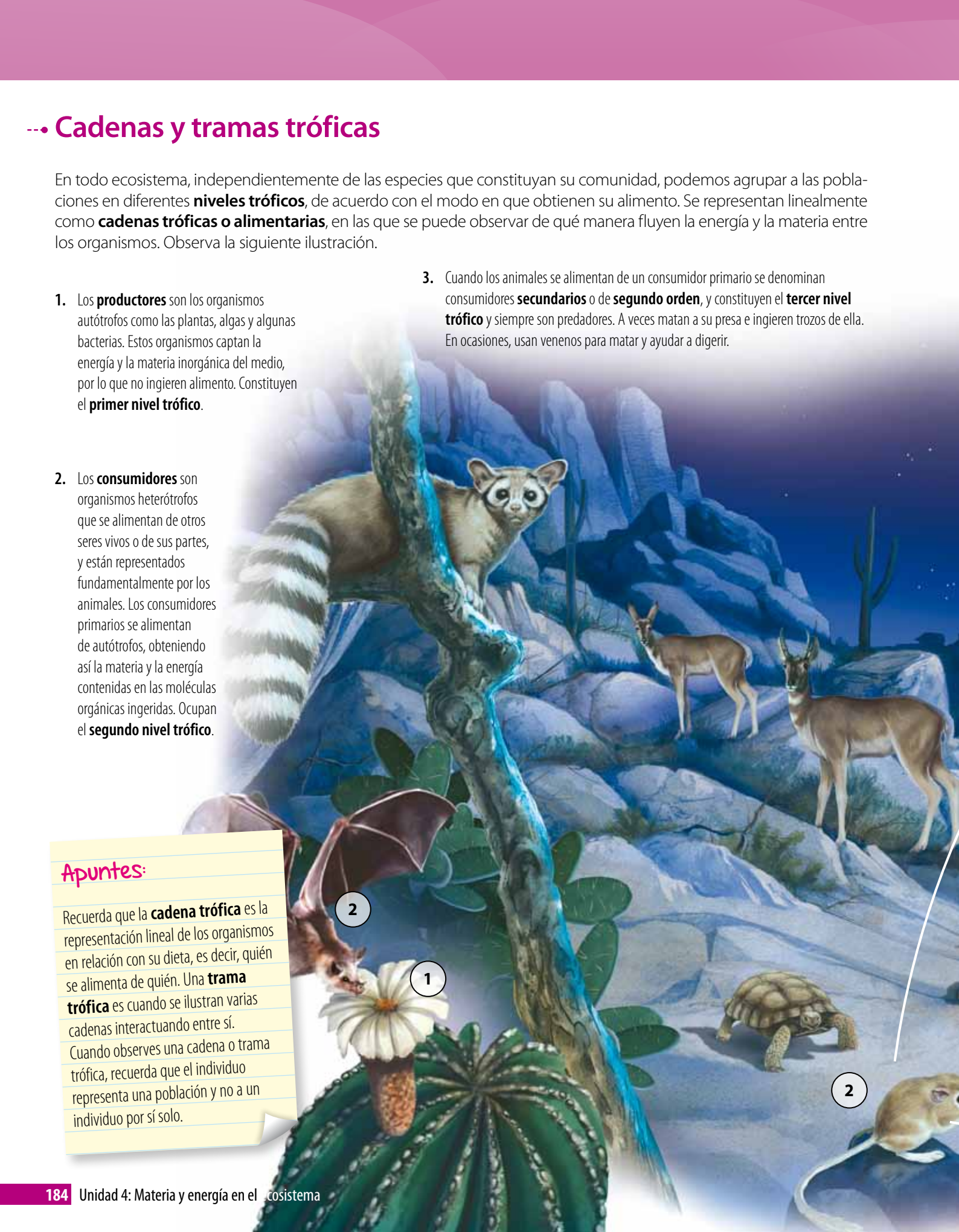
Cadenas y tramas tróficas

En todo ecosistema, independientemente de las especies que constituyan su comunidad, podemos agrupar a las poblaciones en diferentes **niveles tróficos**, de acuerdo con el modo en que obtienen su alimento. Se representan linealmente como **cadenas tróficas o alimentarias**, en las que se puede observar de qué manera fluyen la energía y la materia entre los organismos. Observa la siguiente ilustración.

1. Los **productores** son los organismos autótrofos como las plantas, algas y algunas bacterias. Estos organismos captan la energía y la materia inorgánica del medio, por lo que no ingieren alimento. Constituyen el **primer nivel trófico**.

2. Los **consumidores** son organismos heterótrofos que se alimentan de otros seres vivos o de sus partes, y están representados fundamentalmente por los animales. Los consumidores primarios se alimentan de autótrofos, obteniendo así la materia y la energía contenidas en las moléculas orgánicas ingeridas. Ocupan el **segundo nivel trófico**.

3. Cuando los animales se alimentan de un consumidor primario se denominan consumidores **secundarios** o de **segundo orden**, y constituyen el **tercer nivel trófico** y siempre son predadores. A veces matan a su presa e ingieren trozos de ella. En ocasiones, usan venenos para matar y ayudar a digerir.



Apuntes:

Recuerda que la **cadena trófica** es la representación lineal de los organismos en relación con su dieta, es decir, quién se alimenta de quién. Una **trama trófica** es cuando se ilustran varias cadenas interactuando entre sí. Cuando observes una cadena o trama trófica, recuerda que el individuo representa una población y no a un individuo por sí solo.

Como observas en el esquema, el flujo de energía en la cadena alimentaria es **unidireccional**: tiene su inicio con la captación de la energía luminosa por los productores y comienza la transferencia hacia los consumidores, desde los primeros niveles tróficos.

4. Existen carnívoros que se alimentan de otros carnívoros. Constituyen la categoría de consumidores **terciarios** o cuaternarios y ocupan el **cuarto nivel trófico**.

5. Los **descomponedores** o recicladores conforman el **último nivel trófico**. Se alimentan de restos de materia orgánica compleja, eliminando al medio componentes inorgánicos más sencillos que incorporan las plantas, volviendo a circular en el ecosistema, lo que permite constituir el **ciclo de la materia**.

Los descomponedores pueden ser bacterias y hongos, algunos son **detritívoros**, cuando se alimentan de pequeños restos de materia orgánica no viviente.

Los descomponedores juegan un papel fundamental en los ecosistemas, ya que permiten que los nutrientes se reciclen y vuelvan a ser utilizados. Si no estuvieran presentes, la materia orgánica se quedaría en el suelo, interrumpiéndose el ciclo.

Actividad 2 Análisis

1. **Identifica** una de las cadenas tróficas o alimentarias que observas en la ilustración. Dibújala en tu cuaderno.
2. **Analiza** el sentido de las flechas, ¿podría ser en dirección contraria?, ¿por qué?
3. **Explica** por qué la materia comienza nuevamente a circular con la participación de los descomponedores. Luego, corrige tus respuestas con el profesor.

Tramas tróficas de Chile

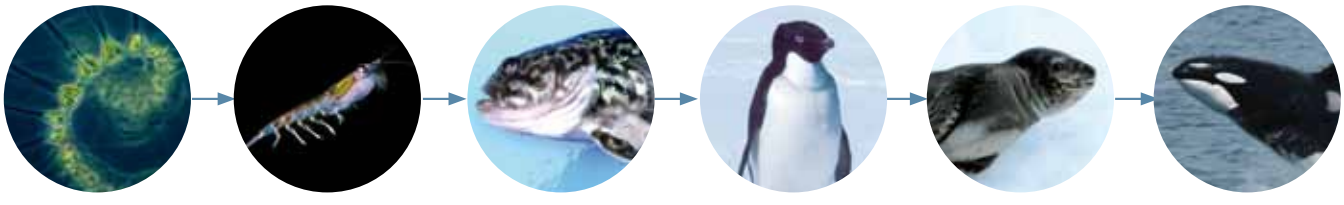
Actividad 3 Análisis

Observa la siguiente trama trófica del Norte de Chile.

1. **Identifica** los organismos productores que observas en la ilustración.
2. ¿Cuántas cadenas alimentarias se ilustran?
3. ¿Hay organismos que sean, simultáneamente, consumidores primarios y secundarios?, ¿cuáles?
4. ¿Hay organismos que sean consumidores secundarios y terciarios a la vez?, ¿cuáles?

Cadena trófica de la Antártica de Chile

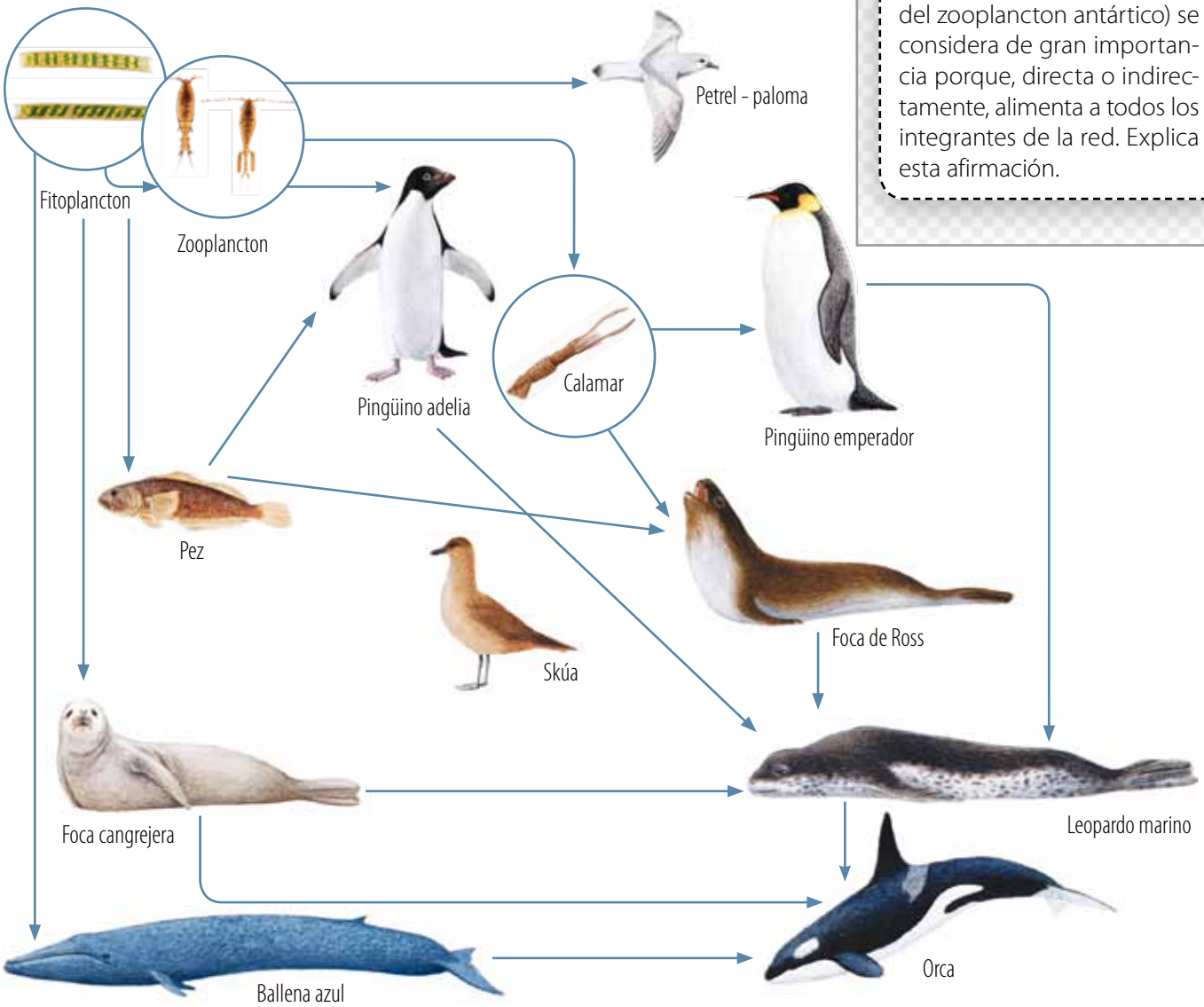
Las condiciones climáticas de la Antártica son extremas, y todas las formas de vida que existen en este ambiente deben estar adaptadas a estas inclemencias (bajas temperaturas, escasa luz, suelo cubierto de hielo y altas salinidades). Por estas razones, los productores no están concentrados en las plantas terrestres, sino que crecen en el océano. Es el **fitoplancton** (fotosintéticos) la base de esta cadena alimentaria. Por esto, casi todos los organismos dependen del mar, que provee los recursos para la supervivencia de la mayoría de las especies.



Fitoplancton — Zooplancton — *Notothenia rossii* — Pingüino adelia (*Pygoscelis adeliae*) — Foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) — Orca (*Orcinus orca*)

Red trófica de la Antártica de Chile

Observa la misma cadena trófica anterior, incorporada en una red trófica.



Actividad 4 Análisis

El krill (principal componente del zooplancton antártico) se considera de gran importancia porque, directa o indirectamente, alimenta a todos los integrantes de la red. Explica esta afirmación.

Actividad 5 Síntesis

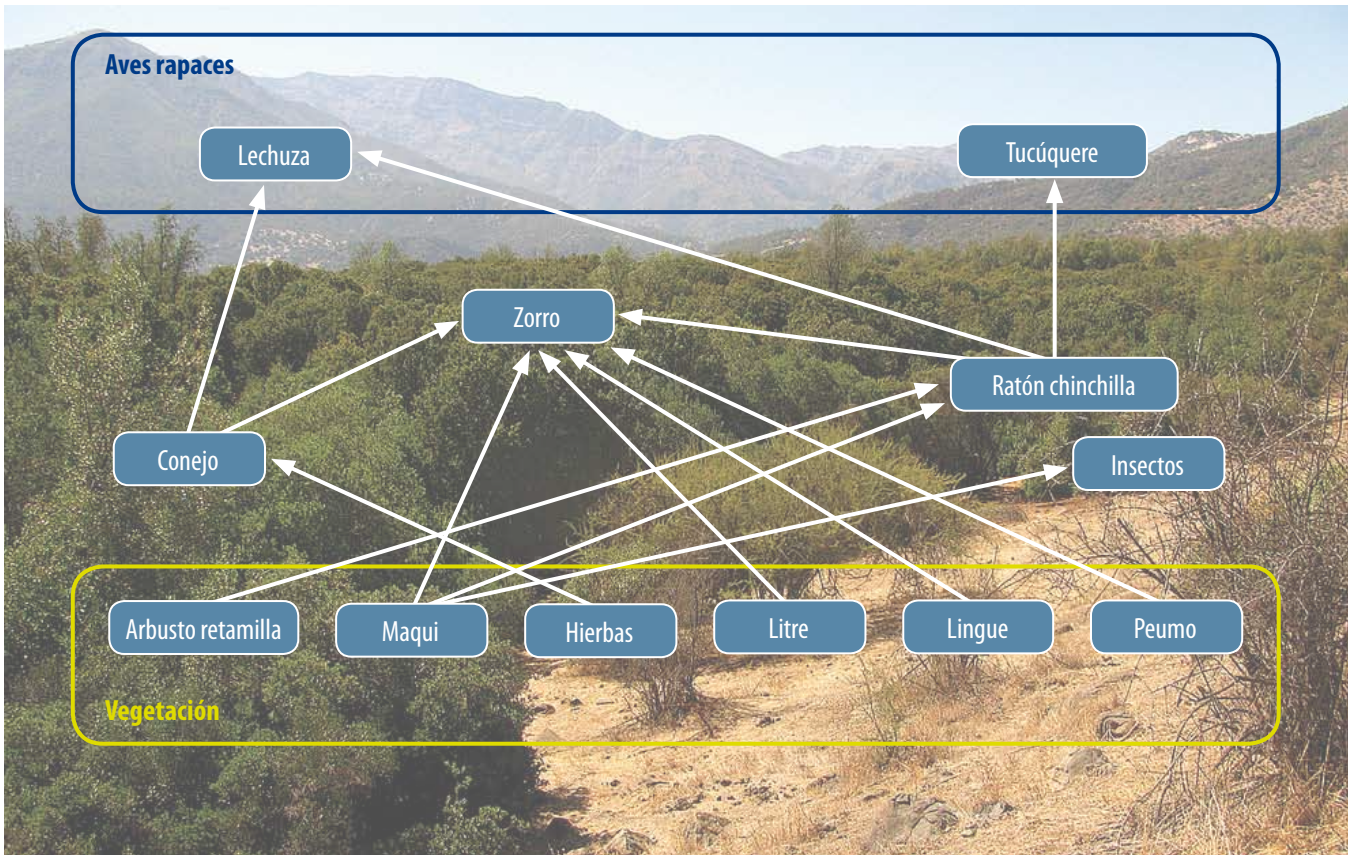
1. **Ordena** en tu cuaderno, los siguientes organismos, formando una cadena trófica.

hongos	zorzal	mariposa	flores

2. **Clasifica** cada población representada en la cadena en su nivel trófico.
3. **Describe** de qué manera fluye la materia en esta cadena trófica. Luego, corrige tu respuesta con el profesor.
4. **Explica**, ante el curso y tu profesor, cuál es la importancia de los descomponedores en el ecosistema.

Al finalizar la lección...

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 entre las regiones I y VII. Analízala y luego corrige tus respuestas a las preguntas planteadas con la ayuda del profesor.



1. **Identifica** los organismos que constituyen el primer nivel trófico. ¿Qué características en común tienen todos ellos?
2. **Reconoce** cuatro poblaciones que estén interactuando en esta trama.
3. **Identifica** tres cadenas tróficas.
4. En una de ellas **indica** a qué nivel trófico corresponden los organismos que la constituyen.
5. **Reconoce** los consumidores primarios en la trama trófica.
6. **Explica** qué ocurre en el caso del zorro y su nivel trófico.
7. **Explica** la transferencia de materia que existe entre los pastos y matorrales, el conejo, el zorro y los organismos descomponedores.

Control de variables

La experimentación en el laboratorio puede tener varios propósitos. Entre ellos: ejemplificar y comprender principios o leyes de las ciencias naturales, contrastar hipótesis de trabajo, contestar preguntas como las siguientes: ¿de qué factores depende el fenómeno en estudio?, ¿cuándo ocurre?, ¿cómo? Estas interrogantes son algo así como el motor de los experimentos, ya que nos invitan a establecer relaciones entre las diferentes **variables** que influyen sobre un fenómeno determinado. Por lo tanto, nos permiten conocer, establecer y cuantificar las causas y, también, los efectos.

Al planificar y desarrollar un experimento es necesario hacer un control de variables. Este consiste en identificar cuáles son los factores (variables) que afectan el resultado del experimento y cómo se relacionan entre sí.

Recuerda los tipos de variables:

- **Variable independiente o manipulada:** es la que se modifica a voluntad del experimentador, la que se puede manipular (causa).
- **Variable dependiente o respuesta:** es la que se modifica en respuesta al cambio de la variable independiente (efecto).

Por ejemplo, recuerda el **Taller de ciencias** que realizaste en la Unidad 1. En esa ocasión determinaste que la temperatura influía en la velocidad de una reacción enzimática. La variable independiente fue la que manipulaste, es decir, la temperatura. La variable dependiente fue la velocidad de la reacción en cada uno de los tubos.

Ahora tú

Analiza el siguiente experimento y responde las preguntas. Luego, corrige tus respuestas con el profesor.

Un grupo de investigadores, preocupados por la disminución de ejemplares de *Lontra felina* (chungungo), observaron la trama trófica en las costas de la zona central del país. Averiguaron que hace 10 años el número de *Lontra felina* era mayor y que sus avistamientos eran repetitivos durante el día, a diferencia de lo que ocurre actualmente.

Los investigadores decidieron alterar un sector de la costa, incorporando ejemplares de *Concholepas concholepas* (loco), uno de los gasterópodos del cual se alimenta el chungungo.

Al cabo de dos años observaron un aumento significativo en el número de *Lontra felina*.

▲ *Lontra felina*.

a. ¿Qué problema de investigación se plantearon los investigadores?

b. ¿Cuál es la variable independiente de este experimento?

c. ¿Cuál es la variable dependiente? ¿De qué forma se relaciona con la independiente?

d. ¿Sería una buena medida permitir la caza de Lontra felina?, ¿por qué?

¿Afecta la temperatura en la descomposición de la materia orgánica?

Organízate en grupos de tres o cuatro integrantes y desarrolla el siguiente trabajo científico.

Antecedentes

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que ocurre constantemente en la naturaleza. En este proceso participan los organismos descomponedores (bacterias, hongos, algunas lombrices y larvas de insectos). Este proceso consiste en descomponer los desechos orgánicos en productos sencillos que puedan ser utilizados por los organismos autótrofos, completando el ciclo de la materia.

Problema de investigación

Como en todo proceso, existen factores que influyen en su desarrollo. En este taller estudiarán el factor "temperatura" y de qué manera esta afecta a la descomposición de la materia orgánica.

¿Cómo plantearían el problema?

Planteamiento de hipótesis

Escojan una de las hipótesis planteadas:

A. La temperatura no afecta a la descomposición de la materia orgánica.

B. La temperatura afecta directamente la descomposición de la materia orgánica.

Diseño experimental

Materiales

- agua
- material orgánico (cáscaras de papas, verduras, frutas, hojas secas, cáscaras de huevo, etc).
- tres frascos de boca ancha con tapa
- refrigerador
- cinta de embalaje
- agua
- termómetro

Procedimiento

1. Organicen todo el material orgánico en tres porciones equitativas y píquenlo en pequeños trozos.
2. Asignen un frasco para cada porción del material orgánico e introdúzcanla en él, luego, numérenlos del 1 al 3.
3. Adicionen la misma cantidad de agua en cada frasco para humedecer el material orgánico.
4. Tapen los frascos y ubíquenlos en lugares en los que estén expuestos a diferentes temperaturas (el frasco 1 en el refrigerador; el frasco 2, en un sitio al aire libre, pero con sombra permanente, y el frasco 3, en un sitio en donde reciba la luz directa del Sol). Mantengan los frascos por 2 semanas en sus lugares determinados.
5. Registren la temperatura de los frascos, día por medio, a la misma hora. (Mantengan los frascos abiertos el menor tiempo posible).
6. Realicen observaciones diarias durante dos semanas y regístrenlas en la tabla de observaciones.

Resultados

Copien en sus cuadernos o en una planilla de datos en el computador el siguiente formato de tabla de registro para 15 días.

		Temperatura (°C)	Observaciones
Día 1	Frasco 1		
	Frasco 2		
	Frasco 3		
Día 3	Frasco 1		
	Frasco 2		
	Frasco 3		

Análisis e interpretación de evidencias

Comenten en grupo en torno a las siguientes preguntas.

a. **Describan** qué pasa con las muestras a medida que transcurren los días.

b. **Comparen** cuál de las muestras cambió de aspecto más rápidamente.

c. **Identifiquen** en cuál de las muestras no se evidenciaron cambios o estos fueron escasos. ¿Qué factor influyó en esta diferencia?

d. **Apliquen** lo aprendido en la sección **Pensamiento científico** e **identifiquen** cuál fue la variable independiente durante el experimento. Expliquen.

e. **Analicen** qué factores se mantuvieron constantes durante este experimento.

f. **Concluyan** luego del análisis realizado, ¿aceptan o rechazan la hipótesis planteada?

g. **Infieran** qué importancia tendrá para la vida la descomposición de la materia orgánica.

Comunicación de resultados y proyección

Elaboren una presentación de diapositivas o un póster sobre el fenómeno estudiado. Recuerden incorporar los antecedentes, la metodología utilizada, los resultados obtenidos, su apreciación y conclusiones.

Propongan una nueva investigación que evalúe si otro factor afecta a la descomposición de la materia orgánica.

LECCIÓN 3:

¿Cómo fluyen la materia y la energía en el ecosistema?

Debes recordar: *ecosistema, cadenas y tramas tróficas y requerimientos energéticos.*

Trabaja con lo que sabes

Escribe una lista con todos los alimentos que consumes durante un día. Pueden ser los del día de ayer. Luego responde las preguntas.

a. **Identifica** cuáles de los alimentos consumidos provienen de organismos productores.

b. **Reconoce**. ¿Qué tipo de consumidor eres, en ese caso?

c. **Identifica** uno de los alimentos que provenga de algún tipo de consumidor. ¿Qué nivel trófico ocupas entonces en la cadena alimentaria?

d. **Representa** mediante un dibujo una cadena trófica considerando el origen de algunos de los alimentos de tu lista donde aparezcas como consumidor.

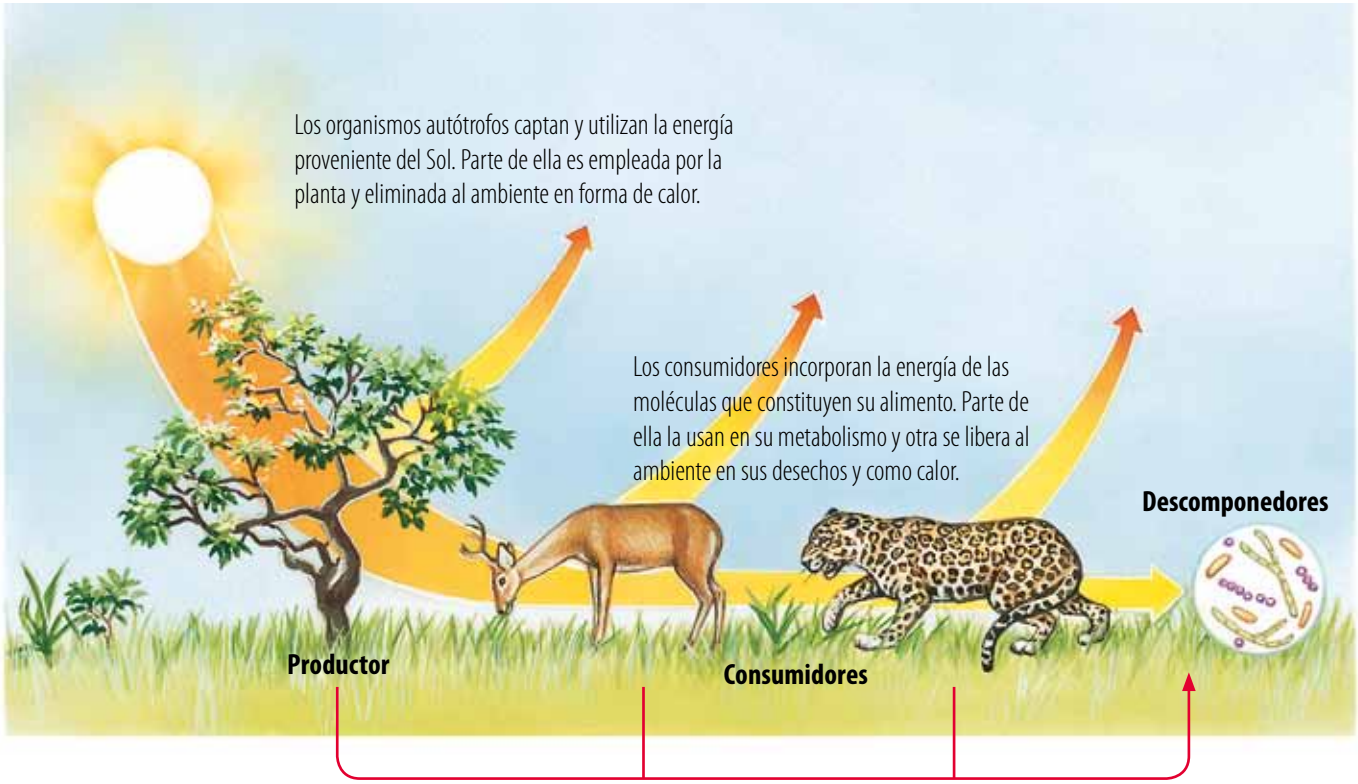
e. **Explica**. ¿Qué obtienes del alimento que ingieres?

Propósito de la lección

Cuando te alimentas, incorporas a tu organismo la materia y la energía necesarias para realizar tus funciones vitales. En los ecosistemas naturales sucede lo mismo, y como has estudiado, se generan cadenas y tramas tróficas. Es así como la energía proveniente mayoritariamente del Sol comienza a fluir entre los organismos, llegando a los descomponedores. Qué pasa con la energía, de qué forma se transmite y cómo podemos graficarlo son algunos temas que aprenderás en esta lección.

▲ Alimentos que provienen de organismos productores.

¿Qué ocurre cuando un ser vivo se come a otro?



En una cadena alimentaria, la cantidad de energía presente en un nivel trófico es siempre mayor que la cantidad de energía potencialmente transferible hacia el nivel siguiente. Eso ocurre porque todos los seres vivos consumen parte de la energía del alimento en el propio mantenimiento, liberando una fracción como calor y, por tanto, no se transfiere al nivel trófico siguiente.

La materia y la energía se conservan

Tal como se acaba de mencionar, la cantidad de energía va disminuyendo a medida que avanza la cadena trófica. Finalmente, cuando los descomponedores actúan sobre los restos de los organismos, terminan de emplear y liberar la energía que quedaba en ellos. Por eso, a diferencia de lo que ocurre con la materia (que circula y es reutilizada), parte de la energía se libera al ambiente y no puede ser usada por el organismo siguiente.

Debes recordar que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma, por lo que es necesario que se reincorpore a la cadena alimentaria en forma de radiación solar.

Conexión con...

química

En la naturaleza se hace evidente el principio de conservación. La materia fluye de forma cíclica en un continuo de transformaciones, tal como lo enuncia Lavoisier al postular que *la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma*, conocida como ley de la conservación de la masa.

Lo mismo ocurre con la energía. El primer principio de la termodinámica establece que la energía que se incorpora a los organismos productores debe ser la misma que es utilizada y liberada al medio por los consumidores. Es decir, *la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma en otras formas de energías*.

De la energía que se incorpora, ¿cuánta se transfiere?

Conexión con...
matemática

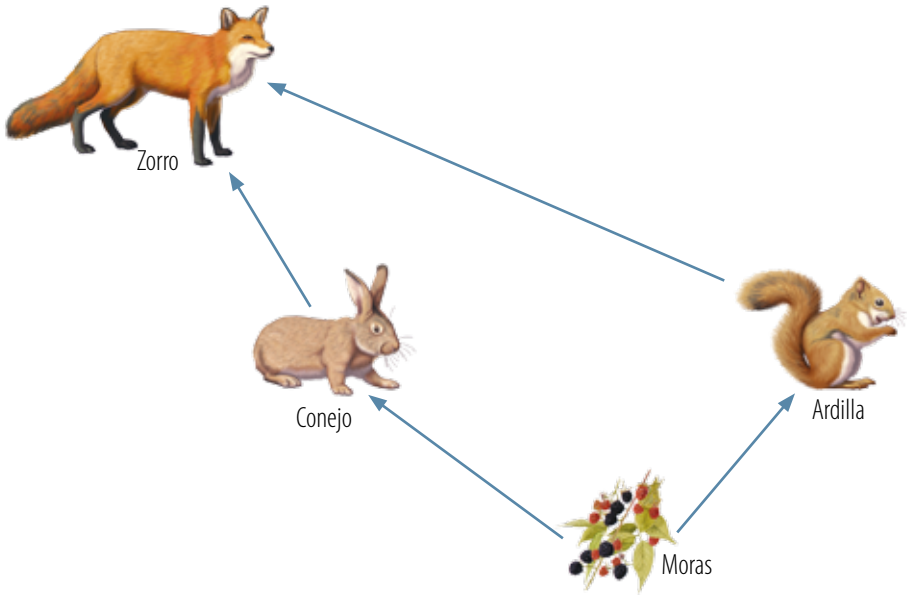
La energía almacenada por los productores de un ecosistema es de 5 000 kilocalorías por metro cuadrado por año. Si solamente el 10 % de esta energía pasa al siguiente nivel trófico, ¿cuánta energía llegará hasta los consumidores terciarios?

La energía se transfiere generalmente con una eficiencia del 10 %, por ejemplo, cuando se lleva a cabo la fotosíntesis, solo 10 % de la energía es asimilada por los productores y, del 90 % restante, una parte es utilizada por este eslabón de la cadena trófica para la formación de tejidos, y otra porción se libera al ambiente como energía calórica.

La energía disponible va disminuyendo, dado que cada eslabón solo puede utilizar alrededor del 10 % de la energía contenida en el eslabón anterior. Esta forma de traspaso de energía se conoce como la **ley del 10 %**. Sin embargo, este valor es usado como una medida aproximada, ya que en los ecosistemas reales la productividad presenta amplios rangos de variación, de acuerdo a las condiciones ambientales y a los seres vivos que interactúen.

Actividad 6 Aplicación

Observa la siguiente cadena alimentaria y los datos presentados. Luego responde las preguntas y corrígelas con tu profesor.



Se estudió un ecosistema determinado y después de un año, se obtuvieron los siguientes resultados:

- la energía acumulada en los productores (moras) fue de 7 000 kcal.
- la energía disponible en el segundo nivel trófico (consumidores primarios) fue de 700 kcal.

1. **Calcula** qué cantidad de energía llegará al tercer nivel trófico. ¿Cómo lo harías?
2. **Explica**. ¿Podría ser mayor la cantidad de energía disponible en el tercer nivel que en el segundo nivel trófico?
3. **Relaciona** lo que ocurre con la energía utilizada y disipada con la primera ley de la termodinámica.

Representación de la transferencia de materia y energía (pirámides tróficas)

Los ecólogos buscaron la forma de diagramar lo que sucede con la transferencia de materia y energía en el ecosistema. Diseñaron las llamadas **pirámides tróficas** o **ecológicas** que organizan la información de las relaciones que existen entre diferentes niveles tróficos.

Este tipo de pirámides aportan información muy útil sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema.

En estas pirámides, cada nivel trófico se representa con una barra de la misma altura, pero cuya extensión es proporcional al valor de la característica que se está representando. En la base se indican los productores; sobre ellos, los consumidores primarios, y a continuación, el resto de los niveles. Existen distintas pirámides tróficas: de energía, biomasa y número.

Pirámides de energía

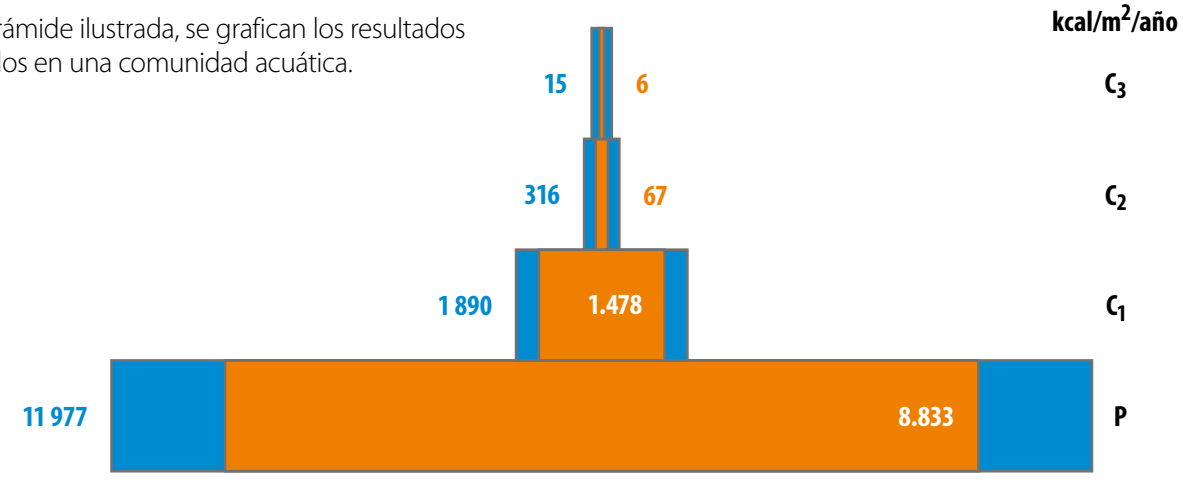
En estas pirámides, cada piso representa la energía almacenada en un nivel trófico, en un tiempo determinado, y que queda disponible para el nivel trófico siguiente. En algunos casos se puede especificar la cantidad de energía liberada en la respiración.

Sus valores se expresan en unidades de energía (kJ o kcal) por unidad de superficie en un tiempo determinado.

Las pirámides de energía son las que proporcionan mayor información, ya que muestran el flujo de energía entre los diferentes niveles tróficos.

Como ya has aprendido, cada nivel aprovecha aproximadamente el 10 % de la energía disponible en el nivel trófico inferior. Por esta razón, estas pirámides no pueden ser invertidas, debido a que la energía que posee un nivel inferior debe ser siempre mayor a la del superior.

En la pirámide ilustrada, se grafican los resultados obtenidos en una comunidad acuática.

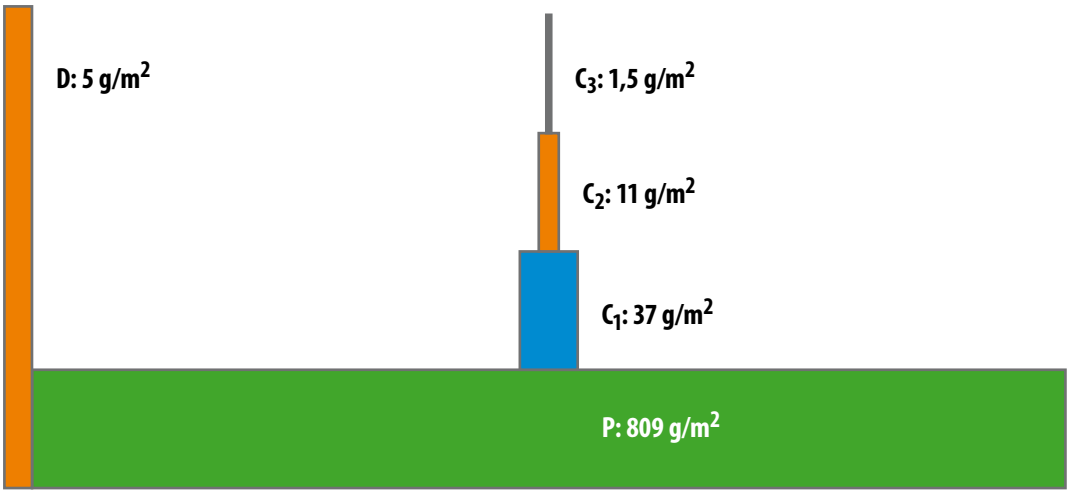


▲ De color naranja se representa la energía que se transfiere de un nivel trófico al siguiente y en azul, la energía liberada en la respiración. Entonces: en los productores, la energía almacenada fue de 11 977 kilocalorías por metro cuadrado durante un año. De ese total, 3 144 kcal se disiparon en la respiración de los productores. ¿Cómo explicarías la disminución progresiva de energía en cada nivel trófico?

Pirámides de biomasa

En cada piso se representa la biomasa de cada nivel trófico en un momento determinado. Como ya sabes, la biomasa corresponde a la cantidad de materia orgánica producida, en este caso por cada nivel trófico. La biomasa se mide en unidades de masa (en Chile se suele utilizar gramos o kilogramos) de materia orgánica seca por unidad de superficie o volumen.

La siguiente pirámide representa la biomasa del ecosistema de un manantial de aguas templadas. En este caso también se incluye el nivel trófico de los descomponedores como una barra perpendicular a la que representa a los productores. ¿Por qué crees que la barra de los descomponedores tiene esa posición?



▲ La biomasa de los productores (representados por el primer peldaño) corresponde a 809 gramos por cada metro cuadrado, a diferencia de los consumidores primarios, cuya biomasa son 37 g/m^2. ¿Qué parte de la biomasa de los productores corresponde a la de los consumidores primarios?, Compara esta diferencia con la que se origina en la transferencia de energía.

Actividad 7 Aplicación

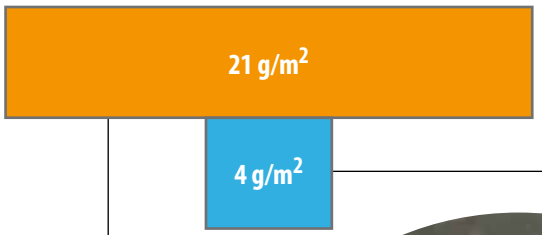
Se han calculado los valores de biomasa de los componentes de tres niveles tróficos de dos ecosistemas, uno terrestre y el otro acuático. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

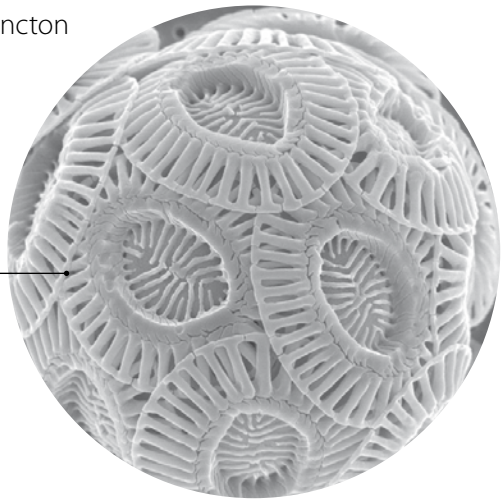
Niveles tróficos	Ecosistema	
	Terrestre	Acuático
Biomasa de productores	520 g/m^2	680 g/m^2
Biomasa consumidores primarios	0,07 g/m^2	120 g/m^2
Biomasa consumidores secundarios	0,01 g/m^2	9 g/m^2

a. **Construye** las pirámides de biomasa para estos dos ecosistemas, utilizando una escala adecuada.

b. ¿A qué crees que se debe la diferencia en la forma de las pirámides que construiste?

En algunos ecosistemas marinos pueden darse **pirámides invertidas**, en las que la biomasa de los productores es inferior a la del resto de niveles superiores, tal como la que dibujaste en la actividad anterior. El fitoplancton es un organismo con una alta tasa de crecimiento poblacional comparada con la de sus predadores, el zooplancton, y por esta razón, una pequeña biomasa de fitoplancton puede sustentar a una gran biomasa de zooplancton.





▲ Fitoplancton.

◀ Zooplancton.

Actividad 8 Aplicación

En 3 m^2 de bosque se hallaron los siguientes valores de biomasa para el conjunto de componentes de cada nivel trófico:

Productores: 809 g
Consumidores primarios: 37 g
Consumidores secundarios: 11 g
Consumidores terciarios: 1,5 g

Basándote en estos datos, **construye** la pirámide de biomasa para esa comunidad. Fíjate en las unidades de medida.

Recursos TIC

Ingresa al siguiente sitio web http://www.wikisaber.es/Contenidos/LObjects/10_pyramids_of_biomass/index.html.

Observa el video con detención, y luego, dibuja una de las pirámides realizadas en las Actividades 7 u 8, en un procesador de textos.

Envía tu pirámide de biomasa a tu profesor, como documento adjunto en un correo electrónico.

Actividad 9 Aplicación

Diseña una pirámide trófica que dé cuenta de la cantidad de organismos de un ecosistema. Utiliza los siguientes datos:

– 540 saltamontes
– 3 700 plantas de maíz
– 5 zorros
– 38 codornices.

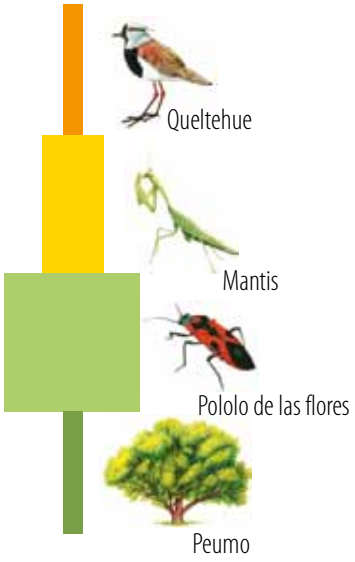
No olvides la unidad de medida. Luego comparte tu diseño con el resto de tus compañeros.

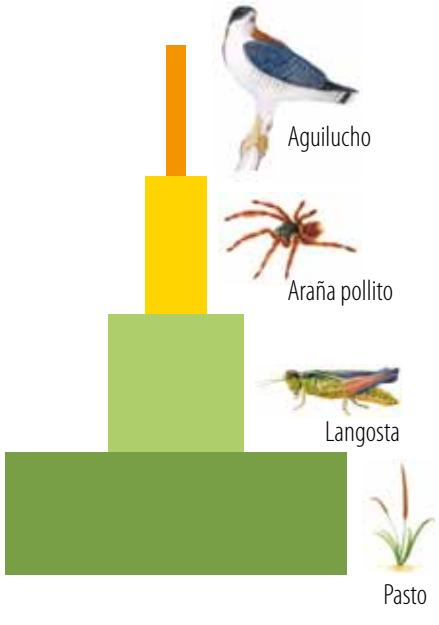
¿QUÉ OPINAS?

¿Qué crees que sucederá con la pirámide de número en un ecosistema en el que existe una especie en peligro de extinción?, ¿qué pasará con el resto de los animales de la trama trófica con el paso del tiempo?

Pirámides de número

Lo que acabas de dibujar corresponde a una pirámide de número y como puedes darte cuenta, muestra la cantidad de seres vivos que existen en cada nivel trófico en un tiempo y en una superficie determinados y pueden o no tener forma piramidal. Por ejemplo, las hojas de un solo árbol sirven de alimento para miles de insectos y, entonces, si observamos y contabilizamos la cantidad de individuos por metro cuadrado, solo hay un productor y varios consumidores, a pesar de que el árbol presenta una biomasa mucho mayor que los insectos.





Fuente: (Adaptación) Curtis, H. *Biología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2006.

La eficiencia ecológica

▲ Guanacos en el desierto del norte de Chile.

Aprendiste que, en general, en las pirámides ecológicas todos los parámetros que se representan disminuyen a lo largo de los niveles tróficos. Por ejemplo, los herbívoros reciben menos energía que la que contienen los productores porque, como ya sabes, todos los seres vivos no son ciento por ciento eficientes en el aprovechamiento de la energía.

Esto quiere decir que no pueden asimilar o utilizar toda la energía que reciben.

La eficiencia de transferencia de energía depende de dos aspectos:

- La fracción de productividad neta de un nivel trófico que es consumida por el nivel siguiente.
- El modo en que cada organismo reparte la energía que recibe entre la que produce y la que necesita para su mantenimiento.

La **eficiencia ecológica** mide el porcentaje de biomasa que se transfiere al siguiente nivel trófico. Para comprender este concepto, debes recordar que las plantas no son capaces de aprovechar toda la energía que reciben del Sol y utilizan solo entre el 1 y el 2 % de esa energía en la fabricación de materia orgánica. Ese porcentaje corresponde a la **eficiencia fotosintética de los productores**.

¿Qué ocurre en el caso de los consumidores? Existen diferencias de acuerdo con las especies. Así, por ejemplo, las aves y los mamíferos tienen baja eficiencia porque consumen mucha energía en mantener su temperatura corporal, aunque no todos la gastan en igual proporción. Los herbívoros son menos eficientes que los carnívoros, pues la digestión de los tejidos vegetales consume más energía que la digestión de la carne.

▶ La mayoría de los animales de gran tamaño son herbívoros. Esto se debe a que obtienen más energía al alimentarse de los eslabones más cercanos a los productores. ¿Cómo explicarías este fenómeno?

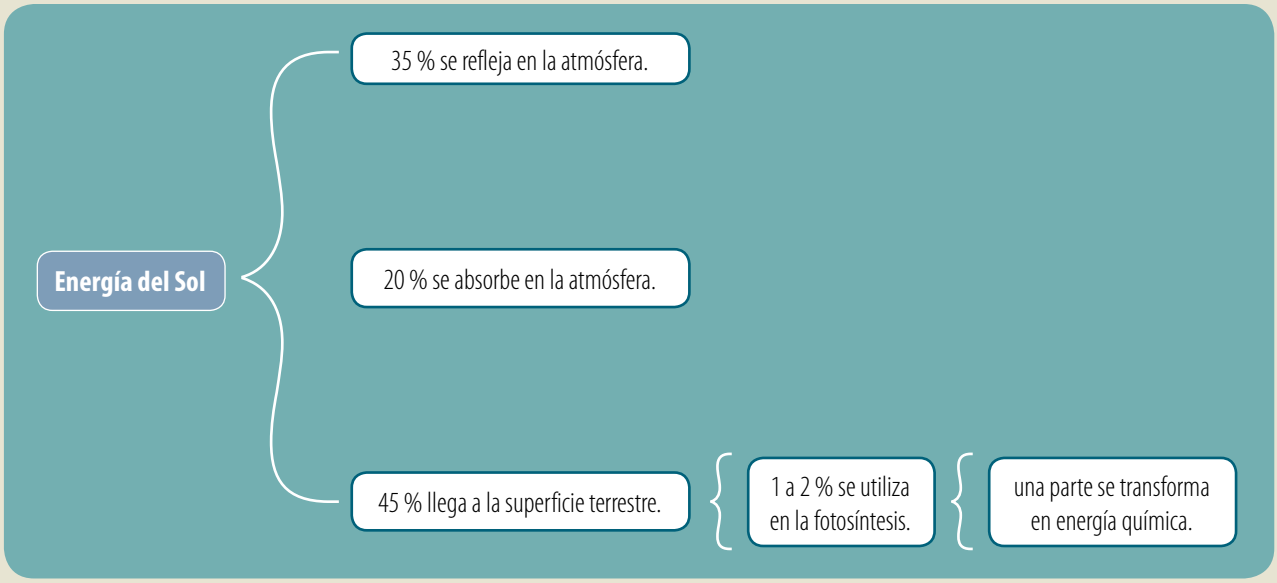
Al finalizar la lección...

1. Busca en la página web del Ministerio del Medio Ambiente información sobre un ecosistema de tu región, por ejemplo, en el texto "Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos". Luego, **crea** una probable red trófica de ese ecosistema y su correspondiente pirámide de energía. Compara tu pirámide con las representaciones de tus compañeros.
2. Responde en tu cuaderno y luego comenta tus respuestas con el profesor.
   a. **Explica**. ¿Qué pirámide no puede ser invertida?
   b. **Relaciona** la forma de la pirámide con la ley del 10 %.

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

Los diagramas de llaves son organizadores gráficos que permiten representar las relaciones de jerarquía que existen en un grupo de términos o desglosar una idea en partes más específicas. Como ejemplo, lee el siguiente diagrama de llaves que representa lo que sucede con la energía del Sol que se proyecta hacia la Tierra.



1. Construye un diagrama de llaves con los siguientes conceptos. Puedes apoyar tu trabajo leyendo el Anexo 9 de la página 246 de tu texto. Recuerda que puedes agregar otros términos.

productores | consumidores | ecosistema | trama trófica

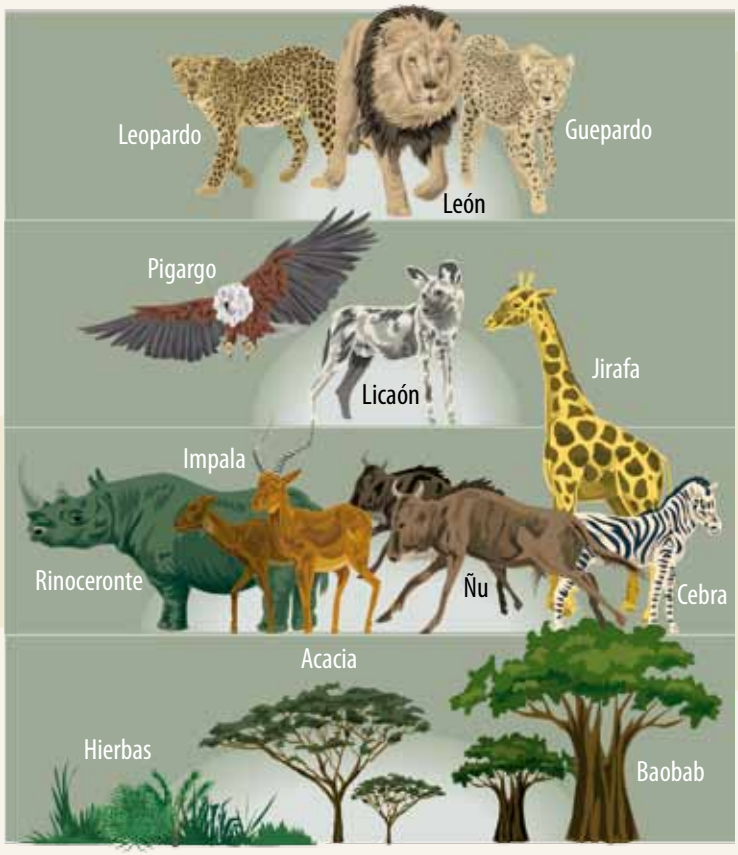
Actividades

Lee atentamente y realiza las siguientes actividades.

1. **Compara** los pares de conceptos y escribe al menos una diferencia en cada caso.

A. Energía disipada y energía utilizada en una cadena trófica.
B. Autótrofo y heterótrofo.
C. Fotosíntesis y quimiosíntesis.
D. Pirámides de número y de energía.
E. Descomponedores y productores.
F. Cadena y trama trófica.
G. Carroñeros y dentritívoros.
H. Consumidor primario y secundario.

2. Observa los siguiente niveles tróficos de la sabana africana.



A. **Completa** el esquema con los nombres de los niveles y los tipos de consumidores que los componen.

B. **Averigua** en internet sobre la dieta de estas especies, y con esa información construye dos cadenas tróficas y dibújalas en tu cuaderno.

C. ¿Dónde dibujarías los organismos descomponedores? **Explica**.

3. Responde con respecto a la materia y energía de un ecosistema.

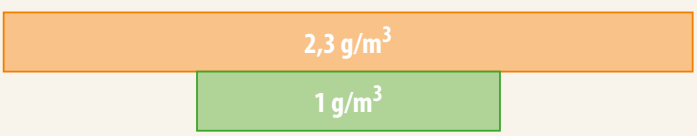
A. **Explica** en qué nivel trófico existe mayor cantidad de energía.

B. ¿Qué pasa con la energía que no ingresa al siguiente nivel trófico?

C. **Explica** lo que sucede con el ciclo de la materia; para ello, utiliza los siguientes conceptos: descomponedores y ley de Lavoisier.

D. **Describe** el flujo de la energía en una cadena alimentaria y el principio de conservación por el cual se rige.

4. Observa la pirámide de biomasa de un ecosistema marino y luego responde.



A. **Identifica** qué representa este tipo de pirámide y en qué unidades se mide.

B. **Reconoce** qué organismos conforman el nivel de los productores en este tipo de ecosistemas.

C. **Explica** cómo una biomasa más pequeña de productores soporta una biomasa mayor de consumidores. Luego, corrige tu respuesta con el profesor.

LECCIÓN 4:

¿Cómo la actividad humana afecta la transferencia de materia en el ecosistema?

Debes recordar: *cadenas y pirámides tróficas.*

Trabaja con lo que sabes

¿Cómo afecta el cloro al crecimiento de las plantas?

Existen sustancias que son dañinas para los seres vivos. Compruébalo con la siguiente actividad.

Reúne los siguientes materiales.

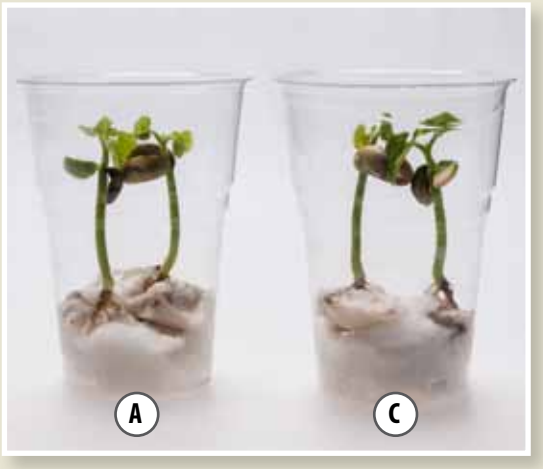
Cuidado. No consumas ni inhales ninguna sustancia en el laboratorio.

Materiales

- dos frascos de vidrio
- cuatro semillas de porotos
- agua
- cloro comercial (hipoclorito de sodio 4,9 % aproximado)
- algodón
- marcador
- dos gotarios

Procedimiento

1. Siembra dos semillas en cada frasco y déjalas sobre la misma cantidad de algodón.
2. Riega durante 10 días las cuatro semillas con la misma cantidad de agua y coloca los frascos en un lugar soleado.
3. Al décimo día, rotula los frascos: A (agua) y C (cloro). Dibuja en tu cuaderno los frascos con las plantas y descríbelas. ¿Existe alguna diferencia importante entre las que crecieron en el frasco A y las del frasco C?
4. Desde el día 11, modifica el riego: todos los días, riega el frasco A con 30 gotas de agua de la llave y el frasco C, con 30 gotas de hipoclorito de sodio (cloro comercial). Procura hacerlo a la misma hora y utiliza gotarios diferentes para cada sustancia.
5. Al día 15, describe y dibuja en tu cuaderno las plantas de cada frasco. Luego realiza otra descripción al día 20 y responde.
   a. **Describe** las plantas de los frascos A y B y anota tres **diferencias** que observes.
   b. **Explica** las diferencias entre las plantas A y C.
   c. ¿Qué efectos tendrá el exceso de cloro para los organismos productores?
   d. **Infiere**. ¿Puede este daño afectar la cadena trófica?, ¿por qué?



Propósito de la lección

Como acabas de observar, existen sustancias tóxicas para los seres vivos que alteran su normal desarrollo. Cuando este tipo de sustancias llegan al medioambiente producto de la actividad humana, se genera un daño no solo en el organismo afectado, sino que se incorpora en la cadena trófica, lo que afecta a toda la trama. En esta lección aprenderás sobre los tipos de contaminantes y sus efectos en los seres vivos; cómo las sustancias tóxicas llegan a ser parte de las cadenas tróficas, y algunas estrategias que previenen y disminuyen los daños provocados por estos contaminantes.

Tipos de sustancias contaminantes

Los tipos de contaminantes pueden ser clasificados según su origen o características en: agentes **físicos**, **biológicos** y **químicos**.

Agentes físicos

Son materiales o sustancias que por estar presentes en un ecosistema y sin importar su constitución química, alteran el equilibrio y la composición del ambiente; por ejemplo, los sedimentos en el agua que impiden que la luz penetre el agua; algunas formas de energía, como el ruido, la luz intensa, las radiaciones, las vibraciones, las variaciones de temperaturas, la presión, entre otros.

▶ Las torres de alta tensión son una fuente de emisión de radiaciones electromagnéticas.

Agentes biológicos

Son desechos orgánicos como heces fecales, cuerpos en descomposición, o microorganismos, algunos de los cuales pueden causar enfermedades.

▶ Desechos hospitalarios, como muestras de cultivos, sangre, plasma, tejidos, vacunas, entre otros, son desechos biológicos.

Agentes químicos

Son sustancias orgánicas o inorgánicas, como el petróleo y sus derivados, los fertilizantes, los pesticidas, los detergentes y los desechos industriales. Estas sustancias pueden ser absorbidas por los organismos que conforman los ecosistemas o alterar las condiciones físicas y químicas de los factores abióticos de los mismos. Este tipo de contaminante y su acumulación en los ecosistemas es lo que estudiarás con detención en esta lección.

▶ Derrames de petróleo en suelo y mar contaminan el medioambiente.

Sustancias químicas contaminantes y sus fuentes de emisión

Para saber

A continuación, el artículo 22 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos:

"Toda persona, como miembro de la sociedad, tiene derecho a la seguridad social, y a obtener, mediante el esfuerzo nacional y la cooperación internacional y en conformidad con la organización y los recursos de cada Estado, la satisfacción de los derechos económicos, sociales y culturales, indispensables a su dignidad y al libre desarrollo de su personalidad". Coméntalos con tus compañeros.

Existe una amplia variedad de sustancias químicas contaminantes. Conoce con más detalle algunas que se presentan a continuación.

- **Metales.** Algunos metales en concentraciones adecuadas son esenciales para la vida, como el cromo, el cobre y el cinc. Si superan la concentración normal, se vuelven tóxicos para el organismo.

  También existen otros metales no esenciales, que siempre son dañinos para los seres vivos, como el cadmio, el plomo y el mercurio, los que en altas concentraciones, pueden causar incluso la muerte.

  Algunas fuentes de emisión de contaminantes metálicos:

  Intemperismo (desgaste natural de las rocas), desechos de procesos mineros, desechos industriales, decantación de material particulado de la atmósfera, incineración de combustibles y carbón.

- **Bifenilos Policlorados.** Conocidos por la sigla en inglés PCB. Son sustancias químicas nocivas. No son naturales, y se sintetizan químicamente. Estas moléculas se utilizan como refrigerantes, fluidos hidráulicos y plastificantes debido a sus características: resistencia al fuego, estabilidad, mal conductor eléctrico y baja volatilidad a temperaturas normales.

  Los PCB están catalogados dentro de las doce sustancias más tóxicas del mundo y su uso está prohibido desde hace muchos años, pero al ser tan resistentes, aún se encuentran presentes en el planeta. Estas sustancias pueden liberarse de antiguos transformadores dejados en vertederos o la incineración de los mismos.

  Los PCB producen infertilidad y se relacionan con el cáncer de hígado y enfermedades en el sistema nervioso.

- **Dioxinas.** Las dioxinas también son contaminantes que están en la lista de los doce químicos más peligrosos. Estas moléculas, a diferencia de los PCB, no han tenido ningún uso, y solo son productos tóxicos de la incineración de compuestos clorados como los mismos PCB.

  Esta sustancia además se libera de forma natural en erupciones volcánicas e incendios forestales, pero en niveles tan mínimos que no alcanzan a afectar al ecosistema. Sin embargo, luego de la industrialización, los niveles aumentaron y se transformó en un tóxico de consideración.

  Una vez que las dioxinas ingresan al ecosistema, son muy difíciles de eliminarlas, y una vez que se introducen en un organismo, se mantienen en él durante mucho tiempo.

En la fotografía se observa un condensador, parte de la instalación de la red eléctrica. En su interior contiene PCB.

- **Plaguicidas.** Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un plaguicida o pesticida es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que se emplea para combatir organismos que perjudican la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agrícolas y madereros.

  El **DDT** es un pesticida que se comenzó a usar masivamente en el mundo entre las décadas de 1950 y 1960. En ese momento, pareció ser la solución para controlar al mosquito que transmite la malaria y para eliminar las plagas de insectos que afectaban las plantaciones de alimentos, ya que millones de toneladas de cultivos se perdían anualmente por esta causa. Aún no se conocían sus efectos nocivos en los seres vivos.

  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, por lo que ha sido prohibido en la mayoría de los países. En el caso de Chile, su uso no se permite desde 1985.

▲ Grupos ecologistas han luchado contra empresas que aún generan estos químicos en sus procesos.

▼ El DDT produce una disminución de la absorción de calcio en las aves, lo que genera que sus huevos sean quebradizos y se rompan antes de que el polluelo eclosione. El halcón peregrino y el pelícano pardo estuvieron muy cerca de desaparecer por la acción de esta sustancia.

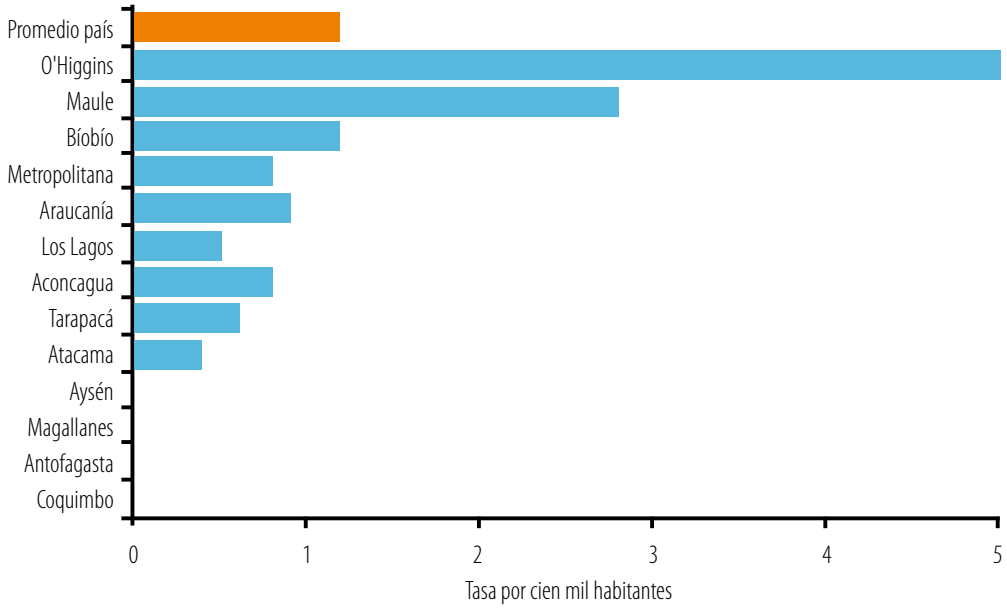
▲ Halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

▲ Pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*).

Actividad 10 Análisis

1. Analiza los siguientes gráficos y realiza las actividades. Luego, corrígelas con tu profesor.

Gráfico Nº 1: Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas según localidad. Chile enero - abril 2006 REVEP



Fuente: Ministerio de Salud, Departamento de Epidemiología. Boletín Nº 43 Publicación 16 de Junio. Año 2006. (Adaptación)

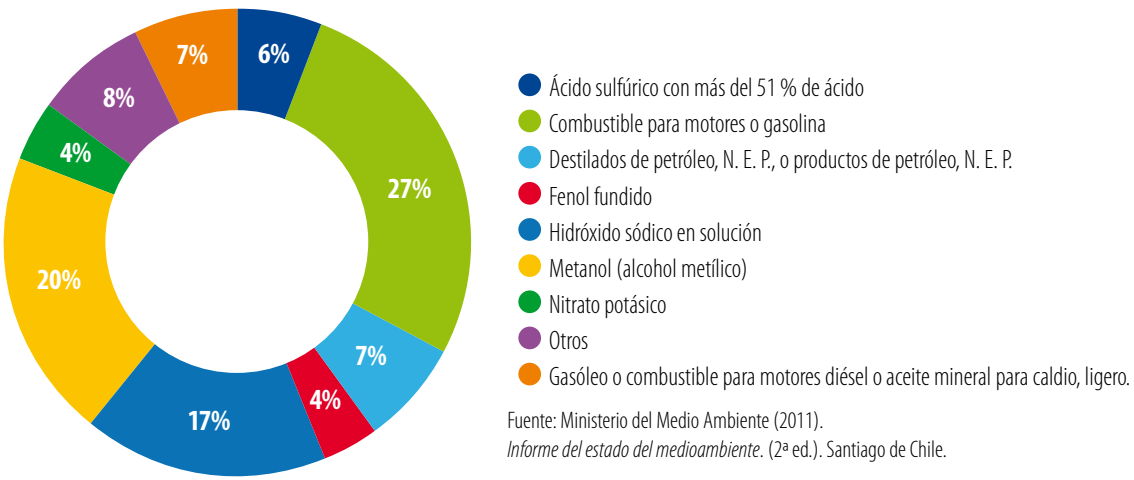
a. **Interpreta** cuáles son las tres regiones con mayor tasa de intoxicación por plaguicidas.

b. **Identifica** dos regiones con tasa de intoxicación cero y **plantea** una explicación para sus resultados.

c. ¿De qué manera **relacionarías** la tasa de intoxicación con el desarrollo de la agroindustria en las diferentes regiones?, ¿qué problemas podrían ocurrir si no se trataran los cultivos con plaguicidas?

d. ¿Qué problemas traería para la población un mal uso de estas sustancias? **Debate** con tus compañeros.

Gráfico Nº 2: Distribución de las principales sustancias peligrosas almacenadas a nivel nacional



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2011).
Informe del estado del medioambiente. (2ª ed.). Santiago de Chile.

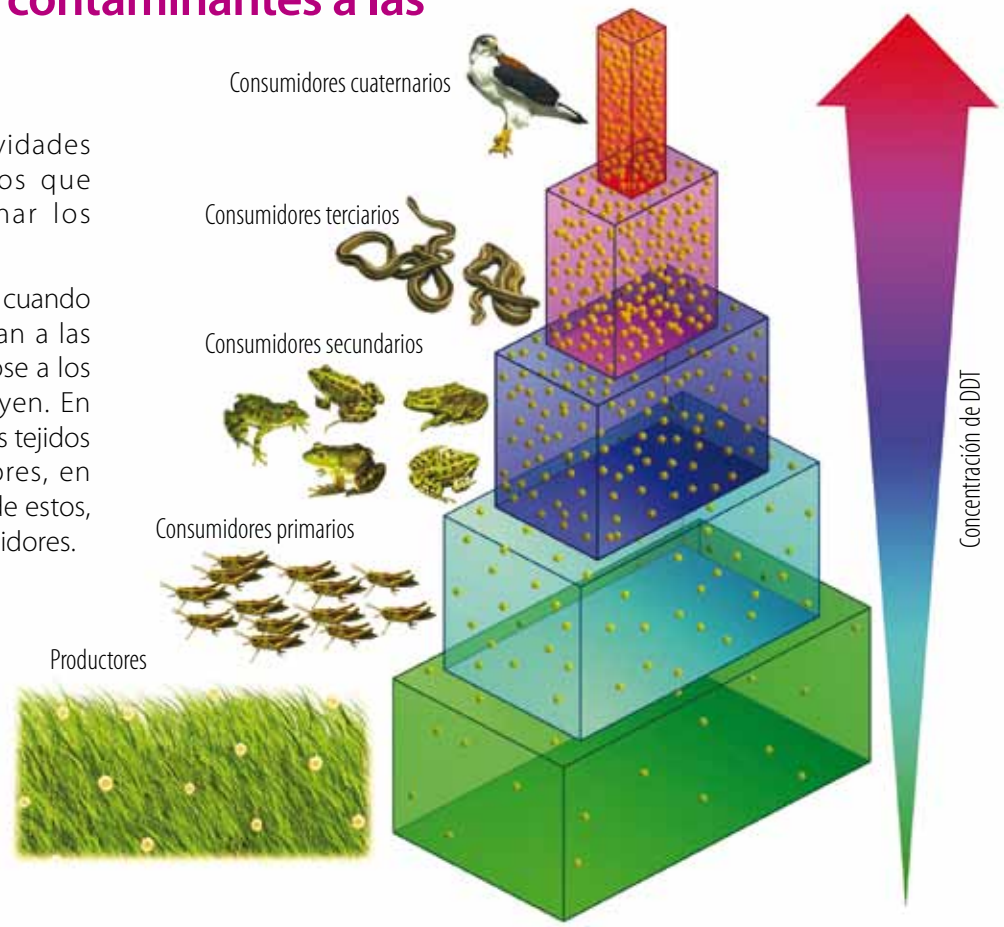
e. **Identifica** cuáles son las sustancias peligrosas más almacenadas en el país.

f. **Averigua** qué medidas de seguridad deberían tener los lugares o contenedores de estas sustancias.

Incorporación de contaminantes a las cadenas tróficas

Has aprendido que las actividades humanas generan desechos que pueden llegar a contaminar los ecosistemas.

Estas sustancias contaminantes, cuando están en el ambiente, ingresan a las cadenas tróficas, incorporándose a los organismos que las constituyen. En algunas ocasiones se fijan en los tejidos de los organismos productores, en otras, quedan en la superficie de estos, introduciéndose en los consumidores.



▶ Esta pirámide de número te entrega información sobre la cantidad de organismos de un ecosistema y sobre qué ocurre con la concentración de DDT en la cadena trófica.

Actividad 11 Síntesis

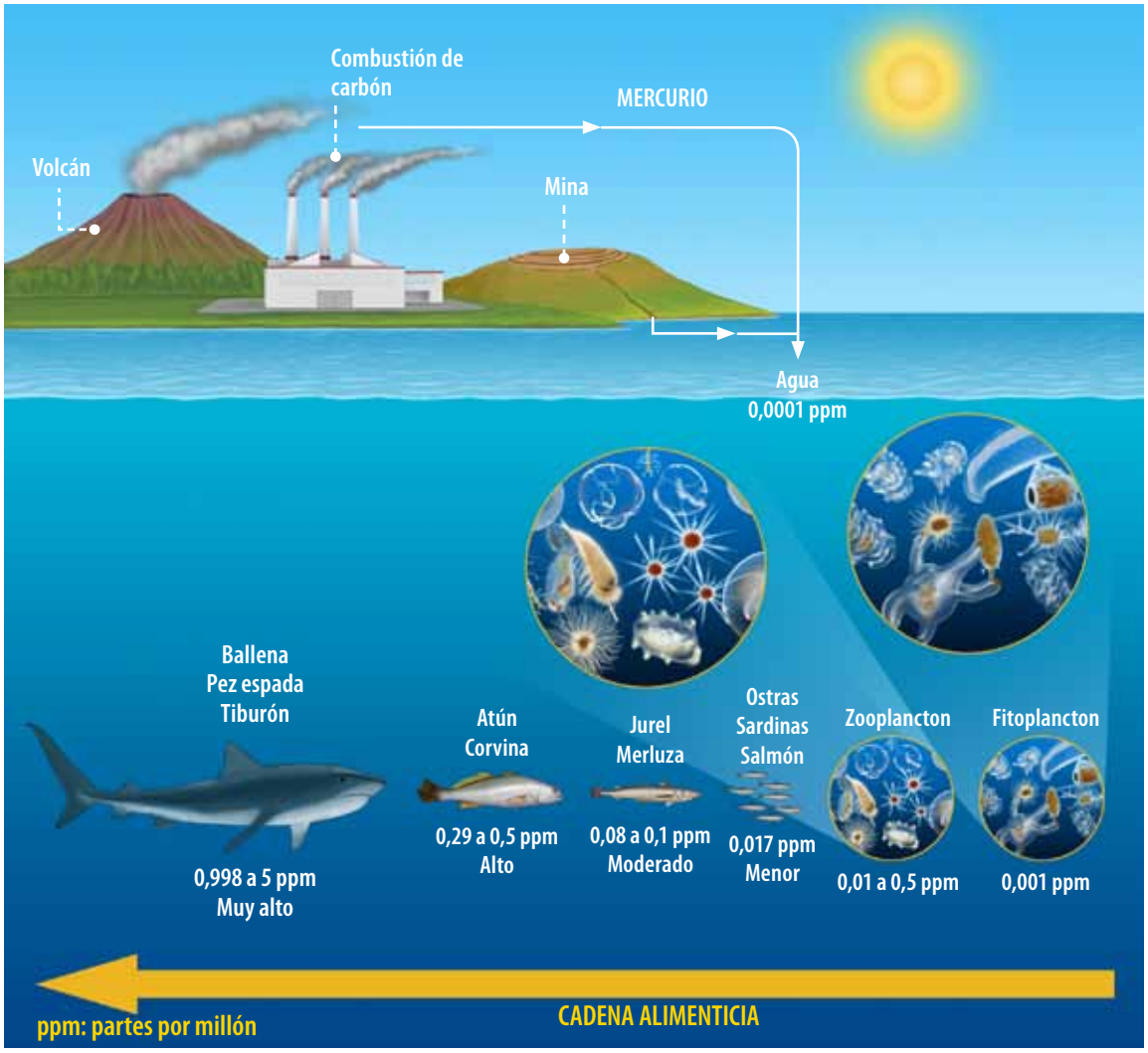
1. Analiza la pirámide anterior y responde las preguntas. A continuación, corrígelas con tu profesor.
   - **a.** **Compara** lo que sucede con la concentración de las sustancias tóxicas en la pirámide, versus lo que pasa con la energía.
   - **b.** **Explica** lo que crees que ocurre en la cadena trófica cuando el DDT se encuentra presente en los organismos productores.
   - **c.** **Infiere** en qué organismos será más nociva la presencia de sustancias tóxicas en la cadena alimentaria.

La **bioacumulación** o **amplificación biológica** consiste en el aumento de la concentración de los tóxicos no degradables en los tejidos de los organismos a medida que se avanza en las cadenas alimentarias. 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.

La bioacumulación es particularmente peligrosa para los consumidores terciarios y cuaternarios, como los carnívoros y el ser humano, ya que cada vez que se alimentan ingresan importantes concentraciones de las sustancias tóxicas en su cuerpo.

¿Qué sucede cuando los organismos productores ingieren las sustancias contaminantes?

Bioacumulación de mercurio



El mercurio se fija en los músculos y grasa de los peces, aumentando la concentración el el tiempo, ya que mientras se alimente de más peces contaminados en su vida, mayor será la concentración en sus tejidos.

Efectos del mercurio en los organismos

El mercurio en los seres vivos produce alteraciones al sistema nervioso central, como convulsiones, disminución de la visión, temblores, cefalea, entre otros. En mujeres embarazadas, el mercurio atraviesa la placenta, llegando al feto. La OMS indica que se pueden producir retrasos en el desarrollo del niño.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA, sigla en inglés) ha determinado que el cloruro mercúrico y el metilmercurio (sustancias que contienen mercurio) son posiblemente cancerígenos en seres humanos.

Mini Taller

Valoración de la contaminación del agua

Esta actividad te permitirá hacer una valoración de la contaminación de una muestra de agua. Este parámetro se observa por la cantidad de materia orgánica disuelta o dispersa en el agua. Si la cantidad es alta, habrá muchos, descomponedores (bacterias). Como las bacterias consumen oxígeno, cuanto más abunden, menor será la concentración de oxígeno, pero ¿qué sucederá cuando el agua está contaminada?

1. Toma agua de un charco, procurando que tenga abundantes restos de vegetación, y prepara dos muestras en frascos diferentes. La cantidad de vegetación y agua debe ser la misma en ambas muestras.
2. Agrega dos cucharadas de aceite a uno de los frascos e identifícalo, rotulándolo como: "muestra contaminada".
3. Luego añade a cada muestra 3 g (aproximadamente, media cucharada) de cloruro férrico ($FeCl_3$). Revuelve bien cada muestra con un agitador limpio y después tapa herméticamente ambos frascos durante cinco días.
4. Observa los resultados.

El cloruro férrico tiñe de color anaranjado el agua. Mientras haya oxígeno disuelto, permanecerá de ese color, pero a medida que las bacterias consuman el oxígeno, el hierro perderá su carácter oxidado y empezará a reducirse, cambiando a tonos marrones o verdosos y, finalmente, a color negro.

Cuidado. No consumas ninguna sustancia en el laboratorio.

5. **Interpreta** tus resultados y luego comenta tus respuestas con el profesor.
   - **a.** ¿De qué manera afecta la contaminación del agua en la disponibilidad de oxígeno para el ambiente?
   - **b.** Homologa la muestra de aceite con un derrame de petróleo en el océano, ¿qué crees que sucederá con la vegetación marina?
   - **c.** Averigua en portales de prensa de internet sobre los derrames de petróleo ocurridos en América Latina. ¿A qué países han afectado?, ¿qué especies han sido las perjudicadas?

Novedades científicas

Biorremediación. Hongos que acumulan cobre.

El cobre es un metal importante para la economía de nuestro país, pero cuando se encuentra en las tierras de cultivo, puede resultar tóxico ya que puede inactivar algunas enzimas o alterar algunas proteínas. Durante los últimos año, en Chile han estudiado como un hongo, que vive asociado a las raíces de las plantas (micorrizas), disminuye la toxicidad del suelo, reduciendo las trazas de Cobre presentes en el suelo.

Fuente: Cornejo, P., y cols (2012). Copper compartmentalization in spores as a survival strategy of arbuscular mycorrhizal fungi in Cu-polluted environments Soil Biology and Biochemistry. (Adaptación).

Estrategias para contrarrestar el daño en las cadenas tróficas

Para poner solución a la contaminación causada por los residuos industriales y agrícolas hay que realizar simultáneamente varias acciones, como un mayor **control fiscalizador** sobre las industrias de fertilizantes y plaguicidas; la **prohibición** de la comercialización de productos cuya **toxicidad** y peligrosidad se haya comprobado, como el DDT; la realización de **campañas educativas** para agricultores sobre el uso correcto y no abusivo de plaguicidas y fertilizantes, entre otras medidas.

Otros tipos de estrategias son las que se han generado en las áreas de la biotecnología y el conocimiento popular. Conoce algunas de ellas.

Aplicaciones biotecnológicas

a. Biorremediación

Muchos microorganismos tienen la capacidad de **degradar**, de manera natural, compuestos que son contaminantes. Mediante sus vías metabólicas, utilizan estas sustancias, de las cuales obtienen el carbono necesario para crecer, y energía para vivir. Como consecuencia, las sustancias tóxicas se transforman en sustancias de menor toxicidad o directamente inocuas para el ambiente y la salud humana.

Cuando los microorganismos que degradan los contaminantes son propios del ambiente, decimos que se produce la **biodegradación**; cuando el microorganismo se introduce especialmente para degradar esa sustancia, se trata de una **biorremediación**.

Dos de los principales sistemas de biorremediación son:

- **Biorremediación microbiana**. Los microorganismos vivos degradan o transforman diferentes compuestos nocivos en otros de menor impacto ambiental.
- **Biorremediación enzimática**. Se utilizan enzimas con el fin de degradar las sustancias nocivas.

Planta de biorremediación en Idaho (Estados Unidos). Aquí se procesan las aguas subterráneas que se han contaminado. Los microorganismos son alimentados con lactato de sodio y suero de leche, y en su metabolismo los microorganismos utilizan el tricloroetileno, sustancia contaminante cancerígena. Los desechos generados por los microorganismos son inofensivos.

b. Alternativas al uso de plaguicidas

La biotecnología ofrece alternativas al uso de plaguicidas, como el desarrollo de variedades de **plantas resistentes a las plagas** (transgénicos).

Otra solución alternativa a los insecticidas es el **control biológico** en que ciertas especies pueden ser utilizadas para combatir plagas. Los pulgones de plantas, por ejemplo, se pueden combatir con la introducción controlada de chinitas (familia *Coccinellidae*), que se alimentan de ellos y de otros insectos, sin provocar desequilibrios en la red alimentaria.

Conocimiento popular

Uso de plaguicidas naturales, una alternativa casera

Tal como existen plantas medicinales que ayudan a combatir algunos malestares físicos, también hay sustancias naturales que impiden o dificultan el desarrollo de plagas en los cultivos. Para que conozcas algunos plaguicidas naturales, lee las siguientes recetas.

Contra los pulgones

Hervir durante 1 hora 250 g de hojas y tallos de tomate (lo más picado posible) en 2 tazas de agua (agregando el agua que se evapora). Incorporar 1 g de carbonato de sodio. Colar después de hervir y completar un litro de agua. Pulverizar sobre las plantas cuando ya no les dé el sol directo.

Contra varios insectos

Verter 65 g de tabaco en 2 tazas de agua hirviendo, tapar y dejar reposar durante un día. Colar y completar un litro de agua. Agregar 10 g de jabón común, previamente diluidos en un poco de agua caliente. Pulverizar sobre las hojas.

Fertilizantes

Hervir 5 g de manzanilla en 1 litro de agua. Dejar enfriar y añadir a las plantas con flores durante el verano. También cáscaras de huevo, bien trituradas bajo la tierra.

Contra hongos y bacterias

Cocer cuatro dientes de ajo bien picados en 1 litro de agua y dejar reposar por 24 horas. Disolver 10 g de jabón en 1 litro de agua, mezclar bien todo, filtrar, guardar en frasco de vidrio y agregar sobre la tierra y las hojas de la planta.

Para saber

La Organización de Mujeres Científicas de los Países en Vías de Desarrollo de Latinoamérica y del Caribe (OWSD-LAC) otorgó el año 2010 el premio para científicas jóvenes a Myriam Adela Amezcua Allieri (mexicana).

La Dra. Amezcua obtuvo el grado de Maestra en Ciencias en Ingeniería Ambiental el año 2000 y el premio recibido fue por sus aportes en el estudio en biorremediación.

Al finalizar la lección...

1. **Construye** dos pirámides de número en las que además grafiques la bioacumulación de sustancias tóxicas. **Identifica** el contaminante y **describe** de qué manera afecta su presencia en los seres vivos.
2. Busca en diarios y revistas alguna noticia que tenga relación con la bioacumulación de sustancias tóxicas en alguna cadena trófica. **Comenta** la noticia con tus compañeros.

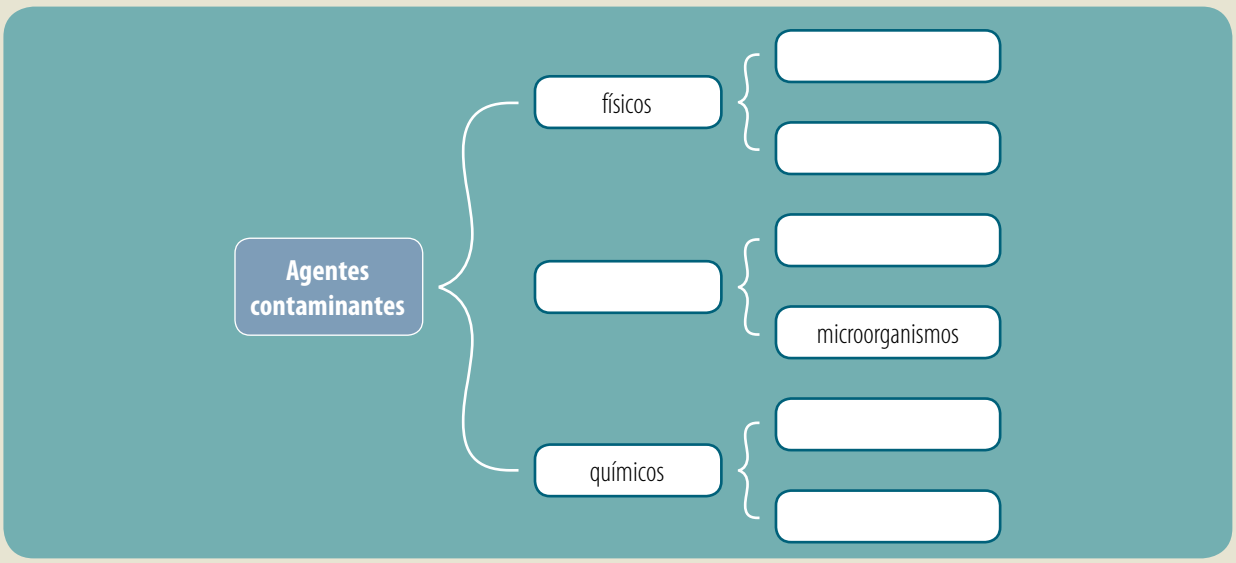
EVALUACIÓN INTERMEDIA

Organiza lo que sabes

Los diagramas de llaves son organizadores gráficos que permiten representar las relaciones de jerarquía que existen en un grupo de términos que se desprenden de un contenido.

1. Observa y completa el siguiente diagrama de llaves con los conceptos:

heces | fertilizantes | pesticidas | biológicos



2. Construye un diagrama de llaves con los siguientes conceptos:

metales | bifenilos policlorados | DDT | dioxinas | plaguicidas | metales esenciales | metales no esenciales

Recuerda que puedes incorporar más términos. Si tienes dudas revisa el Anexo 9 de la página 246 de tu texto.

Actividades

Realiza las actividades que se presentan a continuación.

1. **Define** los siguientes términos en el contexto en que los has estudiado en la lección:

A. PCB:
B. Dioxinas:
C. Plaguicidas:
D. DDT:
E. Bioacumulación:
F. Biorremediación:
G. Plaguicidas naturales:

2. Lee el siguiente texto y organiza los datos obtenidos en una línea de tiempo. Luego responde las preguntas.

El contenido de arsénico en el agua potable, medido en la década de 1960 en la Región de Antofagasta, fue de 0,8 ppm. Durante los años 70 comenzaron los pronunciamientos científicos sobre el daño que causaba esta sustancia tóxica a los seres humanos. Se construyó entonces la primera planta de filtros para el abatimiento de arsénico, ubicada en el kilómetro 12 de Antofagasta. Esta planta redujo de manera inmediata el contenido de arsénico en el agua potable desde 0,86 ppm a solo 0,12 ppm; es decir, una disminución de 7,16 veces. En esos años, la norma chilena estableció un contenido máximo de arsénico en el agua potable de 0,12 ppm.

En 1984, la norma de calidad de agua potable fijó la concentración máxima permitida de arsénico a 0,05 ppm.

En el año 2005 se actualiza la normativa del nivel nacional a 0,01 ppm.

A. **Infiere** por qué las normativas frente a la cantidad de arsénico en el agua fueron disminuyendo a medida que pasaba el tiempo.

B. ¿Cuál es la importancia de hacer mediciones permanentes de una sustancia tóxica en el agua?

C. ¿Por qué se generan leyes de protección y normativas al respecto?

3. **Analiza** la siguiente situación y luego responde.

En un lago, cada vez era más difícil observar águilas pescadoras adultas, por lo que la gente de la zona pidió que se realizara un estudio. Se observó que una industria cercana al lugar estaba derramando desechos tóxicos al agua. Para completar la información, se hizo un análisis de la cantidad de esas sustancias químicas tóxicas en el tejido de cada organismo de la cadena trófica del lugar. Los resultados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla: Acumulación de metales pesados en ppm

Organismo	Acumulación en ppm
Águila pescadora	25
Peces grandes	2
Peces pequeños	0,5
Zooplancton	0,04
Agua	0,003

A. **Representa** los datos obtenidos en un gráfico de barras.

B. **Identifica** las observaciones que motivaron a la comunidad a pedir una investigación.

C. **Reconoce** las observaciones que impulsaron a tomar las muestras de tejido de cada organismo.

D. **Identifica** qué fenómeno está ocurriendo en la cadena trófica.

E. **Concluye**. ¿Por qué crees que disminuyeron los avistamientos de águilas pescadoras adultas en la zona?

F. ¿Qué acciones deberían aplicarse para remediar el daño provocado en el ecosistema? Menciona y **explica** al menos dos.

SÍNTESIS DE LA UNIDAD

Lección 1

Todos los seres vivos requieren **energía** para realizar sus diferente procesos y actividades vitales, y existen distintas formas de obtener esta energía.

Algunos organismos **autótrofos** sintetizan sus nutrientes a partir de la energía solar (fotosintetizadores) y otros, de sustancias químicas (quimiosintetizadores). Los **heterótrofos** obtienen la energía por la ingesta de alimentos.

Del 45 % de la energía del Sol que llega a la superficie de la Tierra, solo el 1 a 2 % es aprovechado por los organismos fotosintetizadores manteniendo el flujo de energía en todos los ecosistemas del planeta.

¿Es correcto afirmar que los organismos fotosintetizadores son ineficientes, dado que solo aprovechan entre el 1 % y el 2 % de la energía disponible? Fundamenta.

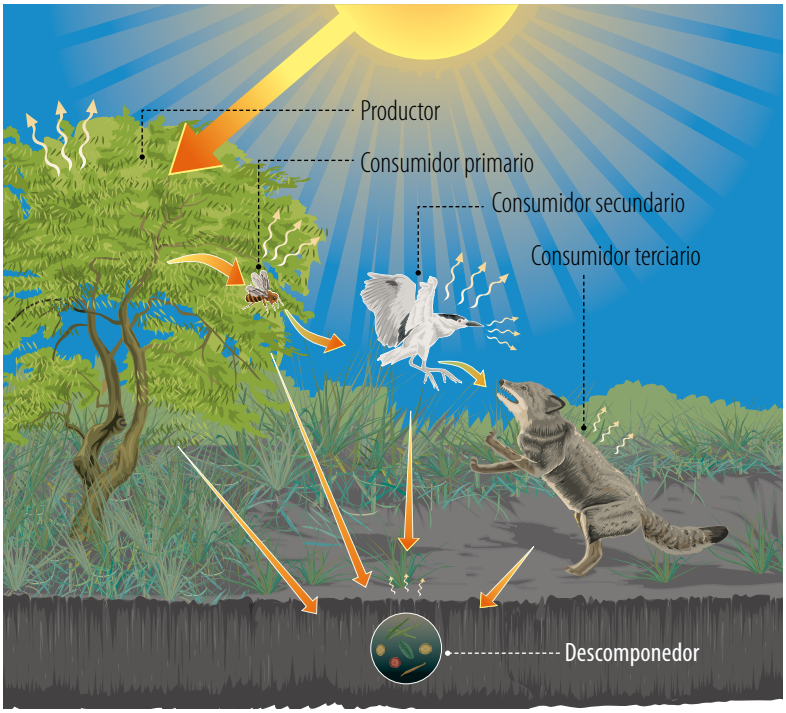
Lección 2

De la energía que ingresa al ecosistema, una parte de ella se transmite de un organismo a otro, circulando a través de **cadenas** y **tramas tróficas**, en un proceso denominado flujo de energía. La energía sigue un trayecto acíclico y la materia uno cíclico (vuelve a utilizarse producto del "reciclaje" que realizan los organismos descomponedores).

En este flujo, parte de la energía se transmite de un organismo a otro y otra porción de esa energía se disipa al ambiente, generalmente en forma de calor.

Las cadenas tróficas son representaciones simples de las relaciones alimentarias de un grupo de organismos. Cuando se quiere representar la interacción de una comunidad real, se utilizan las tramas o redes tróficas, que son la unión de dos o más cadenas tróficas.

¿Cuál es la diferencia entre una trama y una red trófica? ¿Qué utilidad tienen estas representaciones?



Lección 3

Las **pirámides tróficas** o ecológicas organizan la información de las relaciones que existen entre diferentes niveles tróficos. En estas pirámides, cada nivel trófico se representa con una barra de la misma altura, pero cuya extensión es proporcional al valor de la característica que se está representando.

Pirámide de energía

Representa la cantidad de energía disponible en los distintos niveles tróficos.

Pirámide de biomasa

Representa la cantidad de materia orgánica presente en los distintos niveles tróficos.

Pirámide de número

Representa la cantidad relativa de organismos individuales, presentes en cada nivel trófico.

Ley del 10 %

La energía que se transfiere de un eslabón a otro en una cadena trófica es de aproximadamente el 10 % de la almacenada en el primer eslabón. El resto se disipa. Recuerda que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Si se requiere tomar medidas que tiendan a proteger o conservar un ecosistema, ¿cuál es la importancia de determinar sus pirámides ecológicas?

Lección 4

Cuando se liberan sustancias químicas tóxicas al ambiente, puede producirse el fenómeno de **bioacumulación** o amplificación biológica, que consiste en la acumulación de alguna sustancia tóxica en los tejidos de los organismos, debido a que no pueden metabolizarla, y luego, cuando este organismo es parte de la dieta de otro, se acumula en los demás componentes de las cadenas tróficas. Las concentraciones de estos contaminantes son crecientes a medida que se avanza en el nivel trófico de la trama alimentaria.

¿Producto del proceso de bioacumulación, es posible que el ser humano acumule sustancias tóxicas en sus tejidos? ¿Por qué?

Bioacumulación de mercurio (ppm)

Fuente: El mosaico de América del Norte, panorama de los problemas ambientales más relevantes. www.cec.org

Trabaja con la información

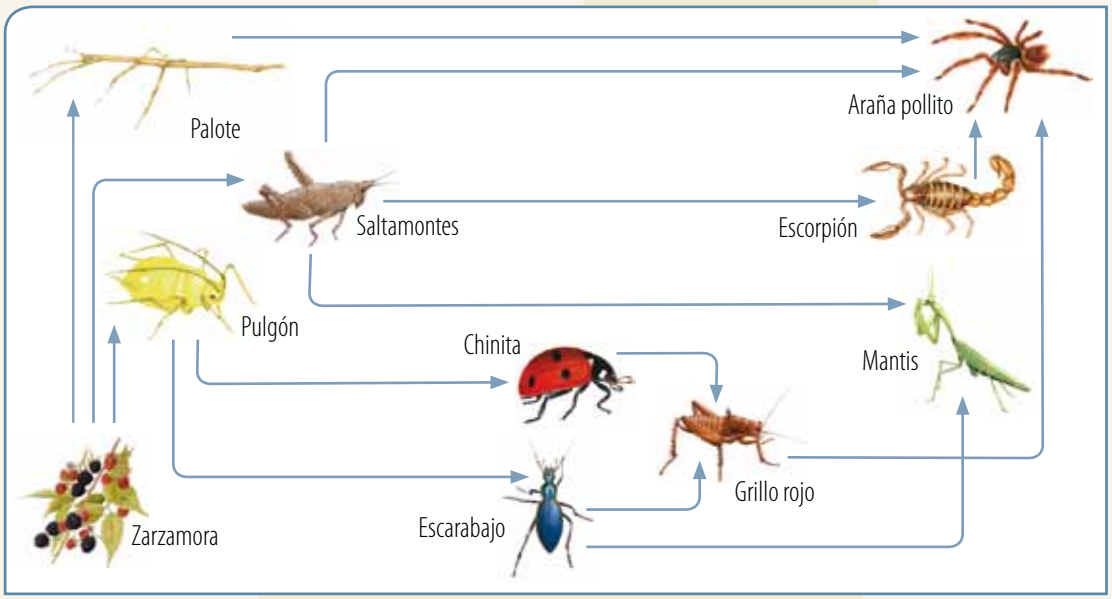
Observa los esquemas presentados y luego escribe en tu cuaderno la información que puedes extraer de cada uno de ellos.

EVALUACIÓN FINAL

Lee las instrucciones y desarrolla las actividades planteadas. Puedes revisar tu texto para recordar y contestar correctamente cada ítem. Al finalizar, completa la sección *Me evalúo*.

Recordar y comprender

1. Observa la siguiente trama trófica y luego responde las preguntas.

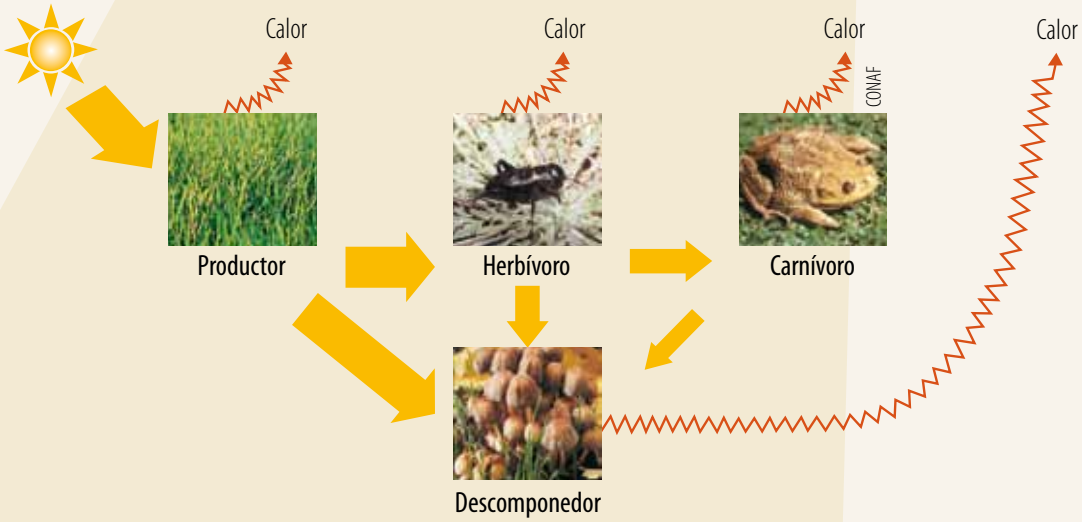


A. ¿De qué manera obtienen energía cada una de las poblaciones representadas en esta trama trófica?

B. ¿Cuántas cadenas tróficas forman esta trama?

C. ¿Qué representan las flechas que existen entre los organismos?

2. Observa el esquema y luego responde las preguntas que se encuentran en la página siguiente.



A. Utiliza el concepto "energía" para **explicar** la función que tiene el pasto en esta cadena trófica.

B. **Identifica** de qué manera obtiene la energía cada una de las poblaciones representadas.

C. ¿Es la misma cantidad de energía la que se transfiere desde la mosca a la rana que la que se transfiere de la rana a los descomponedores? **Explica**.

D. **Identifica** el nivel trófico al que corresponde cada población representada.

E. ¿Qué representan las flechas diagramadas en el esquema?

F. **Explica** qué sucede con la energía que no se transmite al eslabón siguiente en la cadena.

3. Identifica cuál de estas pirámides corresponde a la representación de transferencia de energía. Fundamenta tu respuesta.

4. La siguiente tabla muestra las medidas, en masa seca por metro cuadrado (g/m^2), de los componentes de diversos niveles tróficos en un determinado ecosistema.

Niveles tróficos	Masa seca (g/m^2)
Productores	809
Consumidores primarios	37
Consumidores secundarios	11
Consumidores terciarios	1,5

A. **Construye** la pirámide que corresponda a estos datos.

B. **Explica** la forma de la pirámide.

C. Este tipo de pirámide, ¿puede ser invertida? Da un ejemplo.

Analizar

5. Explica el siguiente proverbio chino con los conceptos que aprendiste en la unidad: "La agricultura es el arte de cultivar el sol".

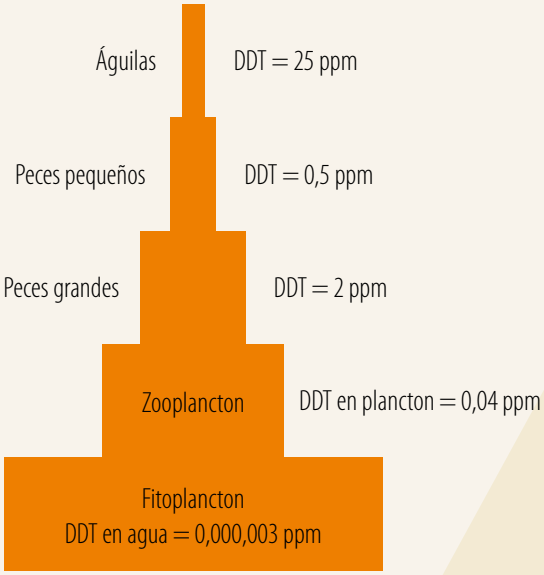
6. Una oruga de polilla absorbe tan solo la mitad de las sustancias orgánicas que ingiere; la otra mitad es eliminada en forma de excremento. Cerca de 2/3 del material absorbido se utiliza como combustible en la respiración celular, mientras que el 1/3 restante se convierte en materia orgánica de la oruga. Considerando que una oruga haya ingerido una cantidad de hojas con materia orgánica equivalente a 600 calorías, ¿cuánta energía estará disponible para un depredador de la oruga?

A. **Explica** cómo llegaste al resultado.

B. ¿Cómo **relacionas** esta información con la ley del 10 %?

EVALUACIÓN FINAL

7. Observa y analiza la siguiente pirámide de número. Luego, responde.



A. ¿Qué información extra entrega esta pirámide de número?, ¿qué fenómeno refleja?

B. **Recuerda** qué es el DDT y qué efectos tiene cuando se acumula en un organismo.

C. ¿Qué características posee el DDT?

D. ¿Cuál es la relación entre el número de organismos y la concentración de DDT?

E. ¿Qué medidas se han tomado para evitar la bioacumulación de esta sustancia?

Aplicar

8. En la orilla de un río, cuyas aguas son empleadas para regadío, se instaló una gran empresa, la que utiliza parte de las aguas del río para realizar sus procesos industriales, devolviéndolas al caudal luego de su utilización. Con el fin de comprobar los efectos de la empresa sobre la flora y fauna del río, un grupo de investigadores evaluó mensualmente la abundancia de especies midiendo su biomasa (g/m^2). Con los resultados obtenidos los tres primeros meses se solicitó a la empresa comenzar con un tratamiento de las aguas luego de utilizarlas. Los resultados conseguidos son los siguientes.

Especies	Después del funcionamiento de la industria			Luego del tratamiento
	1 mes después	2 meses después	3 meses después	1 mes después
Pez 1	172	157	146	180
Pez 2	189	175	164	196
Insecto 1	270	256	243	268
Insecto 2	207	203	198	248
Alga 1	327	335	356	297
Alga 2	319	311	297	324

A. **Representa** en un gráfico de barras la abundancia de cada especie para los cuatro meses estudiados.

B. **Identifica**. ¿Qué especie es la más afectada por la contaminación?

C. ¿Cuál fue la medida que permitió revertir los resultados obtenidos durante los tres primeros meses?

D. ¿Por qué es importante que existan leyes que protejan los ecosistemas?

Con ayuda de tu profesor, completa la siguiente tabla.

Objetivo de aprendizaje	Pregunta	Puntaje	Te proponemos que…
Identificar el flujo y transferencia de materia y energía en una cadena trófica y las diferencias en sus formas de obtención.	1 2	_____ /6 _____ /12	Si tienes entre 0 y 10 puntos, realiza la **Actividad 1**. Si obtuviste entre 11 y 14 puntos, realiza la **Actividad 2**. Si tu rango fue entre 15 y 18, realiza la **Actividad 4.1** de la página siguiente.
Explicar y construir diferentes pirámides tróficas.	3 4	_____ /4 _____ /6	Si tienes entre 0 y 6 puntos, realiza la **Actividad 3**. Si obtuviste entre 7 y 8, realiza la **Actividad 4**. Si tu puntaje fue 9 o 10, realiza la **Actividad 4.2** de la página siguiente.
Explicar la transferencia de energía entre diferentes niveles tróficos en términos de su eficiencia.	5 6	_____ /4 _____ /4	Si tienes entre 0 y 4 puntos, realiza la **Actividad 5**. Si obtuviste 5 o 6 puntos, realiza la **Actividad 6**. Si tu puntaje fue 7 u 8, realiza la **Actividad 4.3** de la página 221.
Describir el impacto de la bioacumulación de sustancias químicas tóxicas en cadenas y tramas y conocer estrategias de prevención de este tipo de contaminación.	7 8	_____ /10 _____ /10	Si tienes entre 0 y 12 puntos, realiza la **Actividad 7**. Si obtuviste entre 13 y 16 puntos, realiza la **Actividad 8**. Si tu puntaje fue entre 17 y 20, realiza la **Actividad 4.4** de la página 221.

Actividades complementarias

Luego de realizar estas actividades, corrígelas con tu profesor.

Actividad 1. Dibuja un esquema que ilustre la cantidad de energía transferida en una cadena trófica. Identifica de dónde obtiene la energía cada uno de los organismos.

Actividad 2. Explica la importancia del ciclo de la materia y la participación de los organismos descomponedores en este proceso.

Actividad 3. Construye una pirámide de número característica de la zona donde vives. Fundamenta su forma.

Actividad 4. Selecciona un ecosistema determinado y construye una pirámide que muestre cómo fluye la energía en él. Justifica la elección del tipo de pirámide que usaste.

Actividad 5. Un organismo X incorpora mediante la alimentación, 1 000 calorías, utiliza 300 y elimina 100 como calor. Explica por qué el organismo predador de él no puede disponer de las mismas 1 000 calorías de las cuales se alimentó el organismo X.

Actividad 6. Explica la ley del 10 % a través de un ejemplo.

Actividad 7. Escribe un resumen de los contaminantes químicos que aprendiste en la lección y luego explica lo que sucede cuando se incorporan en los tejidos de los organismos productores.

Actividad 8. Redacta una definición que te ayude a comprender qué significa bioacumulación y busca información sobre la amplificación biológica producida por DDT en la década de 1960. ¿Cómo descubrieron este caso?, ¿qué efectos tuvo sobre la fauna?, ¿cuánto tiempo les ha tomado a las poblaciones animales recuperarse de los efectos del DDT?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Actividad 4.1

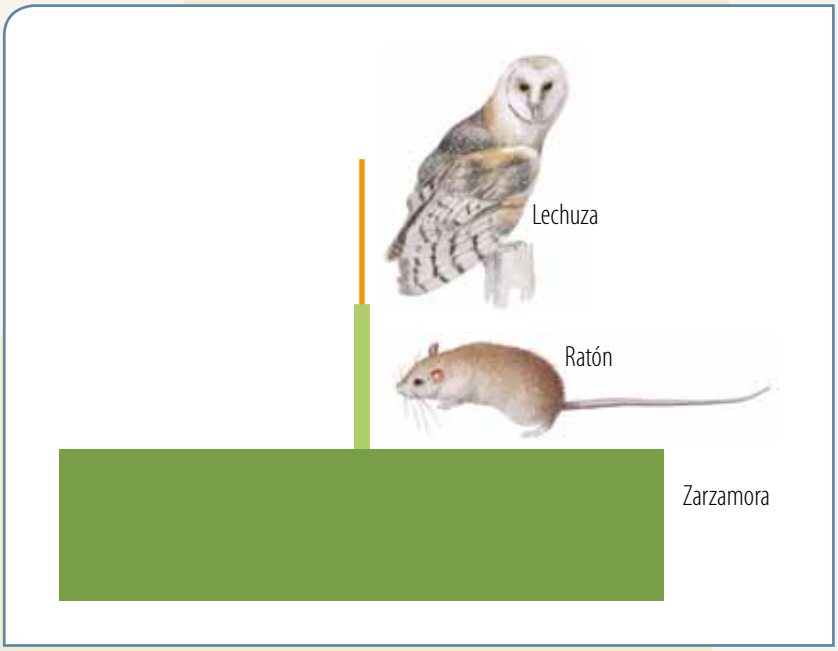
A. Las euglenas son organismos que se pueden clasificar como algas unicelulares pertenecientes al reino protista. Están conformadas por una sola célula, y tienen uno o dos flagelos que les ayudan a moverse. Además tienen una estructura llamada estigma, con la que pueden detectar la luz. Un aspecto curioso es que poseen cloroplastos y pueden hacer fotosíntesis, pero si no hay luz presente también pueden consumir materia orgánica de sus alrededores. ¿Cómo clasificar a estos organismos: productores o consumidores? ¿Qué ventajas trae para las euglenas poder alimentarse de ambas maneras?

B. Escoge un alimento cualquiera de tu dieta y realiza un esquema del ciclo que cumple la materia que lo conforma. ¿El ciclo se termina o hay parte de la materia que vuelve a participar de la cadena? Explica.

Euglena ▶

Actividad 4.2

Observa la siguiente pirámide de número.



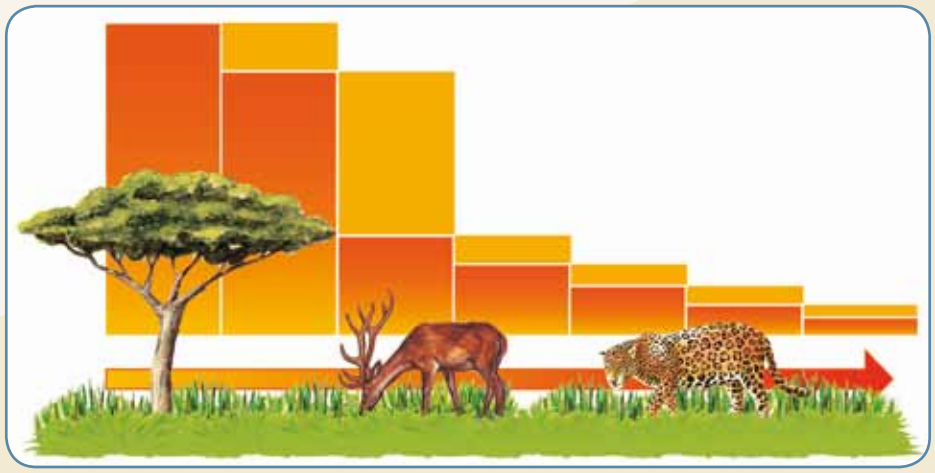
A. Ahora, grafica en una nueva pirámide infiriendo lo que sucedería si la gente comienza a cazar indiscriminadamente a las lechuzas.

B. ¿Será igual esta pirámide en verano y en invierno? ¿por qué? Dibuja la pirámide que crees que sería en invierno y en verano.

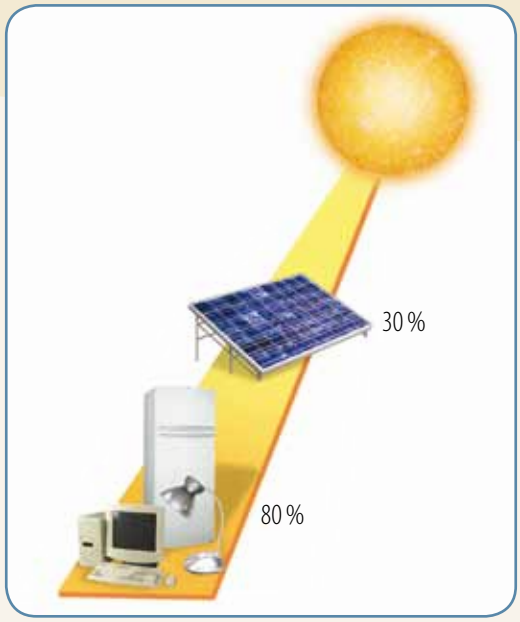
Actividad 4.3

Compara los siguientes flujos y transformaciones de energía. Explica que representan las barras de diferentes colores en el esquema a. Luego realiza las actividades planteadas.

A.



B.



- Explica qué sucede en ambos casos con la transferencia de energía. ¿Qué tienen en común ambos procesos?
- ¿Cuál de los dos fenómenos es más eficiente?

Actividad 4.4

Muchos grandes mamíferos acuáticos se emplean en el estudio de la contaminación de los mares. Para eso se mide la cantidad de sustancias contaminantes que contienen en su grasa.

A. ¿Qué fenómeno se está evidenciando?

B. ¿Porqué se estudian los tejidos de grandes mamíferos en vez de los consumidores primarios?

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

CIENTÍFICOS PORTEÑOS CREAN BACTERIA PARA BIORREMEDIACIÓN DE METALES PESADOS

Una actividad económica que se consolida como la principal del país y la contaminación de suelos y aguas a partir de la liberación del elemento más tóxico de la tabla periódica, son los antecedentes de un desarrollo científico producido por científicos chilenos de la Universidad Santa María.

"Chile tiene una actividad minera muy importante en cobre y oro, cuyos procesos liberan mercurio. Y dado que esta actividad en parte se sobrepone con la actividad agrícola en muchas regiones del país, se da que esos suelos han sido contaminados por emisiones de mercurio", señala el Dr. Michael Seeger, director del Centro de Nanotecnología y Biología de Sistemas de la Universidad Santa María.

El doctor Luis Rojas agrega que el concepto de biorremediación nace como respuesta a la búsqueda de "una solución mucho más sustentable con el medio ambiente y que no es tan destructiva. Se utilizan microorganismos como organismos biocatalizadores para bioeliminar o remover metales pesados".

Para ambos investigadores, el impacto final de esta tecnología es "convertir a la minería en una actividad sustentable y más amigable con el medio ambiente. Si bien es más económico no contaminar que solucionar, ante la necesidad de enfrentar la problemática esta técnica es económica y eficiente, por lo que podría cambiar el concepto de la remoción de metales pesados", asegura Rojas.

Fuente: http://www.lavozdevalpo.com/asite/2012/09/28/cientificos-portenos-crean-bacteria-para-biorremediacion-de-metales-pesados/ (Adaptación)

Emergencia hídrica produce en Caimanes contaminación de agua por metales pesados

Sin agua para consumo ni tampoco para regadío se encuentra la comunidad de Caimanes, cerca de Los Vilos, luego de un informe de la PDI (en septiembre del año 2012) que arrojó que las aguas de ese lugar se encuentran contaminadas. Plomo, mercurio, cadmio, hierro y manganeso son parte de los metales detectados.

Según los datos entregados por la sección de Ecología y Medio Ambiente de la policía civil, se registró la presencia de metales como cadmio, hierro, manganeso, cromo y plomo en cantidades que hacen recomendable evitar su consumo, así como su uso para regadío.

El estudio efectuado por la PDI se elaboró luego de la denuncia presentada por un grupo de científicos, encabezados por el académico de la Universidad de Chile Andrei Tchernitchin, que demostró la presencia de metales contaminantes en las aguas del sector.

El estudio no específica de dónde provienen estos metales tóxicos para la salud.

Recuperado de: http://radio.uchile.cl/noticias/171047/ (Adaptación).

Efectos de los metales pesados

Tchernitchin señaló algunas de las consecuencias que puede tener para el ser humano el consumo de esta agua contaminada: "El mercurio produce daño al sistema nervioso central, sobre todo en niños pequeños, en quienes deja secuelas neuroconductuales. El plomo también produce déficit neuroconductual y una tendencia hacia la agresividad. El manganeso puede provocar parkinson y varias otras enfermedades. El cadmio afecta principalmente los huesos y causa como síntoma fuertes dolores óseos", detalló el experto.

El mercurio de los termómetros al igual que el cinc y el manganeso de las pilas son metales pesados.

RELEXIONA Y OPINA

1. **Investiguen** sobre otros casos de contaminación ambiental en Chile y recopilen mayor información. Luego separen el curso en dos grupos, y realicen un debate defendiendo las posturas de las autoridades medioambientales y de las empresas que estuviesen contaminando.
2. **Comenten** el trabajo realizado por los investigadores de la Universidad Santa María. ¿Por qué es importante que se conozcan estos avances?, ¿cuál sería el beneficio para el medioambiente de tratar las aguas con la bacteria que ellos han desarrollado?
3. Si es posible, vean la película "Erin Brockovich", y posteriormente realicen una comparación entre los casos presentados en esta sección y el tratado en la película.

Unidad 1

Actividad 2 (página 17)

1.

a. La célula es la unidad estructural de los seres vivos.

Actividad 3 (página 24)

1. Mitocondrias, membrana plasmática, retículo endoplasmático liso y rugoso, citoplasma, aparato de Golgi, citoesqueleto, núcleo, lisosomas y peroxisomas.

Actividad 4 (página 27)

1. Por ejemplo, ¿cómo varía la cantidad de enzimas lisosomales en la cola de los anuros durante su metamorfosis?
2. A medida que aumenta la cantidad de enzimas lisosomales, la longitud de la cola disminuye.
3. El tejido de la cola comienza a desintegrarse por acción de las enzimas lisosomales. Se trata de un proceso de apoptosis.

Al finalizar la lección (página 27)

3. C: Sintetiza proteínas. F: Contiene el material genético celular. E: Participa en la digestión celular. D: Coordina el movimiento de los organelos. B: Almacena agua y nutrientes. A: Obtiene la energía que requiere la célula.

Actividad 5 (página 29)

1. Mitocondrias y cloroplastos.

Al finalizar la lección (página 32)

2. CO_2 y H_2O.
3. Glucosa y O_2.
4. Glucosa.
5. Obtención de energía (ATP).

Trabaja con lo que sabes (página 34)

1. A. Membrana externa. B. Espacio intermembranoso. C. ADN. D. Membrana interna. E. Ribosomas.

   Las bacterias y las mitocondrias tienen en común los ribosomas y el ADN circular.

2. Columna 2; fila 1: Sí.
   Columna 2; fila 2: Sí.
   Columna 2; fila 3: No.
   Columna 3; fila 1: Sí.
   Columna 3; fila 2: Sí.
   Columna 3; fila 3: Sí.
   Columna 4; fila 1: Sí.
   Columna 4; fila 2: Sí.
   Columna 4; fila 3: Sí.
   Columna 5; fila 1: No.
   Columna 5; fila 2: No.
   Columna 5; fila 3: No.

Evaluación intermedia (páginas 36 - 37)

1. Organiza lo que sabes: A. Eucarionte. B. Vegetal. C. Mitocondria. D. Cloroplasto. E. Respiración celular. F. Fotosíntesis.

Actividades

1.

   a. Paredes de células muertas.

2. A. Membrana plasmática. B. RER. C. Aparato de Golgi. D. Mitocondria. E. Núcleo. F. REL. G. Centriolo.

3.

   a. Cloroplastos (plastidios) y vacuola central.

4. Pared celular: Procariontes y vegetales/ Soporte estructural, protección.

   Cloroplasto: Vegetales/ Fotosíntesis.

   Mitocondria: Vegetales y animales/ Respiración celular.

   REL: Vegetales y animales/ Síntesis de lípidos.

   Lisosoma: Vegetales y animales/ Digestión intracelular.

   Vacuola: Vegetales y animales/ Almacenamiento.

   Ribosoma: Procariontes, vegetales y animales/ Síntesis de proteínas.

Trabaja con lo que sabes (página 38)

1. En todos es el oxígeno.

Actividad 6 (página 39)

1. Plantas.

Actividad 7 (página 40)

2.

   a. En el aire inspirado.

Al finalizar la lección (página 49)

1. Carbohidratos: C, H, O/ Monosacáridos/ Energética y estructural.

   Lípidos: C, H, O/ No existe/ Energética de reserva y estructural.

   Ácidos nucleicos: C, H, O, N y P/ Nucleótidos/ Información hereditaria.

   Proteínas: C, H, O, N y S/ Aminoácidos/ Estructural y enzimática.

Al finalizar la lección (página 52)

1. El sustrato es el almidón y el producto es la maltosa.

Evaluación intermedia (páginas 56 - 57)

3.

a. Monosacáridos: carbohidratos más simples, poseen de 3 a 7 carbonos. Ejemplo: glucosa, constituyente de celulosa, almidón y glucógeno.

b. Polisacáridos: carbohidratos formados por más de 10 monosacáridos. Por ejemplo, celulosa, que forma la pared celular vegetal y almidón y glucógeno, que almacenan energía.

c. Céridos: lípidos simples, que tienen como función impermeabilizar estructuras, como las hojas de ciertas plantas.

d. Fosfolípidos: componentes de la membrana plasmática.

e. Nucleótido: monómero de los ácidos nucleicos.

f. ADN: ácido nucleico que contiene la información genética de los organismos.

5. A. Estructura primaria. B. Estructura secundaria. C. Estructura terciaria. D. Estructura cuaternaria.

6.

a. Porque son hidrofóbicos.

b. Glucosídicos, liberan H2O.

c. Reserva de energía, componente de paredes celulares y exoesqueletos. Celulosa y quitina.

d. Secuencian y almacenan la información genética de los organismos.

e. Agua, sales minerales y gases.

Evaluación final (páginas 60 - 61)

1.

a. Mathias Schleiden, Robert Hooke y Theodor Schwann

2. A. Cloroplasto. B. Mitocondria. C. Pared celular. D. REL. E. RER.
F. Núcleo

Tipo de célula: Vegetal

Estructuras exclusivas: Cloroplastos (plastidios) y pared celular.

Ejemplo de organismos que compone: Plantas.

A. Membrana plasmática. B. Mitocondria. C. Núcleo. D. RER. E. Aparato de Golgi. F. Centriolos

Tipo de célula: Animal

Estructuras exclusivas: Centriolo

Ejemplo de organismos que compone: Animales.

3.

Tipo de célula: Eucarionte

- Material genético: Varios cromosomas lineales
- Ribosomas: Sí
- Cápsula: No
- Organelos membranosos: Sí
- Organismos que conforman: Protistas, hongos, vegetales y animales.

Tipo de célula: Procarionte

- Material genético: Un cromosoma circular, con 2 a 10 copias)
- Ribosomas: Sí (más pequeños que los eucariontes)
- Cápsula: Sí
- Organelos membranosos: No
- Organismos que conforman: Bacterias y arqueobacterias.

4.

a. A. RER. B. REL. Al RER se unen ribosomas.

b. Energía química (ATP).

c. RER.

d. Aparato de Golgi.

e. Citoesqueleto.

5.

a. Oxígeno.

b. Fotosíntesis.

c. CO_2 y H_2O.

e. Oxígeno y glucosa.

f. Entre sus fines se cuenta la síntesis de polisacáridos y la respiración celular.

g. Mitocondria.

6. A. Membrana externa. B. Membrana interna. C. Cromosoma circular. D. Cresta mitocondrial. E. Matriz mitocondrial. F. Espacio intermembranoso.

a. En ella se produce la respiración celular

c. Posee su propio ADN circular y ribosomas semejantes a los de las bacterias.

Unidad 2

Trabaja con lo que sabes (página 70)

1.

- Núcleo: contiene en su interior la información genética en forma de ADN y ARN.

- Ribosomas: la función de los ribosomas es la síntesis de proteínas.
- Vacuola: contiene una solución compuesta por iones, azucares, aminoácidos y, en algunos casos, proteínas. En células vegetales posee enzimas digestivas que desempeñan una función similar a la de los lisosomas en las células animales. Su presencia, combinada con la pared celular, genera las condiciones de turgencia que hacen posible que las plantas permanezcan erguidas.
- Cloroplastos: son un tipo de plastidio responsable de realizar la fotosíntesis.
- Pared celular: su principal función es dar rigidez y turgencia a las plantas evitando la ruptura de la célula. También permiten el contacto entre citoplasmas de diferentes células.
- Retículo endoplasmático liso (REL): en él se sintetizan los lípidos que forman parte de las membranas celulares.
- Mitocondria: organelo encargado de proveer de energía a la célula mediante un proceso llamado respiración celular.
- Aparato de Golgi: En este organelo, algunas proteínas y lípidos producidos en los retículos son modificados y luego distribuidos mediante vesículas a un destino especifico, ya sea para formar parte de la membrana celular, o para exportarlos de la célula. Algunas de estas vesículas permanecen en el citoplasma y se conocen como lisosomas.
- Retículo endoplasmático rugoso (RER): presenta ribosomas asociados que participan en la producción de proteínas que serán utilizadas para formar las membranas de la célula.

2. Carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

Trabaja con lo que sabes (página 82)

2.

a. La membrana plasmática.

b. Los ácidos grasos saturados no poseen dobles enlaces, en cambio los ácidos grasos insaturados poseen uno (monoinsaturados) o más de uno (poliinsaturados).

Actividad 7 (página 87)

a. El más abundante en el medio intracelular es el potasio y en el extracelular es el sodio.

b. El menos abundante en el medio intracelular es el calcio y en el extracelular es el magnesio y el calcio.

c. Ambos tienen el mismo tipo de componentes.

d. Aunque ambos medios comparten el mismo tipo de componentes, estos se encuentran en diferente concentración. Esta diferencia es responsabilidad de la membrana plasmática.

Actividad 10 (página 96)

Difusión facilitada

- Moléculas que transporta: aminoácidos, glucosa, fructosa e iones.
- Explicación del mecanismo: Pequeñas moléculas con carga, iones y moléculas de mayor tamaño, que no pueden atravesar la bicapa lipídica, son movilizadas por proteínas trasnportadoras a favor de su gradiente de concentración.

Bomba Na^+ K^+

- Moléculas que transporta: extrae de las células 3 iones de Na^+ al tiempo que ingresa 2 iones K^+.
- Explicación del mecanismo: cuando se fosforila la bomba, al unirse con un grupo fosfato proveniente de una molécula de ATP, esta cambia su conformación y se realiza el transporte en contra del gradiente de concentración.

Simporte

- Moléculas que transporta: Na y Glucosa.
- Explicación del mecanismo: ambas sustancias ingresan simultáneamente a la célula mediante una proteína transportadora.

Antiporte

- Moléculas que transporta: Na^+ y Ca^{2+}.
- Explicación del mecanismo: una proteína transportadora moviliza a las sustancias simultáneamente y en sentido contrario.

Al finalizar la lección… (página 99)

1.

a. A: Difusión simple. B: bomba Na^+ K^+. C: difusión facilitada. D: Difusión facilitada.

b. A: transporte pasivo. B: transporte activo. C: Transporte pasivo. D: transporte pasivo.

c. Las sustancias deben ser pequeñas y sin carga.

d. A: O_2, CO_2 y urea. C: iones. D: glucosa y aminoácidos.

Evaluación intermedia (páginas 100 - 101)

1. A: Neurona. B: Fibra muscular.

2.

a. Fosfolípidos, colesterol (solo en animales), proteínas, y carbohidratos.

b. Es semipermeable.

e. La temperatura, la magnitud del gradiente de concentración, la existencia de proteínas transportadoras y la afinidad de estos por los solutos.

f. En el transporte pasivo la célula no consume ATP y moviliza sustancias a favor del gradiente de concentración. En cambio, el transporte activo implica un gasto de ATP y el movimiento de las sustancias es en contra del gradiente de concentración.

g. En contra del gradiente de concentración.

3. Aminoácidos. Estos son transportados por difusión facilitada.

4.

a. Transporte en masa, exocitosis.

c. Endocitosis.

d. Fagocitosis, pinocitosis y endocitosis con receptor.

Actividad 11 (página 104)

A: Hipertónica. B: Hipotónica.

Actividad 12 (página 106)

a. En A.

b. Proporcionalmente hay más agua en B.

c. El agua se movió a favor de su gradiente.

d. Desde el compartimiento B hacia el A.

e. Pasivo.

Al finalizar la lección… (página 108)

4. Son proteínas que actúan como canales por los cuales transita el agua. Se encuentran generalmente en las células renales.

Trabaja con lo que sabes (página 112)

1.

a. Tejido epitelial.

b. Revestimiento (protección) y secreción.

c. El tejido es una organización de la materia viva que está un grado más arriba que la organización celular.

Actividad 13 (página 116)

1. La concentración de glucosa en la sangre es la más alta en relación al nivel inicial. Transcurridas dos horas de ejercicio el nivel desciende por debajo del nivel inicial.

3. Alimentos con abundantes carbohidratos, como plátano y pastas.

Al finalizar la lección… (página 117)

1.

Absorción intestinal

– Tipo de transporte y sustancias que participan: Transporte pasivo [osmosis] (agua), transporte activo secundario (glucosa, Na^+), difusión facilitada (fructosa).

– Importancia para el organismo: obtención de nutrientes que serán luego distribuidos a todas las células del organismo.

Intercambio gaseoso

– Tipo de transporte y sustancias que participan: Transporte pasivo [difusión] (O_2, CO_2, N_2).

– Importancia para el organismo: excreción de CO_2 e incorporación de O_2, el cual será distribuido a todas las células del organismo.

Nutrición de órganos

– Tipo de transporte y sustancias que participan: difusión (O_2, CO_2, urea), osmosis (agua), difusión facilitada (fructosa), transporte activo secundario (glucosa, Na^+).

– Importancia para el organismo: excreción de CO_2 y urea, incorporación de O_2 y nutrientes.

2. No todas las moléculas emplean el mismo tipo de transporte. Si se bloquean las proteínas encargadas del contratransporte no podría ingresar la glucosa.

3. Difusión simple.

4. Diluida y abundante.

5. La difusión simple es un tipo de transporte pasivo. Antes de comer, los hepatocitos liberan la glucosa a la circulación.

Evaluación intermedia (página 118 - 119)

Actividades

1.

a. La solución A es hipotónica y la solución B es hipertónica.

4. A. Difusión simple. B. O_2. C. CO_2.

5. La osmosis es fundamental en la incorporación de agua a todas las células, por ejemplo a los enterocitos y a las células epiteliales de los túbulos renales.

6.

a. Cuando las proteínas llegan al lumen intestinal son digeridas y los aminoácidos son ingresados por un cotransporte de H^+ y por difusión facilitada.

b. Los lípidos difunden por la membrana del enterocito por difusión simple.

c. Las acuaporinas son proteínas transportadoras específicas para el agua.

d. Durante el proceso de formación de la orina, las células del túbulo contorneado proximal tienen gran capacidad de absorber agua.

Evaluación final (páginas 122 - 124)

2.

a. Neuronas: tejido nervioso. Miocito o fibra muscular: tejido muscular estriado. Glóbulos rojos o eritrocitos: sangre.

b. El tejido nervioso transmite el impulso nervioso, lo que permite al organismo responder coordinadamente a las variaciones del ambiente. El tejido muscular estriado forma los músculos, los que permiten la movilidad del cuerpo. La sangre transporta sustancias por el organismo, como el O_2 transportado por los glóbulos rojos.

3.

A. Fosfolípidos: forman la bicapa lipídica y le dan su fluidez característica a la membrana.

B. Colesterol: disminuye la fluidez y permeabilidad de la membrana, otorgándole más estabilidad y evitando que se deforme.

C. Glicocálix: permite anclar las células a la matriz extracelular y que las células del sistema inmune distingan y ataquen selectivamente a organismos extraños.

D. Medio intracelular.

E. Medio extracelular.

F. Proteína transmembrana: permitir el paso de sustancias (las proteínas periféricas pueden estar hacia el medio intracelular o extracelular y sirven como receptores y anclas de diversas sustancias y estructuras).

a. No son idénticos, por ejemplo en las células vegetales y en las bacterias no existe colesterol. Otras sustancias, como los fitoesteroles en vegetales, cumplen su función. Además, las proteínas presentes en la membrana son características para cada especie e incluso pueden ser específicas para cada tipo celular.

5. En el transporte pasivo la célula no consume ATP y moviliza sustancias a favor del gradiente de concentración, por ejemplo la difusión. En el transporte activo la célula invierte ATP para movilizar las sustancias en contra de su gradiente de concentración, por ejemplo la actividad de la bomba de Na^+ K^+.

6.

a. A: Exocitosis. B: Endocitosis.

7.

a. Contrasta le velocidad de transporte entre la difusión simple y la difusión facilitada.

b. En el caso de la difusión facilitada, la velocidad aumenta exponencialmente durante un lapso, para luego estabilizarse. Esto se debe a la saturación de las moléculas transportadoras.
Mientras que en la difusión simple se observa un aumento exponencial de la velocidad a medida que se incrementa la concentración de las moléculas a transportar, ya que el transporte depende de la concentración de las partículas y de su energía cinética.

8.

a. Solución hipertónica. b. Solución hipotónica. c. Solución isotónica.

9. El agua se desplazó por osmosis desde la solución hipotónica hacia la hipertónica, hasta que se igualaron las concentraciones. En este punto, el flujo del agua es en ambos sentidos y en la misma cantidad neta.

Unidad 3

Actividad 1 (Página 138)

1. Cuando el estoma está cerrado, la concentración de sales es mayor en el exterior de las células oclusivas, de modo que el agua sale de ellas por osmosis, produciendo el cierre del estoma. Las estructuras de la célula vegetal que impiden que esta se rompa ante la entrada y salida de agua son la pared celular y la vacuola.

2. Depende tanto de la concentración de sales al interior y exterior de las células oclusivas como del movimiento de agua a través de la membrana celular (osmosis).

3. Los estomas constituyen la avenida principal por la cual el vapor del agua escapa de la planta.
La transpiración a través de los estomas es tan grande que la mayoría de las plantas no podría sobrevivir mucho en condiciones naturales si estos estuvieran permanentemente abiertos; de hecho, los estomas están cerrados gran parte del tiempo. Los estomas permanecen cerrados siempre que:

– Haya una deficiencia seria de agua en las hojas.

– Haya poca o ninguna luz.

– Que la temperatura sea baja.

Los estomas permanecen abiertos solo cuando la

fotosíntesis crea una necesidad de intercambio de gases con el aire y luego solo cuando la provisión de agua es razonablemente adecuada.

Al finalizar la lección… (página 143)

1.

a. Cloroplasto.

b. Oxígeno y glucosa.

d. Los vegetales terrestres toman el dióxido de carbono a través de los estomas y el agua mediante sus raíces.

e. Difusión simple y osmosis en el caso del agua.

f. El xilema conduce savia cruda o bruta en sentido ascendente, mientras que el floema transporta savia elaborada tanto en sentido ascendente como descendente.

Trabaja con lo que sabes (página 144)

a. Las materias primas de la respiración celular son glucosa y oxígeno, mientras que para la fotosíntesis son dióxido de carbono y agua.

b. Los productos de la respiración celular son dióxido de carbono, agua y ATP, mientras que para la fotosíntesis son glucosa y oxígeno.

Actividad 3 (página 146)

1. Fase luminosa y fase oscura.
2. Fase luminosa: el reactante es el agua y los productos son O_2, ATP y NADPH. Fase oscura: los reactantes son moléculas de CO_2, de ATP y de NADPH y el producto es glucosa.
3. El oxígeno se obtiene a partir de la molécula de agua y la glucosa del CO_2.

Al finalizar la lección… (página 147)

Fotosíntesis

- Organelo donde ocurre: Cloroplasto.
- Requiere: CO_2 y H_2O.
- Produce: Glucosa y oxígeno.
- Consume o libera energía: consume más de la que libera.

Respiración celular

- Organelo donde ocurre: Mitocondria.
- Requiere: Glucosa y oxígeno.
- Produce: CO_2 y H_2O.
- Consume o libera energía: Libera más de la que consume.

Ahora tú (Página 151)

Se debe resaltar la importancia del título y la identificación de los ejes, pues estos indican las variables que participan.

Evaluación intermedia (páginas 154 – 155)

Actividades

1.

a. Clorofila: pigmento fotosintético que interviene en la fotosíntesis.

b. Grana: estructura del cloroplasto por agrupación de tilacoides.

c. Glúcidos: moléculas orgánicas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, en la célula cumplen funciones estructurales y energéticas.

d. Fotosistema: son moléculas dispuestas en la membrana de los tilacoides, entre ellas la clorofila, que, como si fueran antenas, captan la energía luminosa y la transforman en energía química.

e. Xilema: es uno de los tejidos conductores de los vegetales. Se ocupa del transporte y suministro de agua y sales minerales, cuya mezcla se conoce como savia cruda y se mueve desde las raíces hacia las hojas de la planta.

f. Estomas: poros presentes en las hojas. Por medio de ellos existe entrada y salida de gases a la planta.

5.

b. La variable independiente o manipulada es la intensidad de luz y la variable dependiente es la cantidad de gas producida.

6.

a. Las clorofilas tienen dos picos de absorción en el espectro visible, uno en el entorno de la luz azul (400-500 nm de longitud de onda), y otro en la zona roja del espectro (600-700 nm). Mientras que los carotenoides absorben en la región comprendida entre los 400 y 500 nm del espectro visible.

b. Los dos picos de absorción de las clorofilas a y b indican que la radiación roja y azul es fuertemente absorbida.

c. La clorofila a es verde azulada y la clorofila b es de color verde amarillento. Estas tonalidades indican las longitudes de onda o colores que son reflejadas por estos pigmentos.

d. Entre los 400 nm y 700 nm, debido a la participación de clorofilas y de los pigmentos auxiliares (carotenoides).

Actividad 4 (página 157)

a. $4{,}954 \times 10^6$

Evaluación intermedia (páginas 164 – 165)

1.

a. Biomasa: es una estimación de la cantidad de materia orgánica presente en un nivel trófico o en un ecosistema. Suele expresarse en términos de gramos o kilogramos de materia orgánica por unidad de área, por ejemplo g/m^2.

b. Productividad: es una medida de la cantidad de energía lumínica transformada en energía química, contenida en moléculas orgánicas, y almacenada en forma de biomasa por unidad de superficie y en un tiempo determinado.

c. Eutrofización: es un aumento de nutrientes en el agua (especialmente de fósforo y nitrógeno) que produce un incremento incontrolado de la biomasa de microorganismos, especialmente fotosintéticos.

d. Deforestación: en este proceso se destruye parte de la superficie forestal, generalmente por la actividad humana y como producto de la urbanización, disminuyendo la productividad primaria de la zona urbanizada.

e. Zona fótica: en los ecosistemas acuáticos, la luz tiene la capacidad de atravesar el agua hasta una profundidad de aproximadamente 200 m; esta es la zona denominada zona fótica. En ella la luz tiene la intensidad suficiente para hacer posible la fotosíntesis.

f. Productividad primaria neta: es la cantidad total de energía captada por los productores en un tiempo determinado menos la energía utilizada en la respiración celular, es decir, es la energía que realmente se almacena en biomasa por unidad de tiempo.

2.

a. Líquenes alpinos: 0 °C; plantas de ambientes templados: 20 °C; plantas tropicales: 40 °C.

3. La productividad: es una medida de la cantidad de energía lumínica transformada en energía química, contenida en moléculas orgánicas, y almacenada en forma de biomasa por unidad de superficie y en un tiempo determinado. Esta medición permite estimar la cantidad de vida que un ecosistema puede sostener. Se puede distinguir entre productividad primaria bruta y neta. La productividad primaria neta (PPN) se calcula usando la siguiente expresión: PPN = productividad primaria bruta – respiración.

9.

a. Lechos de algas y arrecifes.

Evaluación final (páginas 168 – 170)

1.

a. Fotosíntesis: proceso realizado por los vegetales y las bacterias fotosintéticas. En los vegetales ocurre en los cloroplastos, estructuras que contienen clorofila y otros pigmentos como los carotenoides.
La clorofila absorbe la energía de la luz y la transforma en la energía química contenida en los carbohidratos, sintetizados a partir de CO_2 y H_2O.

b. Fotosistemas: son moléculas dispuestas en la membrana de los tilacoides, entre ellas la clorofila, que, como si fueran antenas, captan la energía luminosa y la transforman en energía química.

c. Clorofila: pigmento fotosintético que interviene en la fotosíntesis.

d. Tilacoide: son estructuras membranosas dentro del cloroplasto, en cuya membrana se encuentran los fotosistemas.

e. Productividad primaria: es la cantidad de energía lumínica transformada por los productores en energía química.

f. Biomasa: es una estimación de la cantidad de materia orgánica presente en un nivel trófico o en un ecosistema. Suele expresarse en términos de gramos o kilogramos de materia orgánica por unidad de área, por ejemplo g/m^2.

2. Etapa dependiente de la luz: Tilacoide/ H_2O/ATP, NADPH y O_2.
Etapa independiente de luz: Estroma / CO_2/ Glucosa.

3. La participación de la energía luminosa y de la clorofila.

4. Rojo.

5.

a. El crecimiento de las plantas aumenta con la incorporación de los nutrientes.

b. El nitrógeno. De acuerdo con los antecedentes, probablemente se debe a que es componente tanto de proteínas como de ácidos nucleicos.

c. La combinación de ambos nutrientes favorece la adecuada disponibilidad de ellos para el desarrollo del metabolismo.

d. Debido a la mayor disponibilidad de agua, uno de los reactantes de la fotosíntesis.

e. Aunque una mayor disponibilidad de nutrientes

permitirá un incremento del crecimiento, este no será ilimitado, pues existen factores limitantes tanto en el ambiente como en el propio metabolismo, por ejemplo, la capacidad enzimática o la de capturar CO2 y H2O.

6. Las moléculas marcadas serán los carbohidratos (glucosa, maltosa, almidón y celulosa). Se encontrará en los amiloplastos y en estructuras como la pared celular.

7.

a. La variable dependiente es el rendimiento fotosintético y las variables independientes, la temperatura y la intensidad lumínica.

b. Porque el rendimiento fotosintético varía cuando la intensidad lumínica o la temperatura cambian.

8.

a. En las regiones que reciben mayor cantidad de luz durante el año.

b. La deforestación y el cambio climático.

c. El cambio climático afecta, entre otras variables, el régimen de precipitaciones de una región, lo cual incide en la fotosíntesis.

9. Una de las respuestas probables podría incluir el empleo de una cromatografía para detectar la presencia de pigmentos.

Unidad 4

Actividad 1 (página 179)

1. La radiación solar aumentaría significativamente, debido a que la atmósfera refleja el 35 % de la luz proveniente del Sol.
2. Además de luz, el Sol envía al planeta calor, gracias al cual se pone en marcha una serie de fenómenos físicos que determinan las condiciones climáticas del planeta.

Al finalizar la lección (página 181)

1. El Sol es la fuente principal de energía del planeta.
3. Productores, porque sintetizan materia orgánica (biomasa) y consumidores, debido a que obtienen la materia orgánica y la energía que necesitan consumiendo o alimentándose de otros organismos.

Actividad 2 (página 185)

1. Flor del cactus → Murciélago → Serpiente
2. No podría ser, porque el movimiento de la energía es unidireccional en un ecosistema.
3. Los descomponedores transforman la materia orgánica en sustancias inorgánicas que pueden volver a ser empleadas por los productores.

Actividad 3 (página 186)

1. Pastos, cactus, plantas con flores.
2. Al menos 8.
3. Sí los hay. Por ejemplo el zorro.
4. Sí los hay. El ave rapaz.

Actividad 4 (página 187)

Porque el kril conforma todas las cadenas alimentarias descritas.

Actividad 5 (página 187)

1. Flores → Mariposa → Zorzal. Los hongos se mantienen paralelo a los tres integrantes de esta cadena alimentaria.
2. Productores: fitoplancton
   Consumidores primarios: zooplancton, pez, petrel, ballena azul, foca cangrejera, skúa, pingüino adelia y calamar.
   Consumidores secundarios: pez, petrel, ballena azul, foca cangrejera, skúa, pingüino adelia y calamar.
   Consumidores terciarios: pingüino adelia, foca de Ross, orca, leopardo marino, pingüino emperador.
   Consumidores cuaternarios: leopardo marino, orca,
   Súper depredador: orca
3. La materia circula en forma lineal en una cadena trófica. Sin embargo, es importante resaltar que la materia en un ecosistema circula en forma cíclica a través de los ciclos biogeoquímicos.
4. La importancia de los descomponedores es que son organismos capaces de transformar la materia orgánica proveniente de restos y desechos de seres vivos en materia inorgánica utilizable nuevamente por los organismos productores.

Al finalizar la lección (página 188)

1. Arbusto retamilla, maqui, hierbas, litre, lingue, peumo.
2. Población de zorro, población de conejo, población de ratón chinchilla y población de arbusto retamilla.
3. Arbusto retamilla → Ratón chinchilla → Tucúquere
   Hierbas → Conejo → Lechuza
   Maqui → Zorro → Conejo
4. Hierbas: productores.
   Conejo: consumidor primario.
   Lechuza: consumidor secundario.
5. Zorro, conejo, insectos, ratón chinchilla.
6. El zorro puede considerarse un consumidor primario si este se alimenta directamente del peumo, lingue,

litre y maqui. También puede considerarse como un consumidor secundario, ya que se alimenta del conejo y del ratón chinchilla.

7. La materia transferida desde los productores hasta los consumidores y descomponedores se produce de manera lineal, pero estos últimos cumplen la importante función de reciclar la materia orgánica al transformarla en materia inorgánica disponible para los organismos productores.

Actividad 6 (página 194)

1. 70 kcal.
2. La transferencia de materia y energía, parte de esta última se disipa al ambiente como calor y otra parte la ocupa el individuo en mantener sus funciones vitales. Por lo tanto, en una cadena trófica la cantidad de energía disponible en el tercer nivel trófico no puede ser mayor que en el segundo nivel.
3. La energía utilizada por los seres vivos experimenta diversas transformaciones. Por ejemplo, al digerir los alimentos, los seres vivos obtienen energía para llevar a cabo sus funciones vitales, pero a la vez su metabolismo produce calor, el cual se disipa al medio ambiente, de modo que de toda la energía que ingresa a un determinado nivel trófico. La primera ley de la termodinámica enuncia que "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.

Evaluación intermedia (páginas 200 a 201)

1.

a. A diferencia de la energía utilizada en una cadena trófica, la energía disipada no es aprovechada para la síntesis de biomasa.

b. Los organismos autótrofos sintetizan sus propios nutrientes, mientras que los heterótrofos deben obtenerlos de una fuente externa.

c. En la fotosíntesis la fuente de energía es la luz, mientras que en la quimiosíntesis se emplean ciertos compuestos inorgánicos reducidos como fuente de energía, como el sulfuro de hidrógeno (H_2S).

d. Mientras cada nivel de la pirámide de energía representa la cantidad de energía que acumula, en la pirámide de número estos indican la cantidad de organismos que existen. Además, a diferencia de la pirámide de número, la pirámide de energía nunca se presenta invertida.

e. Los descomponedores son organismos heterótrofos y los productores son autótrofos. Además, los descomponedores son indispensables en el ecosistema porque permiten la recirculación de la materia, mientras que los productores lo son porque incorporan al ecosistema la materia orgánica y la energía.

f. Se diferencian en su complejidad, pues una trama trófica está conformada por dos o más cadenas tróficas.

g. Los organismos carroñeros se alimentan de cadáveres, mientras que los detritívoros lo hacen de desechos orgánicos o de pequeños restos de materia orgánica.

h. Un organismo se comporta como consumidor primario cuando se alimenta del productor, mientras que lo hace como consumidor secundario cuando se alimenta del consumidor primario.

2.

a. De abajo hacia arriba: Productores, consumidor primario, consumidor secundario, consumidor terciario.

c. Los organismos descomponedores deben estar dibujados en cada uno de los niveles tróficos.

3.

a. En el nivel de los productores, debido a que obtienen la energía directamente de la fuente, sin intermediarios.

b. Se disipa como calor.

c. Según la ley de Lavoisier, la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. De acuerdo con esto, los elementos químicos de un ecosistema van circulando entre sus componentes bióticos y abióticos formando distintas sustancias.

4.

a. Identifica la cantidad de materia orgánica acumulada en cada nivel trófico. Aunque suele expresarse en términos de gramos o kilogramos de materia orgánica por unidad de área, por ejemplo g/m^2, en este caso, y por tratarse de un ecosistema acuático, la unidad es g/m^3.

b. Fitoplancton.

Actividad 10 (página 206)

1.

e. Combustible para motores o gasolina, metanol e hidróxido sódico en solución.

Actividad 11 (página 207)

1.

a. Las sustancias tóxicas se incrementan al subir el nivel, mientras que la energía disminuye.

b. El DDT comienza a ser transmitido a través de la cadena.

c. En los consumidores cuaternarios (bioacumulación).

Evaluación intermedia (páginas 212 – 213)

Actividades

1.

a. PCB: (Bifenilos Policlorados): son sustancias químicas contaminantes sintetizadas por el ser humano para ser usadas como refrigerantes, fluidos hidráulicos y plastificantes. Los PCB producen infertilidad y se relacionan con el cáncer de hígado y enfermedades en el sistema nervioso.

b. Dioxinas: son contaminantes producidos a partir de la incineración de compuestos clorados como los mismos PCB. Una vez que las dioxinas ingresan al ecosistema, son muy difíciles de eliminarlas, y una vez que se introducen en un organismo, se mantienen en él durante mucho tiempo.

c. Plaguicidas: Según la OMS, un plaguicida o pesticida es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que se emplea para combatir organismos que perjudican la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agrícolas y madereros.

d. DDT: es un pesticida volátil y 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.

e. Bioacumulación: o amplificación biológica consiste en el aumento de la concentración de los tóxicos no degradables en los tejidos de los organismos a medida que se avanza en las cadenas alimentarias. 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.

f. Biorremediación: debido a la acción de microorganismos o enzimas las sustancias tóxicas se transforman en sustancias de menor toxicidad o directamente inocuas para el ambiente y la salud humana.

g. Plaguicidas naturales: son sustancias naturales que impiden o dificultan el desarrollo de plagas en los cultivos.

3.

d. Bioacumulación.

Evaluación final (páginas 216 – 218)

1.

a. Los productores (zarzamora) obtienen energía a través de la síntesis de nutrientes mediante el proceso fotosintético. Los consumidores, de los distintos niveles, obtienen su energía al conseguir los nutrientes de los organismos de los cuales se alimentan.

b. 3.

c. el sentido en que se transmite la materia y la energía entre los organismos.

2.

b. Los productores obtienen energía mediante la fotosíntesis; los herbívoros la obtienen cuando se alimentan de los vegetales; los carnívoros obtienen la energía cuando se alimentan de los herbívoros; y los descomponedores la obtienen de los desechos y restos orgánicos de tanto de los productores como de los consumidores de distinto orden.

d. Productor: primer nivel trófico. Herbívoro: segundo nivel trófico. Carnívoro: tercer nivel trófico. Descomponedor: último nivel trófico.

e. Las flechas amarillas indican el sentido en el que se transfiere la energía desde el Sol y entre los organismos. Las flechas anaranjadas representan la energía que se libera al ambiente en forma de calor durante cada transformación y transferencia de energía.

3. La pirámide B.

7.

a. Que la cantidad de organismos decrece en el siguiente orden: fitoplancton, zooplancton, peces grandes, peces pequeños y águilas. También muestra cómo el DDT se transmite y se acumula de un nivel trófico a otro. El fenómeno se denomina bioacumulación.

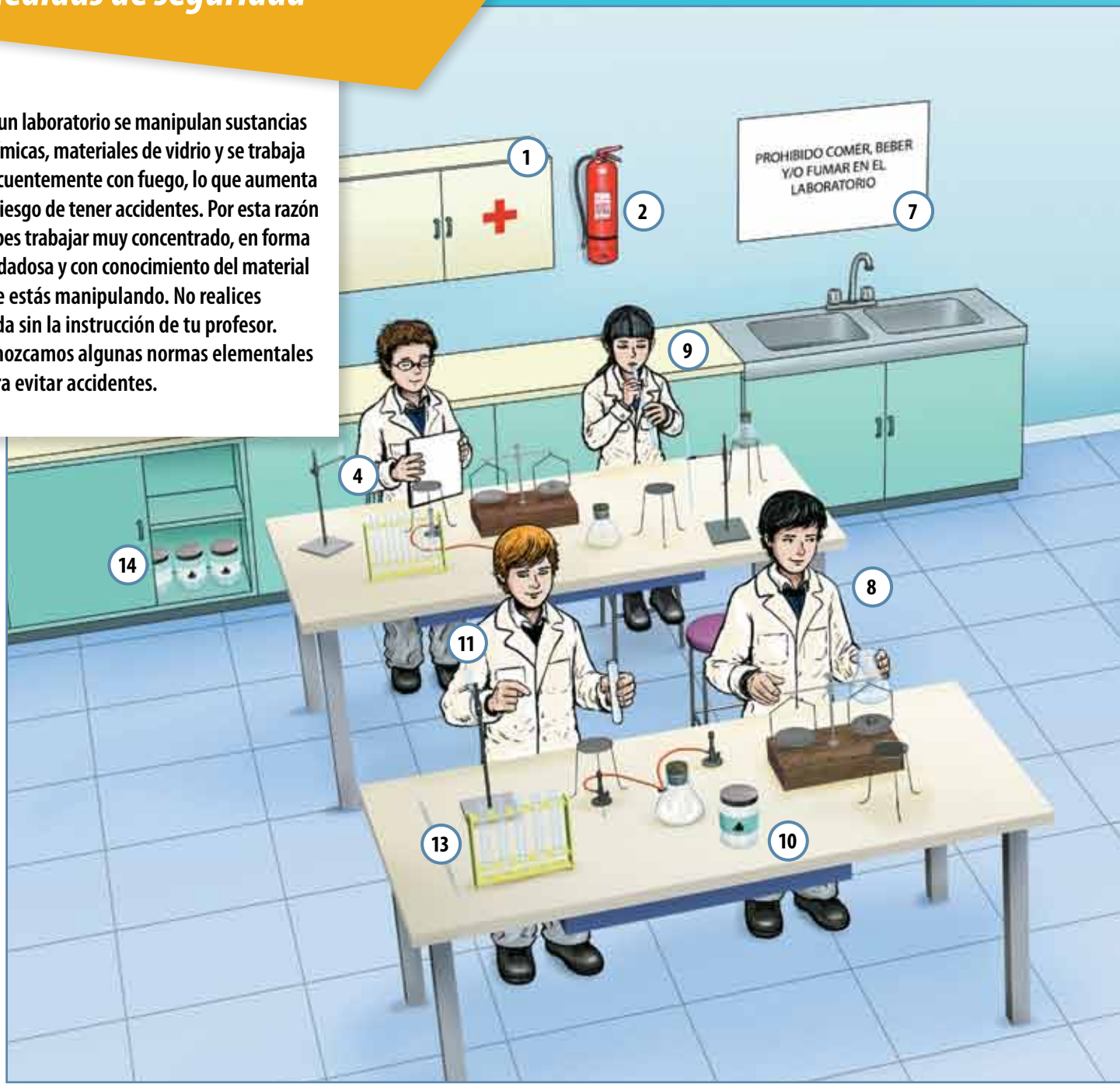
c. El DDT es un pesticida volátil y liposoluble, lo que determina que se acumule en los tejidos grasos y en los músculos de los animales; en el caso de los mamíferos, también en su leche. El DDT acumulado en los animales tiene un efecto neurotóxico y provoca infertilidad.

d. A medida que decrece el número de organismos, la concentración de DDT se incrementa.

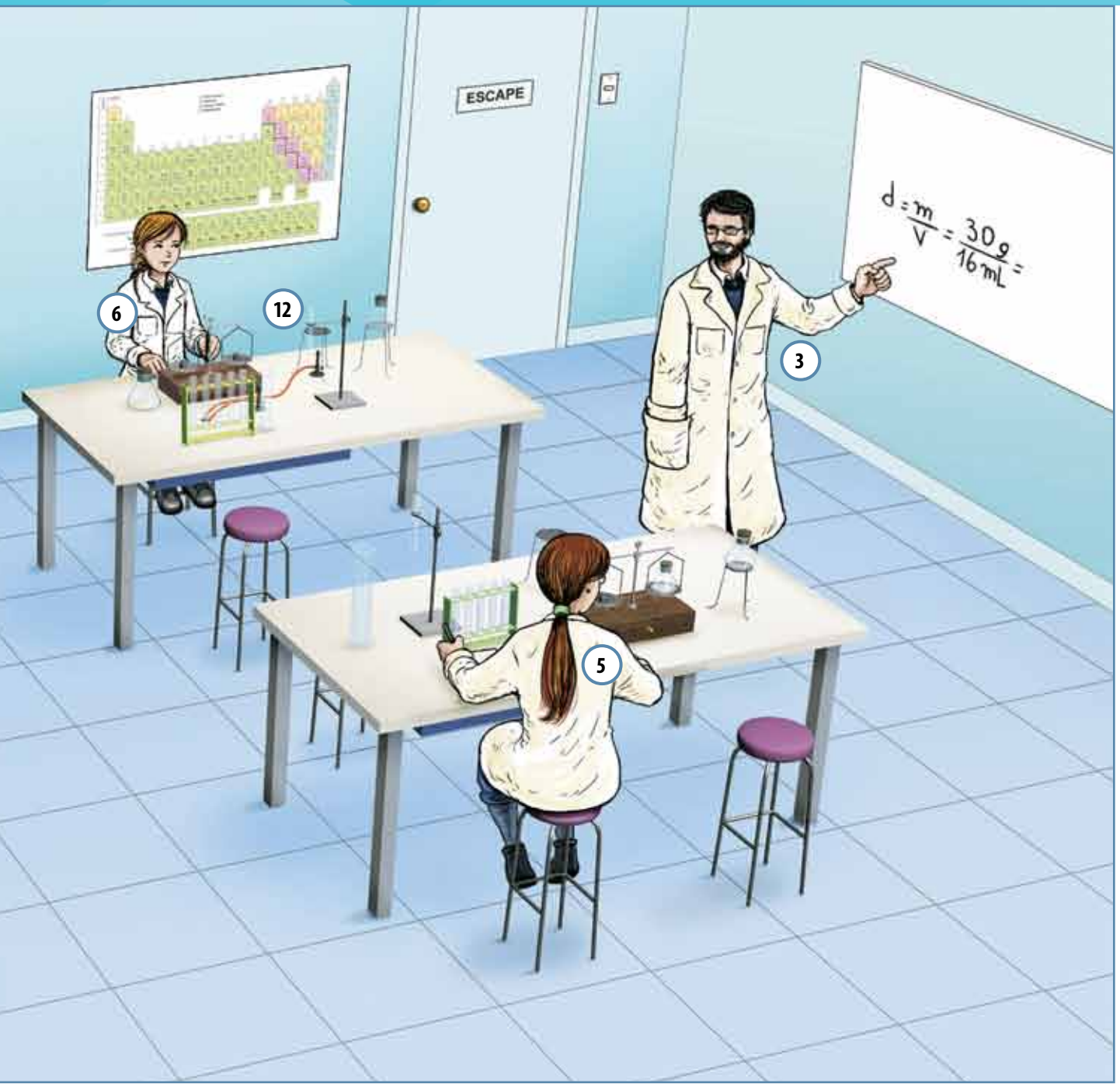
e. El DDT ha sido prohibido en la mayoría de los países, incluyendo Chile desde 1985.

ANEXO 1:
Medidas de seguridad

En un laboratorio se manipulan sustancias químicas, materiales de vidrio y se trabaja frecuentemente con fuego, lo que aumenta el riesgo de tener accidentes. Por esta razón debes trabajar muy concentrado, en forma cuidadosa y con conocimiento del material que estás manipulando. No realices nada sin la instrucción de tu profesor. Conozcamos algunas normas elementales para evitar accidentes.



1. El laboratorio debe contar con un botiquín que contenga todos los elementos básicos, como vendas, cinta adhesiva, apósitos, desinfectantes y algodón.
2. El laboratorio debe tener señales de escape y extintor.
3. Siempre debes seguir las instrucciones de tu profesor.
4. Se debe usar delantal en todo momento.
5. Si tienes pelo largo debes llevarlo recogido.
6. Debes revisar que todo el material se encuentre en buen estado.
7. Prohibido comer y/o beber fumar dentro del laboratorio.
8. No probar ni oler ningún reactivo.
9. No debes pipetear sustancias químicas, para ello utiliza una propipeta.



10. No tomar las sustancias químicas con las manos.

11. No mezclar reactivos sin indicación.

12. Cierra todas las llaves de agua y gas al finalizar una actividad.

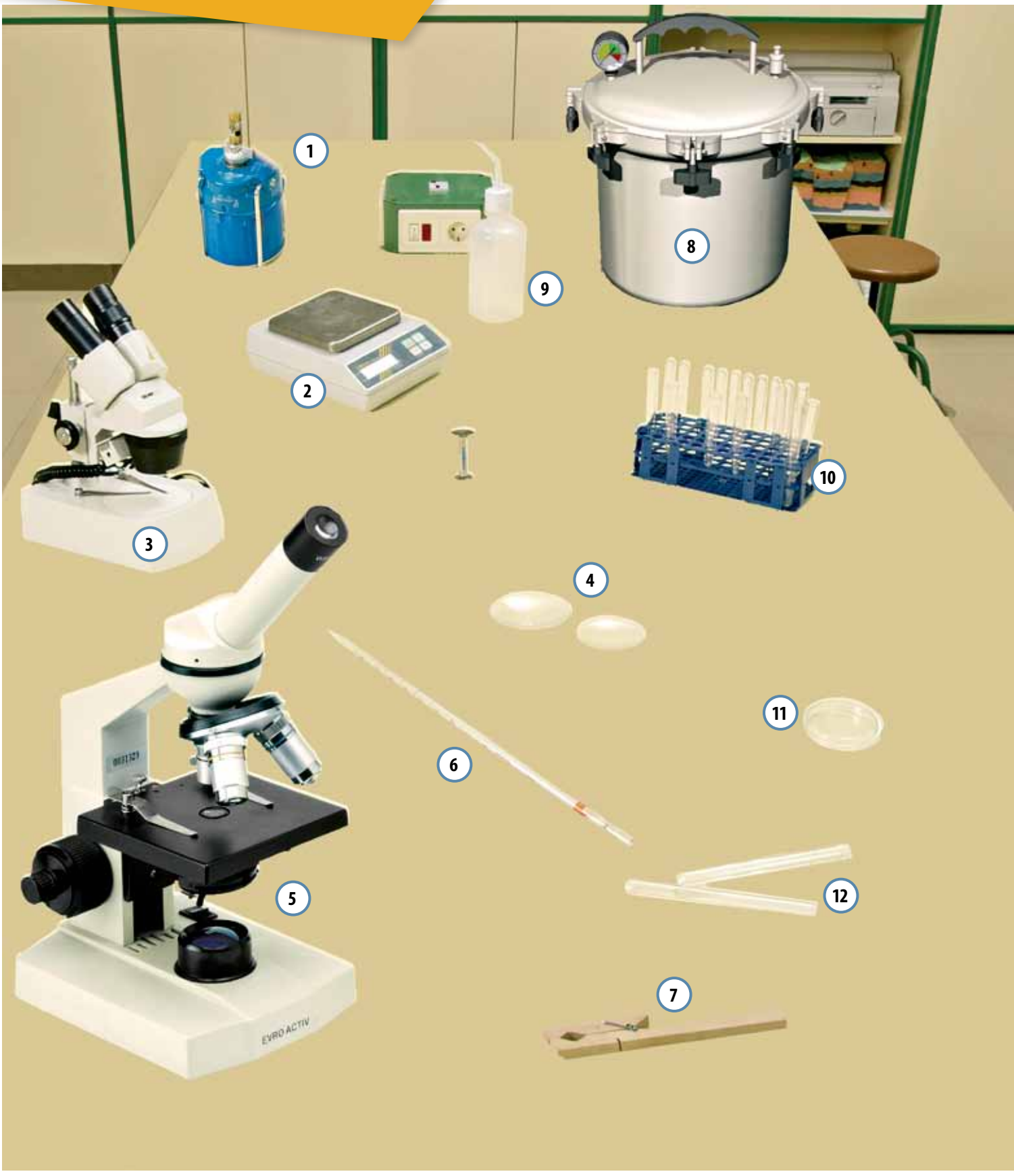
13. El material de laboratorio debe guardarse limpio y seco, siempre en el mismo lugar.

14. Los reactivos deben guardarse rotulados, por ejemplo: inflamable, corrosivo, etc.

15. Si ocurre una quemadura con un ácido concentrado, nunca se debe lavar la zona con agua. Puedes usar bicarbonato de sodio para neutralizar.

ANEXO 2:

Materiales de laboratorio

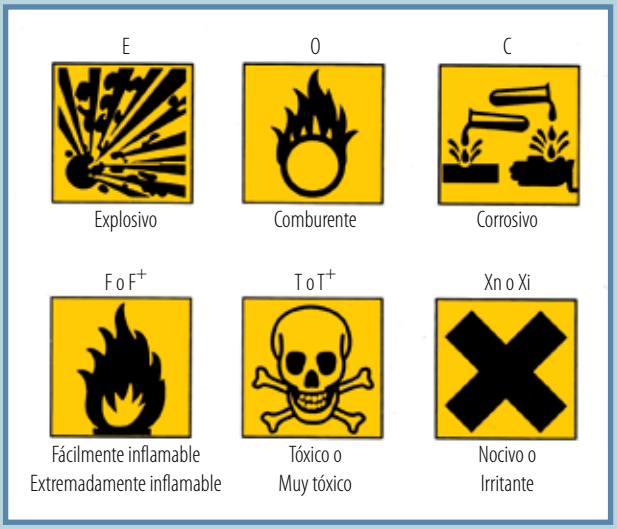


El laboratorio de Biología está equipado con diferentes instrumentos y equipos con los que se realizan los experimentos de las investigaciones científicas. Algunos de ellos son:

1. **Mechero de gas**
   Sirve para el calentamiento rápido de sustancias.
2. **Balanza**
   Sirve para medir la masa.
3. **Estereoscopio**
   Sirve para ver los objetos muy pequeños en tres dimensiones.
4. **Luna de reloj**
   Recipiente de cristal sobre el que se depositan sustancias en pequeña cantidad.
5. **Microscopio óptico**
   Provisto de un juego de lentes, permite ver objetos invisibles al ojo humano.
6. **Pipeta**
   Tubo de vidrio que sirve para transferir o medir volúmenes.
7. **Pinza de madera**
   Tiene forma de tenaza y sirve para sujetar los tubos de ensayo.
8. **Autoclave**
   Recipiente hermético de acero inoxidable que alcanza altas presiones y temperaturas en un ambiente húmedo. Sirve para esterilizar el material biológico y los medios de cultivo.
9. **Piceta**
   Frasco que suele contener agua destilada. Posee un tubo delgado que sirve para direccionar la salida del agua.
10. **Gradilla**
    Soporte de madera, metal o plástico que sirve para colocar los tubos de ensayo.
11. **Placa Petri**
    Doble platillo circular, de plástico o vidrio que sirve para preparar cultivos de hongos y bacterias.
12. **Tubo de ensayo**
    Cilindro de vidrio cerrado por uno de sus extremos que sirve para calentar, disolver o hacer reaccionar pequeñas cantidades de sustancias.
13. **Vaso de precipitado**
    Vasos de vidrio que sirven para medir volúmenes no exactos.

Medidas de seguridad con productos químicos

1. Antes de utilizar un compuesto se debe leer detenidamente la etiqueta para conocer los posibles riesgos de su manipulación.
2. Evitar el contacto de productos químicos con los ojos y la piel, con guantes de un solo uso.
3. Nunca se debe calentar un recipiente totalmente cerrado. La abertura del recipiente que se esté calentando debe estar en dirección contraria a las personas cercanas.
4. Para diluir un ácido, nunca se debe echar agua sobre él, sino al contrario, echar el ácido sobre el agua.
5. Las salpicaduras de sustancias básicas deben neutralizarse con un ácido débil (por ejemplo, ácido cítrico) y las de sustancias ácidas con una base débil (por ejemplo, bicarbonato de sodio).
6. No se deben oler directamente los vapores desprendidos en ningún proceso, ni probar ningún producto.
7. Los productos inflamables (gases, alcohol, éter, etc.) deben mantenerse alejados de la llama de los mecheros. Si hay que calentar tubos de ensayo con estos productos, se hará en baño María, nunca directamente a la llama.
8. Los frascos de los reactivos deben cerrarse inmediatamente después de usarlos. Durante su uso, los tapones deben depositarse siempre boca arriba sobre la mesa.
9. Para las reacciones en las que se prevé un desprendimiento de gases, se debe utilizar la vitrina de gases. Si se produjera una concentración excesiva de vapores en el laboratorio, se abrirán inmediatamente las ventanas y las puertas.



ANEXO 3:
Uso del 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.

Lente ocular. Lente a través del cual puedes observar la muestra. Suele tener un aumento de 10x.

Tubo. Estructura metálica y hueca. En su extremo superior se encuentra el lente ocular y en el inferior, el revólver con las lentes objetivo.

Revólver. Estructura giratoria, que porta las distintas lentes objetivo.

Lente objetivo. Serie de lentes ubicadas en el revólver, que tienen aumentos distintos. Las más comunes son lupa (4x), menor (10x), mayor (40x) e inmersión (100x).

Brazo. Pilar sobre el cual están sujetos los tornillos macro y micrométrico.

Platina. Plataforma móvil que soporta la muestra a observar. Para evitar que esta se corra, el portaobjetos se sujeta con un par de pinzas metálicas. En el centro de la platina hay un orificio que permite la entrada de luz proveniente de la fuente luminosa.

Tornillo macrométrico. Te permite realizar un enfoque aproximado de la muestra, facilitando el ajuste grueso de la imagen.

Diafragma. Dispositivo que sirve para que regules la cantidad de luz que llega a la muestra.

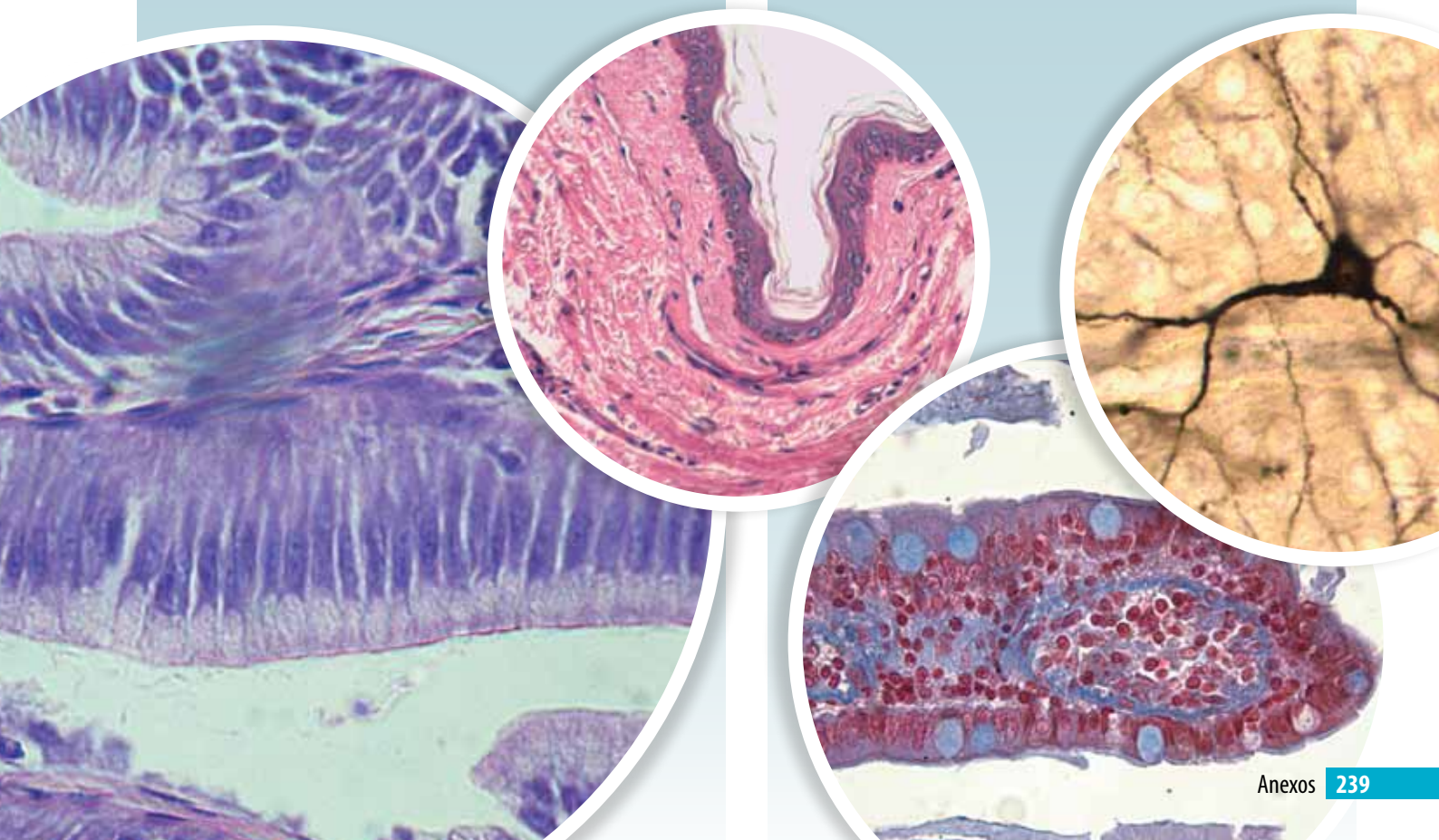
Tornillo micrométrico. Te permite enfocar la muestra con precisión, facilitando el enfoque fino de la imagen.

Fuente luminosa. Puede ser una lámpara o un espejo. En este último caso, los rayos de luz provenientes de una fuente externa, son reflejados por el espejo hacia la muestra.

Pie o base. Punto de apoyo del microscopio, en el que se encuentra la fuente luminosa (lámpara o espejo).

¿Cómo utilizar el microscopio óptico?

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 tómalo 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. Aleja la platina de las lentes objetivo usando el tornillo macrométrico (según el tipo de microscopio, esto se hace bajando la platina o subiendo el tubo de las lentes). Coloca la muestra sobre la platina y sujétala con la pinza. Asegúrate de que quede bien puesta y sobre la abertura que permite el paso de la luz.
3. Comienza enfocando con el objetivo de menor aumento, generalmente es la lupa (4x), llevándolo a la posición más cercana a la preparación. 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 enfocada la muestra con el objetivo de menor aumento, gira el revólver para cambiar al aumento que sigue (10x). Si el microscopio es de tipo parafocal, solo deberás hacer leves ajustes con el tornillo micrométrico para volver a ver nítidamente la imagen cada vez que cambies de un lente objetivo a otro. Si al cambiar de objetivo pierdes 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.



ANEXO 4: *Preparación de muestras*

Las células no presentan color, por lo que deben emplearse colorantes químicos que produzcan contraste y faciliten la observación. Aquí te presentamos algunas técnicas para observar muestras al microscopio:

Láminas de líquidos

Cuando la muestra es líquida, puede prepararse de dos maneras:

- **Gota en el centro**. Se coloca una gota del líquido en el centro del portaobjetos. En algunos casos, es necesario agregar una gota de colorante. Luego se tapa la muestra con el cubreobjetos y se deja secar por unos minutos.
- **Frotis**. Se coloca una gota del líquido en uno de los extremos del portaobjetos y luego se apoya otro portaobjetos sobre la gota, extendiéndola. Se deja secar al aire y se colorea de ser necesario.

Láminas "naturales"

Para algunos especímenes, basta con retirar una delgada lámina de su tejido, extenderla sobre el portaobjetos, añadir una gota de agua o colorante y taparla con el cubreobjetos.

Squash

Técnica usada cuando no se requiere observar la estructura intacta.
Se debe colocar una pequeña porción del material sobre el portaobjetos. Luego, con dos alfileres, se "desarma" el material para extenderlo y, en algunos casos, se colorea. Al apoyar el cubreobjetos sobre el material, se presiona con el pulgar, con cuidado de no quebrar el cubreobjetos.

Preparados difíciles

Algunas muestras requieren ser mantenidas intactas durante la observación; para ello, se deben seguir los siguientes pasos:

- **Fijación**. Se interrumpen los procesos celulares con sustancias químicas (como el formol) que conservan los tejidos como si estuvieran vivos.
- **Deshidratación**. La muestra fijada pasa por soluciones de alcohol, eliminando el agua y las grasas.
- **Aclaramiento**. Se sumerge la muestra en xilol.
- **Inclusión**. Se funde la parafina en baño María a 60 ºC en una estufa. Luego se colocan la muestra y un poco de parafina fundida en un molde pequeño rectangular de papel manteca o metal, para que solidifique en bloque.
- **Corte**. El bloque se corta en secciones delgadas con una navaja o bisturí.
- Montaje y coloración. Cada corte se coloca sobre un portaobjetos y se tiñe con el colorante apropiado. Antes de colorear, se rehidrata con xilol y, luego, con una serie de soluciones con más agua que alcohol. Finalmente, se colorea y se observa al microscopio.

ANEXO 5: *¿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

- Limpiar el exceso de ácido con un papel absorbente .
- 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).

  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 6:
¿Cómo elaborar un informe?

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.

Escuela Antártica de Chile

Informe de laboratorio:
Relación entre la masa corporal de una rata y la secreción de hormona del crecimiento

Autores:
- Fernanda López F.
- Emilia Flores F.
- Matías Olmedo A.
- Antonia Santander V.

Profesor: Francisca Neira C.
Fecha: 12 de mayo de 2014.

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.

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.

Bibliografía
– 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.

ANEXO 7: ¿Cómo evaluar mi informe?

A continuación te presentamos una tabla de autocorrección de tu trabajo de investigación.

Ítem	Puntaje
1. Reconocimiento del problema • Formular una pregunta de investigación (1,0) • Mencionar la problemática principal por estudiar (1,0)	**2,0**
2. Definición del problema • Mencionar las variables dependientes e independientes que afectan el problema investigado (1,0) • Presentar el contexto del problema (1,0) • Incluir apoyo bibliográfico (1,0)	**3,0**
3. Formulación de hipótesis • Proponer una posible respuesta a la pregunta de investigación (3,0) • Relacionar las variables mencionadas en la pregunta de investigación (2,0)	**5,0**
4. Recopilación y análisis de información • Incluir todas las fuentes bibliográficas utilizadas (1,0) • Analizar diversas fuentes, tales como revistas especializadas, páginas web dedicadas al tema, entrevistas, encuestas u otro material adicional (2,0)	**3,0**
5. Resultados • Organizar la evidencia en tablas, gráficos o esquemas de síntesis (1,0) • Presentar la información cuantitativa en tablas y gráficos (1,0) • Explicar el significado de los datos obtenidos (1,0) • Fundamentar el análisis hacia la verificación o el rechazo de la hipótesis (2,0)	**5,0**
6. Conclusiones • Responder la pregunta de investigación planteada (2,0) • Aceptar o rechazar la hipótesis (2,0) • Incluir las variables consideradas inicialmente (1,0) • Plantear nuevas interrogantes para una próxima investigación (1,0)	**6,0**
7. Bibliografía • Indican autores y fuentes utilizadas en el informe de investigación (1,0)	**2,0**

ANEXO 8:
Control de variables

La experimentación en el laboratorio puede tener varios propósitos. Entre ellos:

- **ejemplificar y comprender principios o leyes de las ciencias naturales;**
- **adquirir habilidades prácticas (manipular materiales de laboratorio, realizar mediciones, etcétera);**
- **observar y describir especímenes naturales;**
- **contrastar hipótesis de trabajo.**

Y fundamentalmente para responder por qué ocurre lo que observas. ¿De qué factores depende? ¿Cuándo y cómo sucede?

Estas preguntas dirigen los experimentos, ya que a lo largo de su desarrollo, estos nos invitan a establecer relaciones entre las diferentes variables que influyen sobre un fenómeno determinado. En otras palabras, nos permiten conocer las causas y también los efectos de los hechos observados.

Al planificar y desarrollar un experimento, es necesario hacer un control de variables. Este consiste en descubrir cuáles son los factores (variables) que afectan el resultado del experimento y cómo se relacionan.

Variable

Es todo aquello que puede asumir diferentes valores, cuantitativos o cualitativos. Existen tres tipos de variables:

- Independientes. Se modifican a voluntad del experimentador (causa).
- Dependientes. Se modifican en respuesta al cambio de la variable independiente (efecto).
- Constante. No se modifica, para observar el efecto de la variable independiente sobre la dependiente.

A menor cantidad de plantas, mayor es la erosión del suelo.

¿Se erosiona más un campo con o sin plantas?

Variables:

- Independiente: cantidad de vegetación.
- Dependiente: agua y suelo retenidos.
- Constante: área y cantidad de tierra.

ANEXO 9: *Organizadores gráficos*

¿Qué es un organizador gráfico y para qué sirve?

Los organizadores gráficos son técnicas de estudio que ayudan a comprender mejor un texto. Establecen relaciones visuales entre los conceptos claves de dicho texto y, por ello, permiten entender de manera más eficiente un contenido. Hay muchísimos tipos de organizadores gráficos y tú puedes crear muchos más.

Mapa conceptual

Es un esquema en el que se organizan los conceptos más importantes de un tema. Estos se organizan desde el más general hasta el más específico y se conectan entre sí mediante palabras de enlace para formar oraciones lógicas (conectores).

Para construir tu propio mapa conceptual, primero debes identificar los conceptos principales del texto. Luego, los conceptos se ordenan según su importancia, es decir, del más ge neral al más particular. Para identificar él o los conceptos generales puedes centrarte en las siguientes ideas:

- Debes determinar cuál es el tema central del texto.
- Detectar los conceptos que aparecen en los títulos o subtítulos de las lecciones o de las unidades.

Posteriormente, debes anotar en una hoja el concepto más general o tema central en la parte superior, como inicial del mapa. En seguida, se escriben los demás conceptos que se relacionen con este. Cada concepto se encierra en un recuadro y se trazan líneas que los relacionan. Al final se colocan las palabras de enlace o conectores para formar oraciones con sentido, que se leen de arriba hacia abajo.

Observa a la derecha la estructura general de un mapa conceptual.

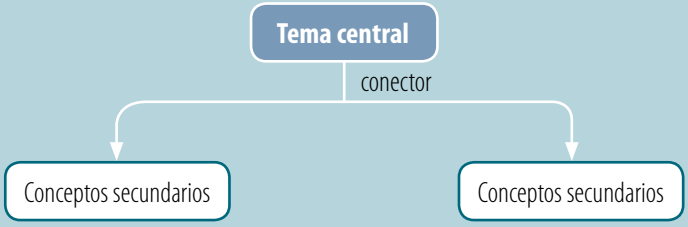


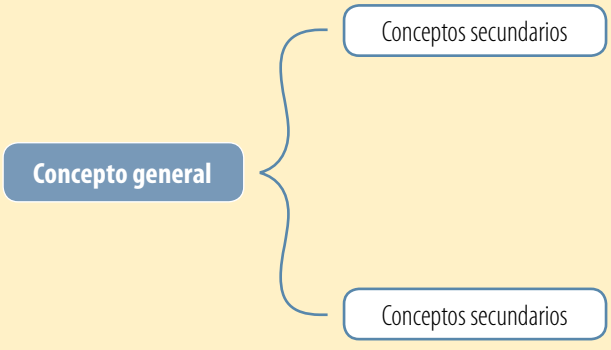
Diagrama de llaves

En él los conceptos se presentan ordenados de forma horizontal, adoptando una estructura lógica y fácil de visualizar. A continuación se detallan los pasos que debes seguir para elaborarlo.

Primero, debes identificar los conceptos principales del tema, lección o unidad para realizar el cuadro. Para organizar los conceptos, se escribe en el extremo izquierdo el concepto más general o importante. Luego se anotan, de arriba abajo, y separados del principal, los conceptos que siguen en importancia.

A continuación se escriben los conceptos secundarios, los que siguen en importancia o, si es el caso, los ejemplos. Para finalizar, se dibujan símbolos de llaves ({) para unir los conceptos del mismo nivel.

Estructura general de un diagrama de llaves



ANEXO 10:
Resumen científico

Es una síntesis de la investigación. Presenta las ideas más relevantes de cada una de las etapas del trabajo realizado en una reseña que incluye los siguientes componentes:

- **Objetivo de la investigación.**
- **Diseño o diseños experimentales.**
- **Resultados obtenidos.**
- **Interpretación de los resultados.**

Al desarrollar el último elemento, el resumen debe contemplar información acerca de los antecedentes de la investigación, el método realizado, los resultados obtenidos, su respectivo análisis y las conclusiones que se desprenden de la interpretación de los resultados. El siguiente cuadro muestra un ejemplo de construcción de un resumen científico.

Título principal (**14 de Times New Roman o Arial-negrita**)

Nombre(s) Autor(es) (cursiva)

Institución a la que pertenecen. Dirección.

E-mail

Año de realización.

Debe explicar el problema a investigar, materiales y métodos, resultados, discusión y conclusiones, en 200 a 250 palabras como máximo en formatos de letra Arial o Times New Roman en tamaño 12. Mantener espaciado sencillo y texto justificado.

Palabras clave: se buscan palabras relacionadas con el tema de la investigación que puedan servir para una posible búsqueda o clasificación.

Glosario

A

ATP: molécula energética, ya que almacena y cede energía, gracias a sus dos enlaces. Nucleótido resultante del metabolismo celular.

Autótrofos: organismos que pueden sintetizar sus nutrientes a partir de materia inorgánica, es decir, utilizan dióxido de carbono y agua (más energía) para formar glucosa.

B

Bioacumulación: aumento de la concentración de tóxicos no degradables en los tejidos de los organismos a medida que se avanza en las cadenas alimentarias.

Biomasa: estimación de la cantidad de materia orgánica presente en un nivel trófico o en un ecosistema.

Biomoléculas: moléculas que componen la materia viva. Se clasifican en inorgánicas, como el agua y las sales minerales, y orgánicas, como carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Biorremediación: capacidad de degradar, de manera natural, compuestos que son contaminantes. Puede realizarse utilizando microorganismos y/o enzimas.

C

Cadena trófica: representación lineal de los organismos en relación con su dieta, es decir, quién se alimenta de quién.

Célula: unidad funcional y estructural de todos los seres vivos. Se clasifican según la presencia o ausencia de núcleo (eucariontes y procariontes). A su vez, las células eucariontes se diferencian en células animales y vegetales.

Células especializadas: células que cumplen distintas funciones en el cuerpo. Presentan diferentes formas y características particulares.

Citoesqueleto: estructura compuesta por una serie de filamentos. Mantiene la forma de la célula eucarionte, además de otorgarle resistencia mecánica, y participar en el movimiento y la división celular.

Citoplasma: líquido viscoso al interior de la célula, donde se encuentran los organelos y diversas moléculas.

Clorofila: pigmento fotosintético que interviene en la fotosíntesis.

Cloroplastos: organelos exclusivos de las células vegetales. Son los responsables de llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.

Comunidad: nivel ecológico formado por las diversas poblaciones de seres vivos que habitan un ecosistema.

Consumidores: organismos que se alimentan de otros seres vivos o de sus partes. Están representados fundamentalmente por los animales. Se reconoce más de un tipo, por ejemplo, los consumidores primarios.

D

Deforestación: actividad humana que destruye parte de la superficie forestal de un lugar determinado.

Descomponedores: organismos que se alimentan de restos de materia orgánica compleja, eliminando al medio componentes inorgánicos más sencillos, los que incorporan las plantas.

Diferenciación celular: mecanismo mediante el cual una célula no especializada se diferencia, hasta alcanzar una forma y función específica.

Difusión: desplazamiento de sustancias, debido a que las moléculas tienden a esparcirse, o a difundir, siempre a favor del gradiente de concentración.

Difusión facilitada: transporte de sustancias desde y hacia el interior de la célula que ocurre cuando las moléculas de mayor tamaño y con carga atraviesan la membrana plasmática usando proteínas transportadoras.

Difusión simple: tipo de transporte que ocurre cuando las moléculas muy pequeñas y sin carga atraviesan libremente la membrana plasmática.

E

Ecosistema: unidad natural, formada por seres vivos, su ambiente y las interacciones que ocurren entre ellos.

Efecto invernadero: fenómeno vital, ya que permite que la temperatura del planeta sea apta para la vida.

Eficiencia ecológica: medida del porcentaje de biomasa que se transfiere al siguiente nivel trófico.

Endocitosis: proceso mediante el cual se incorporan elementos a la célula utilizando vesículas endocíticas. Si el material que se incorpora es líquido, se denomina pinocitosis, y si es sólido o son microorganismos, se denomina fagocitosis.

Enzimas: proteínas especializadas, encargadas de acelerar las reacciones químicas, disminuyendo la energía de activación.

Estomas: poros presentes en las hojas. Por medio de ellos existe entrada y salida de gases a la planta.

Estroma: espacio interno del cloroplasto. En este se encuentran los tilacoides, agrupados en granas.

Eutrofización: enriquecimiento de un ecosistema con nutrientes inorgánicos.

Exocitosis: proceso de expulsión de materiales intracelulares. Se realiza con la participación de vesículas secretoras.

F

Fase dependiente de la luz: etapa de la fotosíntesis en la que los fotones de luz estimulan la clorofila de la membrana tilacoidal del cloroplasto. Producto de esta reacción ocurre la fotólisis del agua, liberándose O_2 al ambiente. En esta etapa se produce también ATP y NADPH.

Fase independiente de la luz: etapa de la fotosíntesis que no necesita de energía lumínica. En ella las moléculas de NADPH y ATP se utilizan para sintetizar carbohidratos y otras moléculas orgánicas, a partir de la captación de CO_2 que ingresa a la planta por los estomas.

Fosfolípidos: moléculas que forman parte de la membrana plasmática. Poseen una región apolar hidrofóbica (ácidos grasos) y una región polar hidrofílica (grupo fosfato). Por esto, en un entorno acuoso como el citoplasma y el medio extracelular, se forma la bicapa lipídica.

Fotosíntesis: reacción química que llevan a cabo los seres vivos que poseen clorofila y otros pigmentos. Producto de una serie de reacciones químicas en las que se ocupa energía lumínica, transforman el agua y el CO_2 en glucosa, liberando oxígeno.

G

Granas: estructura del cloroplasto por agrupación de tilacoides.

H

Heterótrofos: organismos que incorporan sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos, ya que no pueden fabricarlas por sí mismos.

Glosario

I

Individuo: nivel básico de organización de un ecosistema y corresponde a cada uno de los seres vivos por separado.

L

Ley de Lavoisier: enunciado que expresa que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. También se conoce como ley de conservación de la masa.

M

Material genético: molécula que contiene la información codificada que controla la forma y todo el funcionamiento celular.

Membrana plasmática: estructura que rodea la célula y la separa del medio externo. Permite el intercambio de materiales y energía con el entorno.

Metabolismo: conjunto de reacciones químicas que ocurren en la célula y en el organismo; como resultado de estas reacciones se produce materia y energía.

Microscopio: instrumento óptico que amplía muchas veces lo que no se puede ver a simple vista. Se distinguen dos tipos: óptico y electrónico.

Mitocondrias: organelos exclusivos de las células eucariontes. Se encargan de producir energía (ATP) a partir de compuestos orgánicos (glucosa).

Mosaico fluido: modelo que explica la composición y estructura de la membrana plasmática. Fue propuesto por Singer y Nicholson en 1972.

Multicelular: organismo que está formado por muchos cientos de células que se originaron de una única célula inicial.

N

Núcleo: estructura esférica u ovoide presente en todas las células eucariontes. En su interior se encuentra el material genético (ADN).

O

Organelos celulares: estructuras contenidas dentro de las células eucariontes. Poseen distinta forma y función. Las células procariontes carecen de la mayoría de los organelos.

Osmosis: transporte de agua a través de la membrana plasmática.

P

Pirámides de biomasa: representación gráfica de la cantidad de materia orgánica producida por cada nivel trófico.

Pirámides de energía: esquema que representa la energía almacenada en un nivel trófico, en un tiempo determinado, y lo que queda disponible para el nivel trófico siguiente.

Pirámides de número: gráfica que muestra la cantidad de seres vivos que existen en cada nivel trófico en un tiempo y en una superficie determinados.

Plaguicida: cualquier sustancia orgánica o inorgánica que se emplea para combatir organismos que perjudican la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agrícolas y madereros.

Población: nivel constituido por seres vivos de la misma especie que forman parte de un ecosistema en un lugar y tiempo determinados.

Primera ley de la termodinámica: postulado que expresa que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma en otras formas de energía. También se conoce como ley de conservación de la energía.

Productividad bruta: cantidad de energía captada por los productores, que se transforma en materia orgánica y se almacena en un área y tiempo determinados.

Productividad neta: cantidad total de energía captada por los productores en un tiempo determinado, menos la energía utilizada en la respiración celular. Se refiere a la energía que se convierte en biomasa por unidad de tiempo y que puede ser aprovechada por otros niveles tróficos.

Productores: organismos que captan la energía y la materia inorgánica del medio para transformarla y elaborar sus nutrientes. Por esto, no ingieren alimento. Están representados principalmente por las plantas.

Proteínas de membrana: moléculas que también constituyen la membrana. Las proteínas integrales o transmembrana la atraviesan completamente y las proteínas periféricas no la atraviesan.

R

Respiración celular: conjunto de reacciones químicas que degradan glucosa y otras sustancias orgánicas en compuestos inorgánicos más sencillos, como el dióxido de carbono y el agua, liberando energía, que se almacena en moléculas como el ATP.

S

Semipermeable: característica de la membrana plasmática que permite el paso preferencial de ciertas sustancias frente a otras.

Sustancias contaminantes: distintos elementos que alteran el estado natural del medioambiente. Pueden ser físicos, químicos o biológicos.

T

Teoría celular: postulados que reúnen las características propias de todas las células existentes. Estos postulados fueron formalizados por Mathias Schleiden y Theodor Schwann.

Teoría endosimbiótica: teoría que explica el origen de las células eucariontes a partir de células procariontes, por simbiosis obligadas entre ellas. Fue propuesta por la bióloga estadounidense Lynn Margulis.

Tilacoides: sacos aplanados que forman parte de la membrana interna del cloroplasto y conforman las granas por agrupación de ellos. En sus membranas se encuentra la clorofila.

Trama trófica: unión de varias cadenas tróficas interactuando entre sí.

Transporte activo: movimiento de moléculas o solutos a través de la membrana plasmática en contra del gradiente de concentración. En este tipo de transporte se usa energía.

Transporte celular: proceso que le permite a la célula intercambiar sustancias con el medio extracelular, por ejemplo: nutrientes, hormonas y desechos.

Transporte pasivo: movimiento aleatorio de moléculas o solutos a través de los espacios de la membrana o de proteínas transportadoras. Este proceso ocurre a favor del gradiente de concentración, es decir, sin gasto de energía.

Índice temático

A

Autótrofos, 29,

Ácidos nucleicos, 46

Acuaporina, 107

ADN, 19, 20, 25, 30, 31

Agua, 39, 96, 111

Alveólo, 115

ATP, 32, 93, 94,

B

Bioacumulación, 195, 196, 207, 208

Biodegradación, 210

Biomasa, 195, 196, 197

Biomoléculas, 38, 39, 41, 84, 85,

Biorremediación, 210, 211, 222

Bifenilos Policlorados, 204

C

Cadena trófica, 184, 187, 207

Carbohidratos, 41, 42, 85, 113

Carroñero, 185

Célula, 15, 16, 19, 20, 22, 24, 35, 70, 73, 74, 77, 113, 114

Célula eucarionte, 19, 22, 24, 25, 34, 35

Células especializadas, 74, 75, 76, 77, 78

Célula procarionte, 18, 19, 20, 25, 35

Células oclusivas, 138

Citoesqueleto, 26, 78

Citoplasma, 19, 20, 23, 84, 94, 95, 97, 98, 99

Clorofila, 140, 141, 142, 145

Cloroplastos, 24,28, 29, 30, 35, 133, 134, 135, 140, 144

Comunidad, 183, 185

Consumidores, 181, 184, 193, 207

Crenación, 104

D

Deforestación, 162

Descomponedores, 185, 193

Detritívoro, 185

Diferenciación celular, 72, 73

Difusión, 88

Difusión facilitada, 90, 113, 116

Difusión simple, 89, 92, 104, 114, 115

Dióxido de carbono, 134, 146, 149, 159, 161

Dioxinas, 204

DDT, 78, 115, 205, 207, 210, 218

E

Ecología, 182

Ecosistema, 178, 179, 182, 183

Efecto invernadero, 153

Eficiencia ecológica, 199

Endocitosis, 97, 98

Enterocito, 76, 112, 114

Enzimas, 22, 27, 48, 50, 51, 52, 45, 113, 114

Estoma, 138, 139,

Estroma, 30, 140, 144

Eutrofización, 162

Exocitosis, 99

F

Fase dependiente de la luz, 145

Fase independiente de la luz, 145

Fosfolípidos, 84, 86

Fotosíntesis, 133, 134, 135, 144, 146

G

Gases, 40, 86, 115, 138

Grana, 30, 140

H

Heterótrofos, 29, 180, 181

L

Ley de Lavoisier, 193

Ley del 10 %, 194

Lípido, 22, 30, 44, 45

Lisis, 104,

M

Material genético, 19, 20, 25, 30, 31

Membrana plasmática, 19, 20, 22, 26, 49, 82, 83, 84, 86, 90, 91, 97, 98, 141

Metabolismo, 19, 29, 39, 40, 86, 112

Microscopio, 14, 15, 16, 21, 235, 236, 237, 238

Mitocondrias, 23, 29, 31, 32, 35, 71, 74, 76, 77, 79, 80

Mosaico fluido, 84

Multicelular, 18, 71

N

Núcleo, 23, 25, 70, 74, 76, 77, 78, 79, 80

O

Organelos celulares, 20, 23, 24, 26, 30, 31, 35, 70, 72, 75

Osmosis, 92, 104, 105, 106, 108, 114

Ostiolo, 139

Oxígeno, 31, 38, 40, 46, 78, 112, 115, 133, 134, 145, 147

P

Pared celular, 20, 24, 42, 109

Pirámides de biomasa, 196

Pirámides de energía, 195

Pirámides de número, 198

Plaguicida, 205, 206, 210, 211

Población, 183, 184

Productividad primaria bruta, 157

Productividad primaria neta, 157

Productores, 180, 181, 193, 207, 208

Proteínas, 22, 23, 24, 25, 26, 41, 47, 48, 49, 51, 68, 75, 77, 84, 90, 94

Proteínas de membrana, 49, 84

R

Respiración celular, 20, 31, 32, 133, 147, 157

S

Sales, 40, 84, 103, 105, 129

Solución hipertónica, 103,104

Solución hipotónica, 103, 104

Solución isotónica, 103, 104, 105

Sustancias contaminantes, 203, 207, 208

T

Teoría celular, 16, 17

Teoría endosimbiótica, 35

Tilacoides, 30, 140, 141

Trama trófica, 184, 186

Transporte activo, 93, 94, 95, 96

Transporte celular, 88

Transporte pasivo, 89

V

Vesícula, 22, 75, 79, 86, 97, 98

Z

Zona fótica, 160

Bibliografía recomendada

- Audesirk, T., Audesirk, G., Byers, B. (2008) *Biología de la vida en la Tierra*. (8ª ed.) México: Pearson Prentice Hall.
- Campbell, N. A. y Reece, J. B. (2007). *Biología*. (7ª ed.). España: Editorial Médica Panamericana.
- Curtis, H. y Barnes N. (2006). *Biología*. (6ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- De Robertis, E. y De Robertis, E. (1994) *Biología celular y molecular*. (11ª ed.) Argentina: Editorial El Ateneo.
- Ganong, W. (2002). *Fisiología Médica*. (18ª ed.). México: El Manual Moderno.
- Guyton, A., Hall, J. (2006). *Tratado de Fisiología Médica*. (11ª ed.). Madrid: Elsevier.
- Jaksic, F., y Marone, L. (2001). *Ecología de Comunidades*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Karp, E. (2008). *Biología celular y molecular*. (5ª ed.). México: Editorial McGraw-Hill.
- Lodish, H. y otros. (2003). *Biología celular y molecular*. (4ª ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana S. A.
- Purves, D. y otros. (2009). *Vida: la ciencia de la Biología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Sadava, D., y otros. (2008). *Vida. La ciencia de la biología*. (8ª ed.). Madrid: Médica Panamericana.
- Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2001). *Biología*. Ciudad de México: Editorial McGraw-Hill.

Agradecimientos

Referencias de los textos: Biología 1º, de los autores Dib Atala Brandt, Franco Cataldo Lagos, Dante Cisternas Alburquerque, Santillana, Chile, 2012. Biología I y III, Colección manuales, de los autores José Mariano Amabis y Gilberto Rodrigues Martho, Santillana, España, 2011. Biología 1º, Colección Bicentenario, de los autores Patricia Berrios Torrejón, Franco Cataldo Lagos, Dante Cisternas Alburquerque, Mario Galindo Díaz, Paola Llanos Vidal, Santillana, Santiago, Chile, 2011. Biología, Saber es clave, El intercambio de materia y energía en el ser humano, en las células y en los ecosistemas, de los autores Alejandro J. Balbiano, Ricardo Franco, Elina I. Godoy, María Cristina Iglesias, Celia E. Iudica, Pablo A. Otero, Hilda C. Suárez, Santillana, Buenos Aires, Argentina, 2010. Biología B, Serie Hipervínculos, Santillana, Lima, Perú, 2011.