

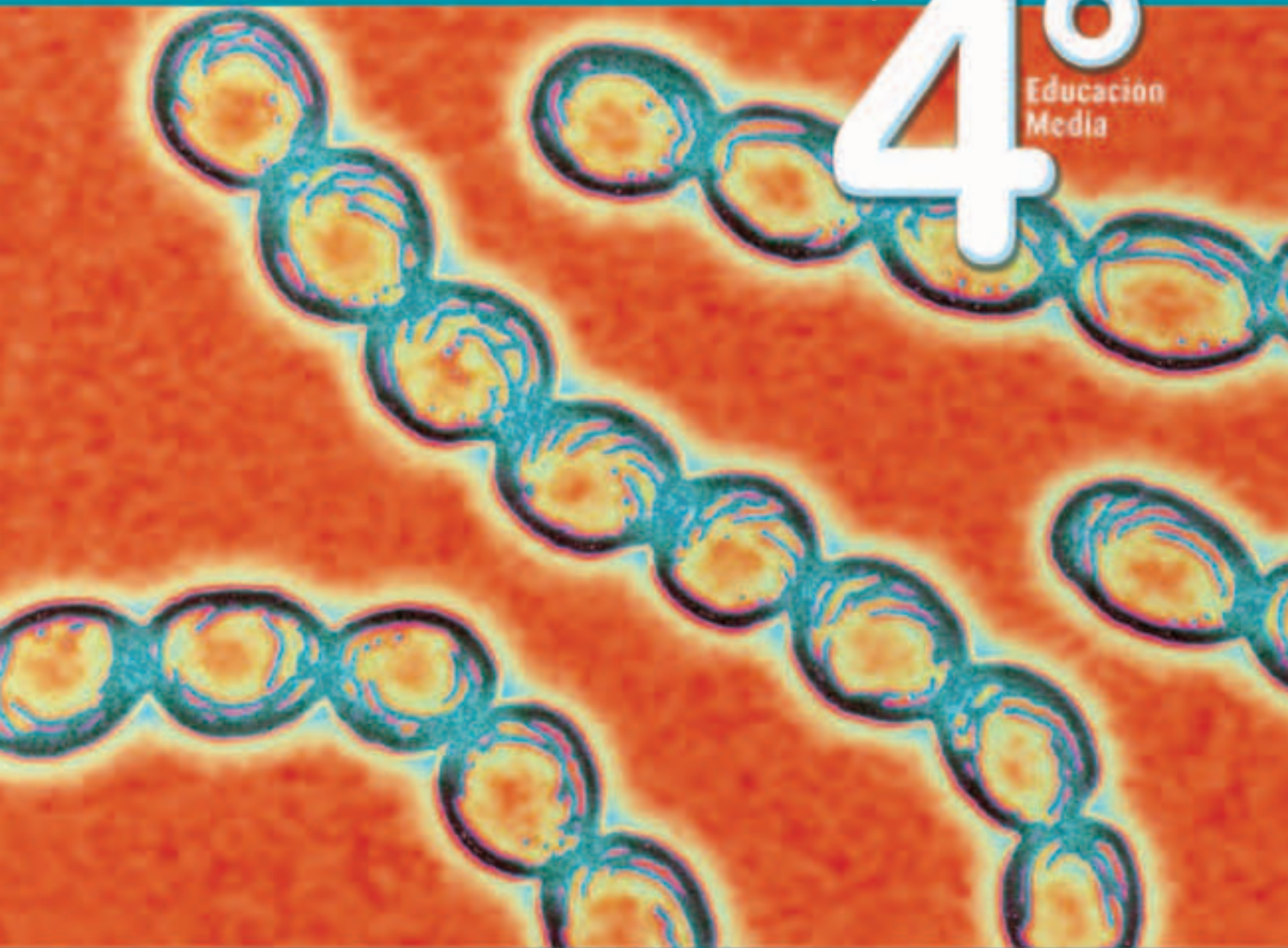
TEXTO PARA EL ESTUDIANTE

# BIOLOGÍA

Luis Flores Prado • Rosa González Silva • José Aravena Rodríguez

# 4<sup>o</sup>

Educación  
Media



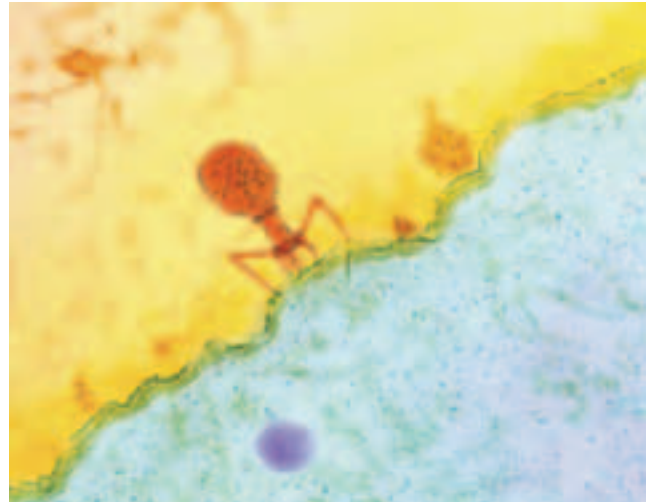
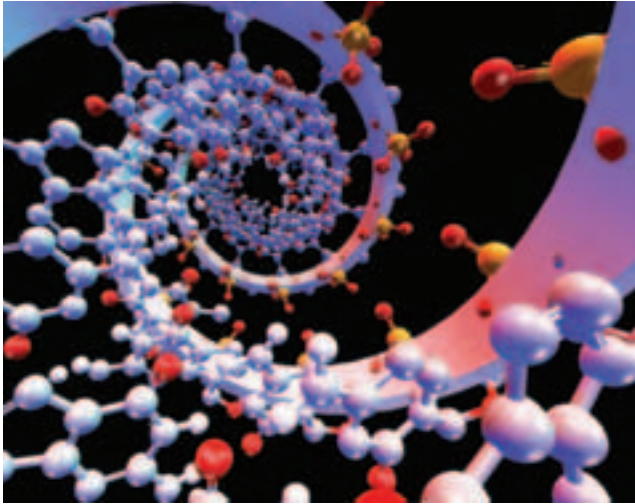
**AÑO 2010**

EDICIÓN ESPECIAL PARA  
EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

**Santillana**



**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_

**ESCUELA O LICEO:** \_\_\_\_\_

El material didáctico **Biología 4º**,  
para **Cuarto Año de Educación Media**, es  
una obra colectiva, creada y diseñada por  
el Departamento de Investigaciones Educativas  
de Editorial Santillana, bajo la dirección general de:  
**MANUEL JOSÉ ROJAS LEIVA**

COORDINACIÓN DEL PROYECTO:  
EUGENIA ÁGUILA GARAY

COORDINACIÓN ÁREA CIENCIAS:  
MARISOL FLORES PRADO

EDICIÓN:  
PAULA LANDAETA VELÁSQUEZ

AUTORES:  
LUIS FLORES PRADO  
ROSA GONZÁLEZ SILVA  
JOSÉ ARAVENA RODRÍGUEZ

REVISIÓN DE ESPECIALISTA:  
SERGIO FLORES CARRASCO

CORRECCIÓN DE ESTILO:  
ASTRID FERNÁNDEZ BRAVO  
ISABEL SPOERER VARELA

DOCUMENTACIÓN:  
PAULINA NOVOA VENTURINO  
JUAN CARLOS REYES LLANOS

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

COORDINACIÓN GRÁFICA:  
CARLOTA GODOY BUSTOS

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:  
XENIA VENEGAS ZEVALLOS

ILUSTRACIONES DIGITALES:  
ALFREDO GALDAMES CID  
MARIELA PINEDA GÁLVEZ  
RAÚL URBANO CORNEJO

CUBIERTA:  
XENIA VENEGAS ZEVALLOS

PRODUCCIÓN:  
GERMÁN URRUTIA GARÍN

FOTO PORTADA:  
MICROFOTOGRAFÍA DE ESTREPTOCOCOS

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

© 2009, by Santillana del Pacífico S.A. de Ediciones  
Dr. Aníbal Ariztía 1444, Providencia, Santiago (Chile)  
PRINTED IN CHILE  
Impreso en Chile por Quebecor World S.A.  
ISBN: 978-956-15-1499-7  
Inscripción N°: 176.859  
[www.santillana.cl](http://www.santillana.cl)



TEXTO PARA EL ESTUDIANTE

# BIOLOGÍA



**LUIS FLORES PRADO**

PROFESOR DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS NATURALES,  
UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
DOCTOR EN CIENCIAS, MENCIÓN ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA EVOLUTIVA,  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**ROSA GONZÁLEZ SILVA**

LICENCIADA EN EDUCACIÓN BIOLÓGICA, MENCIÓN ENTOMOLOGÍA,  
PROFESORA DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS NATURALES,  
UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**JOSÉ ARAVENA RODRÍGUEZ**

PROFESOR DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS NATURALES,  
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,  
MENCIÓN GESTIÓN EDUCACIONAL,  
UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

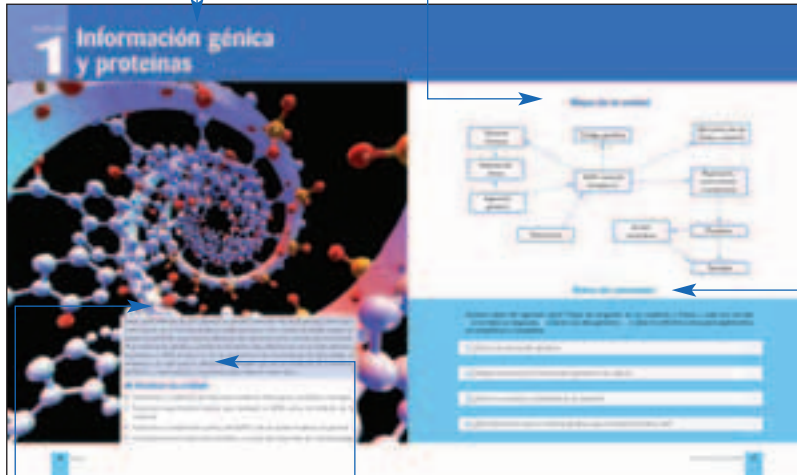


# Organización del texto

El texto **Biología 4º** se organiza en cuatro unidades. A continuación se describen los tipos de páginas y algunas secciones que encontrarás en cada unidad.

## 1. Páginas iniciales de la unidad

Título de la unidad



Texto de introducción al tema de la unidad.

### Mapa de la unidad

Acá podrás ver los contenidos, y los temas relacionados, que abordarás durante la unidad.

### Exploración inicial

Te proponemos una actividad de indagación sobre un tema importante para iniciar el trabajo de la unidad.



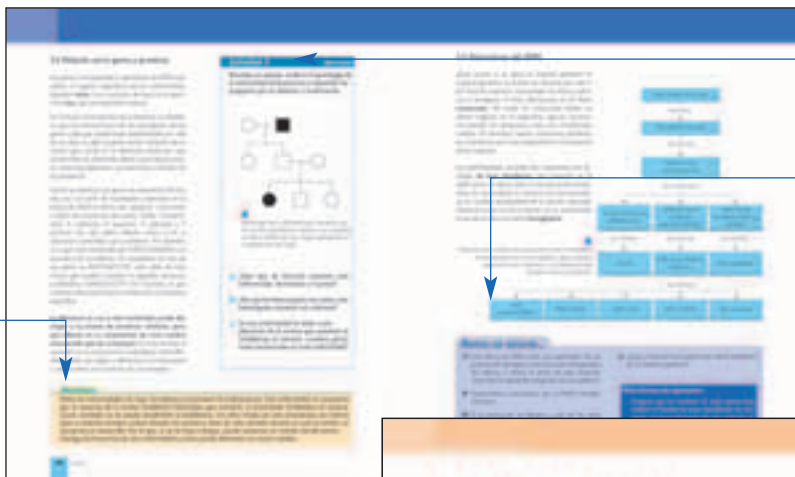
### Al finalizar la unidad

Sección en la que sabrás lo que vas a aprender una vez que estudies la unidad.

### Antes de comenzar

Actividad diagnóstica que te permitirá conocer cuánto sabes sobre los temas que se tratarán en la unidad.

## 2. Desarrollo de contenidos



**Biodatos**  
Información complementaria a los contenidos.

### Actividades

Para aplicar lo que vas aprendiendo.

### Antes de seguir...

Sección en la que te invitamos a descubrir cuánto has aprendido hasta el momento.

## 3. Trabajo con las actitudes

Son dos páginas en las que se expone un tema, a partir del cual se proponen diversas actividades que te permitirán trabajar y desarrollar actitudes y hábitos tendientes al cuidado de la salud y del medio ambiente.



#### 4. Lectura científica y Proyecto

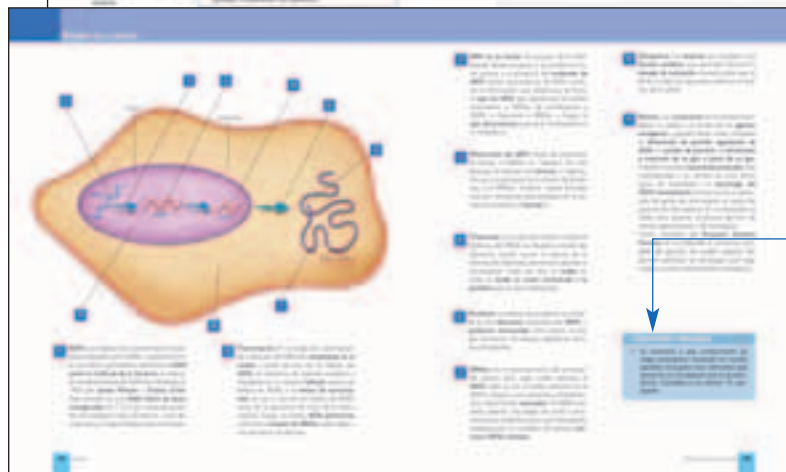
Se entrega un tema científico de actualidad. Incluye preguntas de profundización y reflexión sobre el tema leído.



**Actividad experimental**, en la que se plantea un problema científico que deberás resolver. Fíjate en la advertencia sobre las medidas de seguridad que debes considerar al realizar esta actividad.

#### 5. Resumen de la unidad

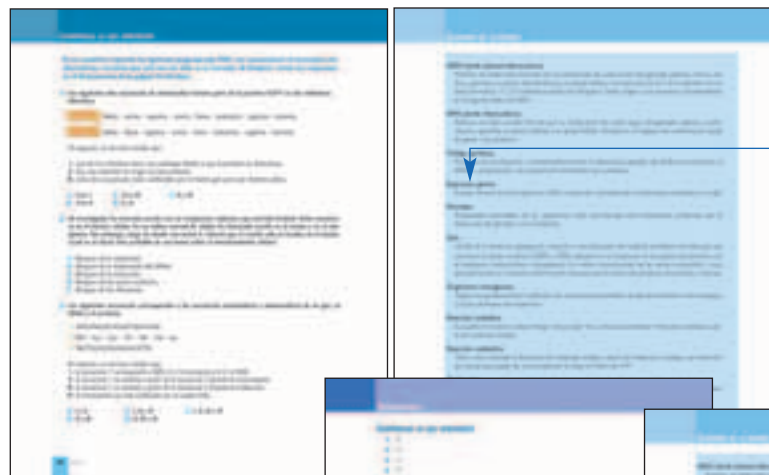
Son dos páginas que presentan la síntesis de la unidad.



**Conectando conceptos**  
Actividad que te ayudará a relacionar los principales conceptos revisados en la unidad.

#### 6. Comprueba lo que aprendiste

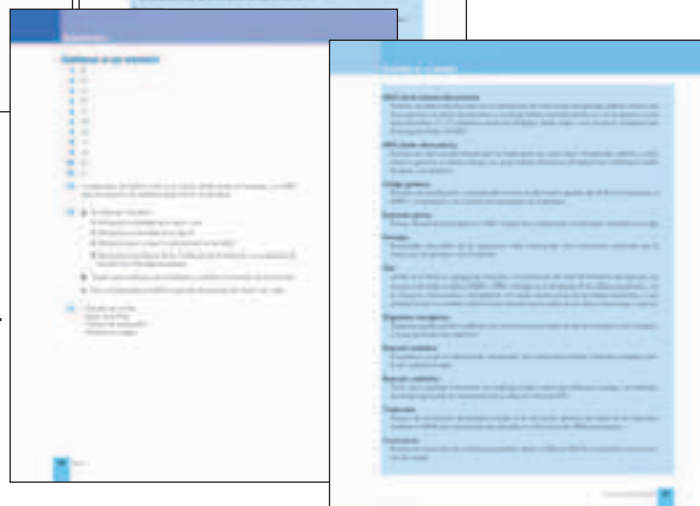
En cuatro páginas se presentan actividades para que apliques los contenidos tratados en la unidad.



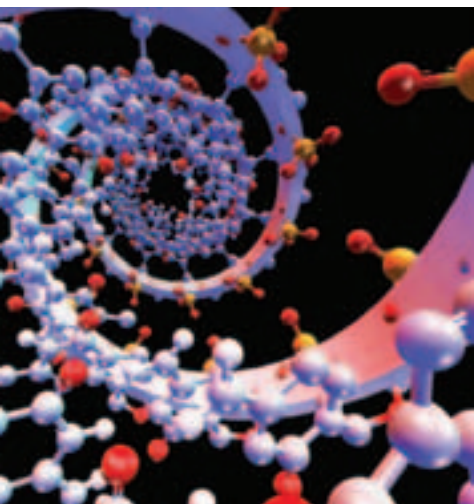
**Evaluándonos en grupo**  
Sección en la que te invitamos a reflexionar sobre tu aprendizaje, y el de tu grupo de trabajo, una vez trabajada la unidad.

#### 7. Solucionario y Glosario

Te presentamos las respuestas a la evaluación final de la unidad. El glosario incluye una breve definición de los conceptos más relevantes tratados en la unidad.



## UNIDAD 1



### Información génica y proteínas

1. Proteínas como expresión de la información genética.....	11
2. El material genético.....	12
3. Estructura del ADN.....	16
4. Continuidad del material genético. Replicación del ADN.....	20
5. Lectura y traducción del mensaje de los genes.....	24
6. Síntesis de proteínas.....	28
7. Mutaciones.....	30
8. Biotecnología: manipulación del material genético.....	32
9. Proyecto Genoma Humano.....	36
10. Proteínas con función catalítica: las enzimas.....	37
Trabajo con las actitudes: Aprueban la clonación de "híbridos".....	40
Lectura científica: Bioética: disciplina en desarrollo.....	42
Proyecto: Extracción de ADN de células vegetales.....	43
Resumen de la unidad.....	44
Comprueba lo que aprendiste.....	46
Solucionario - Glosario.....	54 - 55

## UNIDAD 2



### Microorganismos y sistemas de defensa

1. Células eucariontes y procariontes.....	59
2. Bacterias.....	60
3. Virus.....	70
4. Sistema inmune.....	75
5. Tipos de inmunidad.....	77
6. Inmunidad y vacunas.....	84
7. Órganos del sistema inmune.....	85
8. Células del sistema inmune.....	86
Trabajo con las actitudes: Campaña de vacunación contra la influenza.....	88
Lectura científica: Papiloma humano: un virus silencioso.....	90
Proyecto: Observación de bacterias del yogur.....	91
Resumen de la unidad.....	92
Comprueba lo que aprendiste.....	94
Solucionario - Glosario.....	102 - 103

**Biodatos** : Información complementaria relacionada con el contenido.

**Biología@net** : Página web sugerida con información complementaria.

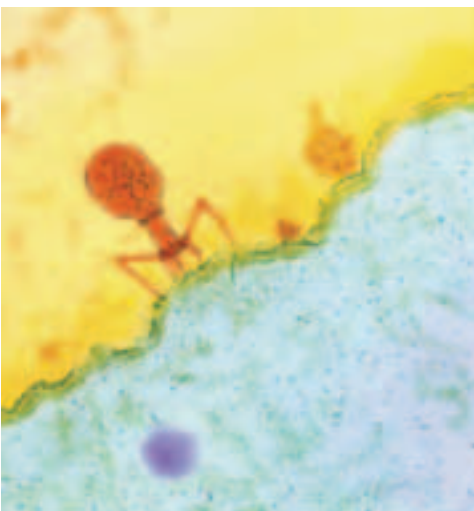
**REFLEXIONA**  : Información relacionada con actitudes para leer y pensar.

**BIOLAB**  : Actividad práctica o experimental relacionada con los contenidos.



# UNIDAD 3

## Biología humana y salud



1. Las infecciones bacterianas y el desarrollo de la humanidad .....	107
2. Bacterias patógenas .....	109
3. Tratamiento de enfermedades bacterianas .....	111
4. Infecciones virales agudas .....	117
5. Rechazo inmune: las transfusiones de sangre .....	128
6. Rechazo inmune: los trasplantes .....	130
7. Las alergias .....	132
8. Autoinmunidad .....	134
<b>Trabajo con las actitudes:</b> Buscando una cura para el sida .....	136
<b>Lectura científica:</b> Defensa contra la gripe aviar .....	138
<b>Proyecto:</b> Disposición a la donación de órganos en mi colegio .....	139
<b>Resumen de la unidad</b> .....	140
<b>Comprueba lo que aprendiste</b> .....	142
<b>Solucionario - Glosario</b> .....	150 - 151

# UNIDAD 4

## Organismo y ambiente



1. Interacciones entre los seres vivos .....	155
2. Competencia .....	156
3. Depredación .....	160
4. Herbivoría .....	164
5. Parasitismo .....	166
6. Simbiosis .....	169
7. Otras interacciones .....	171
8. Crecimiento de las poblaciones .....	172
9. Factores que regulan el crecimiento de las poblaciones .....	175
10. Composición de las poblaciones .....	177
11. La población humana .....	178
12. Formación de comunidades .....	181
13. Ecosistema y ser humano .....	183
<b>Trabajo con las actitudes:</b> Cambio climático y ser humano .....	184
<b>Lectura científica:</b> Impacto ecológico de la colonización española .....	186
<b>Proyecto:</b> Estudio de una comunidad natural .....	187
<b>Resumen de la unidad</b> .....	188
<b>Comprueba lo que aprendiste</b> .....	190
<b>Solucionario - Glosario</b> .....	198 - 199
<b>Anexo: Medidas de seguridad en el trabajo de laboratorio</b> .....	200
<b>Índice de materias</b> .....	204
<b>Bibliografía</b> .....	206
<b>Agradecimientos</b> .....	208



# Información génica y proteínas

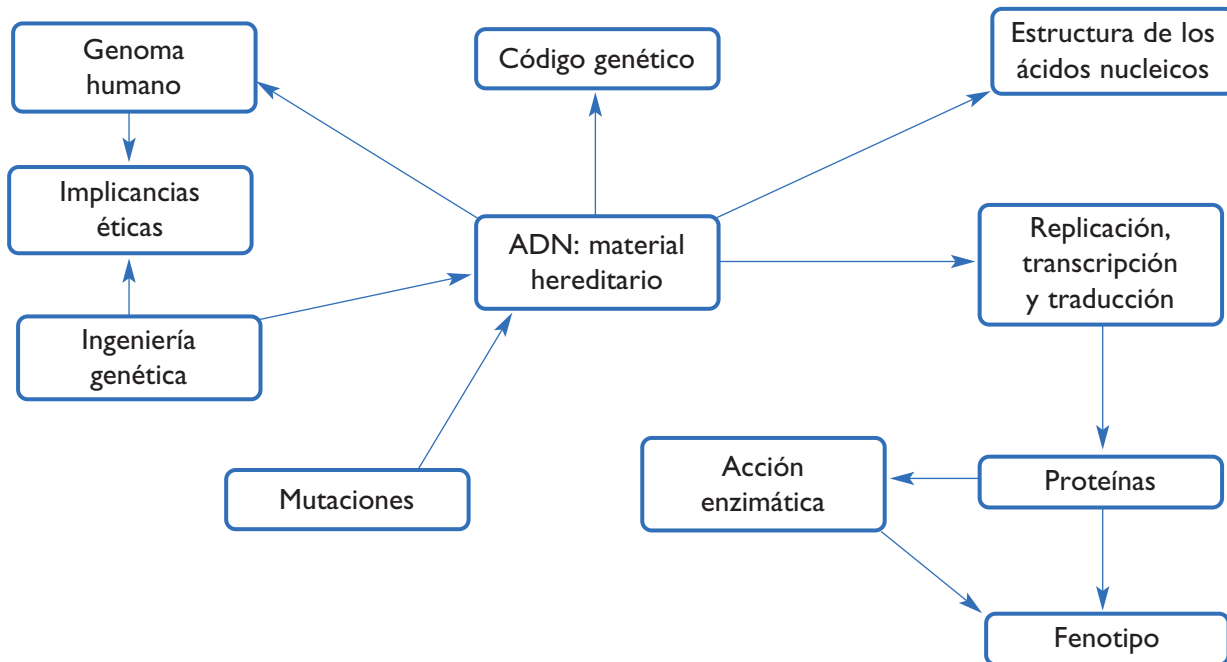


Hace 3.600 millones de años apareció la primera forma de vida en el planeta, célula originaria a partir de la cual descenderían todos los seres vivos. ¿Cómo se puede explicar la presencia actual de tantas formas diferentes de vida? Entre otros factores, por la variación de la información genética. ¿Dónde se encuentra esta información?, en el ácido desoxirribonucleico o ADN, el que a su vez se encuentra en los cromosomas. En esta unidad, te invitamos a un viaje hacia lo infinitamente pequeño que son las moléculas de la herencia, el ADN, y a desentrañar su importancia para todos los seres vivos.

## Al finalizar la unidad:

- Entenderás y explicarás las relaciones existentes entre genes, proteínas y fenotipo.
- Explicarás experimentos clásicos que revelaron al ADN como la molécula de la herencia.
- Explicarás la composición química del ADN y de los ácidos nucleicos en general.
- Comprenderás las implicancias científicas y sociales del desarrollo de la biotecnología.

## Mapa de la unidad



## Antes de comenzar

¿Cuánto sabes del siguiente tema? Copia las preguntas en tu cuaderno y frente a cada una escribe: **1** si no sabes su respuesta; **2** si tienes una idea general; y **3** si sabes lo suficiente como para explicársela a un compañero o compañera.

1. ¿Qué es la información genética?

2. ¿Dónde se encuentra la información genética en las células?

3. ¿Cómo se produce la variabilidad en las especies?

4. ¿Qué importancia tiene el material genético para la mantención de la vida?

## Exploración inicial

### ¿Cómo se expresa la información genética?

#### Antes de empezar

Formen un grupo de trabajo y discutan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es el ADN?
- ¿Qué determina que una especie sea distinta de otra?
- ¿Cuáles son las causas de la variación dentro de una misma especie?

#### Antecedentes

Las características propias de cada organismo son la manifestación de la información contenida en los genes que se encuentran en los cromosomas ubicados en el núcleo de las células del cuerpo. Esta información se transmite a través de los gametos en la reproducción sexual. Los genes se expresan dando forma y función a las proteínas que conforman las estructuras orgánicas y las que regulan las reacciones químicas que ocurren en las células, determinando sus características. El **fenotipo** de un organismo, es decir, sus propiedades observables, tanto estructurales como funcionales, dependen tanto del **genotipo**, o los genes que tiene una célula, como de los efectos del ambiente.



#### Entendiendo el fenómeno

Para responder la pregunta inicial deben realizar una investigación en diferentes fuentes (libros de biología, diccionarios, internet, etc.) sobre qué es la información genética, qué determina y dónde se encuentra.

#### Resultados

Sinteticen la información recopilada copiando y completando en sus cuadernos una tabla como la siguiente:

	Información genética
Lo que es	
Lo que determina	
Se ubica en	

*Copia en tu cuaderno*

#### Análisis

Discutan y respondan grupalmente las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se expresa la información genética?
2. ¿Se puede detener la expresión de los genes?
3. ¿Qué importancia tiene el núcleo en la división celular?
4. ¿Por qué el fenotipo no está determinado solo por los genes?



# 1 Proteínas como expresión de la información genética

Cada célula de un organismo contiene en su núcleo información genética que gobierna, junto al ambiente, toda su actividad y se transmite fielmente a las otras células durante la mitosis. El ADN humano se encuentra empaquetado en 46 cromosomas, en el núcleo celular, que mide 0,006 mm de diámetro. Los genes se expresan originando las **proteínas**, las que contribuyen a la determinación de fenotipos (como el color del pelo o la forma de la nariz, por ejemplo). Sin embargo, el fenotipo no está solo determinado genéticamente:

**FENOTIPO = GENOTIPO + AMBIENTE**

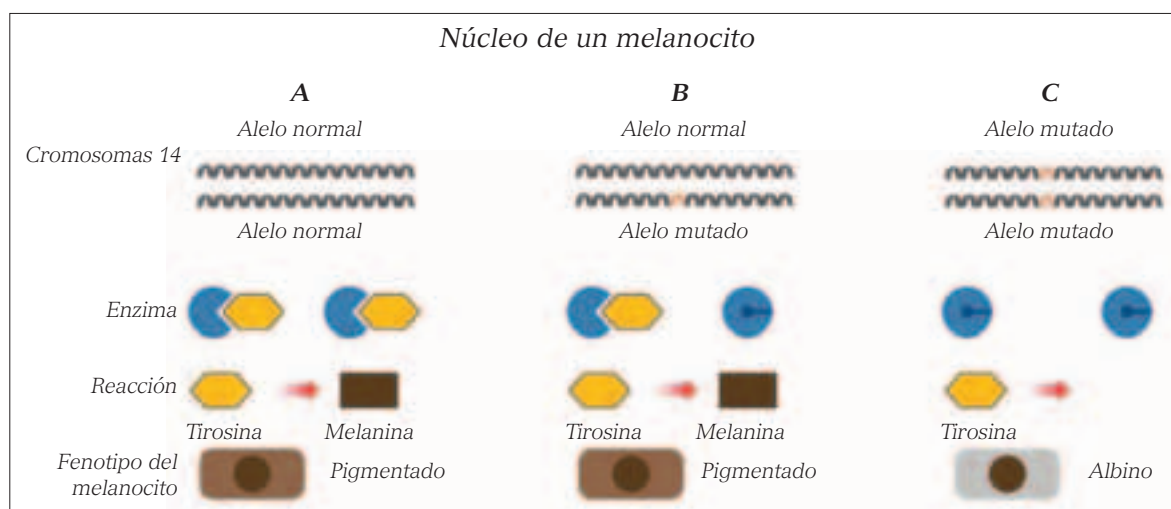
La información contenida en los genes, la regulación de su expresión y los estímulos provenientes desde el ambiente determinan el momento y la cantidad en que se producen las proteínas, que pueden ser estructurales o funcionales, es decir, originar estructuras o cumplir funciones enzimáticas que regulan el metabolismo. En las células, cada gen se puede encontrar en varias formas. A estas formas se les conoce como **alelos**.

En algunos casos, una mutación en un gen conduce a la síntesis de una proteína alterada. Esta, a su vez, puede traducirse en la presencia de una enfermedad, como el albinismo. Esta enfermedad consiste en una alteración de la enzima que cataliza la formación del pigmento melanina, encargado de dar color a la piel.

## Actividad 1

## INTERPRETAR

Observa la imagen y responde las preguntas en tu cuaderno.

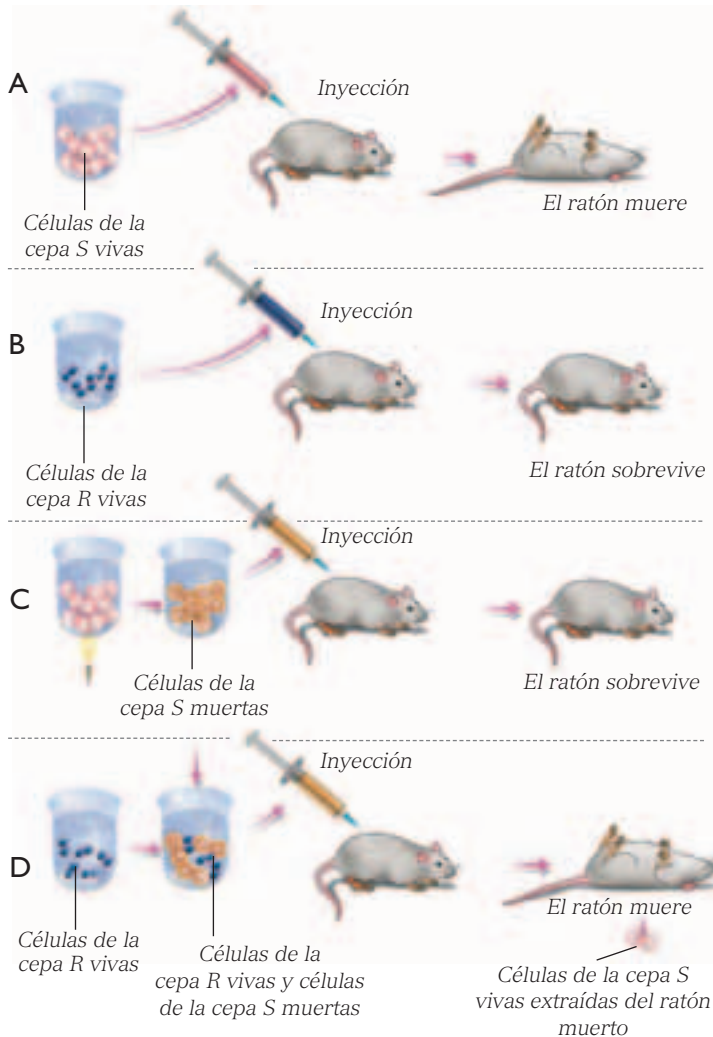


Fuente: MINEDUC. Programa de estudio Biología. Cuarto Año Medio. Segunda edición, 2004. Página 27.

- ¿Qué diferencias existen entre los cromosomas 14 de la columna A, B y C? Explica.
- ¿Qué alteración se produce en la enzima en el caso C?
- Investiga las formas que tienen las proteínas llamadas clatrina y actina e indica las propiedades de su forma, para explicar su función.

## 2 El material genético

¿Cuál es la composición química del material genético?, ¿de qué manera se llegó a conocer? En 1865, de los trabajos del monje agustino **Gregorio Mendel**, se



Representación del experimento de Griffith.

logró conocer los mecanismos básicos que explican la herencia de los rasgos o caracteres de padres a hijos. Así se inició la **Genética**, ciencia que estudia los problemas relacionados con la herencia y la variabilidad que existe entre los organismos vivos.

En 1928, **Friedrich Griffith** realizó un importante experimento, llamado **transformación bacteriana**, en el que demostró que las “moléculas de la herencia” podían pasar de una bacteria a otra modificando el fenotipo. En este experimento se utilizan las cepas de la bacteria *Streptococcus pneumoniae*: una cepa llamada “S”, cuyas colonias poseen una superficie lisa y que produce la muerte de ratones, y otra cepa llamada “R”, cuyas colonias tienen superficie rugosa y que no producen letalidad en los ratones de laboratorio.

En 1944, **Oswald Avery** y su equipo de investigadores se propusieron identificar la molécula responsable de la transformación bacteriana, descubierta por Griffith. Para esto, aislaron las diferentes clases de moléculas de la cepa S y analizaron el efecto de cada una sobre el fenotipo de las células de la cepa R, al añadirlas al medio de cultivo. El resultado de su investigación fue que solo una clase de moléculas, el **ácido desoxirribonucleico (ADN)**, produjo la transformación bacteriana observada por Griffith. Este experimento permitió identificar al ADN como la molécula responsable de la herencia.

### Actividad 2

### INVESTIGAR

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- Describe los experimentos de Griffith y justifica las pruebas hechas por él.
- En el caso de las bacterias de la cepa rugosa que se transformaron, ¿continuarán con esa característica?, ¿la heredarán a sus células hijas?
- ¿Qué harías para reconocer la molécula responsable de la transformación bacteriana?
- Investiga sobre el experimento de Hershey y Chase, de 1952, y explica su importancia en la determinación de la composición del material genético.

## 2.1 Composición química del material genético

¿Cuál es la composición química del ADN? El ADN es un ácido nucleico que corresponde a un **polímero** formado por la combinación de cuatro monómeros: los **nucleótidos**. Cada nucleótido está formado por moléculas más pequeñas: una **base nitrogenada**, un **azúcar (desoxirribosa)** y un **grupo fosfato**. Los cuatro tipos de nucleótidos difieren solo en el tipo de **base nitrogenada que contienen**. Esta base puede ser: **adenina, timina, guanina y citosina**, abreviadas como **A, T, G y C**, respectivamente.

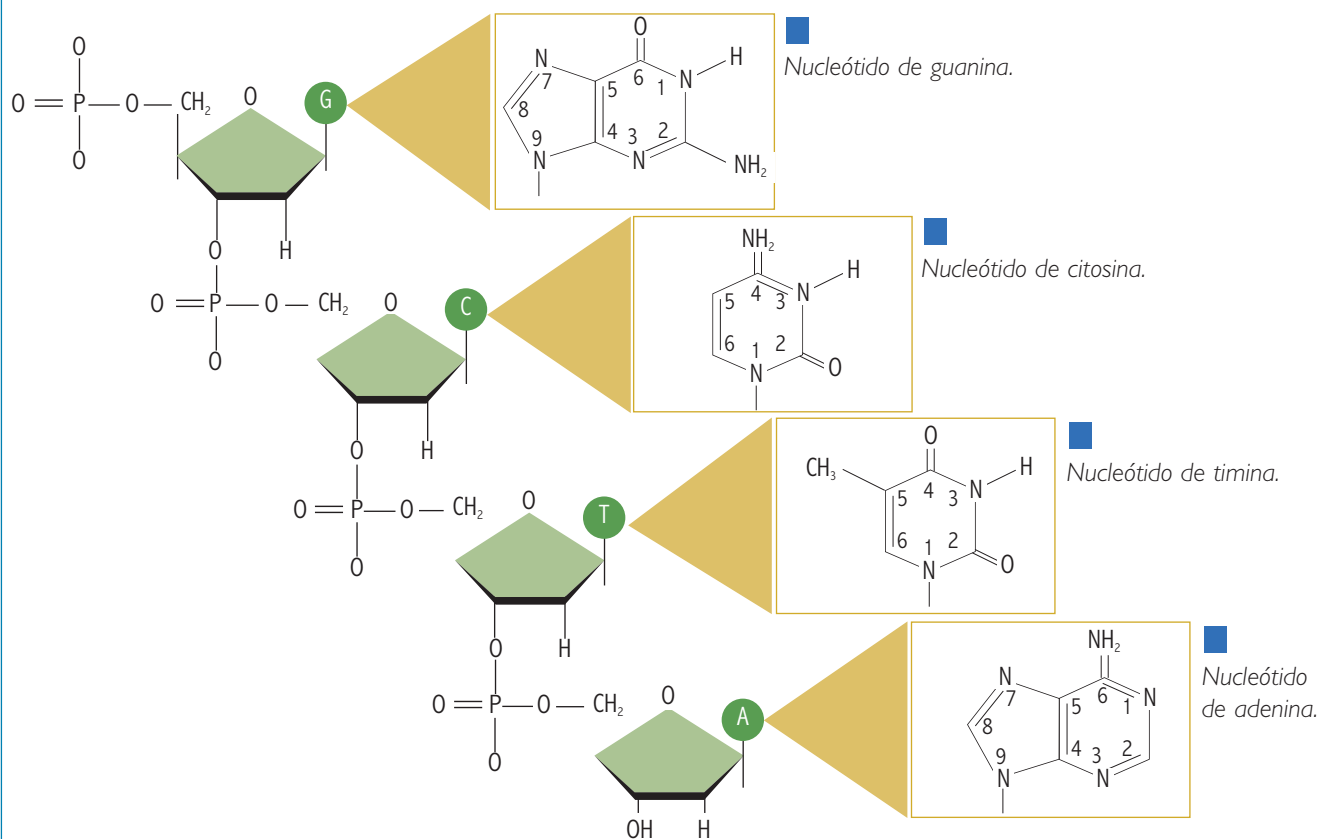
Las bases nitrogenadas se dividen en dos grupos: las que tienen dos anillos fusionados en su estructura (un hexágono y un pentágono), que se denominan **purinas**, y las que tienen solo un anillo (un hexágono), llamadas **pirimidinas**.

El descubrimiento y caracterización del ADN como molécula responsable de la herencia fue un hallazgo sorprendente debido a la notable simpleza de esta molécula, ya que la combinación de solo cuatro tipos de nucleótidos es la responsable de todas las características hereditarias de los seres vivos.

### Actividad 3

### OBSERVAR

- Observa los esquemas que representan a los cuatro nucleótidos que forman el ADN y escribe en tu cuaderno qué bases nitrogenadas corresponden a purinas y cuáles son pirimidinas.



### Biodatos

La presencia de 4 bases nitrogenadas origina un inmenso número de combinaciones posibles. Esta cantidad de combinaciones se calcula mediante la fórmula  $4^n$ , donde 4 es el número de bases nitrogenadas posible y  $n$  es igual al número de nucleótidos. Por ejemplo, para un fragmento de ADN con 10 nucleótidos, podríamos formar 1.048.576 combinaciones diferentes.

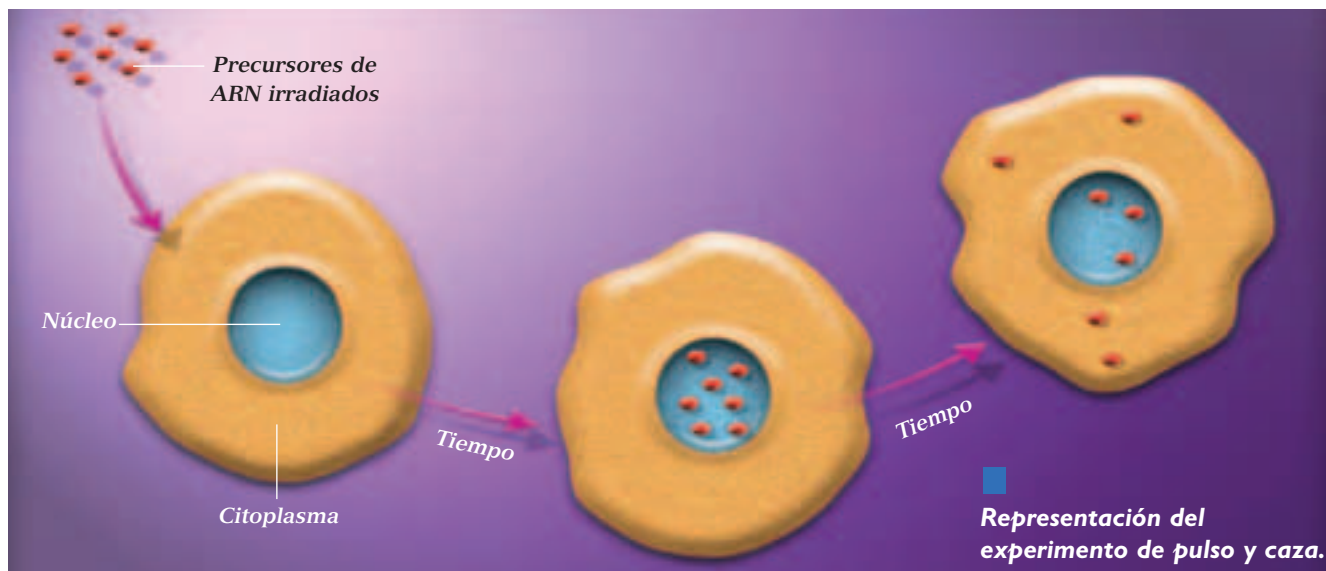


## 2.2 Flujo de información génica desde el ADN a las proteínas

Como ya hemos visto, la información para la síntesis de las proteínas se encuentra contenida en los genes que se encuentran en el **núcleo**, en el caso de las células eucariontes. Sin embargo, la síntesis de proteínas se realiza en el **citoplasma**. ¿De qué manera la información codificada en los genes se “traslada” desde el núcleo hasta el citoplasma? En un principio, los investigadores sospechaban la existencia de una **molécula intermediaria** que transmitía la información desde los genes hasta las proteínas.

Alrededor de 1920 se descubrió una molécula de ácido nucleico formada por unidades nucleotídicas similares al ADN, y que se denominó **ácido ribonucleico** o **ARN**. La similitud de la composición entre ambas moléculas y el hecho de que el ARN se encontraba en gran cantidad en células con

mayor actividad de síntesis proteica, convertían al ARN en el candidato de intermediario entre el gen y la proteína, lo que se pudo establecer a través del **experimento de “pulso y caza”**. Este experimento consiste en hacer crecer células, en medios de cultivo adecuados, y agregar moléculas precursoras de ARN previamente “marcadas” con **pulsos de uracilo radiactivo**. El uracilo es una base nitrogenada presente en el ARN. La célula incorpora estos precursores marcados y los utiliza para producir moléculas de ARN. De esta manera, es posible seguir la pista del movimiento de las moléculas de ARN en las células, puesto que la radiación de los precursores puede ser detectada con películas fotográficas sobre las que las partículas irradiadas dejan huellas. Así, se pudo establecer que el ARN era producido en el núcleo celular y luego de un tiempo se trasladaba hacia el citoplasma, siendo la responsable del traspaso de la información desde los genes a las proteínas.



### Actividad 4

### ANALIZAR

Analiza el esquema del experimento de pulso y caza, y luego responde las preguntas que se plantean a continuación.

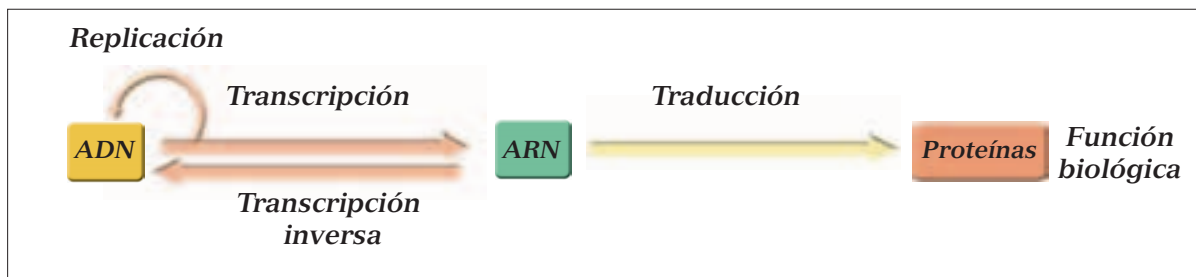
- ¿Por qué es necesario detectar la posición del ARN a diferentes tiempos?
- ¿Cuál es la hipótesis que este experimento intenta poner a prueba?
- ¿Qué resultados habrían permitido rechazar la hipótesis? Dibújalos en tu cuaderno.

## 2.3 El flujo de información génica

¿Qué diferencias químicas se observan entre el ADN y el ARN? Ambas son moléculas de ácido nucleico pero existen algunas diferencias entre ellas. En primer lugar, la molécula de ARN es usualmente una **hebra simple**, a diferencia del ADN que cuenta con una doble hebra. Además, mientras la molécula de ADN tiene un azúcar del tipo desoxirribosa, el ARN posee el azúcar **ribosa**. Finalmente, el ARN posee tres de las cuatro bases nucleotídicas en su estructura: adenina (A), guanina (G) y citosina (C) y, en lugar de timina, posee uracilo (U).

¿Cuáles son las etapas en el flujo de información desde el gen a la proteína?

Los descubrimientos relacionados con el flujo de la información contenida en los genes llevaron a enunciar el llamado **dogma central de la biología molecular**, que plantea que la información genética contenida en el ADN es transcrita en forma de ARN y traducida en proteínas. La única excepción a esta regla son los virus ARN, que tienen ARN como molde para ADN, y así forman ARN y proteínas. Son los llamados retrovirus que, en el proceso de **transcripción inversa**, sintetizan ADN de doble hélice tomando como molde su ARN.



Representación del dogma central de la biología molecular. El material genético (ADN) se transcribe en ARN, que sirve de molde para las proteínas.

### Actividad 5

### ANALIZAR

Observa el esquema de esta página y responde las preguntas en tu cuaderno.

- ¿Qué entiendes por replicación?
- ¿En qué consisten la transcripción y la traducción?

### Biodatos

Una célula eucarionte de un mamífero produce aproximadamente 10.000 proteínas diferentes, de las cuales la mayor parte son enzimas.



### 3 Estructura del ADN

Para entender mejor cómo se realiza la transmisión de la información desde el gen a la proteína se requería conocer en detalle la estructura del ADN. En 1953, los científicos **James Watson** y **Francis Crick** analizaron los resultados obtenidos del estudio con difracción de rayos X de la molécula de ADN, que habían realizado otros investigadores. Esta metodología consiste en dirigir rayos X sobre fibras de ADN cristalizado, de manera que estos rayos, al chocar con los átomos de la molécula, desvían su trayectoria y son captados a través de una película fotográfica. Este tipo de análisis, sumado a otros antecedentes, permitió proponer un modelo tridimensional de la molécula de ADN.

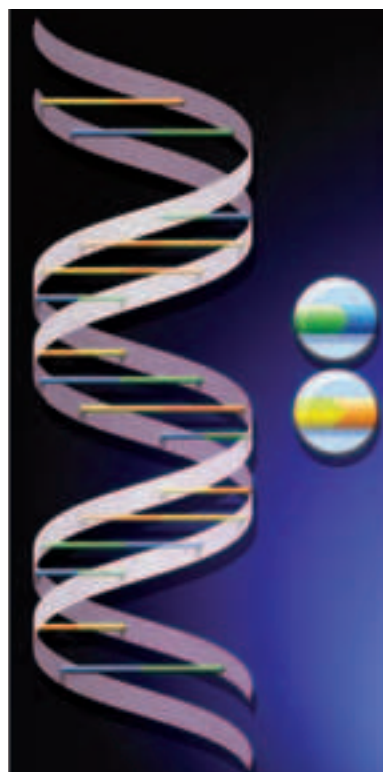
Una de las propiedades del modelo de Watson y Crick es que una hebra del ADN se une a la otra hebra a través de sus bases nitrogenadas, de acuerdo a la siguiente regla: **una base púrica se une con una base pirimídica**. Más aún, **la adenina se une con la timina y la guanina lo hace con la citosina**. Por lo tanto, cada secuencia de nucleótidos tiene una secuencia complementaria. Por ejemplo, la secuencia complementaria de AATCGTTA es: TTAGCAAT.

#### Biología@net

Conéctate a la página [www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4016. Allí encontrarás más información sobre la estructura del ADN.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.

En la molécula de ADN, las bases nitrogenadas de ambas hebras se unen mediante enlaces químicos, llamados **puentes de hidrógeno**. La adenina se encuentra apareada con la timina a través de **dos** puentes de hidrógeno, mientras que la guanina se aparea con la citosina mediante **tres** puentes de hidrógeno. Aunque los puentes de hidrógeno son enlaces fáciles de romper, la acción conjunta de cientos de miles de ellos otorga estabilidad al ADN.



Watson y Crick propusieron la estructura del ADN como una doble hélice.

#### Actividad 6

#### INTERPRETAR Y PREDECIR

De acuerdo a la imagen, responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- ¿Qué puedes establecer con respecto a la orientación de las hebras de ADN?
- ¿Qué quiere decir que las hebras son antiparalelas?
- ¿Cuál es la secuencia complementaria de una hebra cuya secuencia es: TTAGCTTTACCCGGA?
- ¿Qué sucederá con la estructura de la molécula de ADN si se cambia una purina por una pirimidina en una de las hebras, sin cambiar su base complementaria?



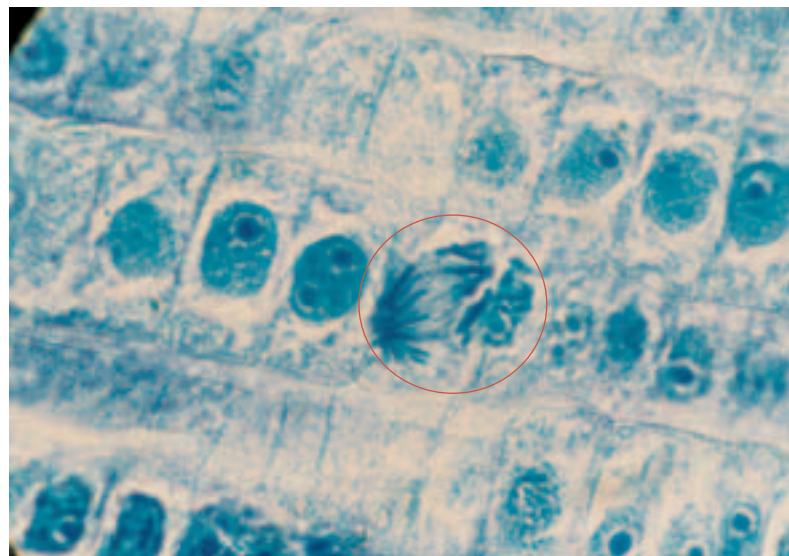
### 3.1 Empaquetamiento del ADN

En eucariontes, el ADN se encuentra asociado con diferentes tipos de proteínas que posibilitan su enrollamiento. Según su grado de compactación, el ADN puede encontrarse en dos formas: **eucromatina** y **heterocromatina**. La eucromatina es ADN laxo, que se expresa frecuentemente, es decir, participa activamente en la síntesis de proteínas y la heterocromatina es ADN altamente compactado, y no se expresa.

¿Cuántas moléculas de ADN existen en nuestras células? En cada cromosoma hay una molécula de ADN altamente empaquetado. Por lo tanto, los 46 cromosomas presentes en nuestras células somáticas corresponden a 46 moléculas de ADN asociadas con proteínas.

Antes de la división celular ocurre la duplicación del material genético, el que luego es repartido entre las células hijas. Luego de la duplicación, cada cromosoma contiene dos moléculas de ADN de doble hebra cada uno. Es decir, cada célula puede llegar a contener 92 moléculas de ADN. Además, en cada mitocondria existe una pequeña molécula de ADN circular.

¿Todos los seres vivos poseen la misma cantidad de ADN? La cantidad de ADN de las células presenta grandes variaciones entre los diferentes tipos de organismos. Por ejemplo, una bacteria contiene alrededor de mil veces menos ADN que una célula humana; y las células de maíz tienen casi el doble de ADN que nuestras células.



En la fotografía, se observan células vegetales en división, con el ADN altamente empaquetado en los cromosomas.

#### Actividad 7

#### INVESTIGAR

Averigua, en enciclopedias o en Internet, y responde las preguntas que se plantean a continuación.

- ¿Qué diferencias estructurales presenta el ADN de las células procariontes en comparación al ADN de las células eucariontes?
- ¿Cómo se denominan las proteínas que están asociadas al ADN y que posibilitan su enrollamiento?
- Busca dos ejemplos de enfermedades causadas por una anomalía en el número de cromosomas de las células de un individuo.

#### Biodatos

Actualmente se sabe que más del 90% del material genético de las células humanas no participa en la síntesis de proteínas. En las bacterias, casi todo el genoma tiene una función en la síntesis proteica.

### 3.2 Relación entre genes y proteínas

Los genes corresponden a segmentos de ADN ubicados en lugares específicos de los cromosomas, llamados **locus**. A un conjunto de locus se le denomina **loci**, que corresponde al plural.

En la teoría cromosómica de la herencia se establece que los cromosomas son los portadores de los genes. Cada gen puede estar representado por más de un alelo, es decir, pueden existir variantes de un mismo gen. ¿Cuál es la diferencia molecular que existe entre los diferentes alelos?, ¿qué relación existe entre esta diferencia y la estructura y función de las proteínas?

Como ya sabemos, los genes se encuentran formados por una serie de nucleótidos ordenados en la hebra de ADN en forma de “palabras” construidas a partir de secuencias de cuatro “letras” (nucleótidos): A (adenina), G (guanina), C (citosina) y T (timina). Así, dos alelos difieren entre sí en la secuencia nucleotídica que contienen. Por ejemplo, si un gen está constituido por 2.000 nucleótidos y la secuencia de los últimos 10 nucleótidos de uno de sus alelos es AATCGCCTAT, otro alelo de este mismo gen podría contener la siguiente secuencia nucleotídica: AAACGCCTAT. En resumen, un gen contiene información para la síntesis de una proteína específica.

**La diferencia en uno o más nucleótidos puede dar origen a la síntesis de proteínas similares, pero que difieren en la composición de unos cuantos aminoácidos que las constituyen.** En este sentido, la variación en la composición nucleotídica, entre diferentes alelos, da origen a diferencias en la estructura y, por lo tanto, en la función de una proteína.

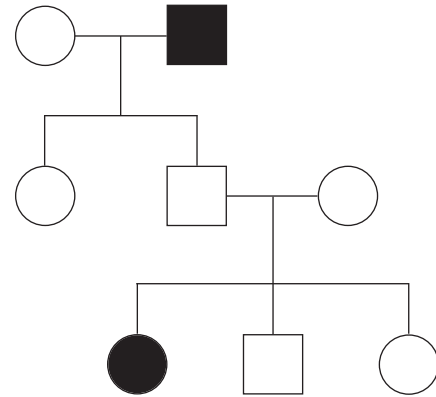
### Biodatos

Entre las enfermedades de base hereditaria encontramos la fenilcetonuria. Esta enfermedad se caracteriza por la ausencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa que convierte al aminoácido fenilalanina en tirosina. Como resultado no se puede metabolizar la fenilalanina. Los altos niveles de este aminoácido son tóxicos para el sistema nervioso central durante los primeros años de vida, período durante el cual el cerebro se encuentra en desarrollo. Por lo que, si no se trata a tiempo, puede ocasionar un retardo mental severo. Averigua la frecuencia de esta enfermedad y cómo puede detectarse en recién nacidos.

### Actividad 8

### ANALIZAR

Reunidos en parejas, analicen la genealogía de la enfermedad fenilcetonuria y respondan las preguntas que se plantean a continuación.



■  
*Genealogía de la fenilcetonuria. Recuerda que los círculos representan mujeres y los cuadrados hombres. Ambos de color negro representan la manifestación del rasgo.*

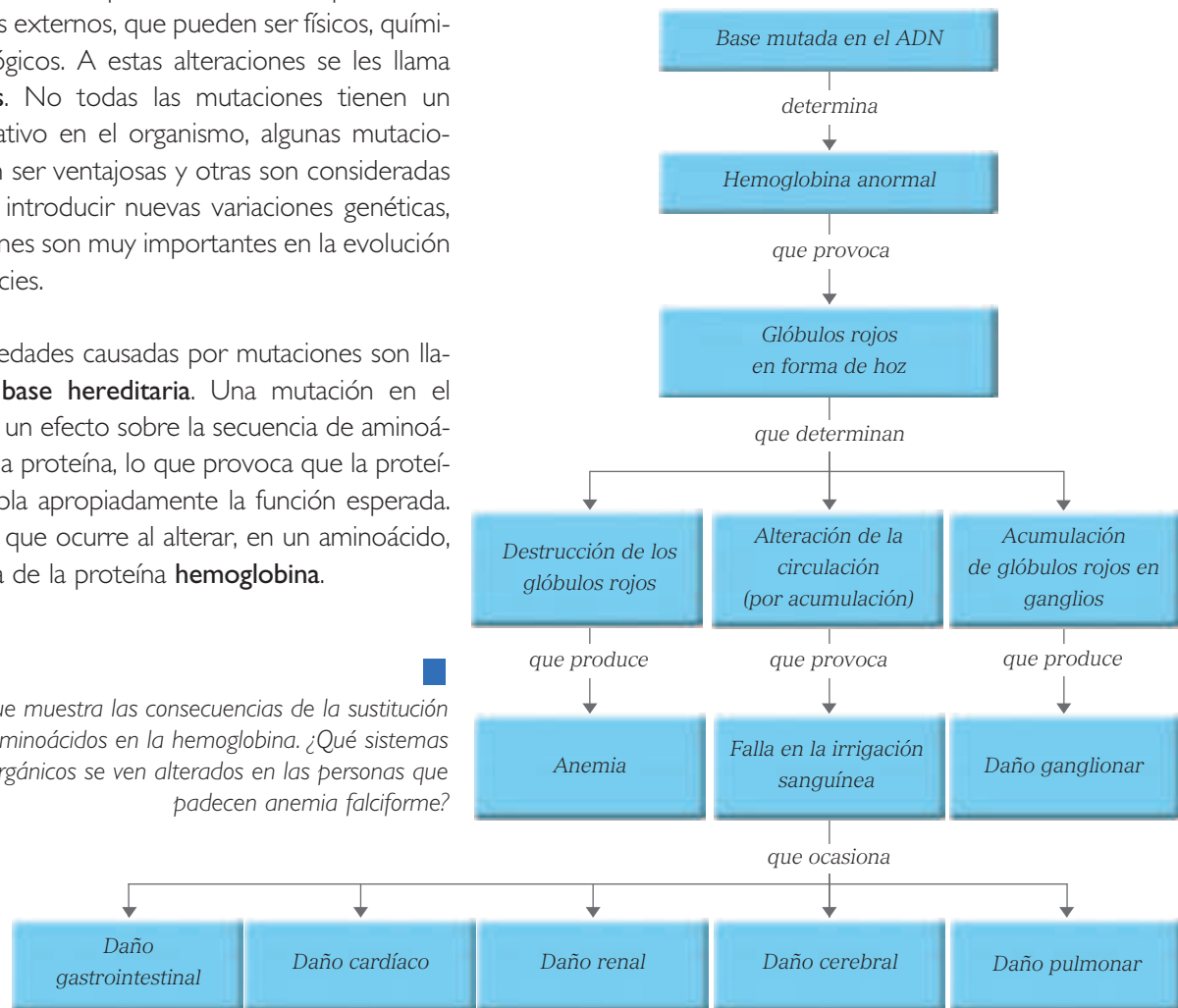
- ¿Qué tipo de herencia presenta esta enfermedad: dominante o recesiva?
- ¿Por qué los heterocigotos son sanos y los homocigotos recesivos son enfermos?
- Si esta enfermedad se debe a una alteración de la enzima que convierte la fenilalanina en tirosina, ¿cuántos genes están involucrados en esta enfermedad?

### 3.3 Alteraciones del ADN

¿Qué ocurre si se altera el material genético? El material genético se puede ver alterado por azar o por factores externos, que pueden ser físicos, químicos o biológicos. A estas alteraciones se les llama **mutaciones**. No todas las mutaciones tienen un efecto negativo en el organismo, algunas mutaciones pueden ser ventajosas y otras son consideradas neutras. Al introducir nuevas variaciones genéticas, las mutaciones son muy importantes en la evolución de las especies.

Las enfermedades causadas por mutaciones son llamadas **de base hereditaria**. Una mutación en el ADN tiene un efecto sobre la secuencia de aminoácidos de una proteína, lo que provoca que la proteína no cumpla apropiadamente la función esperada. Observa lo que ocurre al alterar, en un aminoácido, la secuencia de la proteína **hemoglobina**.

Esquema que muestra las consecuencias de la sustitución de aminoácidos en la hemoglobina. ¿Qué sistemas orgánicos se ven alterados en las personas que padecen anemia falciforme?



#### ANTES DE SEGUIR...

- 1) Una hebra de ADN sufre una separación de sus puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas de adenina y timina. A partir de esta situación, responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.
  - a) Esquematiza la secuencia, con su hebra complementaria.
  - b) Si la separación se debiera a que en los sitios donde se ubica la timina, esta fuera reemplazada por citosina, entonces, ¿se puede volver a formar el puente de hidrógeno?
  - c) ¿Qué consecuencias puede tener dicha alteración en el material genético?

#### Otra forma de aprender

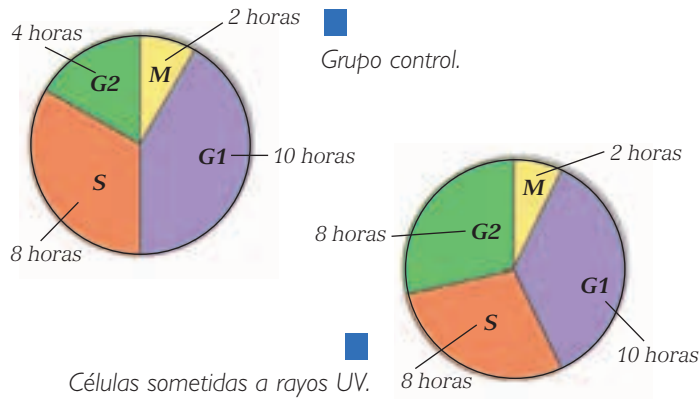
- Imagina que tu profesor te pide ayuda para evaluar el trabajo de unos estudiantes de otro curso, de la construcción de una maqueta de ADN. ¿Qué elementos considerarías para evaluar? Escríbelos en tu cuaderno.

## 4 Continuidad del material genético. Replicación del ADN

### Actividad 9

### INTERPRETAR

Reúnanse en parejas para analizar los gráficos que representan la duración de las etapas del ciclo celular en células que han sido sometidas a rayos ultravioleta y en un grupo control. Luego, respondan las preguntas que se plantean a continuación.

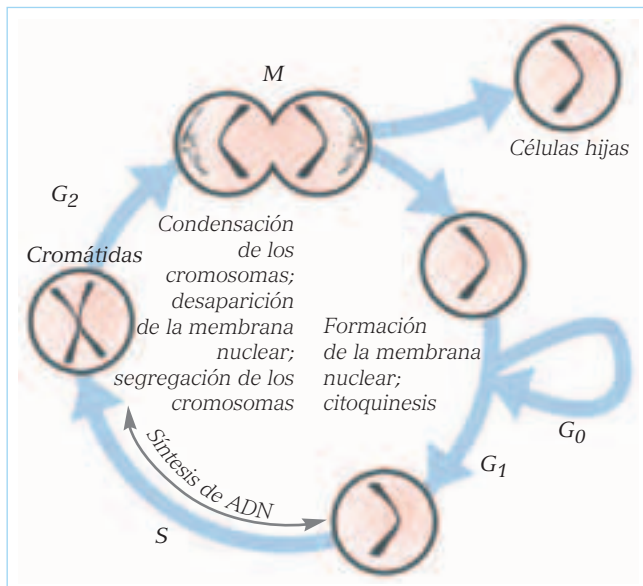


- ¿Qué etapas han experimentado un cambio en el tiempo de duración?
- Recuerden los eventos que ocurren durante las etapas del ciclo celular y den una posible explicación del efecto de los rayos ultravioleta.

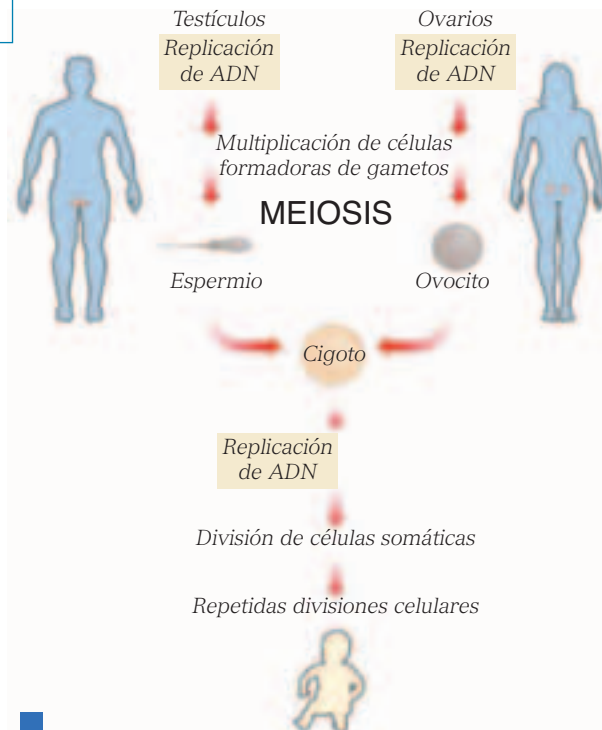
¿Cómo se transmite el material genético de generación en generación? ¿Qué importancia tiene este hecho?

En las gónadas de los seres vivos (ovarios y testículos) se multiplican las células germinales las cuales, posteriormente, producirán gametos a través de la meiosis. Una vez ocurrida la fecundación, se forma un cigoto que se dividirá miles de veces para formar un nuevo individuo.

La importancia de la replicación del ADN radica en que asegura la continuidad de la información genética durante el crecimiento y la reparación de los tejidos. Además, este proceso asegura la continuidad de la información genética de padres a hijos, a través de las generaciones. Por otro lado, gracias a la replicación ha sido posible la continuidad de la vida desde nuestros ancestros hasta los organismos actuales, entre ellos, los seres humanos.



Ciclo celular.



La perpetuación de la vida también depende de la replicación.



## 4.1 Hipótesis sobre los mecanismos de la replicación

El mecanismo de la replicación ha tenido al menos tres explicaciones o hipótesis: la replicación conservativa, la semiconservativa y la dispersiva.

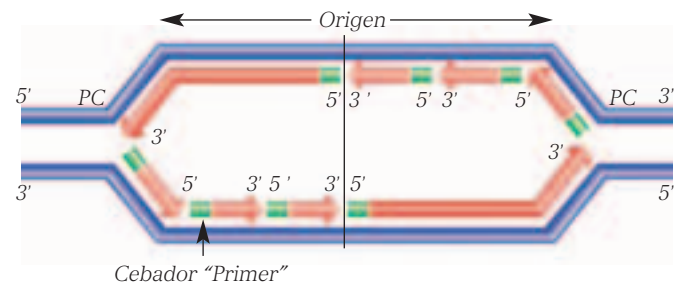
**Conservativa:** este modelo presenta una doble hélice original que permanece intacta, formándose una doble hélice completamente nueva.

**Semiconservativa:** cada molécula nueva de ADN está formada por una cadena nueva o recién sintetizada y una cadena antigua u originaria.

**Dispersiva:** en este modelo la vieja molécula se rompe y las nuevas moléculas se construyen con precursores viejos y nuevos.

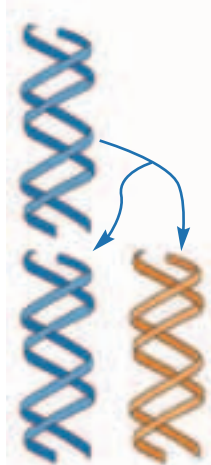
A partir de las investigaciones científicas, se logró determinar que la **replicación del ADN es semiconservativa**, ya que cada molécula de ADN está formada por su hebra original y otra hebra nueva o recién sintetizada.

Además, la **replicación es bidireccional**, esto quiere decir que, a partir de un punto de origen, se replican ambas hebras de ADN. Los extremos de cada una de las hebras son denominados 5'-P (fosfato) y 3'-OH (hidroxilo) y las dos hebras se alinean en direcciones inversas (una en sentido 5' → 3' y la complementaria en el sentido inverso). En los organismos eucariontes existen varios puntos de origen de replicación y este proceso ocurre siempre en el sentido 5' → 3'.

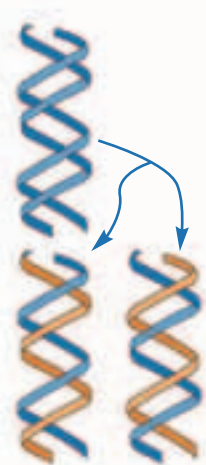


■ Replicación bidireccional.  
PC = Punto de crecimiento. (horquilla de replicación).

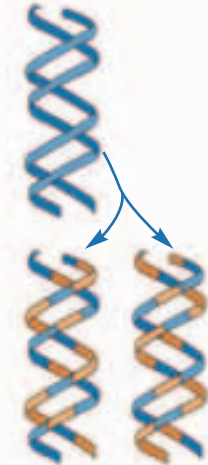
Replicación conservativa



Replicación semiconservativa



Replicación dispersiva



■ Las tres hipótesis de la replicación.

## Biología@net

Conéctate a la página [www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4021. Luego, explica a tus compañeros los experimentos de Messelson y Stahl que determinaron el mecanismo real por el que el ADN se replica.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.

## 4.2 Proceso de replicación

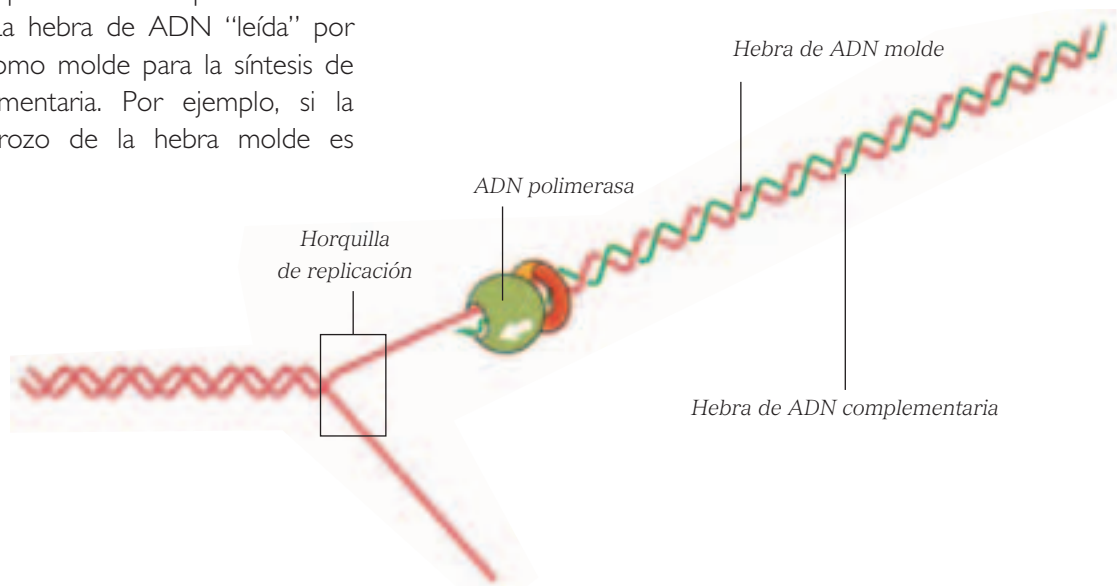
¿Cómo ocurre la replicación? En este proceso intervienen varias enzimas que lo facilitan. El proceso se inicia con la **descondensación de la cromatina**: a medida que el ADN se separa de sus histonas (proteínas sobre las cuales se enrolla el ADN), comienzan a unirse al material genético las enzimas que iniciarán la replicación propiamente tal.

La separación de las hebras de ADN se produce gracias a unas enzimas llamadas **girasa** y **helicasa**. Al separarse, las hebras forman estructuras en forma de Y, llamadas **horquillas de replicación**, a través de las cuales se desplazan las enzimas que catalizan la replicación del ADN.

La principal enzima que cataliza la replicación es la **ADN polimerasa**. La hebra de ADN "leída" por esta enzima sirve como molde para la síntesis de una hebra complementaria. Por ejemplo, si la secuencia de un trozo de la hebra molde es

AATCTCGAG, la enzima "leerá" esta secuencia y sintetizará la secuencia complementaria: TTAGAGCTC. La ADN polimerasa actúa gracias a una serie de pequeños segmentos de **ARN "cebadores"**, complementarios al ADN correspondiente y que se unen a sus nucleótidos. Al finalizar la replicación, estos fragmentos son retirados por la ADN polimerasa.

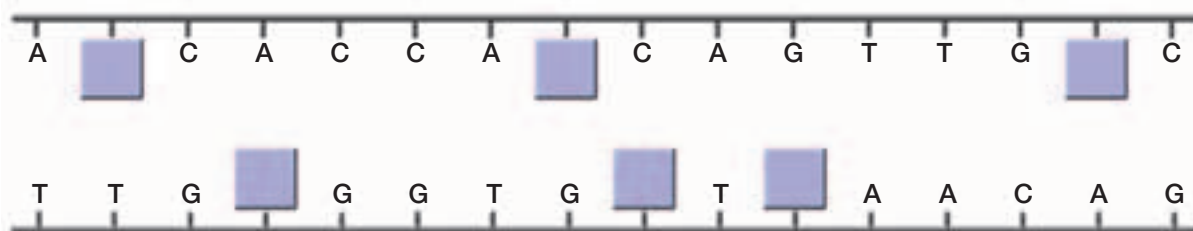
¿En todos los seres vivos la replicación es igual? Se ha observado que las bacterias y virus tienen un solo origen de replicación; en cambio, en cada uno de los cromosomas de un mamífero, existen numerosos orígenes de replicación, por lo que el proceso ocurre simultáneamente en varios puntos, lo que permite que la replicación de un cromosoma completo ocurra en pocos minutos.



### Actividad 10

### COMPRENDER

a. A partir del siguiente esquema de ADN, coloca las bases nucleotídicas que faltan en los recuadros.



b. Luego, escribe el producto de la replicación, señalando cuáles son las nuevas hebras de ADN sintetizadas a partir de cada hebra molde.

### 4.3 Fidelidad de la replicación

¿Se equivoca el mecanismo de replicación? A pesar de la alta velocidad de este proceso, este es altamente eficiente, pues muchos **errores de la replicación** son corregidos.

Como sabes, el ciclo celular se divide, generalmente, en cuatro etapas: M (mitosis), G1, S (síntesis de ADN) y G2. Durante la etapa G1, la célula “chequea” sus condiciones para dividirse, tales como el tamaño y el estado del ADN. Durante la etapa S, tiene lugar la replicación del ADN. Luego, durante etapa G2 la “maquinaria de reparación” del ADN repara los errores que podrían haber ocurrido durante la replicación. De esta manera, si durante la replicación se han acumulado suficientes errores, la etapa G2 se alarga, hasta que el ADN esté en condiciones de continuar el ciclo celular.

Los mecanismos que aseguran una correcta replicación dependen de la acción de la ADN polimerasa, que va corrigiendo errores a medida que sintetiza la nueva hebra, y de otras enzimas de reparación que corrigen los errores. Si una base nucleotídica ha quedado mal apareada en la doble hebra, enzimas especiales de reparación reconocen la deformación que se produce en el ADN y corrigen este error. Por ejemplo, si una secuencia de la hebra molde es AATTGTAA y en la hebra nueva se ha sintetizado TTAAGATT, entonces ha ocurrido un error de replicación, pues se ha incorporado G en la quinta posición, en vez de C. Este error es corregido por las enzimas de reparación, considerando la información de la hebra molde.

Los errores de replicación que no son detectados constituyen una fuente importante de variación genética: las mutaciones, necesarias para que tenga

lugar la evolución. Los efectos de las mutaciones tienen relación con el tipo de organismo y las condiciones que los rodean: algunas mutaciones pueden ser favorables, otras desfavorables y muchísimas neutras.



■ A lo largo del tiempo, las mutaciones, entre otros factores, han favorecido la evolución de las especies.

### Biología@net

Conéctate a la página [www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4023. Encontrarás de la replicación, en inglés. Obsérvalas e intenta, con lo que ya conoces, traducir las explicaciones.

Puedes presentar este trabajo como un proyecto entre los subsectores de inglés y biología.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.

## 5 Lectura y traducción del mensaje de los genes

¿Cómo se interpreta la información contenida en los genes? De acuerdo a lo estudiado hasta ahora, queda claro que el intermediario entre el ADN y las proteínas es el ARN, que “transporta” la información genética hasta los sitios de síntesis de proteínas. El “mensaje” de los genes es “leído” en el núcleo y transformado en un mensaje de ARN. El ARN se traslada desde el núcleo al citoplasma celular y su mensaje es leído, pero esta vez para sintetizar una cadena de aminoácidos, es decir, una proteína. De esta manera, **el ADN contiene información que determina primero el tipo de ARN y luego el tipo de proteínas sintetizadas.**

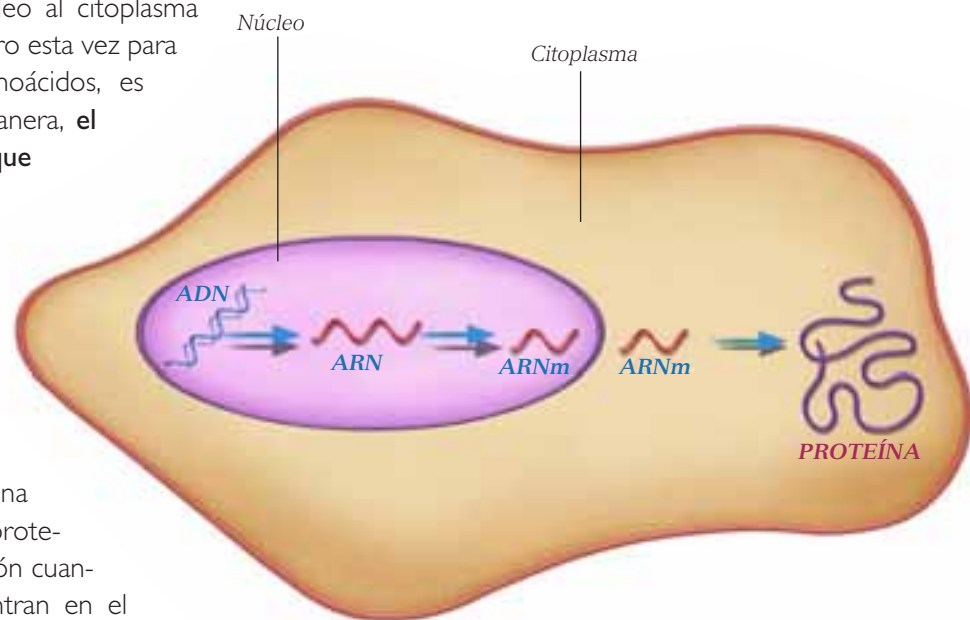
### 5.1 Transcripción

Se conoce como **expresión génica** al proceso por el cual se lee un gen para producir una molécula de ARN y luego una proteína. Los genes inician su expresión cuando las enzimas que se encuentran en el núcleo forman una molécula de ARN, con el mensaje genético del ADN, proceso conocido como **transcripción**.

¿Qué determina el inicio de la transcripción? Para que esto ocurra, deben existir señales al interior de la célula que indiquen qué genes deben expresarse. Por ejemplo, la hormona del crecimiento estimula la expresión de genes que codifican proteínas y enzimas involucradas en la proliferación de algunos tipos celulares en nuestro cuerpo.

La transcripción es un proceso complejo que ocurre en varias etapas, y en el que participan muchas enzimas. Esta maquinaria de enzimas lee la secuencia de ADN contenida en un gen y, a la vez, sintetiza una molécula de ARN complementaria. Esto quiere decir que cuando en la secuencia de ADN

existe una C (citosina), la maquinaria enzimática agrega una G (guanina) a la molécula de ARN en formación, y viceversa. Si existe una T (timina) en la molécula de ADN, agrega una A (adenina) en la de ARN. Sin embargo, como en el ARN no existe timina (T) sino que uracilo (U), la secuencia TAAGCCG será transcrita como AUUCGGC en el ARN respectivo.



■ La información genética está almacenada en el núcleo, donde es leída, llegando luego al citoplasma para ser interpretada.

### Actividad 11

### APLICAR

A partir de la siguiente secuencia de ADN:

**ACTCGCGTAAATCAGCCGCGGTA**

- Escribe la secuencia de la hebra de ADN complementaria.
- Escribe la secuencia del ARNm que se formaría a partir de la hebra de ADN original.



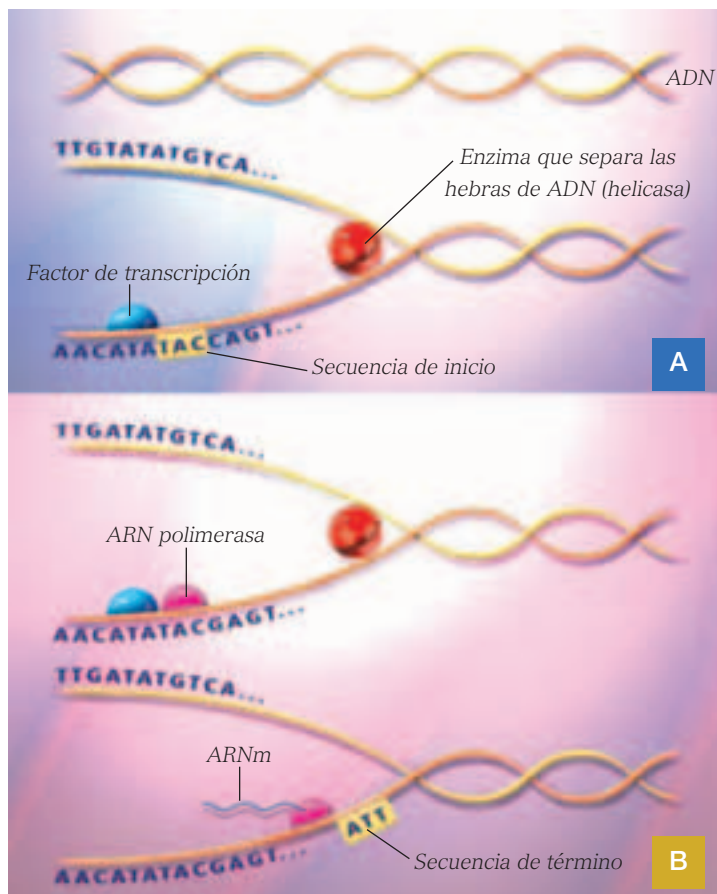
La molécula de ARN experimentará algunas transformaciones antes de salir del núcleo de la célula, proceso denominado **maduración**. Como la molécula de ARN resultante de la transcripción lleva un “mensaje” genético desde el núcleo al citoplasma, a este tipo de ARN se le ha denominado **ARN mensajero** o simplemente **ARNm**.

El ADN que va a transcribirse debe ser “leído” pero, como en el núcleo este se encuentra enrollado y asociado a proteínas (las histonas), la primera etapa de la transcripción consiste en la **descondensación de la cromatina**.

Una vez que el ADN se encuentra en estado “laxo”, comienzan a actuar las mismas enzimas que participaron en la replicación, girasa y helicasa, que producen la **separación de las hebras de ADN**. Al mismo tiempo, proteínas especiales “detectan” la

localización de un gen, uniéndose a una región cercana al **sitio de inicio**. Este sitio está constituido por la secuencia de tres nucleótidos: **TAC**, y a esta región cercana se le denomina región TATA o caja TATA. Estas proteínas se denominan **factores de transcripción**, y facilitan la actividad de las enzimas de transcripción.

Una vez que el factor de transcripción se ha unido a una región cercana al gen, la enzima **ARN polimerasa** inicia la lectura del ADN y la síntesis del ARNm complementario. El nombre de esta enzima refleja su función: sintetizar polímeros de ARN. La ARN polimerasa comienza la síntesis de ARN a partir de la lectura de la secuencia TAC y finaliza al llegar a una secuencia de término, conformada por alguno de los siguientes trinucleótidos: **ATT**, **ACT** o **ATC**.



**A.** En la transcripción, la enzima **girasa** desenrolla y la **helicasa** separa las hebras de ADN; y un factor de transcripción se une a una de las hebras de ADN, cerca de la secuencia de inicio.

**B.** Luego, la **ARN polimerasa** comienza la síntesis del ARNm, hasta llegar a una secuencia de término.

## 5.2 Código genético

¿Cómo se encuentra “escrita” la información en los genes? La información genética está definida por las diferentes bases nucleotídicas del ADN. Así, en una secuencia de ADN existen “palabras” formadas por la combinación de los cuatro nucleótidos (A, T, C y G).

En los seres vivos existen **20 aminoácidos** diferentes, a partir de los cuales se forman las diferentes proteínas. Cada **aminoácido** está especificado o “**codificado**” por secuencias de tres nucleótidos en el ARNm, llamadas **codones**.

Como sabes, existen 4 tipos de nucleótidos y son 20 los aminoácidos necesarios para sintetizar las proteínas. Por lo tanto, las secuencias de ADN formadas por tres nucleótidos, deben ser suficientes como para codificar los veinte aminoácidos. Si los codones estuvieran formados por 2 nucleótidos, existiría un total de tan solo 16 codones diferentes ( $4^2$ ), por lo que no sería posible codificar cada uno de los aminoácidos. Sin embargo, al estar formados

por tres nucleótidos, el número de codones que se pueden formar son 64 ( $4^3$ ).

Cada codón contiene el código para un solo aminoácido y, como son solo 20 los aminoácidos, **cada aminoácido puede estar codificado por más de un codón**. Por este motivo, se dice que **el código genético es degenerado o redundante**.

El código genético nuclear es universal, ya que es el mismo en todos los seres vivos. Hace algunos años hubo una polémica sobre este tema, ya que algunas mitocondrias vegetales codifican para el aminoácido triptófano con el codón CGG, mientras que el código universal lo hace para arginina. El problema lo resolvió el “*editing*”, proceso descubierto en 1985 en un protozoo, que conduce una modificación en la secuencia de nucleótidos del ARNm después de ser copiado, y se añaden, sustituyen o suprimen nucleótidos errados.

		Segundo nucleótido					
		U	C	A	G		
Primer nucleótido	U	UUU	UCU UCC UCA UCG	UAU UAC UAA UAG	UGU UGC UGA UGG	U C A G	Phe Ser Tyr Término Cys Trp
		UUC					
		UUA					
		UUG					
C	CUU	CCU CCC CCA CCG	CAU CAC CAA CAG	CGU CGC CGA CGG	U C A G	Leu Pro His Gln Arg	
	CUC						
	CUA						
	CUG						
A	AUU	ACU ACC ACA ACG	AAU AAC AAA AAG	AGU AGC AGA AGG	U C A G	Ile Thr Asn Lys Ser Arg	
	AUC						
	AUA						
	AUG						
G	GUU	GCU GCC GCA GCG	GAU GAC GAA GAG	GGU GGC GGA GGG	U C A G	Val Ala Asp Glu Gly	
	GUC						
	GUA						
	GUG						

### Actividad 12 INTERPRETAR

- Reúnete con un compañero o compañera y desarrollen las actividades enunciadas en la **página 50** del texto, en relación con la secuencia del gen de la hormona del crecimiento (página 51).

El código genético corresponde a cada codón de ARNm y constituye el “diccionario” que indica qué aminoácido corresponde a cada codón de ARNm.

### 5.3 Maduración del ARNm

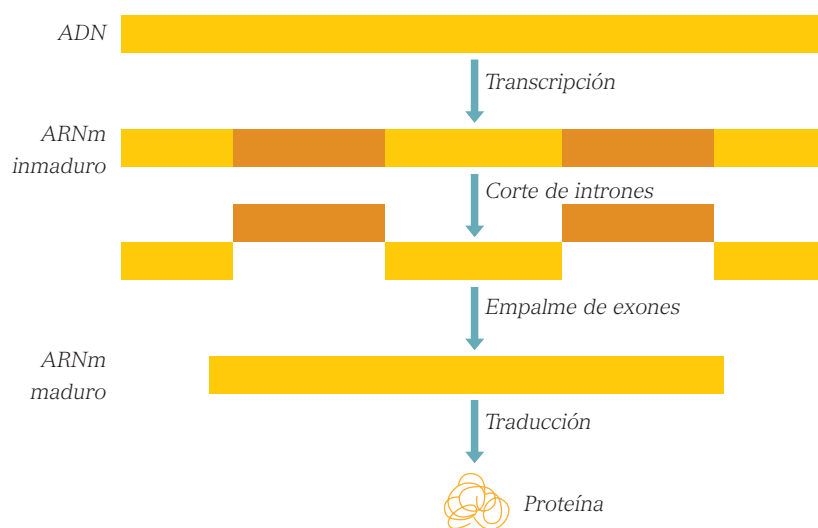
El proceso de maduración del ARNm solo ha sido observado en eucariontes, en donde los ARNm recién sintetizados o transcritos forman complejos con proteínas nucleares, ribonucleoproteínas, que pueden desempeñar una función básica en el mecanismo de cortar y empalmar el ARN y, por lo tanto, regular la expresión génica.

De acuerdo a esto se puede establecer que el ARNm recién transcrito no es igual al ARNm que se usa finalmente para formar las proteínas. El ARNm original posee dos zonas claramente definidas: una zona donde existen segmentos que no participan en la síntesis de proteínas, llamados **intrones**, que son eliminados por las enzimas de restricción que se encuentran en el núcleo, que funcionan como verdaderas tijeras y cortan el ARNm exactamente en el lugar correcto.

Las otras zonas de la cadena contiene los segmentos que participan en la síntesis de proteínas, que se llaman **exones**, y que son unidos entre sí por enzimas presentes al interior del núcleo. Por lo tanto, existe un sofisticado siste-

ma de **corte de intrones y empalme de exones**, que finalmente determina una molécula de ARNm madura, más corta que la original, pero con capacidad de traducción.

¿Existen otras modificaciones? Una de las más importantes es la **poliadenilación**. Esta consiste en agregar una larga secuencia de nucleótidos adenina, que se denomina **cola poliA**. Esta cola es una señal para permitir la exportación del ARNm al citoplasma.



■ Representación del proceso de corte de intrones y empalme de exones. En el esquema, los intrones aparecen representados de color naranja y los exones, de color amarillo.

#### ANTES DE SEGUIR...

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- 1) ¿Por qué es importante la replicación del ADN? Indica dos aspectos.
- 2) Después de la replicación, sigue la etapa G2 del ciclo celular. ¿Cuáles son los riesgos de una etapa G2 corta, en oposición a una etapa G2 larga?
- 3) Explica cómo ocurre el proceso de replicación del ADN, indicando las enzimas que participan.

- 4) ¿De qué manera ocurre el proceso que permite interpretar la información que contienen los genes?, ¿cómo se denomina este proceso?
- 5) Explica por qué se dice que el código genético es degenerado o redundante.

#### Otra forma de aprender

- Inventa una historieta sobre la replicación del material genético y su relación con la transcripción. Antes de realizarla, escribe todos los componentes de la historia y luego... ¡manos a la obra! Puedes hacerla con un compañero o compañera.

## 6 Síntesis de proteínas

¿Cómo se traduce la información para formar una nueva proteína?, ¿qué importancia tiene este hecho para la vida de la célula?, ¿qué estructuras u organelos participan en la traducción? Después que el ARNm ha madurado y ha salido del núcleo, tiene lugar la síntesis de proteínas a partir de la lectura del ARNm. A este proceso se le denomina **traducción**, la última etapa de la expresión génica.

¿En qué lugar del citoplasma ocurre la traducción? En los organelos llamados **ribosomas**, los que se encuentran formados por ARN ribosomal (ARNr) asociado a proteínas y que tienen la función de leer el ARNm e interpretarlo, para la formación de nuevas proteínas.

Estos organelos, debido a su reducido tamaño (29 nm en células procariontes y 32 nm en eucariontes), solo son visibles al microscopio electrónico y se observan como estructuras densas y redondeadas. Están en prácticamente todas

las células vivas, y estructuralmente tienen dos subunidades: una grande y una pequeña. En las células, pueden estar aislados o formando grupos y también asociados al retículo endoplasmático rugoso o a la membrana nuclear.

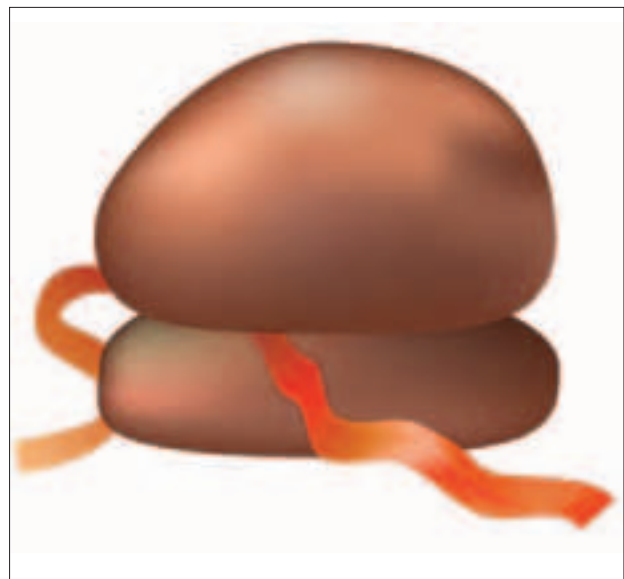
¿De qué manera ocurre la traducción? A través del ribosoma se desplaza la molécula de ARNm que contiene la información para la síntesis de proteínas. A su vez, en el ribosoma ocurre la lectura de cada uno de los codones del ARNm.

Es frecuente observar **polirribosomas** en el citoplasma. Estos no son otra cosa que una sola hebra de ARNm con varios ribosomas leyéndola, con lo que se producen varias proteínas del mismo tipo en corto tiempo.

El primer codón leído es el AUG. Este codón codifica para el aminoácido metionina, aminoácido que se encuentra en el inicio de todas las proteínas y, además, en la estructura interna de algunas, en diferentes posiciones. La traducción del ARNm termina al ser leído uno de los codones de término: UAA, UGA o UAG.

### Biología@net

Conéctate a la página [www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4028. Encontrarás una actividad de traducción del material genético y unas preguntas que debes contestar en tu cuaderno.



Ribosoma con hebra de ARNm, que es interpretado en este sitio.



## 6.1 Mecanismo de la traducción

¿Cuáles son las etapas de la traducción? Antes de que ocurra la polimerización o unión de los aminoácidos que forman la proteína, estos se activan uniéndose por su extremo carboxilo a una molécula de ARN capaz de “traducir” el mensaje de los codones para formar una proteína. Este ARN recibe el nombre de **ARN de transferencia** o **ARNt**.

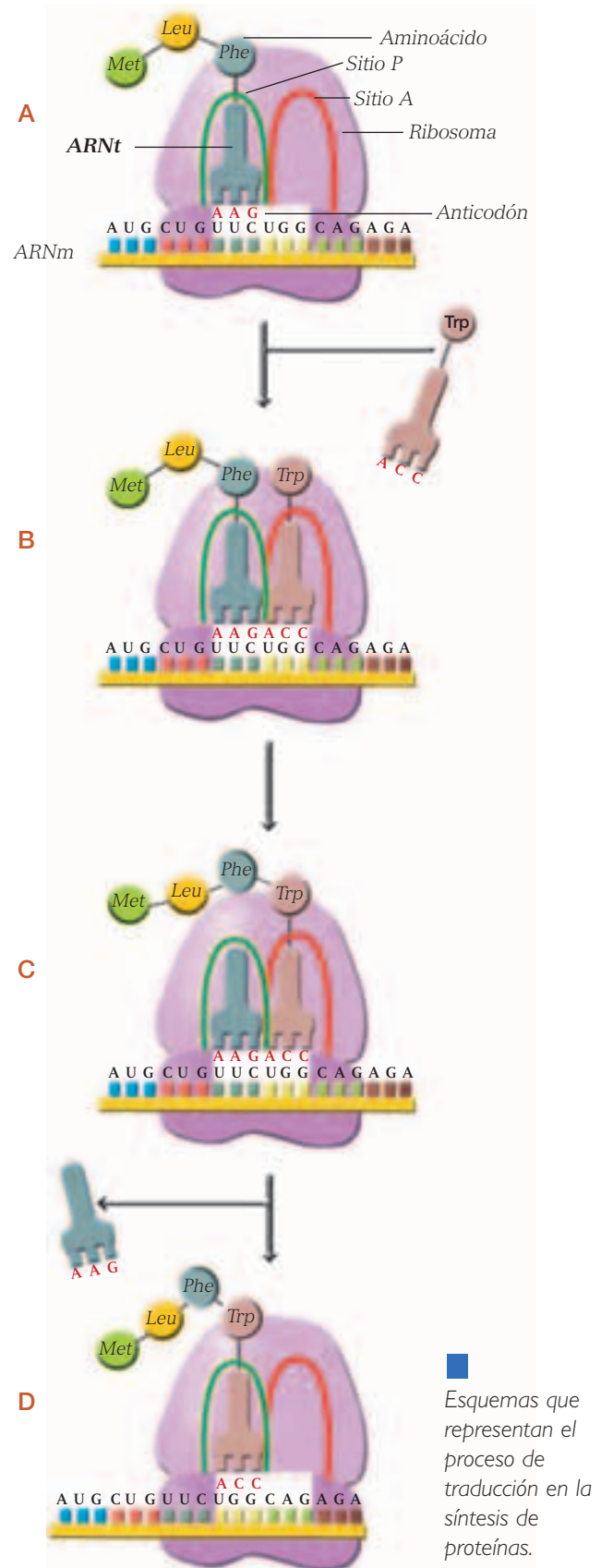
La subunidad mayor del ribosoma tiene dos sitios: el peptidil (P) y el aminoacil (A). El sitio P es ocupado por el ARNt iniciador unido a la metionina y de esta manera se forma el **complejo de iniciación**.

Los ARNt se unen a un codón específico a través de una de sus regiones, llamada **anticodón**. Esta unión se realiza por complementariedad de bases, es decir, un ARNt que se une al codón AUG lo hace a través de una región que contiene la secuencia UAC (anticodón). Cada molécula de ARNt contiene un solo anticodón.

Además del anticodón, el ARNt presenta una región a través de la cual se une a un aminoácido específico, entre todos los que se encuentran dispersos en el citoplasma. Este aminoácido está especificado por el codón al que se unirá el anticodón. Por ejemplo, si una molécula de ARNt presenta un anticodón UAC, entonces se unirá al codón AUG y, además, se unirá al aminoácido metionina.

Al llegar dos ARNt a la subunidad mayor del ribosoma, se genera una región donde se produce la formación del enlace peptídico, esta región recibe el nombre de **sitio catalítico**, con lo que se forman las cadenas de aminoácidos.

Pero ¿cuántas moléculas de ARNt existen? Como existen 64 codones diferentes, existen también 64 moléculas de ARNt, cada una con un anticodón diferente. La unión codón-anticodón no está catalizada por enzimas, sino que ocurre “espontáneamente”; en cambio, la unión del aminoácido al ARNt es catalizada por un grupo de enzimas denominadas aminoacil **ARNt sintetasa**.



Esquemas que representan el proceso de traducción en la síntesis de proteínas.

## 7 Mutaciones

### Actividad 13

### INVESTIGAR

Supón que en la secuencia de ADN del gen de la hormona del crecimiento, de la **página 51** de tu texto, se ha eliminado la base nitrogenada número 38, debido a una mutación.

1. Escribe en tu cuaderno la secuencia de los primeros 10 aminoácidos a partir del sitio de inicio (TAC), y compárala con la obtenida en la actividad de la **página 26**. Utiliza el código genético que aparece en ella.
2. A partir del trabajo realizado, responde en tu cuaderno:
  - a. ¿Cómo se llama el tipo de mutación que simulaste en el ejercicio?
  - b. ¿Qué efecto tiene este tipo de mutación sobre la síntesis de proteínas?

¿Qué factores provocan mutaciones?, ¿las mutaciones son heredables? Algunas mutaciones pueden alterar la estructura de grandes trozos de ADN, como cuando ocurre la **eliminación de un trozo completo de un cromosoma**, involucrando la pérdida de millones de nucleótidos a la vez. Otras alteraciones cromosómicas involucran un **cambio en la posición de un trozo de ADN**, lo cual puede cambiar el funcionamiento de los genes contenidos en este segmento. Se denomina **mutación cromosómica** al cambio en la estructura de los cromosomas. Por otro lado, las **mutaciones puntuales** corresponden, habitualmente, a un cambio **de un nucleótido** (o unos pocos). Existen mutaciones puntuales que alteran el tipo de nucleótido que se encuentra en un segmento de ADN. A estos tipos de mutaciones de **reemplazo de nucleótidos** se les denomina **sustituciones**.

Actualmente, se observa con frecuencia que existen agentes que provocan daños a la salud, como el tabaco, que puede producir cáncer. Este es un claro ejemplo de que algunos componentes ambientales pueden alterar los genes, en este caso, los que controlan la división celular, por lo que un grupo de células dejan su tasa normal de crecimiento y se dividen aceleradamente.

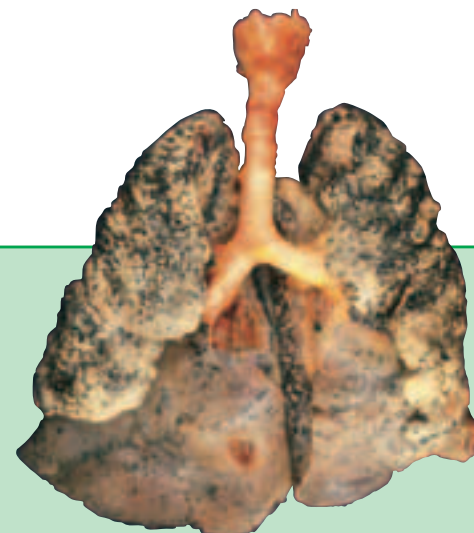
¿Todas las mutaciones se heredan? Numerosas mutaciones pueden originarse en las células somáticas, y **estas se transmiten a las células hijas, no a la descendencia**. En cambio, cuando las mutaciones afectan el genoma de los gametos de los progenitores, esta alteración puede ser transmitida a su descendencia.



### REFLEXIONA

En Chile, la muerte por cáncer pulmonar es de 17 por 100.000 personas, constituyéndose en la segunda causa de muerte por cáncer, después del cáncer de estómago. En Asia muere una persona por minuto de cáncer pulmonar. ¿Qué opinas de estos datos?, ¿cómo podrían revertirse?

*Pulmones de fumador, que padecía cáncer en estos órganos.*



## 7.1 Agentes mutágenos

¿Cómo se originan las mutaciones? Diversos agentes, llamados **agentes mutágenos**, pueden inducir una alteración en la información genética. La mayoría de estos agentes actúan produciendo un **daño directo sobre las secuencias nucleotídicas**, o bien, provocando el **quiebre o fractura de los cromosomas**. En otros casos, los agentes mutágenos actúan de manera indirecta, alterando la eficacia de la maquinaria de reparación de daño sobre el ADN que existe en cada célula.

¿Cómo se clasifican los agentes mutágenos? Se pueden clasificar en tres grandes categorías: los agentes químicos, las radiaciones ionizantes y los agentes biológicos.

Los **agentes químicos** se encuentran en diferentes alimentos y sustancias de uso cotidiano, como el tabaco, algunos colorantes, contaminantes ambientales, como las dioxinas liberadas al aire y los pesticidas, y el ácido acético presente en el vinagre. Estos agentes pueden modificar los nucleótidos del ADN. También existen sustancias químicas producidas por nuestro propio cuerpo que producen mutaciones, como el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada, que es un desecho metabólico y que tiene la capacidad de oxidar el ADN.

La **radiación ionizante** la recibimos diariamente en bajos niveles desde el sol y la tierra, producto de la liberación de gas radón radiactivo que escapa de nuestro planeta. Los residuos radiactivos de pruebas nucleares, de ciertos productos de consumo y de materiales radiactivos liberados desde hospitales y desde plantas asociadas a la energía nuclear y a las de carbón pueden eventualmente provocar mutaciones, así como la exposición prolongada a los efectos solares.

Los **agentes biológicos** que pueden provocar mutaciones son los virus y las bacterias. Uno de los más frecuentes es el grupo de virus del papiloma humano (HPV), que se transmite por vía sexual y produce cáncer del cuello del útero en la mujer y cáncer del glande en el hombre.



Agentes químicos



La exposición sin protección a la radiación solar puede provocar enfermedades.



### Actividad 14

### INVESTIGAR

- Junto a tu compañero o compañera de banco, investiguen sobre distintos tipos de cáncer y confeccionen una cartilla de información para compartirla con el curso o ponerla en el diario mural de la sala. Recuerden considerar las medidas de prevención posibles de adoptar para evitar estas enfermedades.

## 8 Biotecnología: manipulación del material genético

¿Qué es la biotecnología?, ¿Cómo influye en nuestras vidas? A través de los medios de comunicación escuchamos continuamente este concepto y, en términos simples, podríamos decir que la **biotecnología** es la relación entre biología y tecnología. Hemos estado vinculados a ella desde hace mucho tiempo ya que, por ejemplo, un simple yogur es producido con técnicas biotecnológicas, ya que se manipulan bacterias para producir una sustancia comestible.

Hoy en día la biotecnología ha cambiado y usualmente tiene como objetivo el diseño de procedimientos para la **modificación genética** de los organismos. La biotecnología permite a los científicos aprender más acerca de los procesos celulares, entre ellos la herencia y la expresión de los genes. La biotecnología también ofrece una mejor comprensión y tratamiento de las enfermedades, en particular de los trastornos genéticos y, además, ofrece ventajas económicas y sociales, como la producción eficiente de alimentos, medicamentos, vestimenta, etcétera.

Entre los procedimientos utilizados por esta disciplina para manipular la información genética se encuentra la **tecnología del ADN recombinante**. Este procedimiento se basa en la incorporación de genes de una especie en parte del **genoma** (conjunto de genes) de otra especie. De esta manera, una característica presente en una especie puede ser “incorporada” en organismos de otra especie. A los organismos que han sido modificados a través de esta práctica, se les denomina “**organismos transgénicos**”.



Una de las técnicas biotecnológicas más antiguas: obtención de yogur.



La biotecnología ha permitido obtener alimentos con mejores características productivas.

### Biología@net

Conéctate a la página [www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4032. Luego, desarrolla la actividad de reproducción por biopropagación que se propone. Expón tus resultados al curso.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.

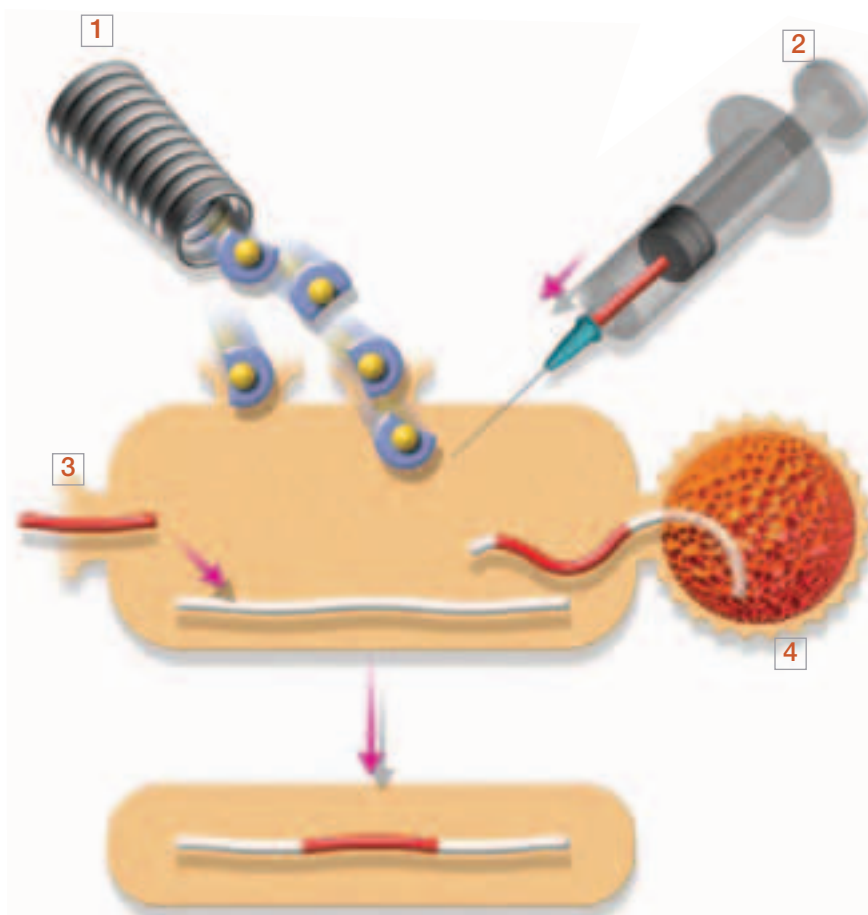


## 8.1 Origen de los organismos transgénicos

¿Cómo se recombina el material genético desde diferentes organismos? Se sabe que esto ocurre naturalmente mediante la reproducción sexual, la infección viral y la transformación bacteriana y este es un principio que los científicos han considerado para desarrollar técnicas de modificación del ADN.

El proceso se realiza con el aislamiento del gen que se desea incorporar a un organismo. Para esto se usan **enzimas de restricción**, de origen bacteriano, capaces de reconocer secuencias cortas de ADN y cortarlo en lugares específicos.

Una vez que el gen ha sido aislado de las células, es necesario **multiplicar su número de copias**. Para esto, **el gen aislado es incorporado al citoplasma de bacterias**, lo que se logra adicionando el ADN a medios de cultivo bacteriano. Cada vez que una bacteria se divide, replica también el gen incorporado, de manera que a partir de unas pocas copias del gen, se obtienen cientos de miles de nuevas copias. Las copias obtenidas del gen son extraídas desde las bacterias, para ser introducidas en las células del organismo que se desea manipular genéticamente. Actualmente, y como se muestra en el esquema, existen diversas técnicas para introducir las copias del gen en las células receptoras.



**1 Proyectoiles.** Se “disparan” pequeñas esferas de material sólido, que ingresan a la célula y que llevan consigo copias del gen foráneo.

**2 Inyección.** El ADN se inyecta en las células a través de agujas muy finas.

**3 Difusión.** El gen puede atravesar la membrana plasmática y llegar hasta el núcleo.

**4 Virus.** Los virus se caracterizan por “inyectar” su ADN en las células.

Representación de cuatro maneras de incorporar un gen en una célula.

## 8.2 Aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante

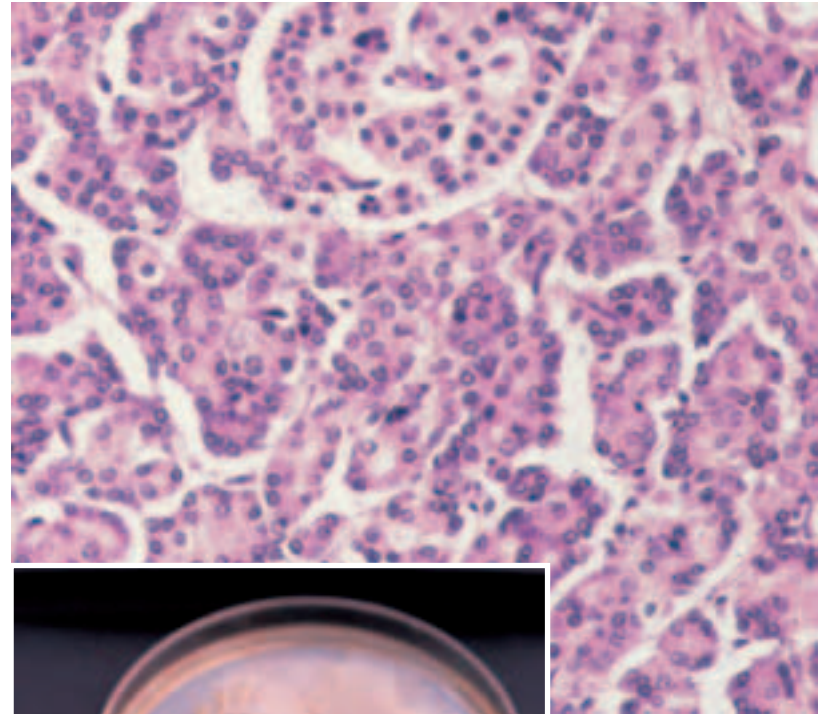
¿Qué ocurre con el ADN manipulado en la célula y el organismo? Esto depende del momento en que se produzca la intervención. Si la incorporación del gen se realiza en **unas pocas células de un organismo ya adulto**, entonces el gen foráneo se encontrará **en todas las células hijas de aquellas que llevan consigo dicho gen**. En cambio, si esta célula corresponde a **un huevo fecundado**, entonces el **gen incorporado se encontrará en todas las células del organismo adulto**. Pero ¿qué sucede con estos genes foráneos en las células receptoras y en sus células hijas?

La tecnología del ADN recombinante presenta una gran gama de posibilidades de **mejoramiento de plantas y animales para beneficio del ser humano**. Por ejemplo, pueden incorporarse genes que codifiquen una proteína, en bacterias o en animales, de manera que los organismos transgénicos pueden transformarse en verdaderas “fábricas” de proteínas de nuestro interés, como, por ejemplos en la producción de insulina para los diabéticos.

Por lo tanto, la biotecnología tiene **aplicaciones médicas**, ya que con la tecnología de ADN recombinante, se pueden tratar enfermedades. En estos casos, se introducen genes normales en células de tejido alterado, con el fin de atenuar el efecto de los genes anómalos. A este tipo de terapia, que se basa en la manipulación de la información genética, se le denomina **terapia génica**.

¿Cómo se introducen genes normales en tejidos alterados humanos? El paciente entrega células propias que son mantenidas en cultivos celulares. En estos cultivos se les incorporan los genes sanos y luego estas células modificadas se reincorporan al tejido original. Esta técnica parece bastante simple, pero en la práctica ha sido muy difícil, ya que uno de los principales problemas ha sido la contaminación de los cultivos celulares. En el caso de las

personas diabéticas, quizá no sea necesario producir insulina sino que se podría inyectar ADN sano a las células del páncreas para que estas produzcan la insulina faltante y así eliminar definitivamente el daño que produce su ausencia, mejorando la calidad de vida de los pacientes.



Las células pancreáticas se modifican con la técnica del ADN recombinante.

### 8.3 Beneficios de los productos transgénicos: controversia abierta

Los productos transgénicos ¿son tan beneficiosos como los productos naturales? Si bien la biotecnología permite el mejoramiento de ciertas características de plantas y animales, se debe tener en consideración que **los productos transgénicos son artificiales**, por lo tanto, aún queda por establecer si constituyen algún tipo de riesgo para nuestra salud.

Uno de los problemas que se ha detectado en los animales y plantas transgénicos es el efecto de los genes insertados sobre el metabolismo de las células. Una nueva proteína, por ejemplo, podría eventualmente producir una alteración en las vías metabólicas de la célula, generándose un conjunto de nuevos compuestos químicos que no se encuentran de manera natural en estos organismos.

En este sentido, los alimentos transgénicos seguirán abriendo discusiones pues, si bien presentan aspectos muy positivos, como la alta producción y la calidad a menor costo, hoy se sabe que entre sus efectos existen proteínas que pueden ser dañinas, como es el caso de los **priones**, proteínas capaces de desnaturalizar otras proteínas. Los priones son partículas patógenas y transmisibles que producen enfermedades que afectan el sistema nervioso central, denominadas encefalopatías espongiformes transmisibles.

Otro aspecto relacionado, es el impacto que se puede producir sobre el ecosistema, donde grandes extensiones de terreno han sido utilizadas para el cultivo de plantas transgénicas, por lo que algunos ecologistas han planteado la necesidad de estudiar el impacto que podrían tener sobre el ambiente los cultivos de estas plantas.

TABLA 1.1 GENES UTILIZADOS EN PLANTAS TRANSGÉNICAS Y LOS CARACTERES QUE LES CONFIEREN

Tipo de gen utilizado en transgénesis	Carácter que confiere a la planta
Toxina de <i>Bacillus thuringensis</i> .	Resistencia a insectos.
Proteína de la cubierta viral.	Resistencia a virus.
Quitinasas, glucanasas de plantas y otros organismos.	Resistencia a hongos.
Lisozima humana y de cerdo. Otros péptidos bactericidas.	Resistencia a bacterias.
Genes cuyos productos afectan la biosíntesis de aminoácidos, o la fotosíntesis.	Resistencia a herbicidas.
Genes cuyos productos afectan la biosíntesis del etileno, o la formación de la pared celular.	Retraso en la maduración de frutos.

## 9 Proyecto Genoma Humano

¿En qué consiste este proyecto? El genoma humano corresponde a todos los nucleótidos que tiene un ser humano y este proyecto pretende determinar la secuencia completa de nucleótidos que componen los 23 pares de cromosomas.

El Proyecto Genoma Humano (PGH) comenzó en 1989, y ha involucrado a unos veinte centros de investigación en todo el mundo. El proyecto concluyó en más del 95% en febrero del año 2001, arrojando interesantes resultados, y también dejando abierto un gran número de interrogantes y potenciales aplicaciones médicas.

El éxito del proyecto se debe, en parte, al avance tecnológico desarrollado por científicos de diversas áreas. Uno de estos avances corresponde a la construcción de máquinas diseñadas para la **secuenciación automatizada del ADN**. A través de esta tecnología, un lector especial es capaz de registrar cientos de nucleótidos en pocos minutos.

¿Qué importancia tiene conocer la secuencia de ADN de todos los cromosomas humanos? Conociendo estas secuencias, los científicos podrían identificar muchas proteínas hasta ahora desconocidas y, por otra parte, este logro podría permitir en poco tiempo detectar genes vinculados a enfermedades, lo que permitiría su oportuno diagnóstico y tratamiento.

Después de obtenida la secuencia de nucleótidos del genoma humano se abrió otro capítulo en la investigación biológica: la **proteómica**, una nueva disciplina que busca describir las proteínas que actúan en nuestro cuerpo en base a los resultados del PGH. ¿Qué efectos tendrá, a tu juicio, la aplicación de este nuevo conocimiento en el mejoramiento de la calidad de vida de la población mundial? Dado el gran valor que tiene este conocimiento, ¿qué importancia tiene la regulación del uso de esta información?



Fotobanco

La determinación del lugar que ocupan los nucleótidos en los genes es fundamental para entender el comportamiento de ciertas proteínas.



### REFLEXIONA

El PGH tuvo como propósito determinar la secuencia completa del genotipo de nuestra especie. El descubrimiento de los genes responsables de enfermedades en el ser humano hará factible la creación de curas efectivas, que podrán ser aplicadas incluso antes que el individuo nazca, mediante diagnósticos más ciertos que los actuales. No obstante, es importante reconocer las desventajas que generaría el conocimiento acabado del código de la vida y su utilización como herramienta discriminatoria al conocerse de antemano las potencialidades de una persona o la susceptibilidad a ciertas patologías. Comenta con tus compañeros y compañeras.



## 10 Proteínas con función catalítica: las enzimas

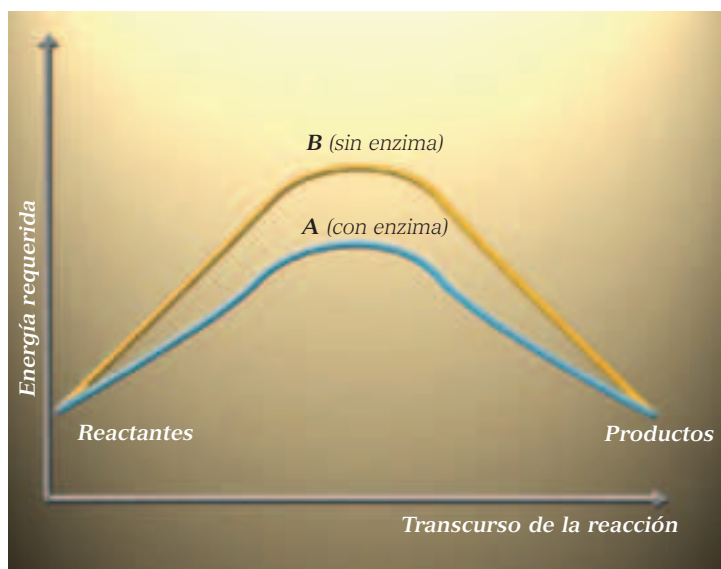
### Actividad 15

### ANALIZAR

Analiza el siguiente gráfico y luego responde las preguntas que se plantean a partir de él.

- ¿Qué sucede con la energía que se requiere para que ocurra la reacción en presencia de la enzima (A), en relación a la requerida en ausencia de esta (B)?
- ¿Qué puedes deducir de lo anterior?

GRÁFICO 1.1  
DIFERENCIAS EN LA ENERGÍA REQUERIDA EN REACCIONES CON Y SIN ACTIVIDAD ENZIMÁTICA



¿Todas las proteínas tienen una función catalítica?, ¿de qué depende la función de una proteína?, ¿qué importancia tiene el genoma en esta determinación? Como hemos visto, **las proteínas pueden tener funciones estructurales, funcionales y enzimáticas**. Estas funciones dependen fundamentalmente de la estructura tridimensional que adopten, es decir, de la forma que adopte la proteína en el espacio: puede ser globular, como una madeja desordenada, fibrilar o alargada, forma de barril, forma helicoidal, o una mezcla de estas formas. Como estudiaste al inicio de la unidad, la estructura de las proteínas se asocia con su función.

Existen muchas proteínas que participan en el metabolismo celular, permitiendo la obtención de energía por parte de la célula o la producción de otros compuestos químicos fundamentales para el funcionamiento celular en particular, y del organismo en general. Estas proteínas son las **enzimas**.

Las enzimas son las moléculas encargadas de acelerar las reacciones químicas que ocurren en las células. Sin la acción de las enzimas las reacciones químicas serían extremadamente lentas, y se alteraría todo el sistema. La actividad enzimática de acelerar las reacciones químicas se denomina **actividad catalítica**.

En los enlaces químicos existe gran cantidad de energía química, que une fuertemente a los átomos. Para que ocurran la mayoría de las reacciones químicas en las células se requiere cierta cantidad de energía, a la que se le denomina energía de activación. Entonces, el rol de las enzimas consiste en **disminuir la energía de activación** necesaria para que se lleven a cabo las reacciones químicas.



BIOLAB

Dirígete a la **página 52** y desarrolla la actividad que se propone.

## 10.1 Mecanismo de acción enzimática

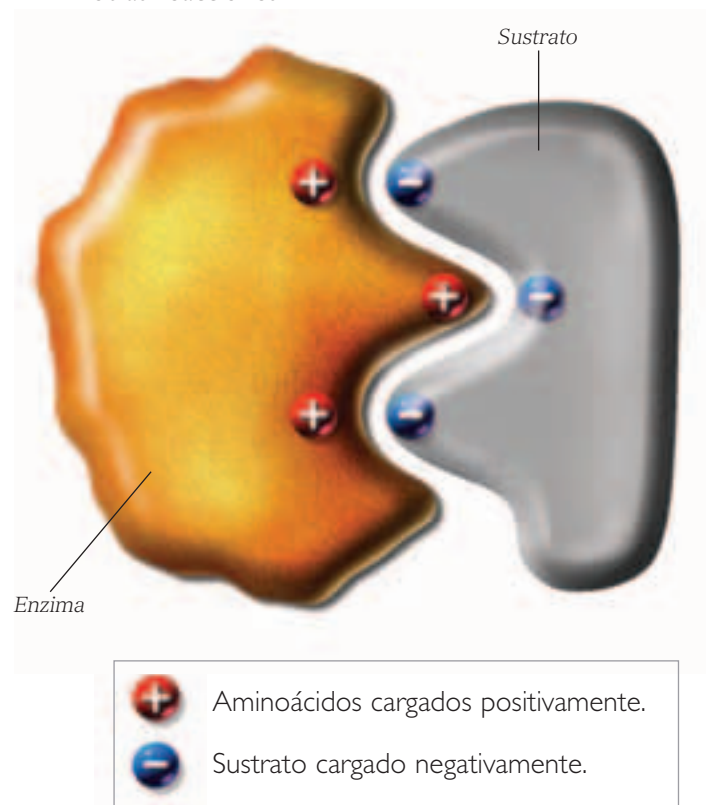
¿Cómo disminuyen las enzimas la energía de activación de las reacciones químicas? Para responder a esta pregunta es necesario conocer las características estructurales de las enzimas y analizar su forma de acción.

Como vimos anteriormente, las enzimas son un tipo especial de proteínas que se caracterizan por su actividad catalítica. Por lo tanto, las enzimas deben tener la capacidad de interactuar con las moléculas que van a ser transformadas en las reacciones químicas, es decir, con los **sustratos**. A las moléculas resultantes de la interacción enzima-sustrato, se les denomina **productos**.

En cada enzima es posible reconocer uno o más sitios estructuralmente aptos para el contacto con el sustrato. A estos sitios de la enzima se les denomina **sitios activos** y la unión con el sustrato está determinada por el tipo de **grupos radicales** que presentan en esta región de la enzima. Algunos radicales cargados positivamente, por ejemplo, se unen a los sitios eléctricamente negativos de la molécula del sustrato.

Por otro lado, el sitio activo presenta una estructura tridimensional particular, que favorece este tipo de interacción. Por lo tanto, cada enzima es capaz de reconocer un tipo de sustrato, con el que presenta afinidad a nivel del sitio activo, y cataliza, entonces, un tipo específico de reacción química. A esta propiedad de las enzimas se le denomina **especificidad enzimática**.

La unión de la enzima con el sustrato da como resultado una estructura llamada complejo **enzima-sustrato**. Esta unión dura un tiempo definido, unos pocos milisegundos, tiempo durante el cual ocurren importantes **cambios en la estructura tridimensional de la enzima, que facilitan la transformación del sustrato en producto**. Una vez que se origina el producto, la enzima puede seguir catalizando otras reacciones.



Esquema representativo de la unión de la enzima con el sustrato.

### Actividad 16

### INVESTIGAR Y COMUNICAR

1. Reunidos en grupos de 3 ó 4 integrantes, busquen información sobre el modelo de llave-cerradura que representa la interacción de una enzima con un sustrato. Pueden consultar su texto de Biología de Primer Año Medio, enciclopedias multimediales e Internet.
2. Reproduzcan el modelo empleando diferentes materiales, como plastilina, papel lustre, etcétera.
3. Una vez que hayan confeccionado su modelo, adjúntenle una breve explicación y expónganlo al curso, junto con los de los otros grupos de trabajo.
4. Averigüen acerca de otros modelos de unión de las enzimas con los sustratos.

## 10.2 Actividad catalítica y cambio en la forma de la enzima

¿Cómo actúa la enzima en su actividad catalítica? El cambio de la estructura tridimensional de la enzima, durante el tiempo que dura la interacción enzima-sustrato, puede tener diversos efectos. Por ejemplo, la unión con el sustrato puede producir cambios en la carga eléctrica de alguna región de la enzima, cambiando su forma tridimensional de manera temporal. Este cambio de forma de la enzima **produce a su vez cambios en la estructura del sustrato**, alejando o acercando átomos dentro de la molécula, o bien cambiando la carga eléctrica en diferentes regiones del sustrato. Estos pequeños cambios en la estructura del sustrato, permiten disminuir la energía de activación de la reacción química.

En el caso de las **reacciones anabólicas**, la enzima puede facilitar el encuentro de dos monómeros y favorecer la formación de enlaces entre ellos (dímero).

En el caso de las **reacciones catabólicas**, los cambios en la forma de la enzima y del sustrato facilitarán el rompimiento de enlaces dentro de la molécula de sustrato.

¿Podría un cambio en los genes alterar la capacidad catalítica de una enzima?, ¿por qué? Puesto que todas las enzimas están codificadas por secuencias de ADN, el cambio en estas secuencias puede originar estructuras tridimensionales diferentes en las enzimas y, con ello, cambios en la función enzimática, que pueden ser perjudiciales para la supervivencia del organismo. A las enfermedades provocadas por defectos en las enzimas, debido a cambios en los respectivos genes, se les denomina **enfermedades metabólicas**.

### Biodatos

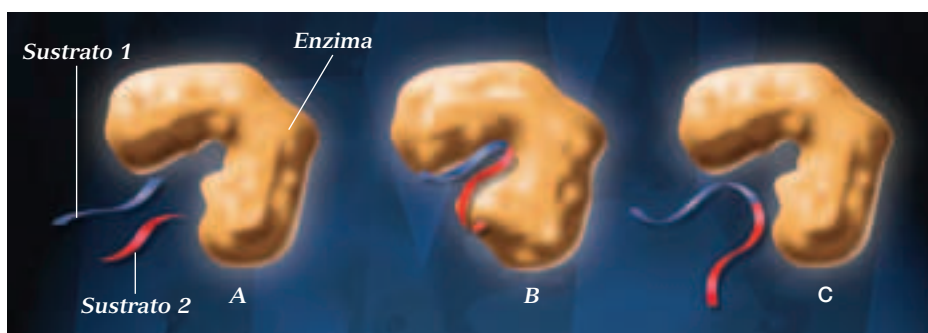
Las **reacciones anabólicas** son aquellas que utilizan energía “almacenada” en la célula para sintetizar moléculas complejas a partir de moléculas más simples. Las **reacciones catabólicas** tienen como resultado la formación de moléculas simples a partir de moléculas más complejas, liberándose energía en este proceso.

### Actividad 17

### ANALIZAR

Observa el esquema que representa la actividad catalítica de una enzima. Luego, responde las preguntas que se plantean a continuación.

- ¿Qué ocurre con la forma de la enzima en la situación B?
- ¿Qué efectos tiene el cambio de la forma de la enzima en la formación del producto?
- ¿Qué ocurre con la forma de la enzima una vez que ha ocurrido la reacción?



■ Representación de la actividad catalítica de una enzima.

- Enzima y sustratos 1 y 2.
- Enzima unida a los sustratos 1 y 2.
- Unión de los sustratos 1 y 2 por acción de la enzima.

# Aprueban la clonación de "híbridos"

En septiembre de 2007, la Autoridad de Fertilización Humana y Embriología (HFEA) del Reino Unido dio luz verde a experimentos de clonación de "híbridos" que, en principio, deberán autorizarse individualmente.

Los investigadores británicos intentan crear **embriones híbridos** fusionando células humanas con óvulos de otras especies. El objetivo es llegar a extraer células madre embrionarias de estos híbridos. Las células madre son los "cimientos" del organismo y tienen el potencial de convertirse en cualquier tejido, lo que las hace esenciales para la investigación médica.

La clonación terapéutica está siempre sujeta a la disponibilidad de óvulos humanos, que es bastante limitada, por lo que sería importante partir desde una fuente de células a la que se tenga fácil acceso, por ejemplo los de otras especies animales, como la vaca. La idea de combinar material genético humano con el de una vaca, para crear un embrión, parece en un inicio aborrecible, pero los investigadores explican que en el estudio se usará muy poca información genética del animal.

El experimento consistirá en transferir el núcleo de las células humanas, por ejemplo de la piel, a óvulos animales, a los cuales se les retirará casi toda su información genética. Entonces, los embriones resultantes serán 99,9% humanos y 0,1% animales. Luego, el embrión se desarrollará en el laboratorio durante algunos días y allí será cultivado para la

obtención de células madre. No se pretendería crear un organismo, mezcla de híbrido bovino y humano, sino usar esas células como una mejor forma de crear células madre humanas.

El objetivo final, afirman los investigadores, es el uso de células madre para estudiar los diferentes procesos de las enfermedades pero, antes de una eventual transferencia a la clínica, serán necesarios muchos estudios.

Habrá que ver si se consigue reprogramar las células, es decir, convertir ese óvulo clonado en una célula madre pluripotente, capaz de generar todos los tipos celulares y así, eventualmente, crear la tecnología para desarrollar terapias "a la carta", para personas que padecen determinadas enfermedades.

Los críticos afirman que este experimento está interfiriendo con la naturaleza y que no es ético, pero los científicos subrayan que los temores son infundados, pues únicamente se generarán células y no será creado ningún animal ni humano.

Fuente: Sociedad Genética de Chile.  
<http://www.sochigen.cl/noticias-18-01-2008.htm> (Adaptación).



### Analizar el problema

Considerando la información entregada en esta noticia y otra que puedas obtener por otros medios, responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- a) ¿Qué significa clonación de híbridos?
- b) ¿Qué otras alternativas de clonación existen hoy en día?
- c) ¿Cuáles son las normativas vigentes en Chile para estos casos?
- d) ¿Cuáles son los principios que permiten aceptar o rechazar esta técnica?

### Evalúa tu actitud

- a) ¿De qué manera influyen los factores sociales y políticos a nivel mundial en el desarrollo y manejo de clones humanos?
- b) ¿De qué manera influyen estos mismos factores en la existencia en nuestro país de una opinión pública informada sobre el tema de los clones híbridos?

### Adopta un compromiso

- Organiza una mesa redonda donde se discuta sobre la viabilidad de la clonación híbrida en Chile y su impacto desde el punto de vista ético.



La clonación de "híbridos" humano-vacunos podría eventualmente aportar beneficios para la ciencia médica, sin embargo, plantea un serio problema ético.

# Bioética, disciplina en desarrollo

En 1970, el oncólogo Van Rensselaer Potter, en el artículo “The Science of Survival”, acuñó el término bioética. Según Potter, se estaba produciendo una separación cada vez más peligrosa entre el avance científico, especialmente la biomédica y la tecnología, y la reflexión propiamente humana. Potter plantea que la cultura de la ciencia y la de las humanidades se encontraban tan separadas que se debía construir un puente entre ambas.

La intención original del científico era un proyecto global que combinara el conocimiento biológico con el conocimiento de los sistemas de valores humanos. Su proyecto era el encuentro, o reencuentro, entre los hechos y los valores, lo que originaría un paradigma disciplinario semejante al programa holístico de algunas versiones de la medicina psicosomática, otro movimiento integrador que se propuso un fin semejante.

Las causas que dieron origen a la bioética son variadas, entre otras:

a. El desarrollo de las nuevas tecnologías, que se han originado por el mayor conocimiento de las estructuras más elementales de la vida, como su inicio y su fin. Aquí nacen cuestionamientos éticos acerca de lo lícito o ilícito de la manipulación de la vida, tanto en su comienzo como en su término.

b. Los dilemas éticos que se presentan en el ámbito de la medicina y de la biotecnología. Por ejemplo, el conectar o no a un paciente a un respirador artificial y las posibilidades que se abren con el conocimiento del genoma humano y con la posibilidad de clonar seres humanos.

c. La posibilidad de trascender el ámbito científico, hacia el ámbito de las leyes, la política, la academia y los medios de comunicación social.

La bioética es un área que interesa y cuestiona. Es un aspecto tan relevante del pensamiento humano que todos los países desarrollados y en vías de desarrollo tienen comisiones y asociaciones de bioética.

Fuentes:

<http://www.uchile.cl/bioetica/doc/biohis.htm>;  
Pbo. Fernando Chomalí. Dilemas éticos para el siglo XXI. (Adaptación).



*La bioética es un área de pensamiento que nos puede ayudar a mantener nuestro lugar en el universo, formando parte de un mundo natural, sin pretender controlarlo.*

A PARTIR DE LA LECTURA ANTERIOR Y DE LO QUE APRENDISTE EN ESTA UNIDAD, RESPONDE:

- a. ¿Qué dilemas bioéticos se presentan en la sociedad chilena?
- b. Si estuvieras enfrentado a un dilema bioético como decidir la prolongación, con tratamiento médico, de la vida de una persona con una enfermedad grave, que no tiene cura, ¿qué antecedentes deberías considerar? Fundamenta y comparte tus criterios con tus compañeros y compañeras.
- c. Con ayuda del profesor o profesora del subsector de Lenguaje y Comunicación, organicen en el curso un debate sobre un tema bioético, separándose en grupos que defiendan dos posturas opuestas. Fundamenten sus opiniones.

## Extracción de ADN de células vegetales

Organícense en grupos de 4 estudiantes y realicen la siguiente actividad.

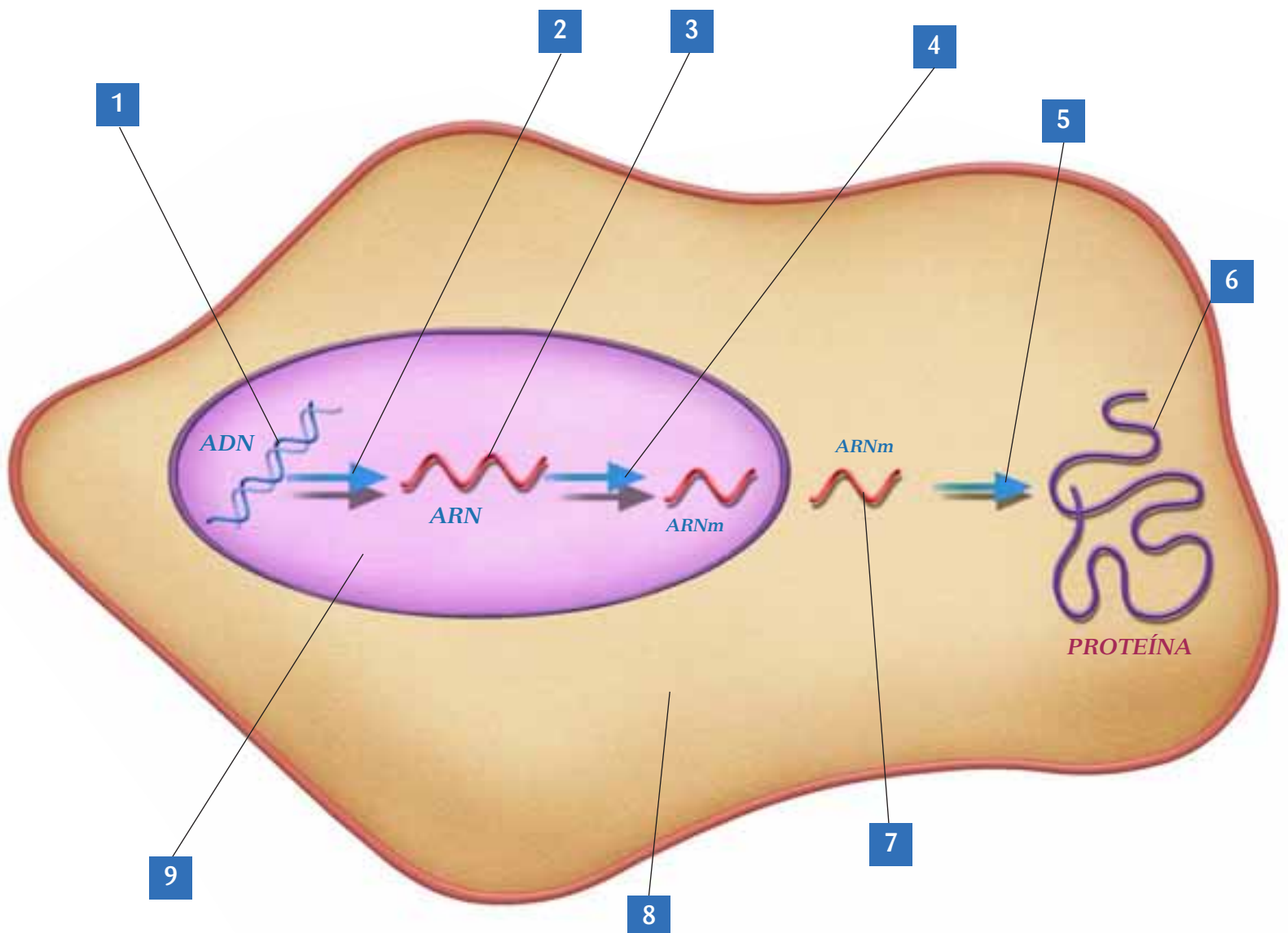


### Procedimiento

1. Lean el procedimiento que aparece en la **página 53** del libro y hagan un listado de los materiales mencionados, que se necesitan para realizar el experimento. Elijan el vegetal con el que trabajarán.
2. Antes de comenzar, recuerden leer atentamente las medidas de seguridad en el laboratorio (páginas 200-203 del libro).

### Análisis de resultados

- a. ¿Qué papel juegan el detergente y la juguera en la primera etapa de la extracción?
- b. ¿Qué habría pasado si antes de agregar la solución de ADN al alcohol, la hubieran agitado fuertemente?, ¿por qué?
- c. ¿De qué estará compuesto el precipitado blanco obtenido, en el que se encuentra el ADN?, ¿contendrá otras porciones celulares? Expliquen.
- d. ¿Difiere el contenido de ADN obtenido por cada grupo?, ¿a qué creen que se deben estas diferencias?
- e. En sus cuadernos, escriban las principales conclusiones de este trabajo.



**1 ADN:** Los trabajos de transformación bacteriana realizados por Griffith y posteriormente por Avery, permitieron identificar el **ADN como la molécula de la herencia**. La estructura tridimensional del ADN fue develada en 1953 por **James Watson** y **Francis Crick**. Esta consiste en una **doble hélice de bases nitrogenadas** (A, T, C y G), unidas por puentes de hidrógeno hacia el interior, y por desoxirribosa y enlaces fosfato hacia el exterior.

**2 Transcripción:** En la etapa de transcripción, las moléculas de ARN son **sintetizadas en el núcleo** a partir de una de las hebras del **ADN**, en presencia de enzimas nucleares y citoplásmicas. La enzima **helicasa** separa las hebras de ADN, y un **factor de transcripción** se une a una de las hebras de ADN, cerca de la secuencia de inicio de la transcripción. Luego, la enzima **ADN polimerasa** comienza la **síntesis de ARNm**, hasta llegar a una secuencia de término.



**3 ARN en el núcleo:** El traspaso de la información desde los genes a las proteínas ocurre gracias a la presencia de **moléculas de ARN** (ácido ribonucleico). El ADN contiene la información que determina, primero, el **tipo de ARN** que abandonará el núcleo (mensajero o ARNm, de transferencia o ARNt, y ribosomal o ARNr), y, luego, el **tipo de proteínas** que serán sintetizadas en el citoplasma.

**4 Maduración del ARN:** Antes de abandonar el núcleo, el ARNm es “editado”. En este proceso se eliminan los **intrones**, o segmentos que no participan en la síntesis de proteínas, y el ARNm “maduro” queda formado solo por secuencias que participan en la síntesis de proteínas (“**exones**”).

**5 Traducción:** La traducción ocurre cuando la molécula de ARNm se desplaza a través del ribosoma, donde ocurre la lectura de la información obtenida previamente durante la transcripción. Cada vez que un **codón** es leído, se **añade un nuevo aminoácido a la proteína** que se está sintetizando.

**6 Proteínas:** La síntesis de proteínas se produce en los **ribosomas**, formados por **ARNr** y **proteínas ribosomales**. Esta síntesis ocurre por formación de enlaces peptídicos entre los aminoácidos.

**7 ARNm:** En el reconocimiento del aminoácido preciso para cada codón participa el **ARNt**. Este se une al codón presente en el ARNm gracias a una secuencia complementaria, denominada **anticodón**. El ARNt presenta, además, una región de unión y reconocimiento específico para cada aminoácido, catalizada por el complejo de enzimas **aminoacil ARNt sintetasa**.

**8 Citoplasma:** Las **enzimas** son proteínas con **función catalítica**, que permiten disminuir la **energía de activación** necesaria para que se lleven a cabo las reacciones químicas al interior de la célula.

**9 Núcleo:** Las **mutaciones** en el material hereditario se deben a la acción de los **agentes mutágenos** y pueden tener como resultado la **eliminación de grandes segmentos de ADN**, el **cambio de posición**, la **eliminación o inserción de un gen o parte de un gen**. También ocurren **mutaciones puntuales**, que corresponden a un cambio en unos pocos pares de nucleótidos. La **tecnología del ADN recombinante** se basa en la incorporación de genes de una especie en parte del genoma de otra especie. En la actualidad, se utiliza para obtener productos génicos de interés agroindustrial o farmacológico.

Como resultado del **Proyecto Genoma Humano** se ha obtenido la secuencia completa del genoma de nuestra especie. Ello permite optimizar las estrategias para diagnosticar y tratar enfermedades hereditarias.

### Conectando conceptos

- Te invitamos a que confecciones un mapa conceptual, tomando en cuenta aquellos conceptos más relevantes que aparecen en el esquema que te presentamos. Considera a lo menos 15 conceptos.

En tu cuaderno responde las siguientes preguntas tipo PSU. Lee atentamente el enunciado y las alternativas, recuerda que solo una de ellas es la correcta. Al finalizar, revisa tus respuestas en el Solucionario de la página 54 del libro.

1. Las siguientes dos secuencias de aminoácidos forman parte de la proteína *K2PT* en dos individuos diferentes.

**Individuo 1:** Valina – serina – arginina – serina – lisina – isoleucina – arginina – treonina

**Individuo 2:** Valina – lisina – arginina – serina – lisina – isoleucina – arginina – treonina

Al respecto, es correcto señalar que:

- I. uno de los individuos tiene una patología debido a que la proteína es defectuosa.
- II. hay una mutación en el gen de esta proteína.
- III. estas dos secuencias están codificadas por el mismo gen pero por distintos alelos.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. Solo III
- D. I y II
- E. II y III

2. Un investigador ha marcado uracilo con un compuesto radiactivo que permite localizar dicho monómero en el interior celular. En un cultivo normal de células ha detectado uracilo en el núcleo y en el citoplasma. Sin embargo, luego de añadir una toxina X, detectó que el uracilo solo se localiza en el núcleo. ¿Cuál es el efecto más probable de esa toxina sobre el funcionamiento celular?

- A. Bloqueo de la replicación.
- B. Bloqueo de la maduración del ARNm.
- C. Bloqueo de la traducción.
- D. Bloqueo de los poros nucleares.
- E. Bloqueo de los ribosomas.

3. Las siguientes secuencias corresponden a las secuencias nucleotídicas y aminoácidas de un gen, y el correspondiente ARNm.

- 1 AUGAAGUGCACUUCUGUAAAG
- 2 Met – Lys – Cys – Thr – Ser – Val – Lys
- 3 TACTTCACGTGAAGACATTTC

Al respecto, es correcto señalar que:

- I. la secuencia 1 corresponde a ARN, la 2 al polipéptido y la 3, al ADN.
- II. la secuencia 1 se sintetiza a partir de la secuencia 3 durante la transcripción.
- III. la secuencia 2 se sintetiza a partir de la secuencia 3 durante la traducción.
- IV. el aminoácido Lys está codificado por el codón AAG.

- A. I y II
- B. II y III
- C. I, II y IV
- D. II, III y IV
- E. I, II, III y IV

4. El gen *Fuse1* presenta 3.500 nucleótidos en su secuencia. La proteína expresada a partir de este gen contiene 600 aminoácidos. Por lo tanto:

- I. el ARNm inmaduro contiene alrededor de 3.500 nucleótidos.
- II. hay 600 codones en el ARNm.
- III. el ARNm maduro contiene 600 nucleótidos.

- A. Solo I                      C. Solo III                      E. I, II y III  
B. Solo II                      D. I y II

5. ¿Qué efecto se esperaría encontrar si se bloqueara la actividad de las enzimas aminoacil ARNt sintetasas?

- A. Inhibición de la transcripción.
- B. Aumento de la actividad de los ribosomas.
- C. Inhibición de la traducción.
- D. Detención de la replicación.
- E. Bloqueo de la unión codón-anticodón.

6. Si la secuencia de un codón en el ARNm es AUC, entonces la secuencia en el ADN y en el anticodón serán, respectivamente:

- A. ATC, AUC
- B. AUC, ATC
- C. UAG, TAG
- D. TAG, UAG
- E. ATC, TAG

7. ¿Por qué una mutación en el ADN puede tener como consecuencia una enzima defectuosa?

- I. Porque las mutaciones pueden afectar la secuencia de los nucleótidos de un gen.
- II. Porque las enzimas son proteínas y, por lo tanto, sus aminoácidos están codificados por genes.
- III. Porque la actividad de las enzimas depende de los sustratos.

- A. Solo I                      C. Solo III                      E. I, II y III  
B. Solo II                      D. I y II

**8.** El ARNm se forma a partir de los genes ubicados en:

- I. el núcleo.
- II. los ribosomas.
- III. el nucléolo.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. I y II
- D. II y III
- E. I, II y III

**9.** Al observar los mecanismos de transcripción y traducción del material genético, un error de la ADN polimerasa, a diferencia de un error en la ARN polimerasa:

- I. sería más perjudicial, ya que su efecto es permanente.
- II. solo se verían perjudicados los ARN formados.
- III. si ocurre a nivel de los gametos, el daño podría transmitirse a los hijos.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. I y II
- D. I y III
- E. I, II y III

**10.** Para la formación de una proteína, debe ocurrir secuencialmente:

- I. traducción del ARNm.
- II. transcripción del material genético.
- III. corte de intrones y empalme de exones.
- IV. acción de la girasa y helicasa.

- A. I – III – II – IV
- B. II - I - IV - III
- C. IV – III – I - II
- D. IV - II - III - I
- E. IV – III – I - II

**11.** Al observar una molécula de ARNm después de la maduración, se puede encontrar que:

- I. En un extremo está el codón AUG.
- II. Solo hay un codón de término.
- III. No hay intrones.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. I y II
- D. II y III
- E. I, II y III



**12.** Explica en tu cuaderno en qué consiste el dogma central de la Biología Molecular.

**13.** Confecciona en tu cuaderno un esquema del experimento de Griffith (transformación bacteriana).

- a) Identifica cada una de las pruebas realizadas por Griffith y justifícalas.
- b) ¿Cuál es la hipótesis que buscaba demostrar Griffith?
- c) ¿A qué llamaba Griffith “moléculas de la herencia”?

**14.** Establece dos características que se busca mejorar en las frutas transgénicas, como frutillas, kiwis y duraznos, con el uso de técnicas de la biotecnología.

### Evaluándonos en grupo

Al finalizar las actividades de aprendizaje de esta unidad, te invitamos a evaluar tu trabajo y el de tus compañeros y compañeras de grupo. Escribe en tu cuaderno la siguiente tabla y califícate, junto a tu grupo, con notas de 1 a 7. Luego, calcula los promedios y compara con las notas que pusieron los demás. ¡Suerte!

Aspecto a evaluar	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Yo
1. Lee los contenidos de las páginas.				
2. Desarrolla las actividades.				
3. Pregunta las dudas cuando no entiende algo.				
4. Intenta comprender todos los contenidos tratados.				
5. Responde completamente en el cuaderno la evaluación de la unidad.				
6. Participa activamente en todos los desafíos de la unidad.				
7. Estudia y prepara los contenidos clase a clase.				
8. Los resultados obtenidos son acordes con el esfuerzo aplicado.				
Promedio				

Para usar en página 26

# Secuencia de bases de la hormona del crecimiento

## Actividades

- Saquen una copia de la secuencia nucleotídica que aparece en la página siguiente. Ubiquen la secuencia de inicio y márkennla con color rojo. Luego, ubiquen las posibles secuencias de término y márkennlas con color amarillo. Con lápiz azul, separen los tripletes de ADN haciendo una marca cada tres nucleótidos a partir del sitio de inicio. Posteriormente, en sus cuadernos respondan las preguntas que se plantean a continuación.
  - a. ¿Cuántas secuencias de término identificaron?
  - b. ¿Cuántos nucleótidos tiene el ARNm obtenido de la transcripción del segmento de ADN? Consideren el primer sitio de término marcado.
  - c. ¿Cuántos aminoácidos están codificados por este gen?
  - d. Escriban la secuencia de los primeros 10 aminoácidos, utilizando el código genético que aparece en la página 26.
  - e. Escriban la secuencia de ARNm que codificaría para estos 10 aminoácidos.
  - f. Ubiquen 6 codones que codifiquen para el aminoácido serina (Ser). ¿Son todos iguales? Expliquen.

GCCTTAAGATTTCATCCTCCGTAAT  
TATGTATACAAGGGCTGGTAGGGC  
GACAGGGCAGACAAGCTGTTGCGA  
TACGACGCACGAGTGGCAGACGTG  
GTCGACCGAAAGCTGTGGATGGTC  
CTCAAGCTTCTTCGTATGTAGGGC  
TTTCTTGTCTTTATGAGGAAGGAC  
GTCTTGGGGCGTCTGGAGGGACACG  
AAGAGGGCTTAGCTAGGGGCTGGGGC  
AGGTTGGCACTTCTTTGGGTCGTC  
TTTAGGTTGGACCTCGAGGACGCA  
TAGAGGGACGACGACTAGGTCAGG  
ACCGAGCTCGGCCAAGTCAAGGAC  
GCAAGGCCAAAAGCGATTGAGGGAC  
CAAATGCCACGATCGCTGAGGTTG  
CAAATGCTGGACGACTTTCTGGAC  
CTTCTTCCATAGGTCTGGGACTAC  
CCAGCAGACCTTCTGCCAAGGGGC  
GCATGGCCAGTCTAGAAGTTTGTC  
TGGATGAGGTTTAAGCTGTGGTTG  
AGGGTGTTGCTGCTGCGAGACGAC  
TTTTTGATGCCAGACGACATGACG  
AAGGCATTTCTGTACCTGTTTCAA  
CTTTGGAAGGACGCATAGCAAGTC  
ACGGCAAGGCCAACTTCCAAGGACG  
CAAAGATTAAGATCTTCGAACCC

Para usar en página 37

# Actividad enzimática de la catalasa

La catalasa es una enzima que está presente en los peroxisomas de la mayoría de las células eucariontes, y es la responsable de degradar el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), generado como producto de la oxidación de sustancias orgánicas en estos organelos, en agua y oxígeno.

- a. Reúnanse en grupos de tres integrantes y consigan los siguientes materiales: dos papas, 8 tubos de ensayo, gradilla, agua, agua oxigenada, mechero, 4 vasos de polietileno expandido (plumavit), cuchillo, hielo, gotario, rejilla de asbesto, trípode, papel absorbente, hielo, 2 termómetros ambientales, lápiz marcador de vidrio, dos pipetas o jeringas de 10 mL.
- b. Tomen una gradilla con 8 tubos de ensayo y márkennlos de la siguiente forma: **1 A, 1 B, 2 A, 2 B, 3 A, 3 B, 4 A y 4 B**. En cada tubo agreguen 1 mL de agua.

- c. Pelen las papas, lávenlas con abundante agua y séquenlas con papel absorbente.
- d. Corten ocho cubitos de papa de aproximadamente 1 cm de lado y pongan uno en cada tubo de ensayo.
- e. Tomen los vasos de plumavit y márkennlos con el lápiz marcador escribiendo en cada uno: **vaso 1 (hielo), vaso 2 (temperatura ambiente), vaso 3 (50 °C) y vaso 4 (100 °C)**.
- f. En el vaso 1 pongan hielo molido y en el vaso 2, agua a temperatura ambiente. Para los vasos 3 y 4, calienten agua y viértanla con mucho cuidado en los vasos: en el vaso 3 pongan agua a 50 °C y, en el vaso 4 agua a 100 °C (agua hirviendo). Luego, pongan separados los vasos sobre el mesón de trabajo.
- g. Pongan los tubos **1 A y 1 B** al interior del **vaso 1**, los tubos **2 A y 2 B** en el **vaso 2**, los tubos **3 A y 3 B** en el **vaso 3**, y finalmente los tubos **4 A y 4 B** en el **vaso 4**.
- h. Al cabo de 10 minutos, agreguen 1 mL de agua al tubo A de cada vaso y 1 mL de agua oxigenada al tubo B de cada vaso.

## Análisis

- Una vez terminada la actividad, con su grupo respondan las preguntas que se plantean a continuación.
  - a. Elaboren un cuadro comparativo de los resultados obtenidos en cada tubo.
  - b. ¿Qué función cumplen los tubos 1 A, 2 A, 3 A y 4 A en el experimento?
  - c. ¿De qué manera se evidencia la acción enzimática de la catalasa?
  - d. ¿De qué manera influye la temperatura sobre la acción de esta enzima?
  - e. En sus cuadernos elaboren un listado con las principales conclusiones de este experimento.



# Proyecto

## Procedimiento

Elijan uno de los siguientes tejidos vegetales para realizar el procedimiento: plátano (sin cáscara), kiwi (sin cáscara), tallo de apio, flor de brócoli.

Antes de comenzar, laven bien sus manos con agua y jabón. Asegúrense que el material que utilizarán y su lugar de trabajo estén limpios y ordenados..

1. Tomen la balanza y pesen 30 g del tejido vegetal que utilizarán.
2. En la juguera, mezclen el tejido vegetal, con una taza de agua destilada. Muelan por 15 a 20 segundos, hasta obtener una mezcla homogénea. **No** muelan más, pues por agitación se puede romper el ADN. Si no cuentan con juguera muelan usando un tenedor o un mortero y, luego, mezclen bien la solución con una cuchara.
3. En una taza, mezclen una cucharadita de champú o lavalozas, y dos pizcas de sal. Agreguen 20 mL (4 cucharaditas) de agua destilada o llenen la taza hasta 1/3. Disuelvan la sal y el champú o lavalozas mezclando lentamente con la cuchara **evitando producir espuma**.
4. Agreguen a la solución de champú y sal, **una cuchara sopera colmada** de la mezcla del tejido vegetal con agua. Después, con la cuchara, mezclen su solución por 5 a 10 minutos **sin producir espuma**.
5. Mientras uno mezcla la solución, otro compañero(a) coloca el filtro de café en una segunda taza. Doblen la orilla del filtro alrededor de la taza, para que este no toque el fondo y permita que el líquido se acumule en el fondo. Si no disponen de filtro de café, tomen un trozo de gasa y dóblenlo repetidas veces para hacer un filtro.
6. Filtren la mezcla vertiéndola en el filtro de café o en la gasa. Dejen pasar la solución durante varios minutos hasta obtener aproximadamente 5 mL de filtrado (que cubra el fondo de la taza).
7. Llenen un tubo de ensayo con el alcohol frío que estaba en el freezer o en hielo. Para obtener un mejor resultado, **el alcohol debe estar lo más frío posible**.
8. Llenen la pipeta plástica con la solución filtrada.
9. Agreguen la solución al alcohol. Déjenla reposar por 2 a 3 minutos sin perturbarla. Es importante **no agitar** el tubo de ensayo. En el tubo de ensayo se puede observar el ADN como un precipitado blanco.
10. En el mechero, calienten la punta de la varilla de vidrio formando un pequeño gancho, en el que enrollarán el ADN. Después estírenlo suavemente sobre una superficie limpia.
11. Al finalizar, asegúrense de dejar su lugar de trabajo limpio y ordenado.
12. Expongan sus resultados con el curso y compárenlos con los demás grupos que utilizaron otros tejidos vegetales.
13. Con su grupo, respondan las preguntas propuestas en la sección **Análisis de resultados de la página 43**.

## COMPRUEBA LO QUE APRENDISTE

1. E
2. D
3. C
4. D
5. C
6. D
7. D
8. A
9. D
10. D
11. E
12. La replicación del ADN ocurre en el núcleo, desde donde se transcribe a un ARN que se traduce en el citoplasma para formar las proteínas.
13.
  - a. Se observan 4 pruebas:
    1. Demuestra la letalidad de la cepa S viva.
    2. Demuestra la inocuidad de la cepa R.
    3. Demuestra que la cepa S muerta pierde la toxicidad.
    4. Demuestra la existencia de las "moléculas de la herencia", y su capacidad de transformar el fenotipo bacteriano.
  - b. "Existe unas moléculas que se heredan y modifican el fenotipo de las bacterias".
  - c. Esto correspondería al ADN, lo que fue demostrado por Avery más tarde.
14.
  - Tamaño de la fruta.
  - Sabor de la fruta.
  - Tiempo de maduración.
  - Resistencia a plagas.

### **ADN (ácido desoxirribonucleico).**

Polímero de doble hebra formado por la combinación de cuatro bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina y guanina), un azúcar (desoxirribosa) y un grupo fosfato. Las bases púricas (A y G) se aparean con las bases pirimídicas (T y C) mediante puentes de hidrógeno, dando origen a una secuencia complementaria en la segunda hebra de ADN.

### **ARN (ácido ribonucleico).**

Polímero de hebra simple formado por la combinación de cuatro bases nitrogenadas (adenina, uracilo, citosina y guanina), un azúcar (ribosa) y un grupo fosfato. Participa en el traspaso de la información desde los genes a las proteínas.

### **Código genético.**

Principios de coordinación y correspondencia entre la información genética del ADN, la transcripción al ARNm y la traducción a la secuencia de aminoácidos de la proteína.

### **Expresión génica.**

Proceso de lectura, transcripción en ARN y traducción a proteínas de la información contenida en un gen.

### **Fenotipo.**

Propiedades observables de los organismos, tanto estructurales como funcionales, producidas por la interacción del genotipo con el ambiente.

### **Gen.**

Unidad de la herencia, segregación, mutación y recombinación del material hereditario formada por una secuencia de ácidos nucleicos (ADN o ARN), ubicadas en el citoplasma de las células procariontes y en el citoplasma (mitocondrias y cloroplastos) y el núcleo (cromosomas) de las células eucariontes, y cuya principal función es contener la información necesaria para la síntesis de proteínas estructurales y enzimas.

### **Organismo transgénico.**

Organismo genéticamente modificado con secuencias provenientes de genomas distintos al de la especie a la que pertenece ese organismo.

### **Reacción anabólica.**

Es aquella en la que se utiliza energía "almacenada" en la célula para sintetizar moléculas complejas a partir de moléculas simples.

### **Reacción catabólica.**

Tiene como resultado la formación de moléculas simples a partir de moléculas complejas, con liberación de energía que puede ser almacenada por la célula en forma de ATP.

### **Traducción.**

Proceso de construcción de proteínas basado en la información genética. Se realiza en los ribosomas, mediante el ARNt (de transferencia) que decodifica la información del ARNm (mensajero).

### **Transcripción.**

Proceso de transmisión de la información genética desde el ADN al ARN. En eucariontes ocurre al interior del núcleo.

# Microorganismos y sistemas de defensa

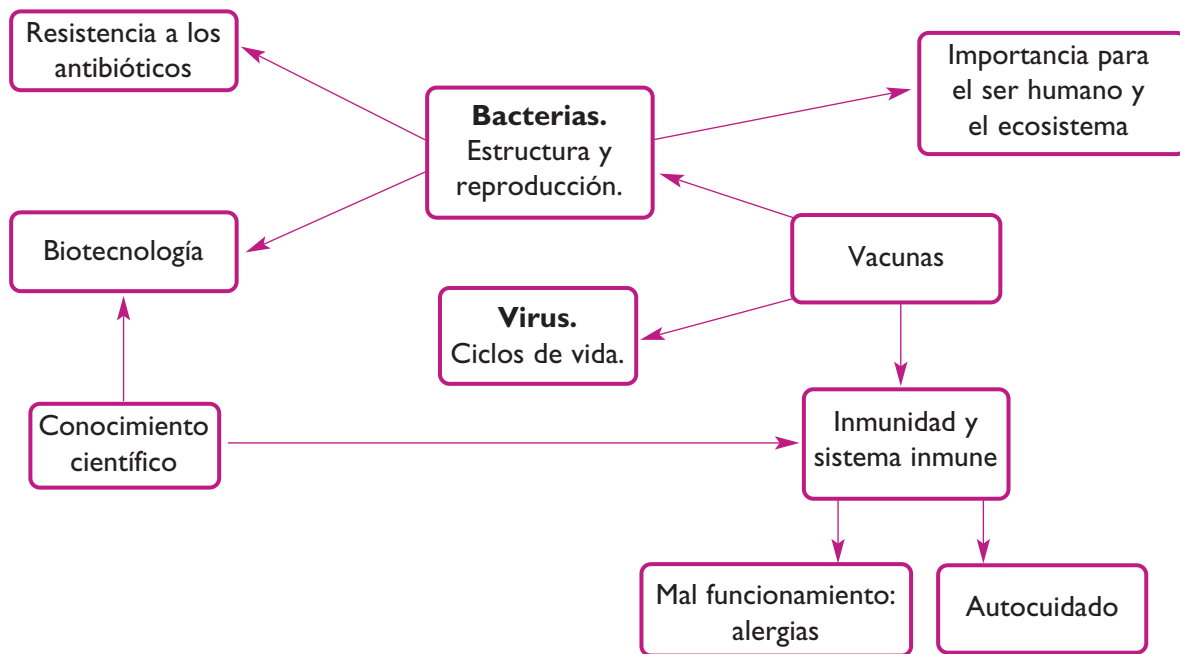


Se puede decir que vivimos en un medio ambiente hostil y peligroso. Día a día nos enfrentamos con toxinas potencialmente peligrosas, bacterias que causan enfermedades, como las de la fotografía, virus, e incluso células de nuestro cuerpo que se han transformado en invasores cancerosos. Frente a estas amenazas potenciales, debiéramos preguntarnos: ¿por qué no nos enfermamos más a menudo? Para nuestra fortuna, estamos protegidos contra esos distintos enemigos, por medio de una serie de mecanismos defensivos. Estos mecanismos son como una red de seguridad, a la que llamamos **sistema inmune**.

## Al finalizar la unidad:

- Reconocerás las principales características de los microorganismos que producen enfermedades.
- Analizarás los mecanismos generales que utiliza el organismo para “combatir” las enfermedades.
- Comprenderás cómo los componentes de nuestro sistema de defensa se articulan para proteger al organismo del “ataque” de los microorganismos.

## Mapa de la unidad



## Antes de comenzar

¿Cuánto sabes de los siguientes temas? Copia las preguntas en tu cuaderno y frente a cada una escribe: **1** si no sabes su respuesta; **2** si tienes una idea general; y **3** si sabes lo suficiente como para explicársela a un compañero o compañera.

1. ¿Cuál es la función del sistema inmunológico?
2. ¿Qué órganos, tejidos y células participan en el sistema inmunológico?
3. ¿Qué son los linfocitos?, ¿qué función cumplen?
4. Enumera 5 enfermedades producidas por bacterias.
5. ¿Por qué los virus no se consideran seres vivos? Expliquen.
6. ¿Qué son las vacunas?, ¿de qué manera actúan?
7. ¿Por qué se producen las alergias?



## Exploración inicial

### ¿Qué diferencia a una célula procarionte de una eucarionte?

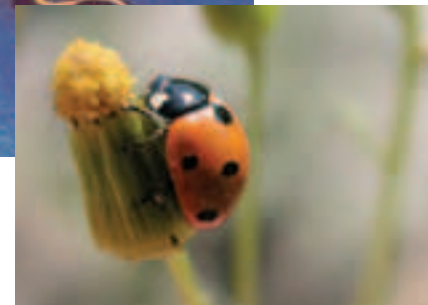
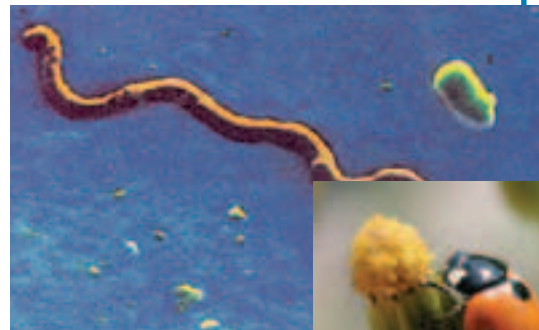
#### Antes de empezar

Formen un grupo de trabajo y discutan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué organismos presentan células procariontes?
- ¿Qué organismos presentan células eucariontes?
- ¿Cuál de los dos tipos celulares es más antiguo, evolutivamente hablando?

#### Antecedentes

La palabra **procarionte** viene del griego ('pro'= previo a; 'karyon'= núcleo) y significa anterior al núcleo. Las células procariontes son generalmente mucho más pequeñas y más simples que las eucariontes. El término **eucarionte** hace referencia a núcleo verdadero (del griego: 'eu'= buen; 'karyon = núcleo). Los procariontes son organismos unicelulares muy pequeños, como las bacterias, y los organismos eucariontes incluyen algas, protozoos, hongos, plantas y animales. Ambos tipos de células tienen estructuras con funciones específicas, como la membrana plasmática y los ribosomas, pero solo las células eucariontes tienen organelos membranosos.



#### Entendiendo el fenómeno

Para responder la pregunta inicial deben realizar una investigación en diferentes fuentes (textos de años anteriores, libros de biología, internet, etc.) sobre las características de las células procariontes y las eucariontes, tanto vegetales como animales.

#### Resultados

Sinteticen la información recopilada copiando en sus cuadernos y completando con Sí o No una tabla como la siguiente:

Característica	Bacterias	Células vegetales	Células animales
ADN dentro del núcleo			
ADN extranuclear			
Presencia de organelos membranosos			
Presencia de citoesqueleto			
Presencia de membrana citoplasmática			
Presencia de pared celular			

#### Análisis

Discutan y respondan grupalmente las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencia a una célula procarionte de una eucarionte?
2. ¿Qué ventajas presentan las células que tienen núcleo y organelos? Explica.

## 1 Células eucariontes y procariontes

Veamos algunas estructuras importantes en ambos tipos celulares:

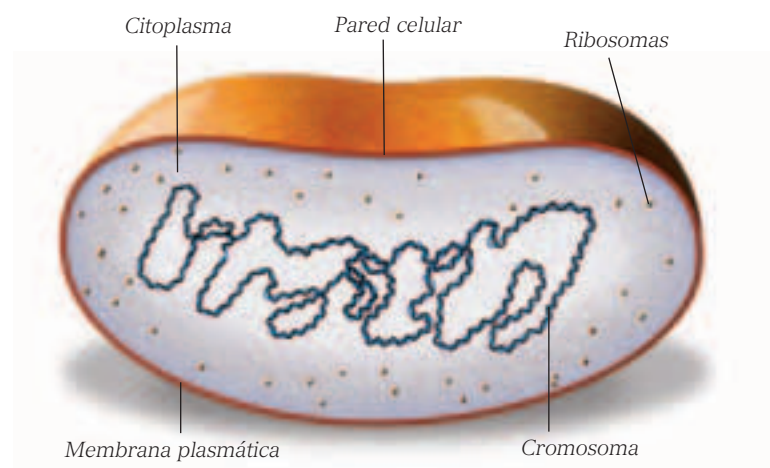
**Pared celular.** En los procariontes, esta es una estructura rígida que envuelve la membrana citoplasmática y es responsable de la forma de la célula y de su protección contra la lisis osmótica. Muchas células eucariontes tienen pared celular, como las algas y las plantas, en las que esta está formada principalmente por celulosa, y los hongos, en los que la pared celular está formada por celulosa y quitina.

**Membrana citoplasmática.** La membrana citoplasmática de las células procariontes y eucariontes presenta gran similitud en cuanto a su función y estructura básica. Funciona como una barrera de permeabilidad, separando el interior de la célula del medio externo. Está constituida por una capa doble de fosfolípidos y proteínas, las cuales pueden estar organizadas de diferentes formas.

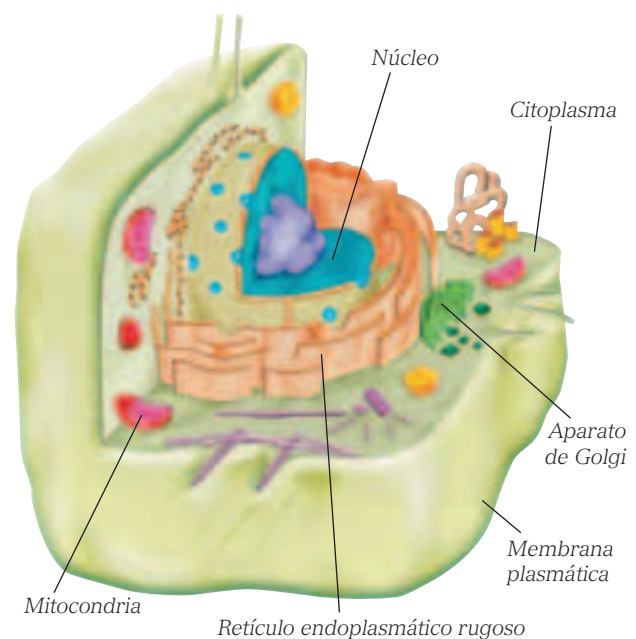
**Ribosomas.** En los procariontes, son pequeñas estructuras formadas por proteínas y ácido ribonucleico (ARN), funcionando como lugar de síntesis proteica. En los eucariontes, los ribosomas son mayores y más densos y se encuentran ligados a la superficie del retículo endoplasmático rugoso y libres en el citoplasma celular. Como en los procariontes, constituyen el lugar de la síntesis proteica.

**Región nuclear.** La región nuclear de una célula procarionte difiere significativamente de la de una célula eucarionte. El área nuclear, denominada **nucleoide**, de una célula bacteriana tiene una única molécula larga y circular de ADN doble: el **cromosoma bacteriano**, que contiene toda la información necesaria para el funcionamiento y estructuración celular. El cromosoma procarionte está ligado a la membrana plasmática, no contiene histonas, y no se encuentra rodeado por una membrana nuclear. En las células eucariontes, se observa un **núcleo verdadero**, región nuclear envuelta por una membrana nuclear, que separa el citoplasma del núcleo.

El núcleo es generalmente la mayor estructura celular, tiene forma esférica u oval, y contiene moléculas de ADN con toda la información genética organizada en cromosomas. La membrana nuclear es estructuralmente semejante a la plasmática, está conectada al retículo endoplasmático, y presenta poros nucleares que permiten la entrada y salida de sustancias. Tanto la replicación del ADN como la síntesis de ARN, ocurren en el núcleo. El ARN ribosómico es producido por uno o más cuerpos esféricos del núcleo, denominados **nucléolos**.



Principales estructuras de una bacteria.



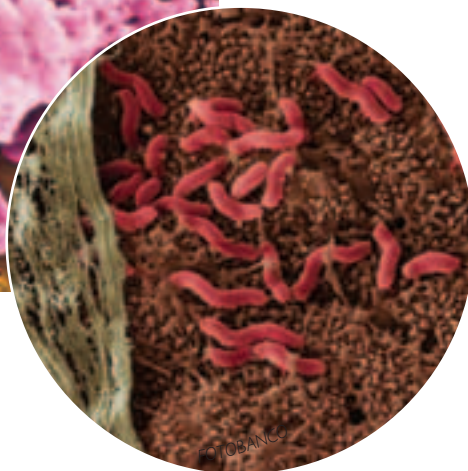
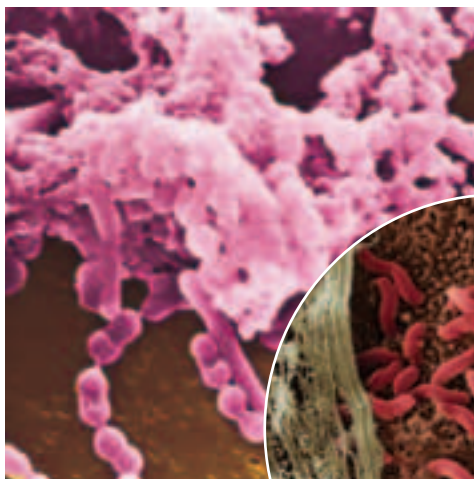
Estructura general de una célula eucarionte.

## 2 Bacterias

¿Qué tipo de organismos son las bacterias?, ¿qué diferencias y semejanzas tienen con las células de otros seres vivos? Se han descrito miles de especies de bacterias, tanto patógenas (que producen enfermedades) como benéficas. Las bacterias son los seres vivos más pequeños y más simples desde el punto de vista estructural.

Las bacterias son organismos celulares procariontes. La ausencia de compartimentos separados por membranas hace que los metabolitos difundan por el citoplasma.

A pesar de su simplicidad estructural, las bacterias son seres complejos y diversificados desde un punto de vista bioquímico, lo que ha permitido su adaptación a las más variadas condiciones de vida. La mayor parte de las células bacterianas son muy pequeñas: su volumen es apenas de alrededor de un milésimo del volumen de las células eucarióticas más pequeñas, y su longitud es apenas de un décimo, tienen alrededor de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro y 0,2 a 3-4  $\mu\text{m}$  de largo. La mayoría de los procariontes bacterianos son organismos **unicelulares**, pero algunos forman colonias o filamentos, con especialización celular.



■  
¿Qué formas bacterianas puedes reconocer en las fotografías?

Aunque muchas especies tienen formas irregulares, en general, las bacterias presentan algunas formas básicas: las **cocáceas** o **cocos** (forma esférica); los **bacilos** (forma cilíndrica), las **espiroquetas** (forma de espiral) y los **vibriones** (forma de coma). Las cocáceas se encuentran separadas en algunas especies y forman grupos de células independientes en otras. Estos grupos pueden ser de dos individuos (diplococos), de más individuos formando cadenas largas (estreptococos) o bien formando masas irregulares parecidas a ramos de uvas (estafilococos).

Las bacterias presentan **diversos mecanismos de nutrición**: algunos se nutren por absorción de nutrientes y otros son autótrofos, es decir, realizan fotosíntesis o quimiosíntesis. Todas las bacterias se reproducen **asexualmente**.



■  
Principales formas bacterianas.

### Biodatos

Un estornudo expulsa miles de gotitas microscópicas por la boca y la nariz a una velocidad de 320 kilómetros por hora. Se pueden liberar hasta 100.000 bacterias en un solo estornudo, y los virus también se propagan de esta forma.

## 2.1 Estructura de las bacterias

En la ilustración de esta página podrás observar la simple estructura de una bacteria. Sin embargo, ¿qué las hace ser tan resistentes?, ¿por qué algunas pueden alterar nuestro estado de salud?, ¿qué hace a algunas bacterias tan dañinas que han sido utilizadas como “armas bacteriológicas”? Muchos elementos de la estructura bacteriana están involucrados en su interacción con el **huésped**, nombre que recibe el organismo sobre el que actúa, siendo responsables de su capacidad para producir enfermedades. Algunas estructuras bacterianas participan en la adherencia a los tejidos del huésped, en la evasión de la respuesta inmune o induciendo una respuesta inflamatoria de diferente magnitud. Asimismo, algunos componentes de las bacterias permiten el diagnóstico microbiológico en el laboratorio y, por otra parte, componentes de la estructura bacteriana constituyen el sitio blanco de antibióticos y vacunas.

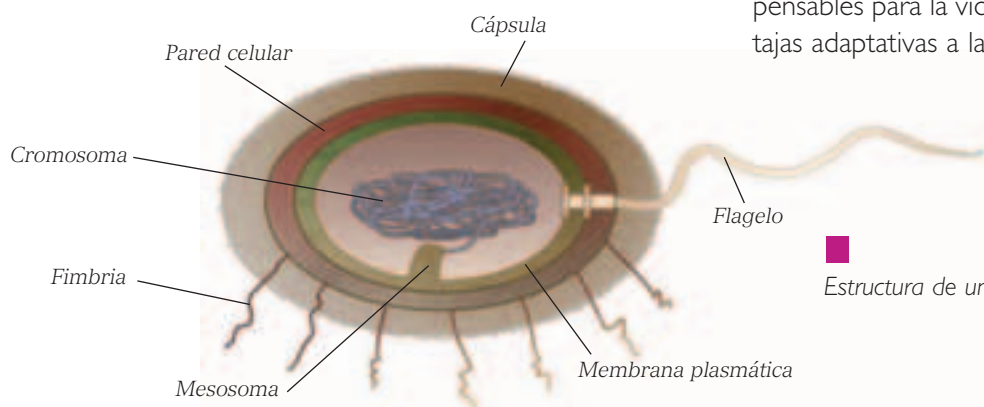
Ya sabes que el material genético de las bacterias se encuentra en el citoplasma, formando solo **una molécula de ADN circular**, que corresponde a su **cromosoma**. Algunas especies bacterianas tienen además episomas y plásmidos (o plasmidios) que es **ADN extracromosomal**, también de forma

circular, que confieren a la bacteria características específicas, como la **resistencia a antibióticos**.

Las bacterias **no tienen citoesqueleto ni organelos celulares membranosos** (no tienen núcleo, mitocondrias, cloroplastos, retículos endoplásmicos, complejo de Golgi ni lisosomas). Por otro lado, poseen una **pared celular** distintiva, relativamente delgada y rígida, con una composición química muy diferente a la que presentan las paredes celulares de las células vegetales y de los hongos.

El denso citoplasma de una célula bacteriana contiene ribosomas y gránulos de almacenamiento de glucógeno, lípidos o compuestos fosfatados. Las enzimas necesarias para las actividades metabólicas suelen ubicarse en el citoplasma y las que participan en la respiración celular y la fotosíntesis pueden estar adheridas a la membrana plasmática o a los pliegues que esta presenta hacia el interior de la célula bacteriana (mesosomas).

Las estructuras bacterianas se pueden clasificar en **estructuras constantes** y en **estructuras accesorias**. Las estructuras constantes son aquellas esenciales para la vida de la bacteria e incluyen el citoplasma, con el cromosoma bacteriano, la membrana y la pared celular. Las estructuras accesorias, cápsula, flagelos y fimbrias, están presentes solo en algunas bacterias y, aunque no son indispensables para la vida, otorgan extraordinarias ventajas adaptativas a las que las tienen.



Estructura de una célula bacteriana.

### Biodatos

La bacteria que produce el tétanos (*Clostridium tetani*) es anaerobia y sobrevive en forma de espora hasta que se introduce en un ambiente favorable, libre de oxígeno. Cuando se multiplica, libera una sustancia paralizante que viaja por la sangre. ¿Qué estructura le permite a las bacterias ser tan resistentes a las condiciones ambientales adversas?



## 2.2 Bacterias gram positivas y gram negativas

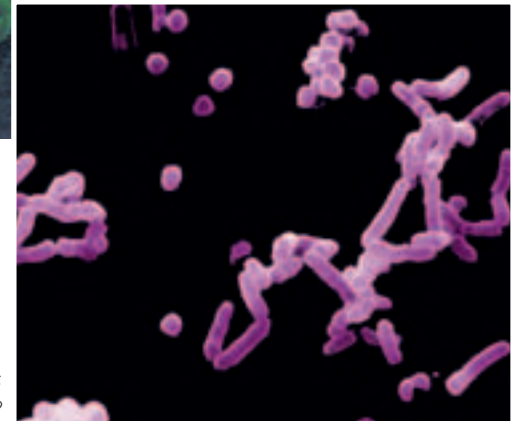
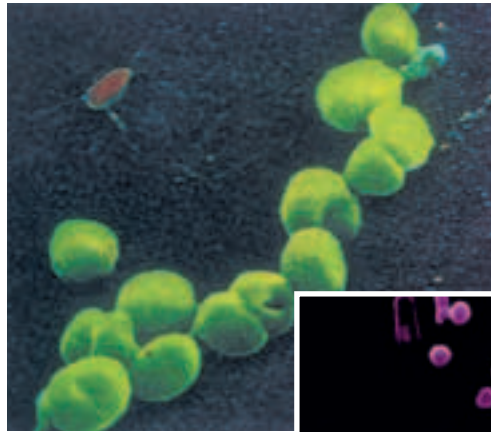
Como vimos al inicio de la unidad, casi todas las células procariontes tienen una pared celular alrededor de la membrana plasmática, que constituye un armazón rígido que soporta a la célula, mantiene su forma, e impide que estalle en condiciones hipotónicas.

En las bacterias, la pared celular es determinante de la **forma celular** y también ha servido como **criterio de clasificación**. En 1884, el bacteriólogo francés **Christian Gram** desarrolló un método para observar bacterias al microscopio óptico empleando una tinción específica. Sin embargo, no todas las bacterias se teñían con este método, lo que determinó que se las clasificara en dos grupos: las bacterias **gram positivas**, que sí se teñen, y las **gram negativas**, que no se teñen. Pero, ¿a qué se debe esta diferencia? Este efecto de la tinción se debe a que la pared celular de las bacterias presenta algunas diferencias en su estructura. En las bacterias gram positivas, está formada principalmente por **peptidoglicano** y **ácido teicoico**. En cambio, en las bacterias gram negativas, además del peptidoglicano, tiene una **membrana externa**, que contiene moléculas de **lipoproteínas** y **lipopolisacáridos**.

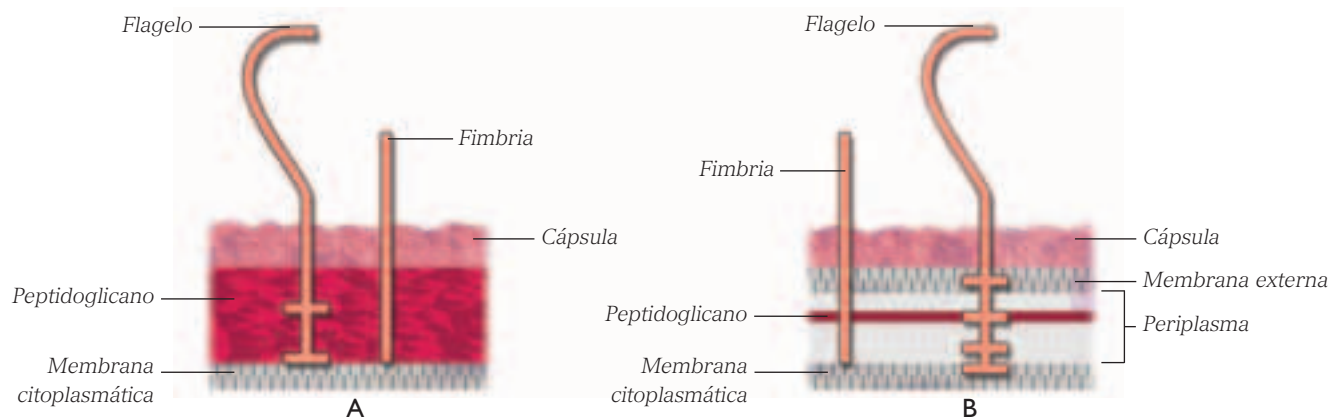
El conocimiento de la estructura de la pared bacteriana ha sido de gran importancia para el tratamiento contra las bacterias patógenas, pues ha permitido el desarrollo de vacunas, antibióticos, y otros mecanismos de defensa contra ellas.

## 2.3 Agrupaciones de bacterias

Muchas especies bacterianas, especialmente las cocáceas, permanecen unidas luego de su división, dando origen a distintas agrupaciones que facilitan su identificación, como las que aparecen en las fotografías.



¿Qué tipos de agrupaciones bacterianas puedes reconocer en las fotografías?



Esquemas que representan la envoltura celular de bacterias gram positivas (A) y gram negativas (B).



Cuando una cocácea se divide en un plano forma un **diplococo**. Existen dos tipos de diplococos: neisserias y neumococos. Las neisserias están unidas por sus caras adyacentes planas lo que les da forma de “granos de café” y los neumococos son diplococos de forma alargada, descrita como punta de una lanza, o lanceolada. Este último tipo de microorganismo tiene el término científico de *Streptococcus pneumoniae* y es la principal causa de neumonía adquirida en la comunidad.

Si la cocácea se divide en un plano pero permanece unida luego de la división, da origen a una cadena o **estreptococo** (*Streptococcus*). Si por el contrario, la cocácea se divide en varios planos, da origen a un racimo de uva, característica presente en los **estafilococos** (*Staphylococcus*).

Los bacilos tienen menor tendencia a permanecer unidos luego de la división, pero se describen dos agrupaciones: los estreptobacilos (cadenas de bacilos), característica presente en el género *Bacillus*, y las bacterias dispuestas en “empalizada”. Esta última característica se debe a que los bacilos quedan unidos por un extremo, luego de su división.

## 2.4 Reproducción de las bacterias

¿Qué características debe tener el mecanismo reproductivo de las bacterias para permitirles realizar sus funciones en el medio ambiente?

Las bacterias, como todos los representantes del reino **mónera**, se reproducen por **simple división**. Durante este proceso, las células **duplican su ADN**

y luego lo reparten equitativamente entre las células hijas, junto con los diferentes componentes celulares. De esta manera, a partir de una bacteria progenitora, se generan dos bacterias hijas y, si cada una de estas se duplica, luego existirán cuatro.

La cantidad de bacterias presentes en un medio determinado, donde existan condiciones óptimas de nutrientes, temperatura, luminosidad, entre otros factores, puede aumentar con el tiempo en forma exponencial (1, 2, 4, 8, 16, 32, etcétera).

La mayoría de las bacterias se divide, generalmente, en menos de una hora cuando se encuentran en condiciones óptimas. Sin embargo, otras, como las que producen lepra y tuberculosis, demoran mucho más tiempo.



■ **División celular en bacterias.** ¿Hay diferencias entre la división de las bacterias y la de las células eucariontes?, ¿las bacterias tienen ciclo de reproducción?, ¿cuándo se sintetiza el ADN bacteriano?

### Actividad 1

### INFERIR

- Si las mutaciones son fuente de variabilidad genética y pueden producirse como resultado de errores en la duplicación del ADN durante la división celular, ¿cómo se explica que las bacterias “muten” con tanta rapidez?, ¿podrías indicar un ejemplo de la alta capacidad de mutación bacteriana?

### Biodatos

Una bacteria que se divide por fisión binaria lo hace a intervalos de 20 minutos. Sin interferencia, una bacteria daría origen a más de mil millones de bacterias en 10 horas. ¿Te das cuenta por qué es tan importante el cepillado de dientes antes de dormir?

## 2.5 Características del crecimiento bacteriano

¿Las bacterias tienen un “ciclo de vida”? ¿siempre se reproducen al mismo ritmo? Si se observa el crecimiento de bacterias en un cultivo, se registra cada cierto tiempo la cantidad de organismos presentes en el medio y se realiza un gráfico del número de individuos en función del tiempo, se obtiene una **curva de crecimiento**, en la que se pueden reconocer diferentes etapas o fases.

### Fase de latencia (1).

Período en que las bacterias se están adaptando a las condiciones ambientales para iniciar su crecimiento, lo que requiere de la síntesis de nuevas proteínas y enzimas.

### Fase exponencial (2).

Etapas que se caracteriza por la multiplicación acelerada de las bacterias, debido a que las condiciones del medio son óptimas.

### Fase estacionaria (3).

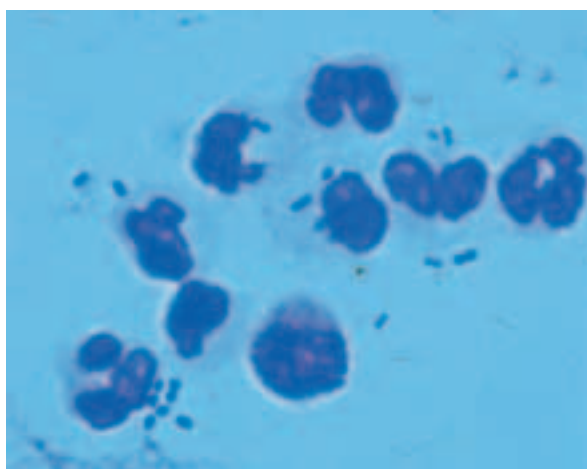
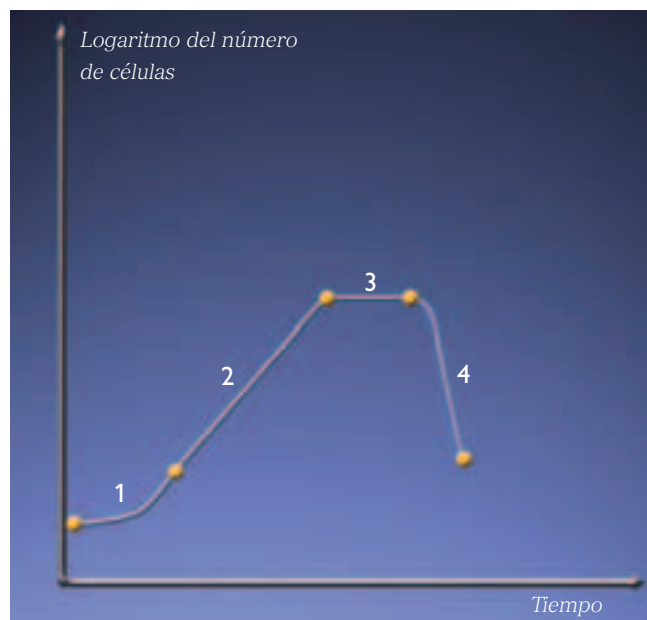
Fase durante la cual el crecimiento de la población bacteriana experimenta una reducción debido al

agotamiento de los nutrientes y por la acumulación de desechos metabólicos producidos por las propias bacterias.

### Fase de declinación (4).

Período caracterizado por el aumento sostenido de la mortalidad de la población, lo que determina su extinción.

GRÁFICO 2.1  
NÚMERO DE INDIVIDUOS EN FUNCIÓN DEL TIEMPO



Estudiar el aumento de la población bacteriana es muy importante, especialmente si se trata de bacterias patógenas, como los neumococos que se observan en esta muestra de sangre.

## Actividad 2 ANALIZAR Y PREDECIR

- A partir del análisis del gráfico 2.1, ¿en qué etapa del crecimiento bacteriano sería más útil suministrar antibióticos al paciente de una infección bacteriana?
- Si una parte de una población de bacterias, que se encuentra en la fase 3 de la curva, se transfiere a un medio en condiciones óptimas, ¿cómo será su curva de crecimiento? Fundamenta.
- Si una especie de bacteria se divide cada 30 minutos y al término de la fase de latencia existen 100 individuos, ¿cuántas bacterias habría al término de la fase 3, si la fase exponencial dura 5 horas?

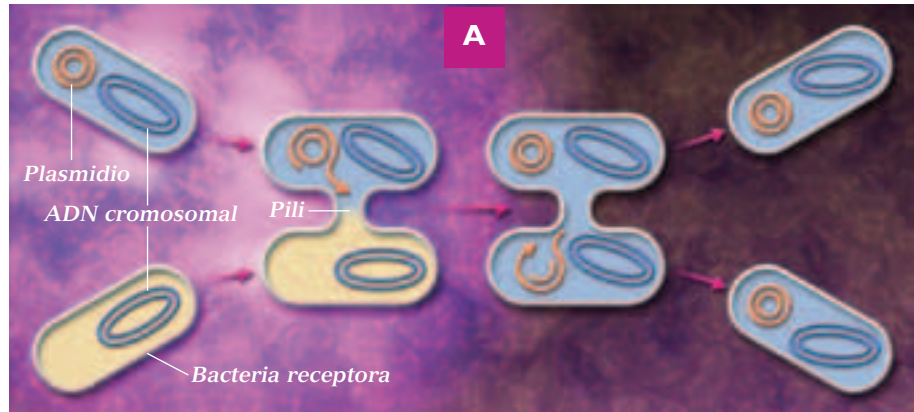
## 2.6 Transferencia de material genético en bacterias

La transferencia de material genético en los organismos procariontes se produce por inserción en una célula receptora de un fragmento de ADN genéticamente diferente, proveniente de una célula donante. En las bacterias existen tres mecanismos de transferencia: **transformación**, **transducción** y **conjugación**.

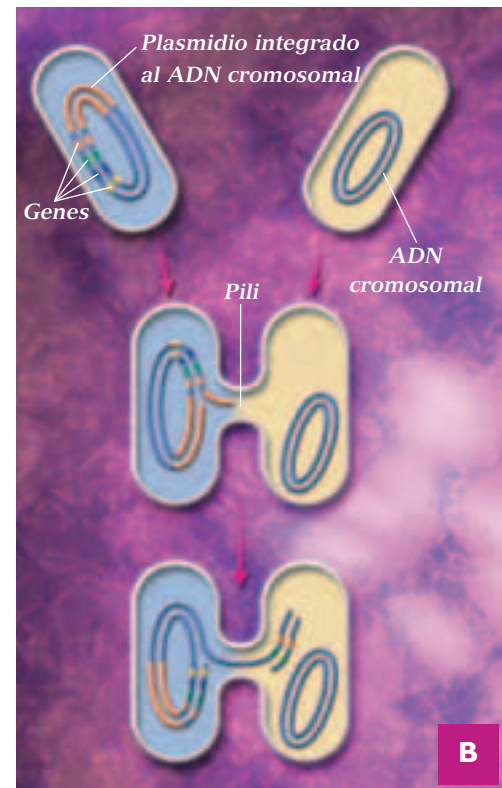
Como ya sabes, la transformación implica la inserción de fragmentos de ADN libre, provenientes de otras bacterias destruidas. La inserción del nuevo fragmento de ADN, provoca un cambio genético en la célula receptora.

- La **transducción**, se caracteriza porque, el fragmento de ADN que se transfiere de una bacteria a otra se realiza mediante la **participación de un virus**.
- La **conjugación bacteriana** consiste en la **transferencia de ciertos genes**, desde una bacteria a otra, a través de un puente proteico llamado **pili**. Como resultado de esta conjugación, la bacteria receptora posee genes que antes no tenía.

En el caso de la conjugación, el ADN que se inserta en la célula receptora puede provenir tanto del plasmidio como del cromosoma de la célula donante. En la **conjugación plasmidial** (A), una hebra del plasmidio se abre y es transferida a la bacteria receptora, donde se duplica la hebra transferida. Una vez ocurrida la conjugación plasmidial, ambas bacterias poseen plasmidios y tienen la capacidad de transferir los genes contenidos en ellas. En la **conjugación cromosomal** (B), se abre una hebra del ADN cromosomal, que ha integrado previamente su plasmidio (en el cromosoma). Una de las hebras es transferida a la bacteria receptora, donde luego se replica. Generalmente, no se transfieren todos los genes, por lo que la bacteria receptora rara vez se “convierte” en célula donante.



Representación de la conjugación plasmidial.



Representación de la conjugación cromosomal.

### Actividad 3

### ANALIZAR

Reunidos en parejas, analicen los esquemas que representan la conjugación cromosomal y la plasmidial. Luego respondan las preguntas en sus cuadernos.

- ¿Qué diferencias existen entre ambos tipos de conjugación?, ¿y qué semejanzas hay entre ellos?
- ¿Qué ventajas representa para las bacterias el proceso de conjugación?

## 2.7 Resistencia bacteriana a los antibióticos

A fines de la década de 1920, Alexander Fleming observó que casualmente uno de sus cultivos bacterianos había sido contaminado con un moho llamado *Penicillium*. Al observar el cultivo, se dio cuenta que las bacterias no crecían cerca del moho. ¿Qué efecto tenía el moho sobre las bacterias?, ¿de qué manera se podía interpretar esta evidencia? Fleming se dio cuenta de que el moho producía una sustancia que inhibía el crecimiento bacteriano, a la que llamó penicilina. Desde ese entonces, muchas bacterias se hicieron resistentes al efecto de la penicilina, ¿cuál es la razón de esto?

Los mecanismos de **transferencia de ADN** en las bacterias **incrementan la variabilidad genética** entre los organismos y les pueden conferir una **ventaja adaptativa**. Por ejemplo, los genes que producen **resistencia a los antibióticos** se encuentran en los plasmidios y pueden pasar de una bacteria a otra a través del proceso de conjugación. Como consecuencia, se generan poblaciones bacterianas que **no son sensibles** al tratamiento con determinados antibióticos. Por lo tanto, el desarrollo de resistencia a los antibióticos es un proceso natural, inherente a una de las propiedades fundamentales de la vida, la **evolución**.

El consumo inadecuado de antibióticos está directamente relacionado con la aparición de resistencias bacterianas, ya que determina la “selección” de variedades de bacterias que no se ven afectadas por el

antibiótico y que luego originan **clones de bacterias resistentes**. La resistencia bacteriana es la causante de que se requieran cada vez mayores dosis de antibióticos, para tratar las infecciones bacterianas, llegando a un punto en que estos medicamentos son ineficaces contra estos microorganismos.



Los antibióticos son medicamentos que se deben consumir con prescripción médica.

### Actividad 4

### INVESTIGAR

En grupos de 4 estudiantes, diseñen una encuesta para averiguar sobre el problema de la automedicación, con preguntas como la siguiente: Cuando estás enfermo o enferma, ¿tomas remedios sin que te los recete un médico?

- Tabulen sus resultados, considerando: sexo, edad y otras variables que estimen importantes; y luego, gráfíquenlos.
- Analicen sus resultados y compárenlos con los de otros grupos del curso y comenten sobre el significado que estos tienen en relación al fenómeno de la resistencia bacteriana.



### REFLEXIONA

La práctica de la automedicación tiene connotaciones negativas y hasta peligrosas para la salud de las personas, dado que no existe un diagnóstico profesional de los síntomas que se padecen y no hay un seguimiento terapéutico del tratamiento, lo que puede llevar, por ejemplo, a aumentar la resistencia a los antibióticos o a la generación de cuadros de gastritis y hemorragias digestivas. La resistencia de las bacterias frente a los antibióticos también puede presentarse por **no terminar los tratamientos con antibióticos prescritos por el médico** o por **no respetar el horario prescrito** para tomar cada dosis. En estos casos, puede suceder que la mayoría de las bacterias causantes de la infección hayan muerto, pero tal vez algunas hayan conseguido mutar, crear un sistema defensivo y resistir. Entonces, el paciente sigue albergando y transmitiendo estas bacterias, las que le pueden causar una recaída. Comenta con tus compañeros y compañeras.



## 2.8 Importancia de las bacterias para el ser humano y para el ecosistema

¿Todas las bacterias son perjudiciales? ¿Conoces alguna bacteria beneficiosa para el ser humano?

- **Industria alimentaria.** Varios alimentos y bebidas se producen utilizando la fermentación producida por ciertas bacterias. Por ejemplo, la producción del yogurt, leche acidófila, encurtidos, aceitunas, quesos, entre otros productos de la industria alimentaria.
- **Control de plagas.** Algunas bacterias producen agentes usados comercialmente en la destrucción de plagas de insectos.
- **Descontaminación.** Hay bacterias que se utilizan en el tratamiento de aguas residuales, para la descomposición de desechos sólidos en rellenos sanitarios, así como en el proceso conocido como descontaminación biológica, en el cual un sitio



Las bacterias influyen en el proceso de acidificación de algunos quesos, para otorgarles la textura, sabor y aroma característicos.

### Biodatos

Las vacas y las ovejas son rumiantes. Estos animales comen vegetales, pero en realidad no son ellos los que degradan la celulosa de los vegetales, sino que lo hacen las bacterias de su tracto digestivo.

contaminado se expone a microorganismos que degradan las toxinas dejando subproductos inofensivos como el dióxido de carbono y cloruros.

- **Flora bacteriana normal.** Corresponde a diferentes especies de bacterias que habitan el intestino y que tienen gran importancia. Por ejemplo, las bacterias de algunas especies producen vitamina K y otras producen ciertas formas de vitamina B y ácido fólico. Además, estas bacterias evitan que otras bacterias patógenas se alojen en el intestino y causen enfermedades.
- **Descomposición en los ecosistemas.** Las bacterias también son importantes en los ecosistemas pues tienen un importante rol ecológico al actuar como descomponedores en las cadenas y tramas alimentarias.



El yogurt es la leche coagulada obtenida por la fermentación ácido láctica, realizada por las bacterias termófilas *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

### Actividad 5

### INVESTIGAR

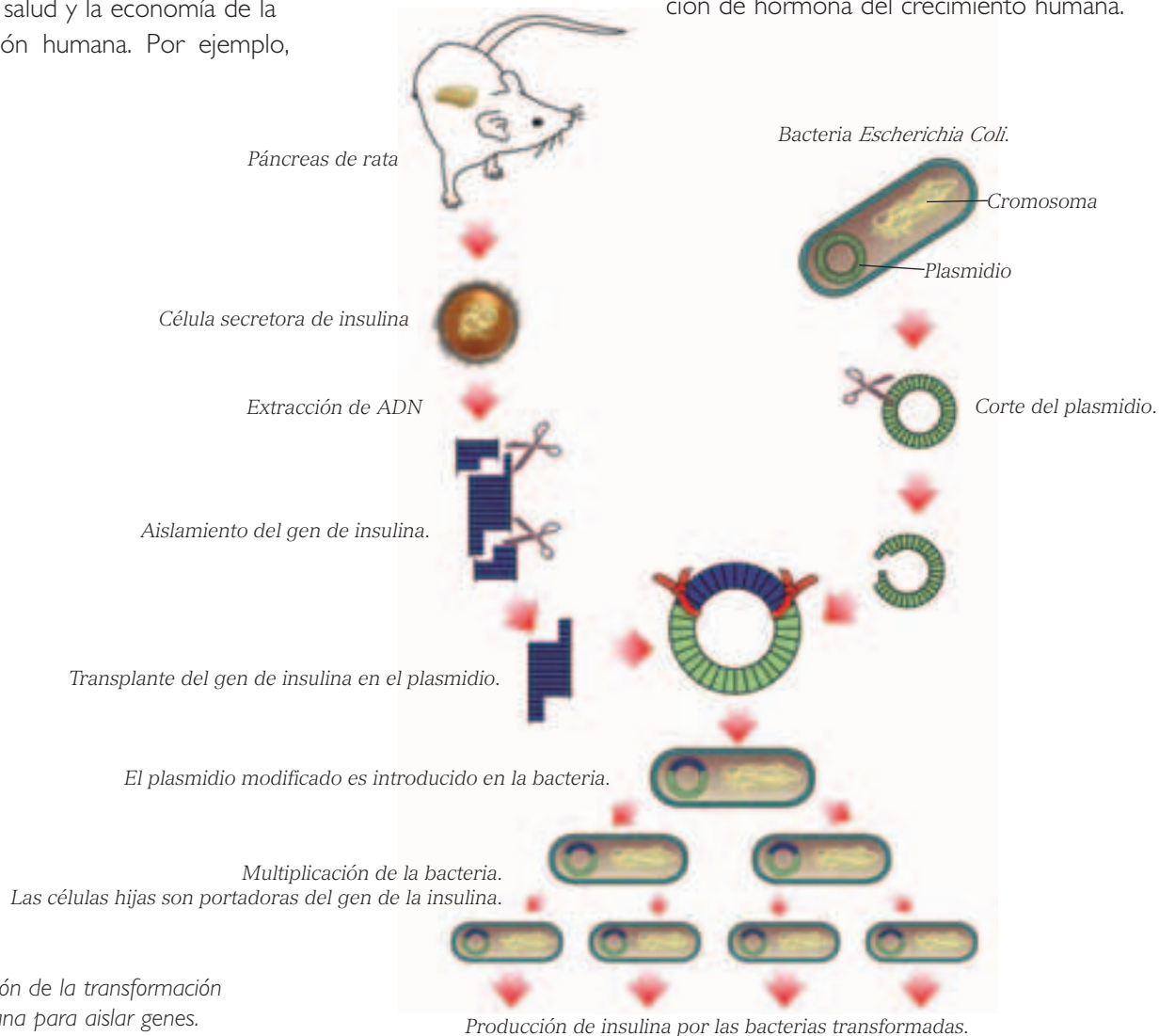
- Organicen grupos de cuatro compañeros y compañeras. e investiguen acerca de otras utilidades de las bacterias en la alimentación humana y para nuestro ecosistema. Realicen un afiche para compartir con el resto del curso.



## 2.9 Biotecnología y bacterias

A través de la **manipulación genética**, mediante las técnicas del ADN recombinante, se han “generado” especies de bacterias con genes “foráneos”, que producen sustancias químicas importantes para la salud y la economía de la población humana. Por ejemplo,

con el uso de esta tecnología se ha logrado incorporar genes humanos codificantes de **insulina** (hormona que participa en la regulación de la glicemia) en el genoma de bacterias, para que ellas sinteticen dicha hormona, y usarla con fines médicos. Este procedimiento también ha sido útil para la obtención de hormona del crecimiento humana.



■  
Aplicación de la transformación bacteriana para aislar genes.

### Actividad 6

### INTERPRETAR

Observa el esquema de esta página y responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- Analiza el experimento y luego explícalo con tus propias palabras.
- ¿Cuál es la importancia de la transferencia de genes para el ser humano?
- ¿Qué usos puede tener esta tecnología en aplicaciones biotecnológicas?

## ANTES DE SEGUIR...

I. Escribe en tu cuaderno la letra de la alternativa correcta, y luego compara tus respuestas con las de tus compañeros y compañeras.

- 1) ¿Qué es la transformación bacteriana?
  - a) La inserción de trozos de ADN libre de una bacteria a otra.
  - b) La entrada de ADN viral a una célula.
  - c) La transferencia de ciertos genes de una célula a otra.
  - d) La integración del ADN de una bacteria y un virus.
  - e) Todas las anteriores son correctas.
- 2) ¿Por qué se produce la resistencia a los antibióticos?
  - a) Porque las bacterias pueden mutar y variar genéticamente.
  - b) Porque se producen clones no sensibles al antibiótico.
  - c) Porque el uso de antibióticos no es riguroso.
  - d) Porque ingresa a la bacteria un plasmidio con el gen de resistencia.
  - e) Todas las anteriores son correctas.

II. Los siguientes gráficos representan los virus respiratorios identificados en septiembre de 2007, según grupo etario. Analiza los datos y responde en tu cuaderno.

- a) ¿Qué diferencias observas en las infecciones de niños menores de 1 año y los que tienen hasta 14 años?
- b) ¿Cuál es el virus que afectó al mayor número de adultos?, ¿por qué se producirá esto?
- c) ¿Cuál de los virus respiratorios afecta más a los niños que a los adultos?, ¿cómo podrías explicarlo?

Virus respiratorio identificados según grupo etario

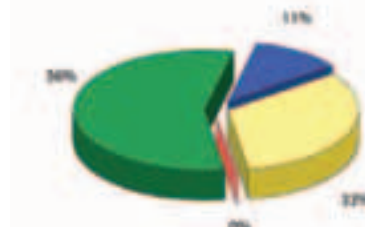
GRÁFICO 2.2  
VIRUS RESPIRATORIOS EN MENORES DE 1 AÑO



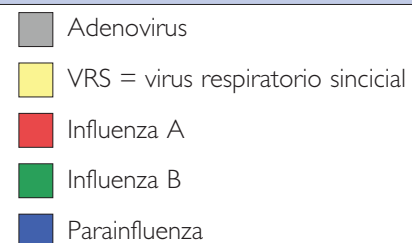
GRÁFICO 2.3  
VIRUS RESPIRATORIOS EN NIÑOS ENTRE 1 Y 14 AÑOS



GRÁFICO 2.4  
VIRUS RESPIRATORIOS EN MAYORES DE 14 AÑOS



Fuente: RED METROPOLITANA DE VIGILANCIA DE VIRUS RESPIRATORIOS. Laboratorio de Infectología y Virología Molecular, Centro de Investigaciones Médicas, Pontificia Universidad Católica de Chile.



### Otra forma de aprender

- Imagina que eres ayudante de tu profesor o profesora de biología y te pide que expliques a tu curso cómo pueden relacionar esta información con su vida diaria y la de los que los rodean. ¿De qué manera lo harías?

### 3 Virus

¿Qué enfermedades virales conoces? Lo más probable es que hayas recordado muchas, ya que habitualmente escuchamos o leemos información respecto de las enfermedades provocadas por virus. Por ejemplo, una enfermedad viral frecuente es la **influenza**. Pero, ¿tienes claro lo que es un virus? ¿son seres vivos?

Los virus son agentes patógenos bastante particulares, pues **no han sido clasificados en ningún grupo de seres vivos**, pues no reúnen las condiciones básicas que definen la vida.

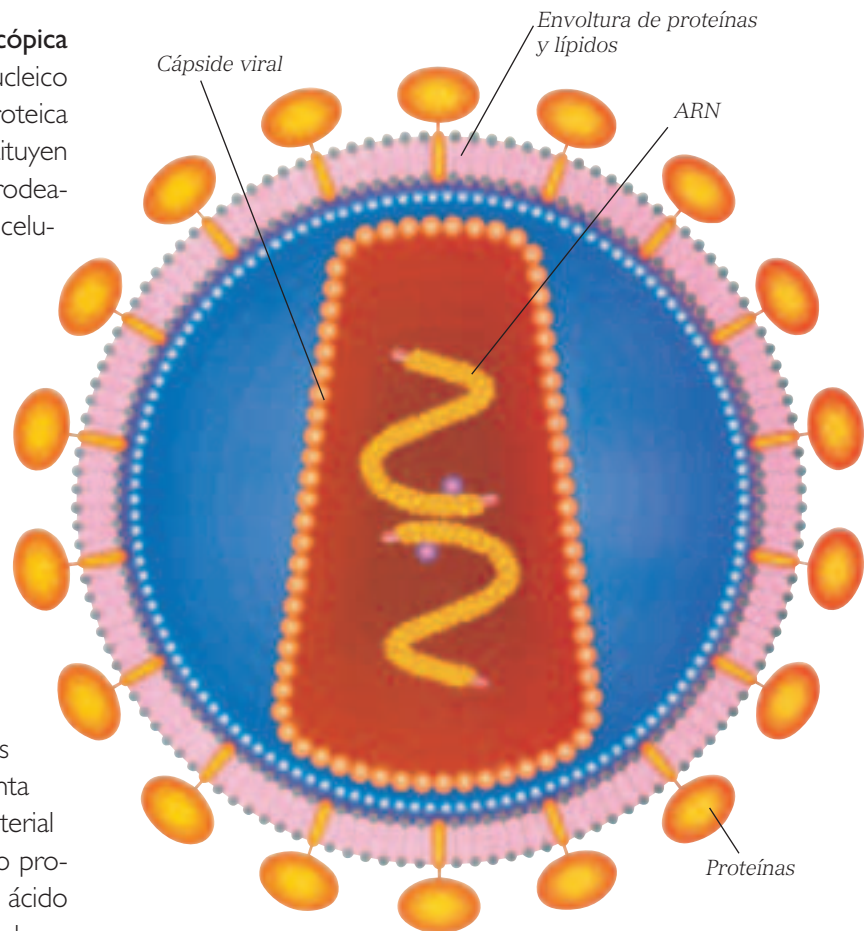
Un virus es una diminuta **partícula submicroscópica** infecciosa que tiene un solo tipo de ácido nucleico (ADN o ARN), rodeado por una cubierta proteica denominada **cápside viral**; en conjunto, constituyen la **nucleocápside**. Algunos virus, pueden estar rodeados por una envoltura similar a la membrana celular, formada por proteínas y lípidos.

La forma de un virus está determinada por la organización de las subunidades proteínicas que forman la cápside. Las cápsides virales suelen ser helicoidales o poliédricas, o bien pueden tener una combinación compleja de ambas formas.

Se dice que los virus representan un **elemento genético en tránsito**, ya que puede alternar entre dos estados distintos: extracelular e intracelular. En la **fase extracelular**, la partícula viral, denominada también **virión**, es metabólicamente inerte, es decir, no presenta reacciones químicas. El virión transporta el material genético viral desde la célula en la cual ha sido producido hasta otra donde se pueda introducir el ácido nucleico viral. Una vez en el interior de una célula, se inicia el **estado intracelular**, fase en la cual el virus se replica, para lo cual se sintetiza el genoma viral y las moléculas que componen la cubierta del virus.

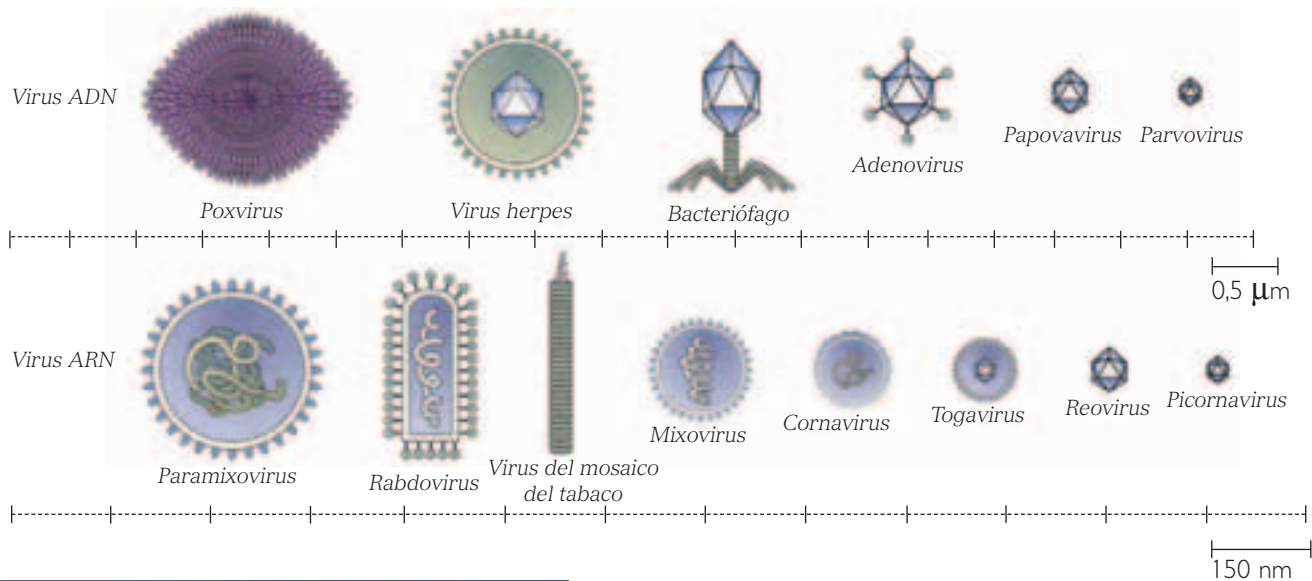
El ácido nucleico, contenido en el interior de la cápside, puede ser ADN o ARN y estar abierto o cerrado, y encontrarse en estado de hebra simple o doble. Sin embargo, a pesar de estas leves diferencias, todos **los virus son parásitos intracelulares submicroscópicos** que “dirigen” o reorientan la maquinaria metabólica de la célula receptora para producir nuevas partículas virales, a través de un **ciclo viral**.

La mayoría de los virus posee un rango de huésped muy estrecho, por lo que se les ha clasificado en tres grupos, de acuerdo a las células de los organismos que parasitan: **virus animales**, **virus vegetales** y **bacteriófagos** (que atacan a bacterias).

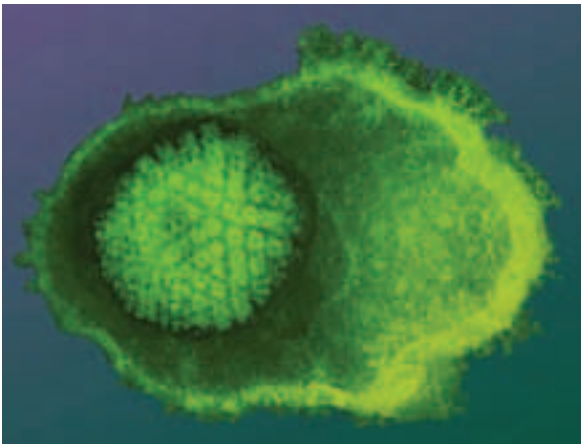


Estructura general de un virus.

## Tamaños relativos y formas de diferentes tipos de virus



Fuente: Programa de Estudio. Biología Cuarto Medio, MINEDUC. Página 77.



El virus del herpes simple (HVS) es un tipo de virus animal que se caracteriza por tener dos variantes: el HVS-1 y HVS-2, que afectan de la misma forma a dos zonas distintas del cuerpo. Averigua a qué lugares del cuerpo afectan estas variantes.

### 3.1 Virus bacteriófagos

En algunos casos, el ciclo de los virus que infectan bacterias (bacteriófagos o fagos) produce la destrucción de estas, pero en otras ocasiones, los virus integran su material genético en el genoma de la bacteria y este se duplica a través de la duplicación del ADN bacteriano. Estos procesos corresponden a la **vía lítica** y **vía lisogénica**, respectivamente.

En la **vía lítica** se “activa” el material genético viral. Como consecuencia, sus genes se transcriben y traducen activamente para dirigir el ensamble de nuevas partículas virales, que conducen a la ruptura (lisis) de la célula receptora del material genético viral (célula infectada).

En la **vía lisogénica** se produce la integración del material genético viral en el ADN de la célula receptora. Durante esta etapa, existe una mínima expresión de los genes virales, pero el virus mantiene toda la potencialidad para dirigir la síntesis de nuevos virus.

### Biodatos

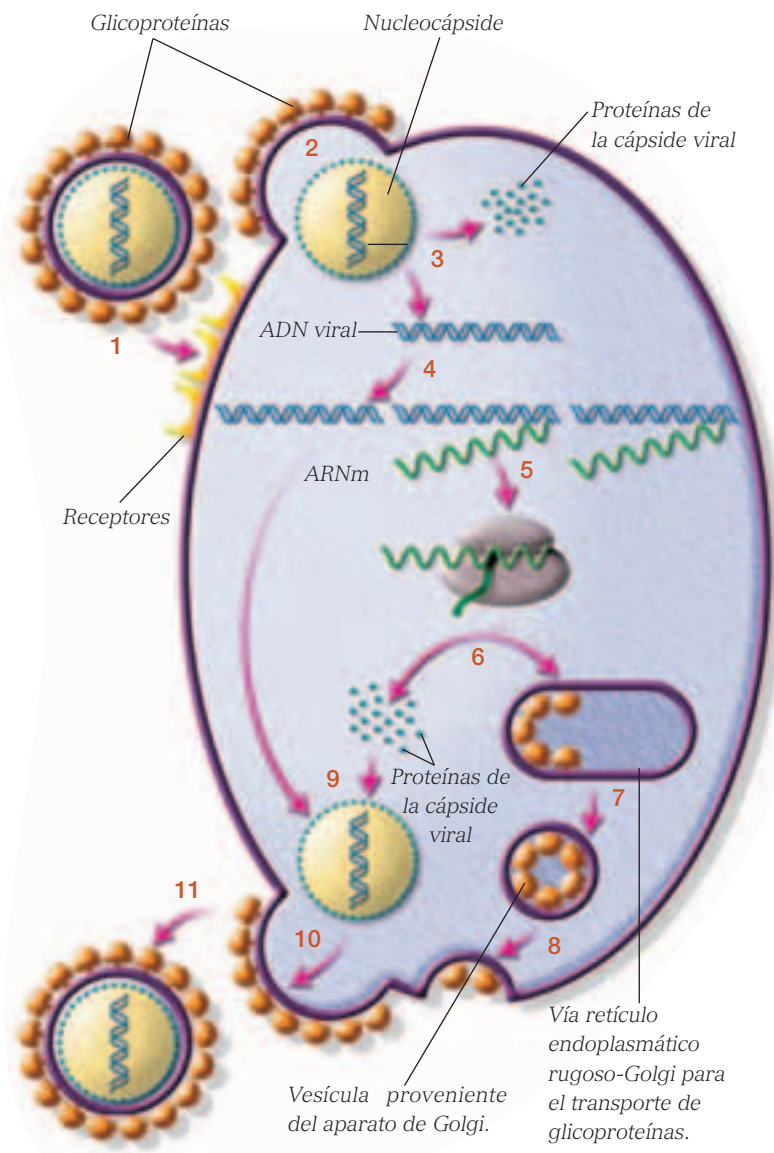
Los virus son mucho más pequeños que las células, tanto procariontes como eucariotes. El virus de la viruela (poxvirus), por ejemplo, que está entre los más grandes, puede llegar a medir 400 nm (nanómetros) de largo y 200 nm de ancho. Una bacteria, en cambio, mide entre 1 a 2 μm (micrómetros) de largo. DATO: 1 μm equivale a 1.000 nm.



### 3.2 Ciclo de los virus que tienen ADN

No todos los ciclos de los virus son iguales, las variaciones que presentan dependen del tipo de células infectadas (procariontes o eucariontes) y del material genético que contiene el virus (ADN o ARN). A continuación analizaremos, de manera general, el ciclo de vida de un virus que tiene ADN.

1. Se produce la unión específica de proteínas ubicadas en la superficie del virus (glicoproteínas) con otras ubicadas en la superficie de la célula infectada, llamadas receptores.
2. Se produce la fusión entre las membranas, y la nucleocápside del virus ingresa a la célula.
3. Se produce el desensamblaje de la nucleocápside. El ADN del virus queda en el citoplasma de la célula receptora y las proteínas de la cápside viral son degradadas.
4. El ADN viral se replica.
5. El genoma viral es transcrito, lo que determina la síntesis de ARN mensajeros (ARNm).
6. El ARN es traducido, lo que determina la síntesis de proteínas de la cápside viral y de glicoproteínas.
7. Las glicoproteínas son transportadas en vesículas hacia la membrana de la célula receptora.
8. Se produce fusión de membranas de la vesícula que contiene las glicoproteínas y la célula receptora.
9. Se produce el "ensamblaje" del ADN con las proteínas de la cápside viral.
10. La nucleocápside se ensambla con la membrana de la célula infectada (que posee glicoproteínas).
11. Se originan nuevos virus que infectarán otras células.



Representación del ciclo de un virus que posee ADN.



### 3.3 Ciclo de los virus que tienen ARN

No todos los ciclos de vida de los virus que tienen ARN son iguales. Hay virus ARN, como el del sida, que exhiben un ciclo de vida algo diferente. En ellos existe la enzima **transcriptasa reversa**, que lleva a cabo la síntesis de ADN a partir de ARN. Cuando el ARN se incorpora en el citoplasma, actúa como molde para la síntesis de ADN, el que produce nuevas copias de ARN viral. Algunas copias del ARN viral se traducen generando proteínas estructurales y nuevas copias de la transcriptasa reversa, que se ensamblan en nuevas partículas virales.

1. Se produce la unión específica entre las glicoproteínas del virus con los receptores de la célula que será infectada.
2. Se produce fusión de membranas y la nucleocápside del virus ingresa a la célula.
3. Ocurre el desensamblaje de la nucleocápside. El material genético del virus queda en el citoplasma de la célula receptora y las proteínas de la cápside viral son degradadas.
4. La transcriptasa inversa construye ADN viral a partir del ARN viral. Este ADN luego es replicado.
5. El genoma viral es transcrito, lo que determina la síntesis de ARN mensajeros.
6. El ARN se traduce, por acción de los ribosomas citoplasmáticos de la célula, generando la enzima ARN polimerasa viral y proteínas de la nucleocápside.
7. El ARN es traducido, lo que determina la síntesis de glicoproteínas.
8. Las glicoproteínas son transportadas en vesículas hacia la membrana de la célula infectada.
9. Se produce fusión de membranas entre las vesículas que llevan las glicoproteínas y la célula infectada.
10. Ocurre el "ensamblaje" del ARN con las

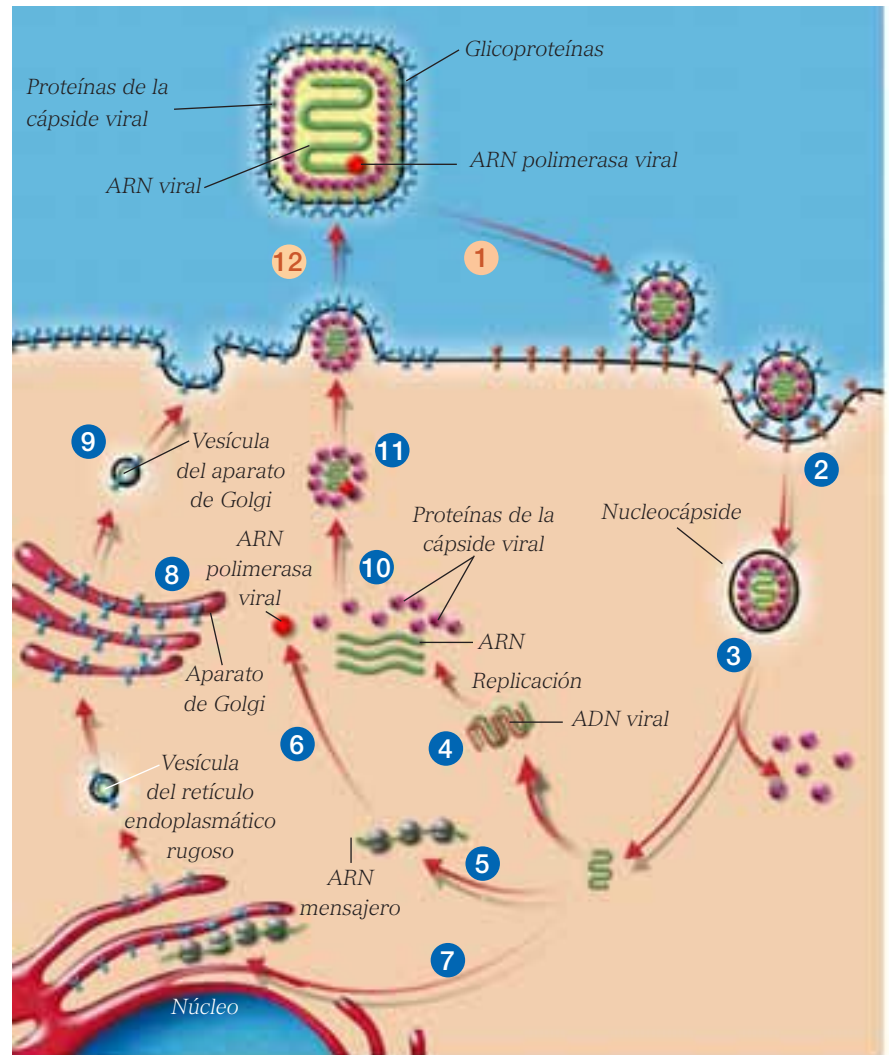
proteínas de la cápside viral, formando la nucleocápside.

11. La nucleocápside se ensambla con la membrana de la célula infectada que contiene glicoproteínas.
12. Se originan nuevos virus que infectarán otras células.

#### Actividad 7

#### INTERPRETAR

- Muchos biólogos se refieren a los ciclos virales como **ciclos de vida de los virus**. Explica, en tu cuaderno, por qué esta denominación no es correcta.



Representación del ciclo de un virus que posee ARN.

## Biología@net

En la siguiente dirección: <http://www.creces.cl/new/index.asp?tc=1&nc=5&tit=&art=481&pr=> encontrarás información sobre los bacteriófagos. Escribe en tu cuaderno cómo pueden ser utilizados este tipo de virus para el beneficio humano.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar. Realiza tu propia búsqueda en internet.

### ANTES DE SEGUIR...

I. Escribe en tu cuaderno la letra de la alternativa correcta y luego compara tus respuestas con las de tus compañeros y compañeras:

1) ¿Qué sucede en la vía lítica de los virus?

- a) Se activa el material genético viral.
- b) Hay transcripción y traducción génica.
- c) Se forman y ensamblan las nuevas partes virales.
- d) La célula infectada se rompe.
- e) Todas las anteriores son correctas.

2) ¿Qué es un bacteriófago?

- a) Un virus que infecta a una bacteria e integra su material genético con el de ella.
- b) Es el tipo de virus que destruye y se alimenta de las bacterias.
- c) Una bacteria con un alto poder patógeno.
- d) Es el tipo de virus que solo contiene ADN.
- e) Ninguna de las anteriores es correcta.

3) Indica cuál de las siguientes oraciones es falsa.

- a) El material genético de los virus es ARN, a diferencia de las bacterias, que contienen ADN.
- b) Una célula infectada por virus sintetiza proteínas virales.
- c) La evolución de una infección bacteriana es rápida debido a la rápida multiplicación de las bacterias.
- d) Los fagos son virus que infectan bacterias.
- e) Existen antibióticos que actúan inhibiendo la formación de la pared celular de las bacterias.

II. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- 1) ¿Cuáles son las semejanzas y las diferencias entre las estructuras de un virus y de una bacteria?
- 2) Explica cómo podría el ser humano utilizar en su beneficio el ciclo de vida de un bacteriófago. ¿Qué tipo de vía podría aportar más beneficios?, ¿por qué?

### Otra forma de aprender

- Comenta con tu compañero o compañera de banco las siguientes preguntas: ¿qué habilidades has desarrollado en los temas vistos?, ¿qué dificultades has tenido?, ¿de qué manera las has resuelto?

## 4 Sistema inmune

Aplicando lo que hemos visto acerca de los agentes patógenos, cabe preguntarse: ¿por qué no nos enfermamos más a menudo?, ¿de qué manera el cuerpo resiste la gran capacidad infectiva de algunas bacterias?, ¿cómo nos defendemos de las enfermedades? Los mecanismos defensivos del cuerpo nos protegen frente a diferentes agentes patógenos, como: virus, bacterias, hongos, protozoos, células tisulares extrañas introducidas desde el exterior (por ejemplo en los trasplantes) y células propias transformadas en malignas o cancerosas.

El conjunto de estructuras biológicas (células, tejidos y órganos) que posibilitan la defensa específica frente a dichos agentes forman parte del **sistema inmune**, y el conjunto de mecanismos que permiten dicha defensa constituyen la **inmunidad**. La ciencia que estudia el sistema inmune se denomina **inmunología**.

### 4.1 Inicios de la inmunología

Los primeros intentos por inducir la inmunidad se encuentran en las antiguas costumbres de chinos y turcos, en el siglo XV, quienes hacían que los niños inhalaran el polvo obtenido de las lesiones de personas que se estaban recuperando de viruela. La idea de esta práctica, conocida como **variación**, era estimular de alguna forma al organismo para que adquiriera inmunidad a esa enfermedad.

La técnica de variación fue mejorada por el médico inglés **Edward Jenner**, en 1798, quien estaba intrigado al observar que las mujeres que ordeñaban vacas podían contraer la varicela bovina, pero no la humana. ¿Se podría producir resistencia a la varicela humana mediante la introducción de fluidos obtenidos de vacas contaminadas con varicela bovina? Para responder esta interrogante, Jenner diseñó un procedimiento experimental en el cual inoculó a un niño sano de 8 años de edad con una muestra de fluido obtenida de una pústula de varicela bovina. Luego, cuando el niño fue infectado con la varicela humana, no desarrolló la enfermedad.

La técnica de Jenner se expandió ampliamente en Europa, pero no fue hasta 100 años después que se aplicó en otras enfermedades, como el cólera, gracias a los trabajos de **Louis Pasteur**, científico francés (1822-1895), quien logró aislar y cultivar en el laboratorio la bacteria causante de esta enfermedad. Él observó que al inyectar cultivos bacterianos antiguos en pollos, estos desarrollaban la enfermedad, pero, para su sorpresa, se recuperaban rápidamente. Entonces, Pasteur quiso repetir sus experimentos con nuevos pollos, distintos de los ya inoculados. Sin embargo, no había pollos disponibles, por lo que tuvo que inocular a pollos que ya habían sido tratados. El resultado nuevamente lo sorprendió: los pollos sobrevivieron y fueron completamente protegidos de la enfermedad.



Louis Pasteur.

### Biodatos

El **Instituto Pasteur** es un centro de estudios en París que fue creado para el tratamiento de la rabia. Recibió el nombre de Pasteur, quien fue su director durante los primeros años de existencia, hasta su muerte. Actualmente, es uno de los centros principales para el estudio de las enfermedades infecciosas, los microorganismos y la genética molecular.

## 4.2 Generación de las vacunas

A partir de estos resultados, Pasteur concluyó que el “envejecimiento” de las bacterias disminuye su **potencialidad para producir la enfermedad** (virulencia) y que estas variedades atenuadas pueden administrarse para proteger al organismo. Él llamó a esta variedad atenuada “**vacuna**” (que en latín significa vaca) en honor a los experimentos realizados por Edward Jenner. Demostró que el carbunco (enfermedad mortal del ganado vacuno) era causado por un bacilo determinado y sugirió que era posible inducir en los animales una forma leve de la enfermedad vacunándolos con bacilos debilitados, lo que les inmunizaría contra ataques potencialmente letales. Con el fin de demostrar su teoría, empezó inoculando 25 ovejas; pocos días más tarde, inoculó a estas y otras 25 con un cultivo especialmente poderoso, y dejó sin tratamiento a 10 ovejas. Predijo que las segundas 25 ovejas perecerían y concluyó el experimento mostrando sus cadáveres uno junto al otro.



Posteriormente, Pasteur expandió estos hallazgos a otras enfermedades y, en 1885, administró la primera vacuna a un ser humano, que había sido mordido por un perro rabioso. Para ello, le inoculó una muestra de médula infectada y desecada proveniente de un conejo que había tenido una forma leve de rabia. Es decir, utilizó virus atenuados que indujeron la respuesta inmune en el niño. Aunque esta administración fue posterior a la mordida, fue antes de la predecible multiplicación viral e infección del sistema nervioso y se logró la recuperación del niño.

Las vacunas son una importante “herramienta” desarrollada por el ser humano para prevenir el contagio de enfermedades infecciosas como la viruela, la poliomielitis y la influenza.

### Biología@net

Conéctate a la página

[www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) ingresa el código 10B4076. Allí aparece información sobre las vacunas que deben inocularse para visitar algunos países, como prevención frente a enfermedades frecuentes. Establece cuál es la enfermedad frente a la cual se recomienda protección en la mayor cantidad de países e investiga sobre sus síntomas y efectos en el cuerpo.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.

### Actividad 8

### INVESTIGAR

- Reunidos en parejas, averigüen sobre las vacunas que han recibido y, en sus cuadernos, completen una tabla indicando las enfermedades que han prevenido y la edad a la que recibieron cada inmunización.

Comparen la información obtenida y comenten sobre la importancia de que todas las personas reciban las mismas vacunas, a la misma edad.

El término *inmune*, en su contexto biomédico, significa *protección contra una enfermedad, más específicamente, contra una enfermedad infecciosa.*

## 5 Tipos de inmunidad

El cuerpo tiene **tres líneas de defensa contra los ataques microbianos**.

- **Primera:** barreras externas que impiden que los microorganismos entren en el cuerpo.
- **Segunda:** defensas internas no específicas que combaten a los invasores.
- **Tercera:** el sistema inmunitario dirige su ataque, una respuesta inmunitaria, contra microbios específicos.

Existen dos tipos básicos de inmunidad: la **innata** o natural y la **adaptativa** o adquirida. Ambos tipos de inmunidad implican la **defensa contra agentes patógenos**.

### 5.1 Inmunidad innata o natural

La inmunidad innata, natural o nativa, incluye a todos aquellos “mecanismos” que tiene el organismo para combatir al microbio **antes de que ocurra la infección**. Corresponde a la **primera línea de defensa** contra los agentes patógenos. Entre los principales componentes de la inmunidad innata, se encuentran las barreras físicas, las barreras químicas,

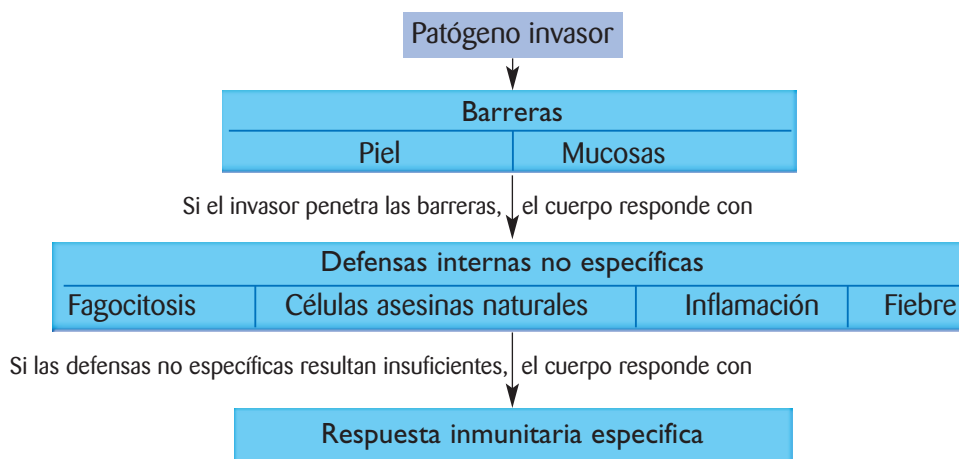
las células fagocíticas y las proteínas plasmáticas, los que participan en procesos como la fagocitosis, la inflamación y la fiebre.

**a. Barreras físicas o mecánicas.** Los epitelios que forman la piel y los tejidos mucosos, que revisten al tubo digestivo y las vías respiratorias, son ejemplos de este tipo de barreras. La **piel** constituye una gruesa barrera física que impide, o dificulta, el ingreso de los patógenos. Además, su permanente “renovación” (descamación de la piel) permite la eliminación de aquellos microorganismos que se encuentren en su superficie. Es muy poco probable que las bacterias ingresen por la piel intacta, en cambio, cuando se rompe por algún corte o quemadura, es el foco de ingreso para una infección. También actúan como barreras las **membranas mucosas** que revisten las cavidades del cuerpo que se comunican con el exterior (el tubo digestivo y las vías respiratorias). Las células de la mucosa producen mucus, que lubrica y atrapa los microbios. En el epitelio de la nariz y la tráquea, existen **células ciliadas** que “barren” los gérmenes contenidos en el mucus hasta la faringe, y luego pasan al estómago donde son destruidos por el **ácido clorhídrico**.

### Actividad 9

### ANALIZAR

Observa el siguiente diagrama que representa la organización de los tipos de inmunidad y responde.



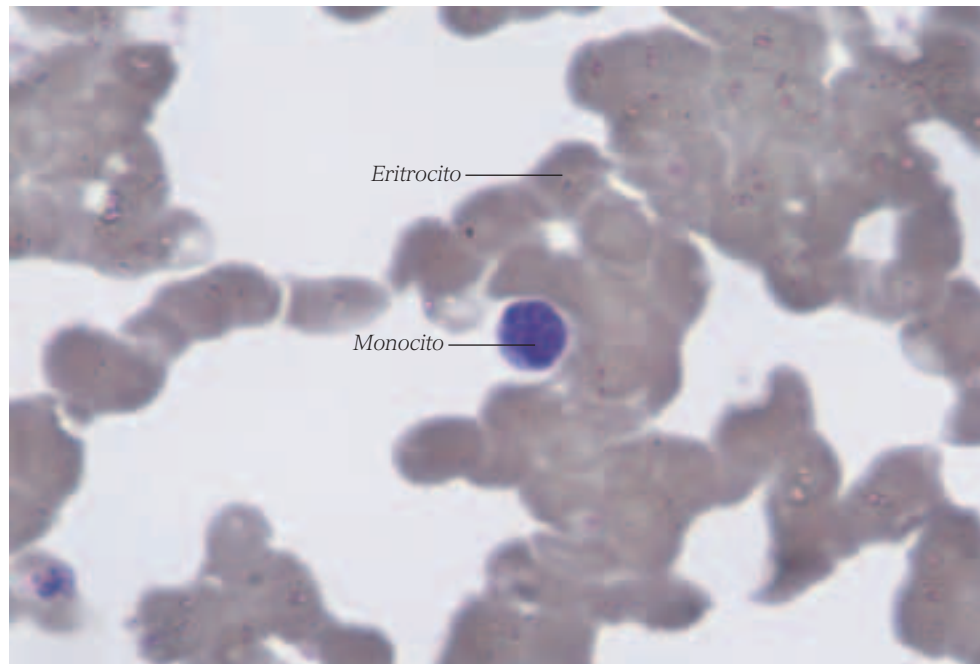
- Si los patógenos son atrapados por las membranas mucosas, ¿por qué no necesariamente se producirá una enfermedad en dicho lugar?
- ¿Qué otras barreras debe enfrentar un patógeno que atraviesa la piel y las barreras mucosas?



**b. Barreras químicas.** Corresponden a ciertas **secreciones** que afectan el desarrollo de los microbios o producen su muerte, en forma directa o indirecta. Algunos ejemplos de estas barreras son las lágrimas, la saliva, las secreciones mucosas de los epitelios de los aparatos digestivo y respiratorio. Se incluyen también las secreciones de las glándulas sebáceas y sudoríparas. Las **lágrimas** y la **saliva** poseen una enzima llamada **lisozima**, que destruye la pared celular de las bacterias y con ello ocasiona su muerte. El sebo, producido por las glándulas sebáceas, contiene ácidos grasos que determinan el pH ácido de la piel, lo que inhibe el crecimiento bacteriano. Además, su consistencia oleosa actúa como una barrera en sí. El **sudor**, producido por las glándulas sudoríparas, aporta lisozima y “arrastra” a los patógenos fuera del cuerpo.

**c. Células fagocíticas.** Si los microbios invasores penetran la primera línea de defensa en la piel y las membranas mucosas, se encuentran con una serie de defensas internas. Algunas de esas defensas son inespecíficas, es decir, atacan a una amplia variedad de microbios. Una de estas respuestas inespecíficas está representada por células con **capacidad fagocítica**. Entre ellas encontramos los **macrófagos**, los **neutrófilos** y las **células NK** (del inglés natural killers) o **asesinas naturales**. Los **macrófagos** son leucocitos (glóbulos blancos) derivados de los **monocitos**. Cuando los monocitos abandonan la sangre y pasan a ciertos tejidos, completan su diferenciación y originan a los macrófagos. Estos últimos pueden adoptar diversas formas y estar presentes en tejidos tan diferentes como el sistema nervioso central, el epitelio alveolar e intestinal, el hígado, los huesos, etcétera. También participan en

la inmunidad adaptativa, como veremos más adelante. Los **neutrófilos** son un tipo de glóbulos blancos que fagocitan restos de células muertas y contienen enzimas y sustancias antibacterianas. Las **NK** corresponden a una variante de linfocitos (glóbulos blancos) que pueden fagocitar células infectadas por virus y células tumorales, entre otras funciones.



En esta microfotografía de sangre se observa la presencia de eritrocitos y monocitos, que son un tipo de glóbulo blanco.

## Biodatos

La autoinmunidad es la agresión de los distintos elementos que forman el sistema inmune de un individuo contra estructuras propias, provocando un daño en el órgano o estructura al que apuntan los mecanismos defensivos del organismo.

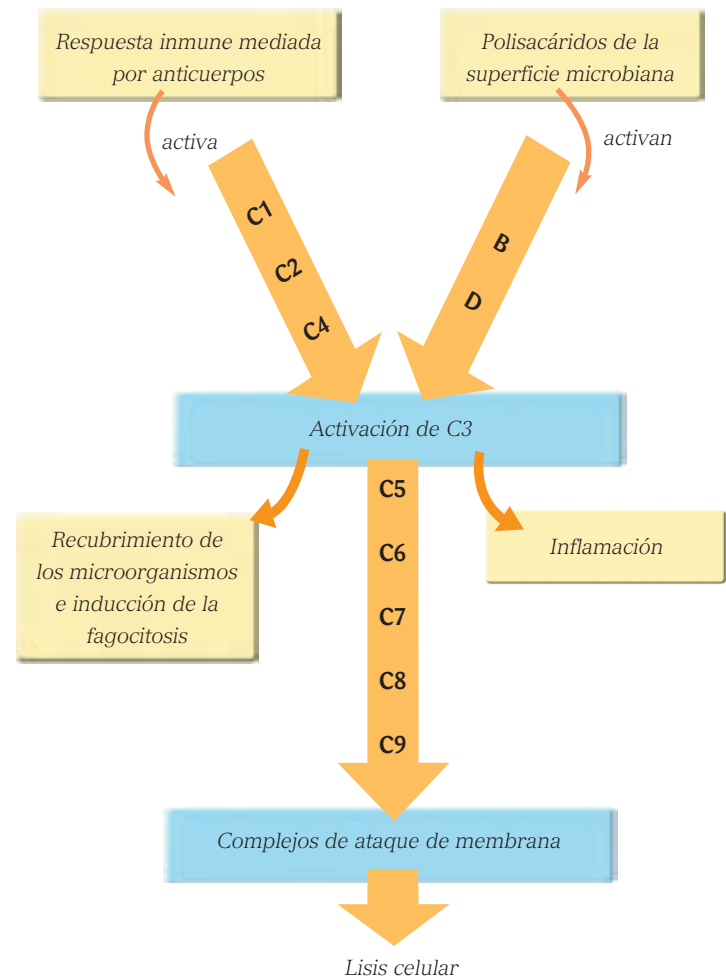
**d. Proteínas plasmáticas.** La última barrera que participa en los procesos de inmunidad natural la constituyen las proteínas específicas, llamadas **citoquinas, interleuquinas o linfoquinas**. Estas proteínas participan en la inducción de la respuesta inflamatoria y en la regulación de la producción de glóbulos blancos, entre otras funciones.

Otras proteínas presentes en la sangre, que intervienen en la defensa innata del organismo, están representadas por los **interferones** y las **proteínas del sistema del complemento**. Los interferones son proteínas liberadas por las células del organismo que han sido infectadas por virus. También son liberadas por los macrófagos y otros tipos celulares. Los interferones son captados por células específicas, que poseen receptores para ello, y responden secretando péptidos que **inhiben o interfieren la replicación viral**. De esta forma, el organismo posee un mecanismo de defensa contra algunos virus. Además, los interferones **estimulan la actividad de células fagocíticas**, como los neutrófilos y las células asesinas naturales, aumentando así su potencial destructivo contra los microbios.

El **sistema del complemento** está formado por una veintena de proteínas plasmáticas y de unión a membrana, que normalmente se encuentran inactivas. Cuando las proteínas se activan, complementan (de ahí su nombre) y **potencian ciertas reacciones inmunes, alérgicas e inflamatorias**, que contribuyen a la defensa del organismo. La activación del complemento puede ocurrir a través de una respuesta inmunitaria o, de forma más directa, por microorganismos invasores. Cuando ocurre la activación del complemento, se forman grandes complejos proteicos, denominados **complejos de ataque de membrana**, que producen perforaciones en la membrana del microorganismo y pueden llegar a destruirlo.

### Representación de la activación del complemento

B, D, C1-C9: componentes reactivos del sistema del complemento



## Actividad 10

## SINTETIZA

- En tu cuaderno, realiza un cuadro resumen con la función de cada uno de los siguientes componentes de la inmunidad innata: piel, membranas mucosas, células ciliadas, lágrimas, saliva, sebo, sudor, jugo gástrico, interferones, sistema del complemento y células asesinas naturales.

## 5.2 Inmunidad adaptativa o adquirida

Como la inmunidad natural es un tipo de defensa no específica, puede resultar poco efectiva. Cuando no cumplen con su cometido, el sistema inmunitario del cuerpo organiza una **respuesta inmunitaria muy específica** dirigida contra el invasor.

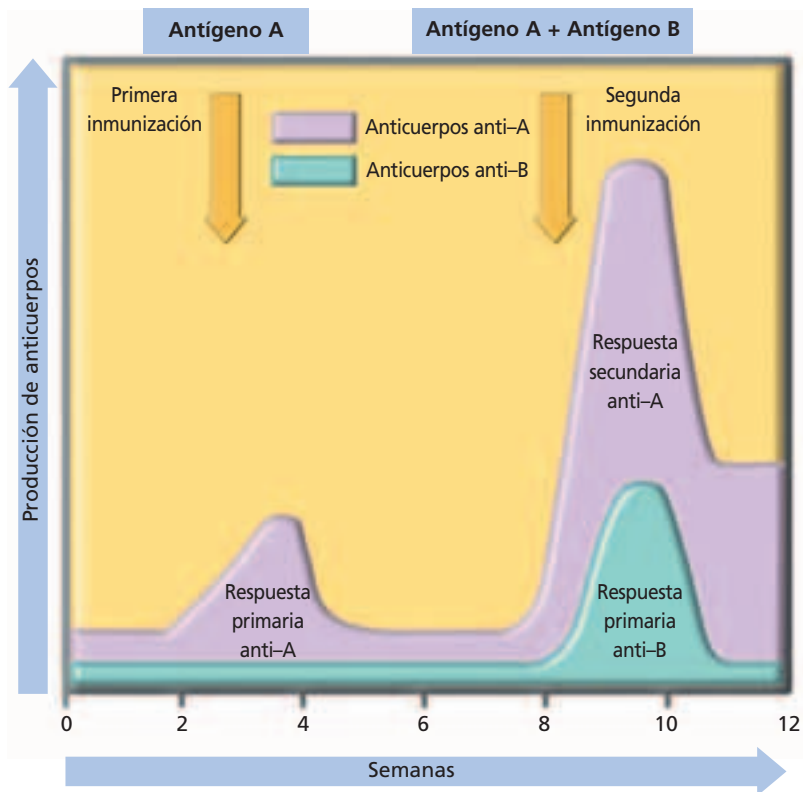
El sistema inmunitario tiene la particularidad de no estar formado por estructuras conectadas físicamente, sino que consiste en un “ejército” de células individuales, muy bien coordinado, que requiere de complejas comunicaciones en las que intervienen hormonas, receptores, células, antígenos y anticuerpos. La inmunidad adaptativa o adquirida surge en respuesta a la exposición a agentes infecciosos específicos y se incrementa en magnitud y capacidad con cada exposición a un microbio en particular. Como este tipo de inmunidad se desarrolla en respuesta a una infección, y representa una adaptación a ella, es que recibe su nombre.

Las principales características que presenta la inmunidad adquirida son su **especificidad** (capacidad de distinguir entre agentes patógenos diferentes, pero estrechamente emparentados, por lo que se le denomina también inmunidad específica) y la **capacidad de “recordar” y responder a repetidas exposiciones a un mismo microbio (memoria)**. Los componentes de la inmunidad adaptativa son los **linfocitos y sus productos**.

Los linfocitos participan en las respuestas inducidas por los antígenos que forman parte de microorganismos patógenos, y que permiten reconocer a estos últimos como agentes extraños al organismo. Existen diferentes tipos de linfocitos que difieren en cómo reconocen y destruyen a los antígenos.

- Los **linfocitos B** producen **anticuerpos** como resultado del reconocimiento de un antígeno determinado. Los anticuerpos son proteínas que reconocen al agente extraño, lo inactivan y facilitan su destrucción.
- Los **linfocitos T ayudadores (helpers)**, al reconocer un antígeno presentado por una célula accesoria, secretan citoquinas que estimulan la proliferación y especialización de otros linfocitos, incluidos los macrófagos, además de la respuesta inflamatoria.

- Las **células asesinas naturales**, que son un tipo de linfocito menos especializado, destruyen células infectadas por patógenos intracelulares, como los virus.



Producción de anticuerpos de un animal de experimentación que es enfrentado a un antígeno A, en la semana 2, y que luego, en la semana 7, es enfrentado al mismo antígeno A y a otro diferente: antígeno B.

### Actividad 11

### PREDECIR

En parejas, analicen el gráfico y respondan las preguntas en sus cuadernos.

- ¿Qué ocurre con la producción de anticuerpos contra el antígeno A, en la primera y segunda inmunización?
- ¿A qué se debe esta diferencia en la producción de anticuerpos?
- ¿Cómo sería la velocidad de producción del anticuerpo contra el antígeno B, si se realiza una segunda inmunización con este antígeno?

**a. Inmunidad adaptativa humoral.** Resulta de la producción de proteínas muy específicas, generadas en respuesta a un antígeno en particular, llamadas **anticuerpos**. Los **anticuerpos corresponden a inmunoglobulinas** y circulan por la sangre y otros fluidos del cuerpo, reconociendo antígenos microbianos específicos. Además de reconocer a los antígenos de manera específica, los anticuerpos pueden neutralizar la capacidad de infectar de los patógenos y los “marcan” para facilitar su eliminación. También son específicos en cuanto al tipo de respuesta que inducen. Algunos promueven la fagocitosis y otros gatillan la secreción de mediadores químicos que participan en la respuesta inflamatoria y en la activación del complemento, por ejemplo. La inmunidad humoral es el principal mecanismo de defensa contra los microbios extracelulares y sus toxinas.

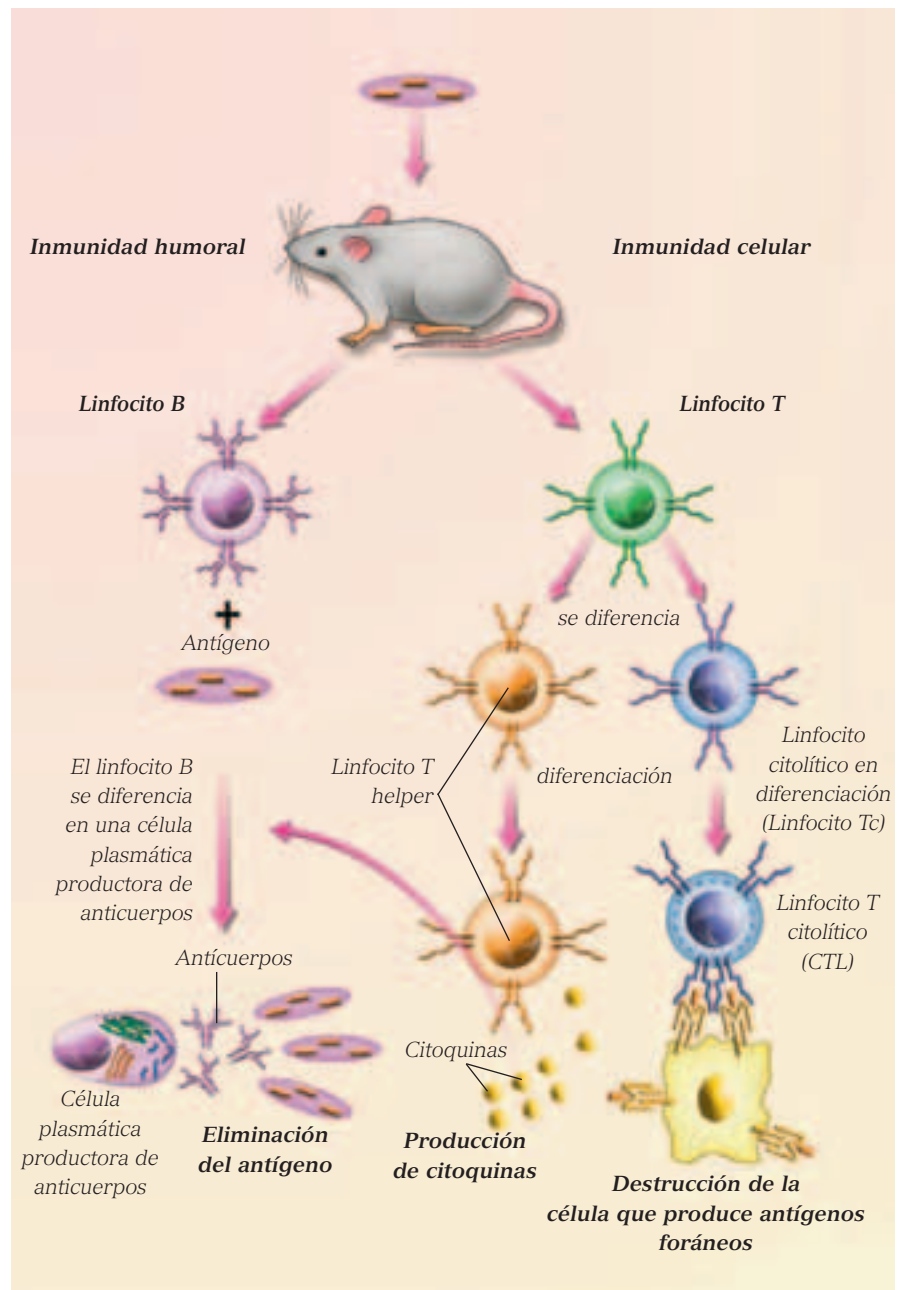
**b. Inmunidad adaptativa celular.** Los patógenos intracelulares, como los virus y algunas bacterias, pueden sobrevivir y proliferar dentro de los fagocitos y otras células, donde no pueden llegar los anticuerpos circulantes. En este caso, la defensa contra estos agentes es responsabilidad de la inmunidad celular. Este tipo de inmunidad se caracteriza por la participación de los **linfocitos T**.

## Actividad 12

## ANALIZAR

En parejas, analicen el esquema que muestra las respuestas humoral y celular y respondan en sus cuadernos.

- A partir del esquema, describan ambos tipos de respuesta inmune.
- ¿Qué importancia tienen las citoquinas?, ¿qué tipo de linfocito las produce?
- ¿Qué función cumplen los linfocitos citolíticos?



Representación de la inmunidad adaptativa humoral y celular.

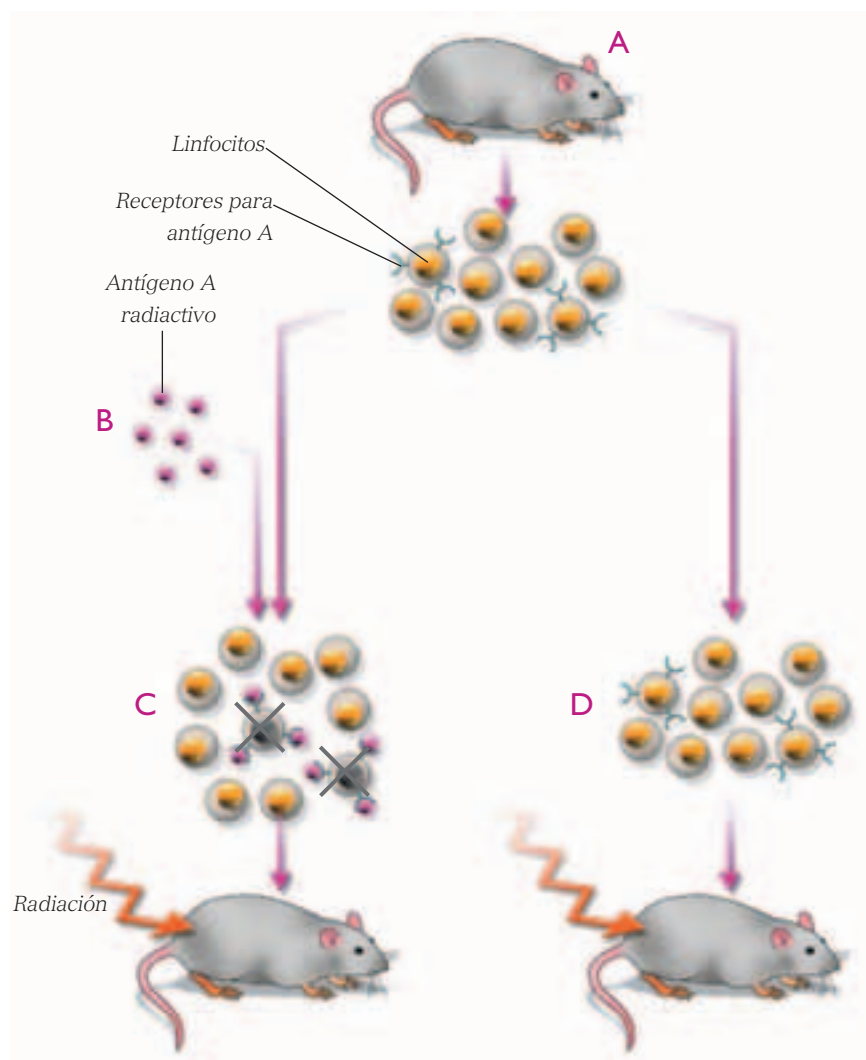
### 5.3 ¿Cómo se desarrolla la respuesta inmune adaptativa?

Este proceso ocurre en tres fases: el **reconocimiento del antígeno**, la **activación de los linfocitos** y la **fase efectora** (eliminación del antígeno). Como consecuencia de estas fases, el organismo logra la eliminación del antígeno y además queda provisto de un grupo de células que ha "memorizado" al antígeno para destruirlo en infecciones futuras.

**a. Reconocimiento del antígeno.** ¿Cómo reconoce nuestro sistema inmune los elementos extraños a él? Según la **teoría de la selección clonal**, cada organismo genera, mediante clonación, una gran variedad de linfocitos que derivan de un único precursor.

Frente a la exposición a un antígeno, solo determinados linfocitos (los que presentan el mecanismo inmunológico adecuado para dicho antígeno) participarán en la defensa, es decir, solo algunos linfocitos son seleccionados para participar en la respuesta inmune.

Durante su desarrollo, cada linfocito queda destinado a reaccionar con un antígeno determinado, incluso antes de haber sido expuesto a él. Esto está determinado por ciertas proteínas presentes en la superficie de la membrana celular del linfocito, que actúan como receptoras del antígeno. Por consiguiente, un antígeno ajeno al organismo, estimula la proliferación de aquellos linfocitos que presentan receptores para dicho antígeno (selección clonal).



■ Representación de un experimento que pone a prueba la teoría de la selección clonal

- A. Se extraen linfocitos del bazo de un ratón sano.
- B. En un medio de cultivo de células del bazo, estos linfocitos son expuestos a antígeno A radiactivo. Esto provoca la muerte, por irradiación, de aquellos linfocitos que presentan receptores para dicho antígeno.
- C. Los linfocitos sobrevivientes, que carecen de receptores para el antígeno A, son inyectados en un ratón al que se ha sometido a radiación. La radiación suprime su sistema inmunológico. El resultado es que el ratón no responde al antígeno A, pero sí a otros antígenos.
- D. Se le inyectan linfocitos que no han sido expuestos al antígeno A radiactivo, a otro ratón de similares características cuyo sistema inmunológico también ha sido suprimido por radiación. El resultado es que el ratón responde a todos los antígenos, incluyendo el A.

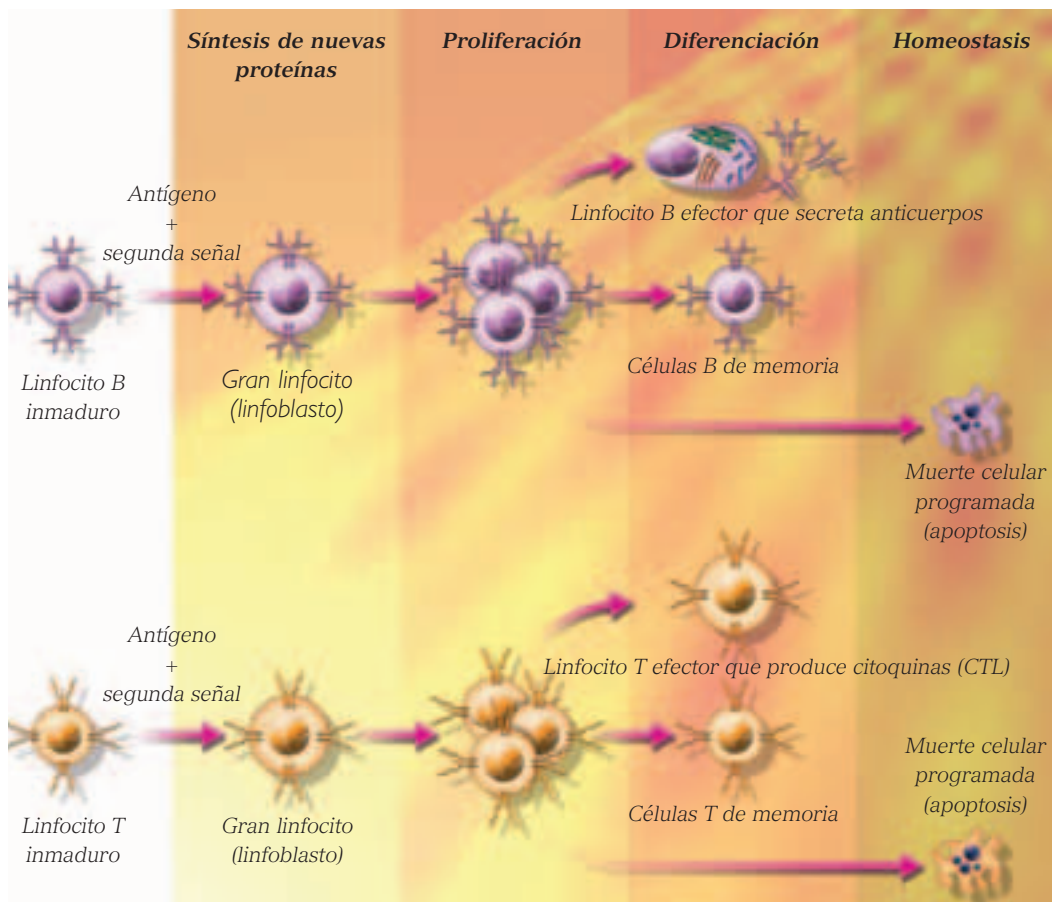


**b. Activación de los linfocitos.** Esta fase requiere de dos señales diferentes y se conoce como **hipótesis de las dos señales**. La **presencia de antígeno**, conocida como primera señal, asegura que la respuesta inmune obtenida sea específica. La **presencia de alguna manifestación de la respuesta inmune innata (segunda señal)**, como por ejemplo la secreción de sustancias como citoquinas, asegura que la respuesta inmune se manifieste en el momento

oportuno. La respuesta de los linfocitos a ambas señales determina la síntesis de proteínas específicas, proliferación celular y diferenciación a células efectoras y de memoria.

**c. Fase efectora (eliminación del antígeno).** Durante esta fase, los linfocitos que han sido activados específicamente por su antígeno llevan a cabo la eliminación de este último. Los anticuerpos eliminan a los microbios extra-

celulares, mientras que los linfocitos T a los intracelulares. Ambos mecanismos requieren, generalmente, de la participación de componentes de la inmunidad innata. Así, los mismos agentes que brindan la primera línea de defensa al organismo, participan en la respuesta adaptativa en contra de los antígenos.



Fases de la respuesta producida por linfocitos.

### Actividad 13

### ANALIZAR Y PREDECIR

Reunidos en parejas, analicen el experimento que pone a prueba la teoría de la selección clonal, presentado en la página anterior, y respondan las preguntas en sus cuadernos.

- ¿Cuál es el experimento control en esta experiencia?
- Si los linfocitos no fueran específicos para un antígeno determinado, ¿qué habría ocurrido con los ratones B y C?

Luego, analicen el esquema de esta página y expliquen por qué la respuesta inmune disminuye con el tiempo y por qué se produce el fenómeno de “memoria inmunológica”.

## 6 Inmunidad y vacunas

¿Qué son las vacunas?, ¿cómo se obtienen? Generalmente, para producir una vacuna que permita enfrentar una enfermedad infecciosa se utilizan muestras de **virus o bacterias enteros y “muertos”**, o **variantes atenuadas**. Estas vacunas, una vez en el interior del organismo, producen inmunidad (adaptativa o adquirida), debido a que generan una **respuesta inmunológica específica**.

El objetivo final de una inmunización ideal no es solo la **producción de anticuerpos** (inmunidad humoral) sino que también el desarrollo de **células citotóxicas** capaces de destruir a las células infectadas por el virus (inmunidad celular).

Actualmente en el mundo, el 90% de las muertes en

menores de 5 años se producen en países en desarrollo, y el 70% son causadas por enfermedades infecciosas prevenibles. La combinación de vacunación y de adecuadas medidas de higiene, ha producido el mayor impacto de todas las medidas de salud.

¿Hay planes de vacunación en nuestro país? En Chile existe un calendario de vacunación nacional (obligatorio y gratuito). El objetivo fundamental es prevenir enfermedades infecciosas, sus complicaciones y secuelas, pues estas son una de las principales causas de muerte en todas las épocas. La última modificación al calendario de vacunación obligatoria se dio a conocer en el año 2005, dentro del Plan Ampliado de Inmunizaciones del Ministerio de Salud. A nivel internacional, es elogiada la cobertura cercana al 95% de este plan.

TABLA 2.1 CALENDARIO ACTUAL DE VACUNACIONES EN CHILE

Edad	Vacuna	Protege contra
Recién nacido	B.C.G	Tuberculosis
Dos, cuatro y seis meses	Hepatitis B DTP Antipolio Antihemophilus influenza B (HIB)	Hepatitis B Difteria, tétanos y tos convulsiva Poliomielitis Infecciones por HIB
1 año	Tresvívrica	Sarampión, rubéola y paperas
18 meses	Antipolio (refuerzo) DTP (primer refuerzo)	
4 años	DTP (segundo refuerzo)	
6 años (1° Básico)	Tresvívrica (refuerzo)	
2° Básico	Toxoide DT	Difteria y tétanos
Mujeres de 10 a 29 años	Anti rubéola (refuerzo)	

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

Los refuerzos de las vacunas tienen por objetivo mantener la inmunidad frente a las enfermedades.

### Actividad 14

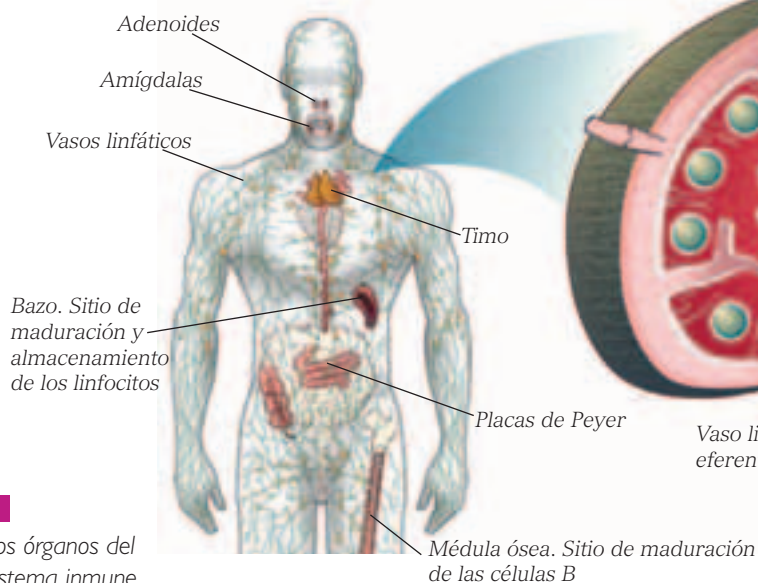
### INVESTIGAR

- Reúnete con 4 o 5 compañeros y compañeras y realicen una investigación sobre la evolución de una determinada enfermedad en la población chilena. Indiquen: evolución del número de casos, causas, efectos de la vacunación, erradicación, etcétera. Pueden elegir enfermedades como la difteria, pertussis, poliomiélitis, rubéola, tétanos, influenza, hepatitis B, entre otras.

## 7 Órganos del sistema inmune

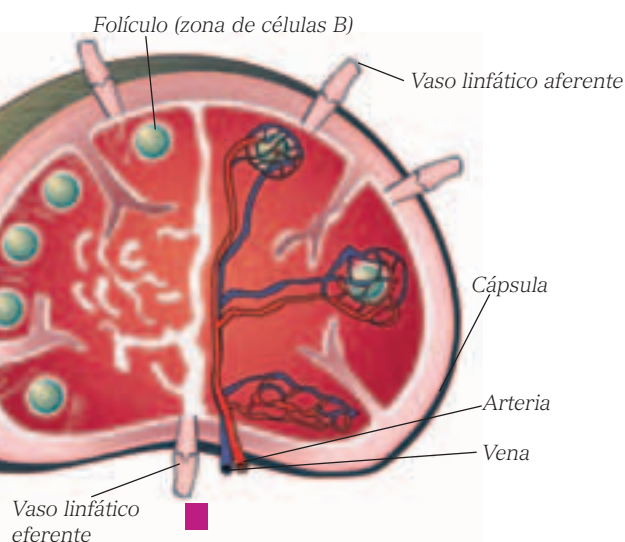
¿Cómo se constituye el sistema inmune? ¿Qué órganos de tu cuerpo se encargan de tu defensa? Este sistema está formado por una red compleja y vital de células y órganos que protegen al cuerpo de las infecciones. A los órganos que forman parte del sistema inmunológico se les llama **órganos linfoides** y son los responsables de la formación de los linfocitos. Los vasos sanguíneos y los vasos linfáticos son parte importante de los órganos linfoides debido a que son los encargados de transportar los linfocitos hacia y desde diferentes áreas del cuerpo. Otros órganos linfoides son:

- Las glándulas adenoides, ubicadas en la parte posterior del pasaje nasal, que, junto con las amígdalas palatinas, constituyen un anillo protector en la garganta.



Los órganos del sistema inmune.

- Los ganglios linfáticos son estructuras de forma arriñonada que forman agrupaciones en forma de racimos localizados en el cuello, las axilas, la ingle, el tórax (entre los pulmones) y el abdomen.
- Los nódulos linfáticos: órganos con forma de poroto que se encuentran en todo el cuerpo y se conectan mediante los vasos linfáticos. A diferencia de los ganglios linfáticos, no están rodeados por una cápsula.
- El timo: dos lóbulos que se unen en frente de la tráquea, detrás del estómago.
- El bazo: órgano del tamaño de un puño, que se encuentra en la cavidad abdominal.
- La placa de Peyer: tejido linfático en el intestino delgado.
- La médula ósea: tejido suave y esponjoso que se encuentra en las cavidades óseas.



El ganglio linfático tiene como función filtrar la linfa, eliminando restos celulares y partículas extrañas. En el ganglio linfático contiene numerosos folículos linfoides, que son agregados de linfocitos B transportados hasta ellos a través de los capilares sanguíneos que los rodean. Entre los folículos y junto a ellos hay varias capas de linfocitos T. Los microorganismos patógenos llegan junto con la linfa a los ganglios linfáticos a través de los vasos linfáticos aferentes, y son englobados y procesados por los macrófagos corticales. El ganglio linfático sirve como lugar de reunión de todos los elementos necesarios para que se inicie la respuesta inmune la que es propagada por la linfa que sale del ganglio por los vasos linfáticos eferentes.

### Actividad 15

### INVESTIGAR

- Identifica en la imagen los órganos del sistema inmune, anótalos en tu cuaderno e investiga sobre la función de cada uno en la detección de los microorganismos y en la maduración de los linfocitos.

### Biología@net

Conéctate a la página

[www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4085. Allí encontrarás información sobre enfermedades del sistema linfático.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.








## 8 Células del sistema inmune

¿Has tenido alguna enfermedad infecciosa?, ¿te tomaron muestras de sangre para el diagnóstico? ¿Para qué sirve dicho examen de sangre?

Hasta ahora, has visto la gran cantidad de células involucradas en el sistema inmune. Para la mayoría de las personas solo es familiar el concepto de glóbulos blancos, sin embargo, las células del sistema inmune son muchas más, como podrás observar en la figura.

### Actividad 16 INVESTIGAR Y ANALIZAR

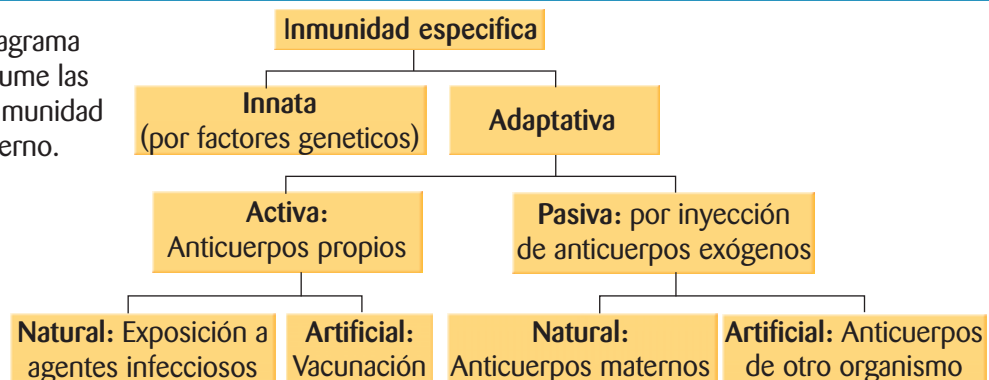
- En grupos, consigan exámenes de sangre, analícenlos e intenten reconocer en qué condiciones de salud inmunológica estaba el paciente cuando se tomó el examen. Luego, con ayuda de su profesor o profesora, hagan una puesta en común de los resultados observados.

Glóbulos blancos	
Tipo	Función
 Basófilos	Participan en la respuesta inmunitaria, liberando mediadores inflamatorios.
 Eosinófilos	Pueden regular la respuesta alérgica y las reacciones de hipersensibilidad, mediante la fagocitosis.
 Neutrófilos	Contienen enzimas destructoras y sustancias antibacterianas, para el ataque de gérmenes.
 Monocitos	Fagocitan microorganismos o restos celulares.
 Linfocitos B	Responsables de la respuesta humoral, produciendo anticuerpos.
 Linfocitos T	Coordinan la respuesta inmune mediada por células, reconociendo antígenos.
 Células asesinas	Destruyen células infectadas por virus u otros organismos intracelulares.

### Actividad 17

### ANALIZAR

- Analiza el siguiente diagrama de conceptos que resume las características de la inmunidad y explícalo en tu cuaderno.



## 8.1 Mal funcionamiento del sistema inmunitario: las alergias

Este es un tema que retomarás en la próxima unidad. Las alergias pueden considerarse como un tipo de **respuesta inmune extremadamente exacerbada**, frente a sustancias aparentemente inocuas. Algunas alergias comunes son la fiebre del heno, las alergias a los mariscos, al pescado, al polen, e incluso a ciertos antibióticos. Pero, ¿por qué se producen las alergias?

Aunque la mayoría de las personas están expuestas a sustancias como las señaladas, no todas presentan una respuesta del sistema inmune tan extrema. La **reacción de alergia** o **hipersensibilidad**, como se la designa técnicamente, se caracteriza porque en los primeros “encuentros” con el alérgeno o agente que la provoca, el organismo **no manifiesta** ningún tipo de respuesta. Pero, después de una segunda exposición, se produce una **reacción inflamatoria** muy rápida. Además, se activan ciertos grupos de **linfocitos T helpers** que secretan citoquinas, las que, a su vez, activan los **linfocitos B** productores de un tipo especial de anticuerpos, las **IgE**. Además, se producen **células de memoria**.

Los anticuerpos IgE permanecen poco tiempo en circulación; sin embargo, logran estimular ciertos grupos de células sanguíneas, las que secretan diferentes sustancias químicas, como la **histamina**, la **serotonina** y otras conocidas como **leucotrienos** y **prostaglandinas**, que median la respuesta inflamatoria.

La inflamación provoca un aumento del “riego sanguíneo” por **vasodilatación** y con ello produce un **mayor aporte de células defensivas**. Además, determina una **constricción de la musculatura bronquial**, produciendo esa característica sensación de ahogo que manifiestan las personas asmáticas frente a un alérgeno. Algunos científicos piensan que esta reacción evita el ingreso de patógenos potenciales.

Como consecuencia de la reacción inflamatoria se aprecian, además, **un aumento de la secreción de mucus**, **dermatitis** (picazón), **eczema** (irritación de la piel), e incluso **diarreas**, en las alergias a ciertos alimentos.

El tratamiento de las alergias considera el empleo de **antihistamínicos** que, en algunos casos, se combinan con **descongestionantes**.



El polen es uno de los alérgenos ambientales más comunes, junto con el polvo y el humo.

### Actividad 18

### INFERIR

Se sabe que una persona nace con la predisposición genética para ser alérgica; sin embargo, es el medio ambiente el que determina los alérgenos a los que estamos expuestos y, así, a qué sustancias nos sensibilizamos.

- ¿Se puede ser alérgico a sustancias con las que nunca se ha tenido contacto?
- ¿Cómo podrían explicarse las alergias en los recién nacidos?
- ¿Se puede presentar una reacción alérgica a un medicamento que se toma por primera vez?

### Actividad 19

### INVESTIGAR Y COMUNICAR

- Reunidos en parejas, averigüen sobre los test cutáneos que se aplican para las pruebas de alergia. Investiguen cómo, dónde y por qué se realizan, y qué tipo de información entregan. Luego, elaboren un informe sobre lo investigado e incluyan sus principales conclusiones.



# Campaña de vacunación contra la influenza

La influenza es una enfermedad que puede tratarse con reposo en casa, sin necesidad hospitalización, consumiendo abundante líquido y medicamentos para la fiebre. Sin embargo, entre los grupos más vulnerables puede llegar a producir complicaciones mayores y, en algunos casos, incluso la muerte.

La vacuna contra la influenza produce la inmunización después de 10 días de haber sido administrada y funciona inoculando un tipo debilitado del virus que causa la enfermedad. Días después de la inyección, el cuerpo está preparado con anticuerpos para enfrentar al virus real.

En Chile, se vacuna gratuitamente a todas las personas consideradas más vulnerables: embarazadas (a partir de la semana 13 de gestación), niñas y niños con entre 6 y 23 meses de edad, adultos mayores a partir de los 60 años y personas que padezcan algunas enfermedades crónicas, como las siguientes:

- Cáncer.
- Diabetes.
- Fibrosis quística.
- Enfermedad bronquial obstructiva crónica.
- Enfisema pulmonar.
- Asma.
- Insuficiencia renal crónica en diálisis.
- Insuficiencia cardíaca.
- Arritmia con marcapaso.
- Personas portadores de VIH/sida.

La vía de administración de la vacuna es intramuscular en la parte superior del brazo y está contraindicada para las personas con alergia a la proteína del huevo o alergia a vacunaciones anteriores contra la enfermedad, para las mujeres en el primer trimestre de embarazo y para quienes tengan fiebre sobre 38 °C.

Las personas que se vacunan pueden desarrollar algunos efectos secundarios, como dolor e inflamación en el sitio de punción, fiebre, malestar general, dolor de cabeza y mialgias, que desaparecen dentro de las horas posteriores a la vacunación.

En la campaña de vacunación de 2007, con una inversión millonaria por parte del estado, se vacunaron 2.748.203 personas en todo el territorio nacional, más del 90% de la población que forma parte de los grupos objetivos, todo un éxito en la prevención de las complicaciones que podría acarrear un masivo contagio de influenza en la población chilena.

Fuente: [www.minsal.cl](http://www.minsal.cl) (Adaptación)



*Las campañas nacionales de vacunación ayudan a prevenir el contagio de diversas enfermedades. Averigua sobre otras campañas de este tipo, que se hayan realizado en los últimos años.*

## Analizar el problema

Considerando la información de las páginas anteriores, y buscando información adicional en la biblioteca de tu establecimiento escolar o en internet, desarrolla las siguientes actividades:

- a) ¿Qué efecto tiene la vacuna contra la influenza?
- b) ¿Por qué la población más vulnerable debe recibir la vacuna todos los años?, ¿por qué no basta con una dosis en la vida?
- c) ¿Para qué personas está contraindicada esta vacuna?, ¿por qué ocurre esto?
- d) ¿Por qué no pueden vacunarse las personas alérgicas al huevo?
- e) Explica cuál es la razón por la cual las personas vacunadas pueden igualmente presentar algunos síntomas de la enfermedad.

## Evalúa tu actitud

- a) ¿Qué razones crees que existen para que se inviertan tantos recursos económicos en estas campañas de vacunación?
- b) ¿Por qué un porcentaje de la población chilena considerada en el grupo vulnerable no se vacuna?, ¿cuáles crees que puedan ser las razones de esta situación?
- c) ¿Conoces alguna persona que haya accedido a la vacuna?, ¿contrajo la enfermedad en el invierno?
- d) Si tuvieras que motivar a alguien de tu familia u otra persona para que se vacune contra la influenza, ¿cuáles serían tus argumentos?

## Adopta un compromiso

- Junto a tres compañeros o compañeras elaboren un afiche con la información más relevante sobre las vacunas, invitando a las personas a participar en las campañas de vacunación. Luego, ubíquenlo en un lugar destacado de su establecimiento o en su comunidad vecinal, para ayudar a promover esta y otras campañas de vacunación.

# Papiloma humano: un virus silencioso

El virus papiloma humano (HPV) es uno de los factores más importantes en la formación de cáncer del cuello del útero, que es el segundo cáncer más frecuente entre mujeres en el mundo.

Este es uno de los grupos de virus más comunes que existen y algunos habitan en el epitelio del aparato genital. Es una infección principalmente asintomática, lo que ayuda en el aumento de su propagación por el mundo. El mecanismo de contagio del HPV es la vía sexual. Al entrar en contacto con el virus, el mecanismo inmune lo adopta y lo deja en estado oculto, así, no se observa una manifestación clínica y puede pasar años en estado latente.

Las estadísticas señalan que hasta el 80% de la población puede ser portadora, pero se puede tardar años en detectar el virus, y su brote va a depender directamente del sistema inmunológico de cada persona. En la mayoría, especialmente los hombres, el virus está presente pero no se manifiesta y por esto no se le da importancia.

Cuando se manifiesta, los principales síntomas son las verru-

gas genitales, los llamados condilomas, cuando se encuentran en la mucosa, y papilomas, cuando están instalados en la piel externa. En la mujer, se pueden presentar alteraciones en el cuello del útero, lo que aumenta las probabilidades de un cáncer.

Las probabilidades de padecer esta enfermedad pueden aumentar por la incidencia de algunos factores externos, por ejemplo, el contagio a una edad temprana o el consumo de cigarrillos, que puede promover la transformación de células normales en atípicas o cancerosas. Si bien es imposible la erradicación de este virus, los especialistas recomiendan que las mujeres se realicen periódicamente controles para detectar si existe o no alguna alteración en el epitelio de su aparato genital, a través del examen Papanicolaou, que permite analizar las células del cuello del útero y sus alteraciones. Si ocurren, se debe aplicar un tratamiento a la manifestación del virus.

Si se presentan verrugas, se tratan a través de la cauterización, uso de cremas o quimioterapia local. Si se detecta alguna alteración en el cuello del

útero, se debe tomar una biopsia para establecer el compromiso del epitelio y aplicar el tratamiento correspondiente.

Dado lo extendida de la infección del HPV en la población, una medida de prevención es una buena educación que informe sobre los riesgos del inicio precoz de la actividad sexual. Durante los últimos años se han desarrollado vacunas contra este virus y, según los resultados de las primeras pruebas, se espera lograr la erradicación definitiva del virus.

Fuente: [www.alemana.cl](http://www.alemana.cl)  
(Adaptación)

A PARTIR DE LA LECTURA ANTERIOR Y DE LO QUE APRENDISTE EN ESTA UNIDAD, RESPONDE:

- ¿Cómo se transmite el virus del papiloma humano (HPV)?
- Indica las medidas de prevención que se deben tomar para evitar el contagio con HPV.
- ¿Por qué es difícil producir vacunas para las enfermedades virales?
- ¿Por qué el virus HPV es un factor iniciador de cáncer al útero?

# Observación de bacterias del yogur

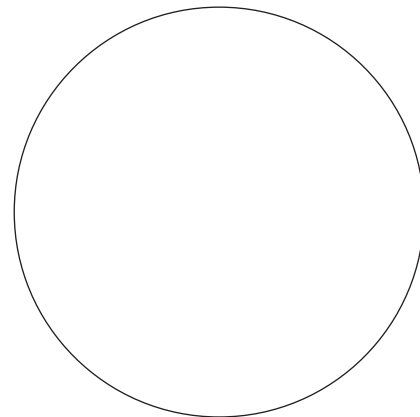
Para observar bacterias usando un microscopio óptico es necesario realizar la observación con **aumento de inmersión**, por esto te recomendamos que revises las **páginas 98 a 101**, sobre el uso del microscopio óptico.

- a. Consigue un yogur natural (sin sabor) o una pequeña cantidad de yogur casero, gotario, palos de helado, papel absorbente, un vaso con agua, portaobjetos y cubreobjetos, azul de metileno, metanol, alcohol y un microscopio.



- b. Antes de comenzar lava bien tus manos con abundante agua y jabón. Limpia el mesón de trabajo con alcohol y un trozo de papel absorbente.

- c. Toma un portaobjetos y asegúrate de que esté limpio. Usando el gotario, coloca sobre él una gota de agua.
- d. Usando un palo de helado limpio, toma una muestra de yogur y extiéndela sobre la gota de agua.
- e. Si consigues yogur casero, compara ambos tipos de yogur. Asegúrate de marcar los portaobjetos con el nombre del yogur del que obtuviste cada muestra.
- f. Sobre la muestra, agrega una gota de azul de metileno y espera 5 minutos, antes de cubrir tu preparación con el cubreobjetos. Luego, retira el exceso de colorante con un trozo de papel absorbente.
- g. Observa la preparación al microscopio óptico y en tu cuaderno dibuja un círculo, como el que aparece a continuación, para dibujar en él lo que ves. Registra, además, tus observaciones.

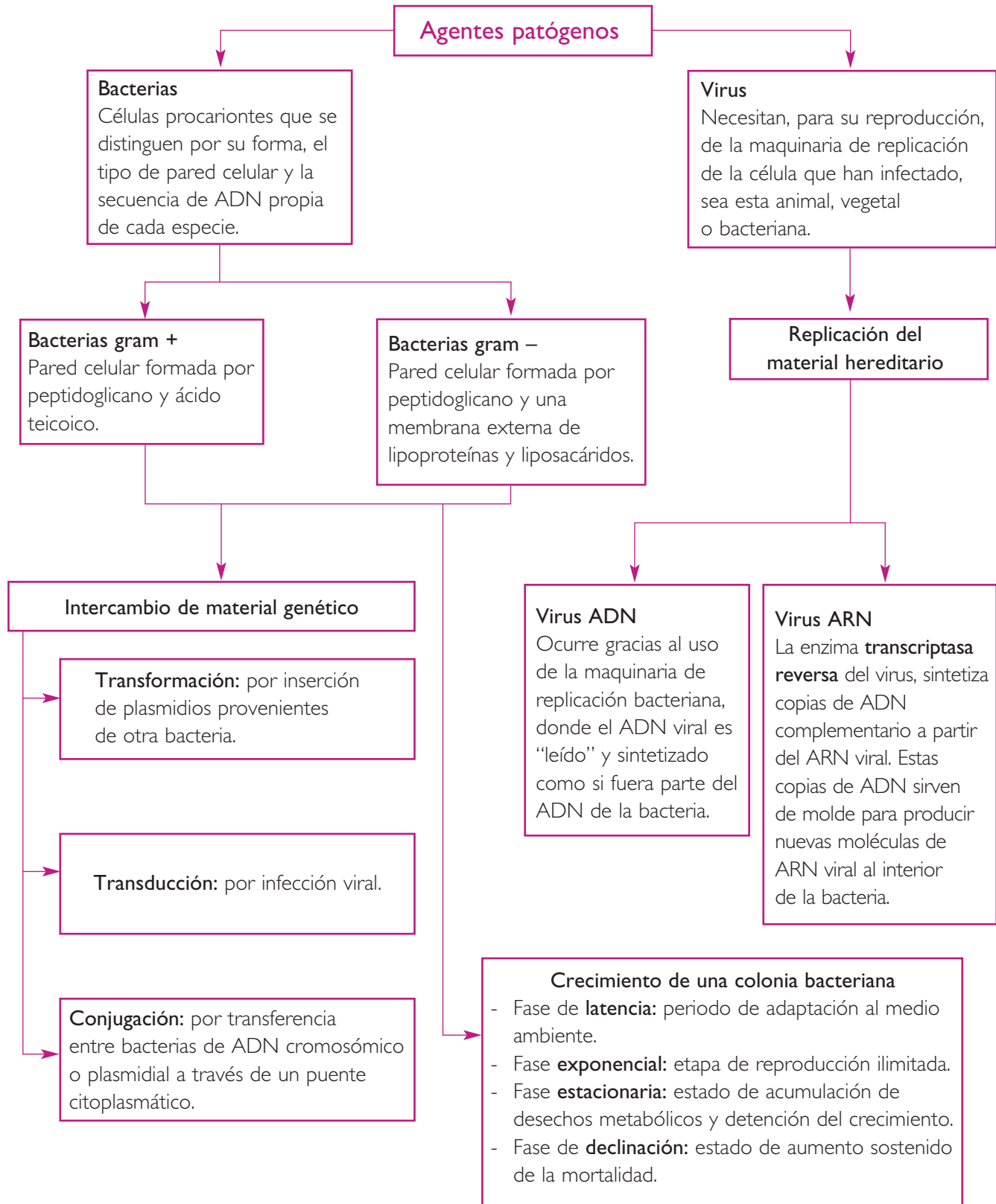


Tipo de yogur: \_\_\_\_\_

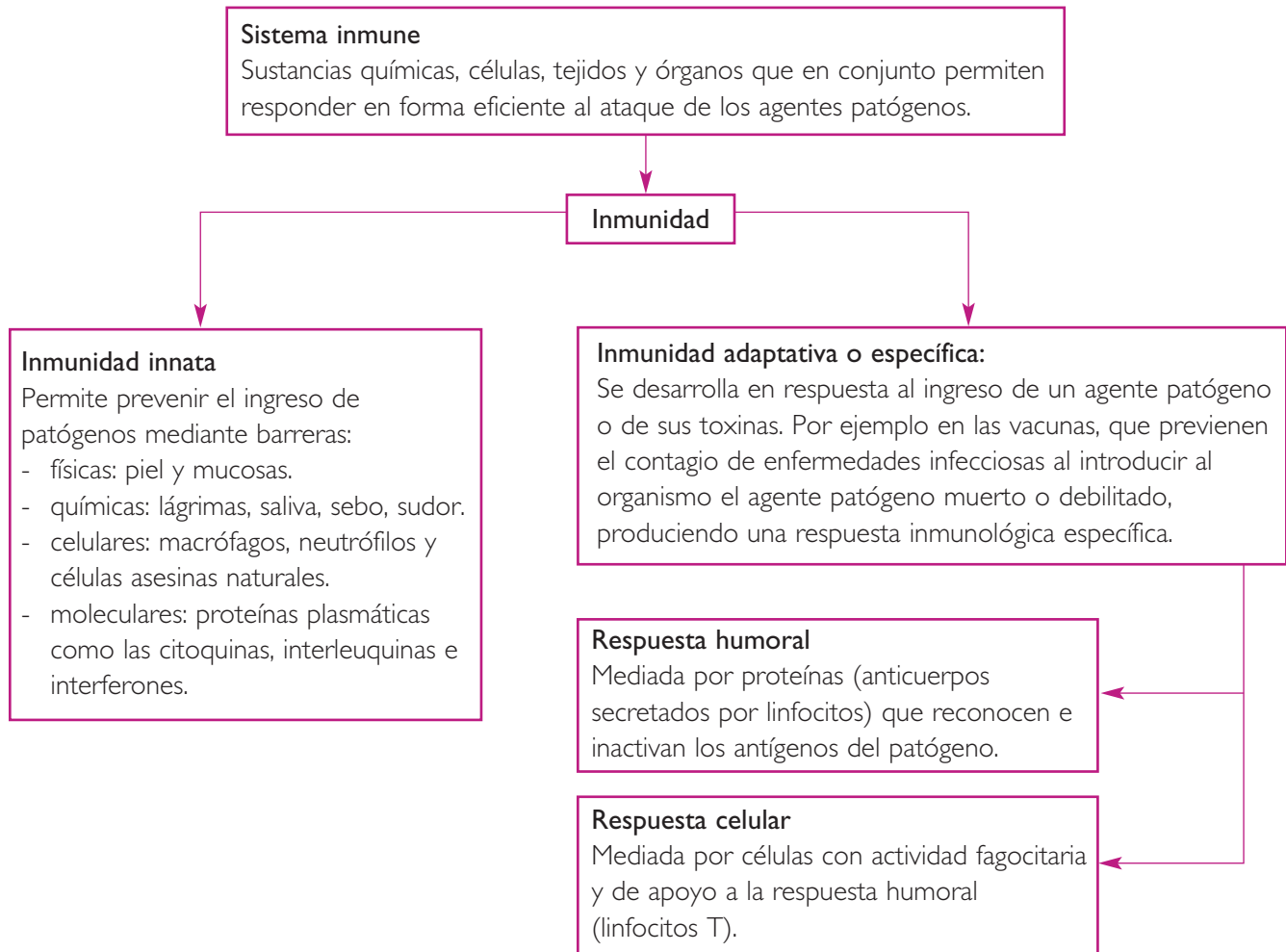
Aumento: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

- h. Responde: ¿Qué forma tienen las células observadas?, ¿cuál es su tamaño aproximado?







### Conectando conceptos

Te invitamos a construir un mapa conceptual de la unidad, con los conceptos que aparecen a continuación. Puedes incluir otros si lo estimas necesario.

Bacterias

Transformación

Gram +

Antibióticos

ADN cromosomal

Transducción

Bacteriófago

Transcriptasa reversa

ADN plasmidial

Conjugación

Respuesta humoral

Inmunidad innata

Gram -

Virus

Respuesta celular

Inmunidad adaptativa

En tu cuaderno responde las siguientes preguntas tipo PSU y de desarrollo. Lee atentamente el enunciado y las alternativas, recuerda que solo una de ellas es la correcta. Al finalizar, revisa tus respuestas en el Solucionario de la página 102 del libro.

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- A. El núcleo de las células procariontes es más pequeño que el de las eucariontes.
- B. Tanto en procariontes como en eucariontes, la membrana celular envuelve a la pared celular.
- C. Los ribosomas están presentes solo en el citoplasma de las células eucariontes.
- D. La membrana plasmática funciona como una barrera de permeabilidad en ambos tipos celulares.
- E. Tanto en procariontes como en eucariontes existe membrana nuclear.

2. ¿Por qué la pared celular en las bacterias sirve como un criterio para su clasificación?

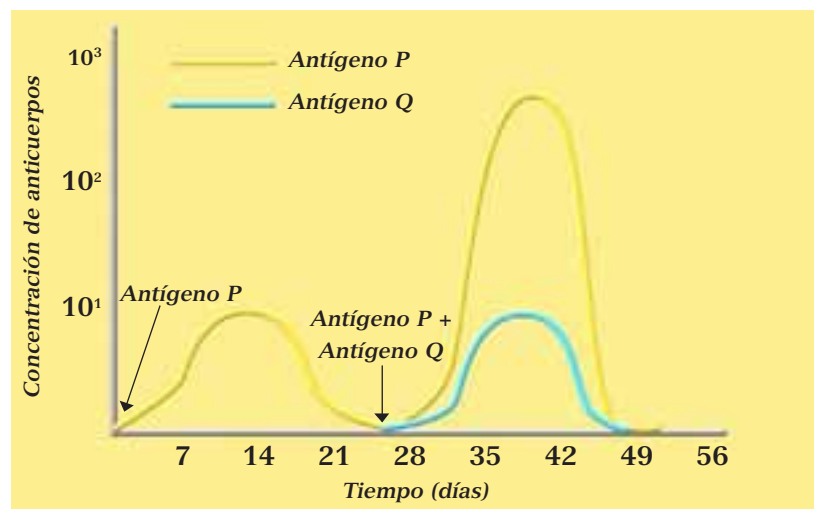
- A. Porque presenta peptidoglicano en su estructura.
- B. Porque presenta una composición química diferente a la de hongos y células vegetales.
- C. Porque constituye un armado rígido que mantiene la forma de la célula bacteriana.
- D. Porque presenta diferencias estructurales que se evidencian con tinciones especiales.
- E. Porque presenta flagelos y fimbrias que permiten clasificar a las bacterias.

3. La etapa del crecimiento de una colonia bacteriana que se caracteriza por la reducción de este, debido al agotamiento de los nutrientes es:

- A. Fase de latencia.
- B. Fase exponencial.
- C. Fase estacionaria.
- D. Fase de declinación.
- E. Ninguna de las anteriores.

El siguiente gráfico muestra los resultados obtenidos al medir los niveles de anticuerpos: Anti P y Anti Q, luego de la exposición a los antígenos P y Q. A partir de los resultados de este experimento, responde las preguntas 4, 5, 6 y 7.

GRÁFICO 2.5  
CONCENTRACIÓN DE ANTICUERPOS SEGÚN TIEMPO



**4. Estos anticuerpos son producidos por:**

- A. macrófagos.
- B. linfocitos T.
- C. linfocitos B.
- D. neutrófilos.
- E. células asesinas naturales.

**5. El nivel más alto de secreción, obtenido tras una estimulación secundaria, se produjo debido a:**

- A. proliferación y diferenciación de células de memoria.
- B. aumento de los antígenos en el organismo.
- C. proliferación y activación de linfocitos T.
- D. activación de la inmunidad pasiva.
- E. diferenciación de linfocitos T en linfocitos B.

**6. La respuesta secundaria, respecto de la respuesta primaria:**

- I. produce alrededor de 1.000 veces más anticuerpos.
- II. es estimulada por 1.000 veces más antígenos.
- III. dura el doble del tiempo.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. Solo III
- D. I y II
- E. I, II y III

**7. La respuesta secundaria anti P, respecto de la respuesta primaria anti Q:**

- A. responde a los mismos antígenos.
- B. produce los mismos anticuerpos.
- C. presentan la misma intensidad.
- D. presentan diferente especificidad.
- E. es producida por diferentes tipos celulares.

**8. Las vacunas:**

- I. Otorgan inmunidad al individuo susceptible.
- II. Permiten al organismo producir anticuerpos.
- III. Están formadas por toxinas o patógenos atenuados.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. Solo III
- D. I y II
- E. I, II y III

9. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera con respecto a los virus?
- A. Actúan como organismos descomponedores en las cadenas tróficas.
  - B. Son organismos unicelulares procariontes, pertenecientes al reino mónica.
  - C. En condiciones ideales se reproducen asexualmente mediante división celular.
  - D. Tienen una maquinaria metabólica que les permite sintetizar sus propias proteínas.
  - E. Son parásitos celulares que se replican solamente al interior de una célula huésped.
10. Si un individuo se encuentra en riesgo de contraer hepatitis A y es inoculado con anticuerpos de un animal inmunizado, se esperaría observar que:
- A. esté protegido solo temporalmente.
  - B. elabore anticuerpos contra la hepatitis A.
  - C. sus defensas actúen rápidamente si es infectado.
  - D. desarrolle defensas para el resto de la vida.
  - E. se proteja contra otras enfermedades virales.
11. La vacunación se ha utilizado como medio preventivo para un número importante de enfermedades infectocontagiosas. La efectividad de las vacunas como medio para prevenir enfermedades, radica en que permiten la activación de:
- A. los antígenos
  - B. las células de memoria.
  - C. las células asesinas naturales.
  - D. los interferones específicos.
  - E. los macrófagos fagocitarios.
12. ¿Cuál de los siguientes eventos corresponde a la etapa lítica de un virus?
- A. Inactivación de enzimas virales en la célula huésped.
  - B. Producción de ADN viral a partir de moléculas de ARN.
  - C. Incorporación de ADN viral al genoma de la célula huésped.
  - D. Proteínas virales se unen a proteínas de superficie del linfocito.
  - E. Formación y salida de partículas virales desde la célula huésped.
13. Ratas experimentales fueron expuestas a la toxina de una bacteria y después de algunos días se detectó la presencia de anticuerpos en su sangre. Posteriormente, fueron expuestas a las mismas toxinas y, como respuesta, liberaron más anticuerpos en un menor tiempo. ¿Qué alternativa explica lo sucedido?
- A. Células de memoria proliferaron y diferenciaron.
  - B. Linfocitos T inactivaron a las toxinas bacterianas.
  - C. Se activaron proteínas de la inmunidad inespecífica.
  - D. Células plasmáticas fueron debilitadas por las toxinas.
  - E. Células supresoras inhibieron a las toxinas bacterianas.

**14. ¿Cuál de las siguientes expresiones es falsa?**

- A. Los fagos son virus que infectan bacterias.
- B. Una célula infectada por un virus sintetiza proteínas virales.
- C. El material genético de los virus es RNA, a diferencia del de las bacterias, que es DNA.
- D. Existen antibióticos que actúan inhibiendo la formación de la pared celular de las bacterias.
- E. La evolución de una infección bacteriana es rápida, debido a la rápida multiplicación de las bacterias.

**15. Describe la inmunidad humoral y la mediada por células. Menciona los tipos de células inmunitarias que intervienen en cada caso, la ubicación de los anticuerpos y receptores que se unen a los antígenos ajenos, y los mecanismos mediante los cuales se destruyen las células invasoras.**

**16. ¿Qué son las células memoria?, ¿de qué manera contribuyen a la inmunidad duradera a enfermedades específicas?**

**17. Compara una respuesta inflamatoria y una reacción alérgica desde el punto de vista de las células que intervienen, las sustancias que se producen y los síntomas que se experimentan.**

**18. ¿Qué es una vacuna?, ¿de qué manera le confiere inmunidad al organismo frente a una enfermedad?**

### Evaluándonos en grupo

Al finalizar las actividades de aprendizaje de esta unidad, te invitamos a evaluar tu trabajo y el de tus compañeros y compañeras de grupo. Escribe en tu cuaderno la siguiente tabla y califícate, junto a tu grupo, con notas de 1 a 7. Luego, calcula los promedios y compara con las notas que pusieron los demás. ¡Suerte!

Aspecto a evaluar	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Yo
1. Lee los contenidos de las páginas.				
2. Desarrolla las actividades.				
3. Pregunta las dudas cuando no entiende algo.				
4. Intenta comprender todos los contenidos tratados.				
5. Responde completamente en el cuaderno la evaluación de la unidad.				
6. Participa activamente en todos los desafíos de la unidad.				
7. Estudia y prepara los contenidos clase a clase.				
8. Los resultados obtenidos son acordes con el esfuerzo aplicado.				
Promedio				



# Uso del microscopio óptico

El microscopio óptico es una de las herramientas más importantes en un laboratorio. Su utilización ha permitido profundizar en el conocimiento de la unidad mínima de la materia viva, la célula. A continuación te presentamos una breve descripción de cada una de sus partes.

**Lente ocular.** Es la lente a través de la cual se observa la muestra, generalmente con un aumento de 10x.

**Revólver.** Estructura giratoria que porta las distintas lentes objetivos.

**Lente objetivo.** Son una serie de lentes ubicadas en el revólver, cada una de ellas con un aumento distinto. Las más comunes son lupa (4x), menor (10x), mayor (40x) e inmersión (100x).

**Platina.** Plataforma horizontal móvil sobre la que se coloca el portaobjetos con la muestra, la que es sujeta gracias a un par de pinzas metálicas. En el centro de la platina hay un orificio que permite la entrada de la luz proveniente de la fuente luminosa.

**Condensador.** Dispositivo que concentra la luz que proviene de la fuente luminosa hacia el orificio central de la platina.

**Diafragma.** Dispositivo que sirve para regular la cantidad de luz que proviene de la fuente luminosa y que entra al condensador.

**Fuente luminosa.** En los microscopios actuales es una lámpara que permite la iluminación. En algunos microscopios más antiguos se trata de un espejo cóncavo que condensa los rayos del sol o de una lámpara.

**Tubo.** Estructura metálica y hueca dentro del que se encuentra, en su extremo superior, el objetivo ocular, y, en su extremo inferior, el revólver.

**Columna.** Es el pilar sobre el cual están montados los tornillos de focalización, macro y micrométrico.

**Macrométrico.** Tornillo de focalización que permite el enfoque aproximado, facilitando el ajuste grueso de la muestra.

**Micrométrico.** Tornillo de focalización que permite el enfoque de precisión, facilitando el ajuste fino de la imagen.

**Pie o base.** Es el punto de apoyo del microscopio. En él se encuentra la fuente luminosa.

Microscopio óptico binocular.

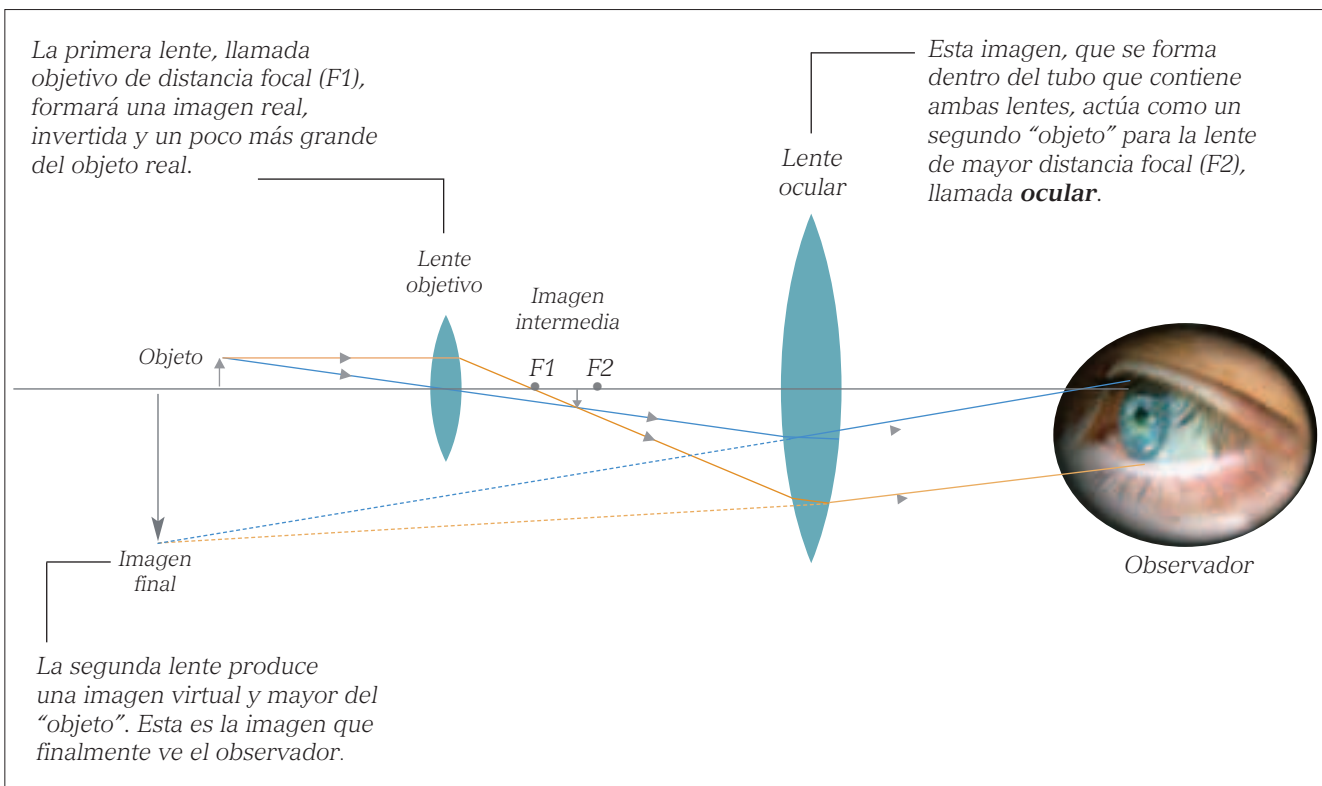
## A. Funcionamiento del microscopio óptico

El microscopio óptico se compone de dos sistemas de lentes convergentes: **la lente objetivo**, que se encuentra próxima a la muestra en estudio, y **la lente ocular**, a través de la cual el observador visualiza la muestra. La lente objetivo produce una imagen **invertida, real y mayor** de la muestra a observar y esta imagen es la que, observada a través de la lente ocular, actúa como si fuera una lupa, formando una imagen de mayor tamaño de ella.

La capacidad de aumento de un microscopio óptico con respecto al objeto real a observar y la calidad de la imagen dependen directamente de las lentes objetivos. Estas son, generalmente, cuatro lentes que se disponen en el **revólver**, pieza giratoria que se ubica en un extremo del **tubo** o **cañón**. Las lentes objetivos

presentan diferentes capacidades de aumento. La que tiene menor capacidad de aumento recibe el nombre de **lupa** y amplifica la imagen solo cuatro veces (4x); la siguiente recibe el nombre de **aumento menor** y amplifica la imagen diez veces (10x); el llamado **aumento mayor** amplifica la imagen cuarenta veces (40x); y por último, la de mayor capacidad de aumento es el **aumento inmersión**, que amplifica la imagen cien veces (100x).

Además del aumento de las lentes objetivos, las lentes oculares también amplifican la imagen ya aumentada. Generalmente, la capacidad de aumento de las lentes oculares es de 10x. Por lo tanto, el aumento total del microscopio resulta del producto entre el aumento de la lente objetivo y la ocular. Entonces, ¿cuántas veces se aumenta la imagen de una muestra utilizando cada una de las lentes objetivos?



Esquema que representa la formación de la imagen en un microscopio óptico.

## B. Cómo utilizar el microscopio óptico

El microscopio óptico es un instrumento de laboratorio bastante delicado. Para trabajar con él se requieren una serie de conocimientos básicos, además de conocer su estructura. A continuación te entregamos algunas indicaciones básicas para su correcta utilización.

1. Coloca el microscopio sobre una superficie sólida y firme (mesa o mesón) de manera que quede estable, nunca al borde de tu mesa de trabajo. Evita en lo posible el traslado del microscopio de un lugar a otro, y si lo haces, tómalo de la columna y con tu otra mano sostenlo del pie.
2. Enchufa el microscopio. Enciende la fuente luminosa y abre el diafragma para permitir el paso de la luz. Coloca la preparación sobre la platina, sujeta con las pinzas, asegurándote de que quede bien puesta y sobre la apertura que permite el paso de la luz. Evita tocar las lentes o la muestra, ya que puedes dañarlas o ensuciarlas. Si las lentes o la muestra están sucias, pídele a tu profesor(a) que las limpie.
3. Comienza enfocando con el objetivo de menor aumento, generalmente lupa (4x). Usando el tornillo macrométrico sube lentamente la platina mientras observas por las lentes oculares, hasta que logres enfocar la muestra. Esto lo debes hacer con mucho cuidado, para evitar que la lente entre en contacto con la muestra y esta se quiebre. Para lograr mayor nitidez, utiliza el tornillo micrométrico hasta obtener una imagen lo más nítida posible. Para explorar tu muestra, utiliza los tornillos que permiten el movimiento de la platina ubicados por debajo de ella.
4. Una vez enfocada la muestra con el objetivo lupa, gira el revólver para cambiar al aumento menor (10x). Para lograr ver la muestra con nitidez solo es necesario ajustar levemente el tornillo micrométrico. Si al cambiar de objetivo se pierde por completo la imagen, vuelve al objetivo anterior, y enfoca nuevamente tu muestra, luego de esto cambia el aumento. Es importante que gires el

revólver siempre en el mismo sentido, para que veas la muestra de menor a mayor tamaño.

5. Luego de observada la muestra en aumento menor, pasa al aumento mayor (40x) y recuerda dar foco solo con el tornillo micrométrico. Solo si es necesario y tu profesor(a) lo indica, puedes realizar observaciones con aumento inmersión (100x).
6. Una vez realizada la observación con la lente objetivo mayor (40x), podemos pasar al objetivo, que nos da mayor aumento en un microscopio óptico, el objetivo de inmersión (100x). Esta lente se caracteriza porque, entre la muestra y el objetivo, en vez de haber aire, se coloca un aceite de origen vegetal, denominado aceite de inmersión. La función de este aceite es la de permitir un mayor ingreso de los rayos de luz que pasan por la muestra hacia la lente objetivo, mejorando significativamente la nitidez de la imagen. Así, al aumentar la calidad de la imagen y el aumento, es posible observar con bastante claridad una muestra con un aumento de 1.000 veces el original. Para realizar correctamente la observación es recomendable que sigas los siguientes pasos:
  - Gira el revólver hacia el objetivo de inmersión dejándolo a medio camino entre este y el objetivo mayor.



■ Al girar el revólver entre un objetivo y otro sin mover la platina, evitamos perder el enfoque de la muestra.

- Coloca una gota mínima de aceite de inmersión sobre la muestra, en el círculo de luz que se proyecta desde el condensador.
- Termina de girar suavemente el revólver hasta la posición del objetivo de inmersión.
- Con muchísimo cuidado, mueve el tomillo micrométrico para terminar de enfocar la muestra. La distancia de trabajo entre el objetivo de inmersión y la preparación es mínima, aun menor que con el de 40x, por lo que el riesgo de romper la muestra es muy grande.
- Una vez que se haya puesto aceite de inmersión sobre la preparación, ya no se puede volver a usar el objetivo 40x sobre esa zona, pues se mancharía de aceite. Por lo tanto, si deseas enfocar otro campo, es necesario bajar la platina y repetir la observación desde el objetivo lupa.
- Una vez finalizada la observación de la preparación, se baja la platina y se coloca en el objetivo de menor aumento. Luego de esto se puede retirar la preparación de la platina. Nunca se debe retirar con el objetivo de inmersión en posición de observación, ya que puedes dañar la lente.
- Es importante, al finalizar la observación, limpiar prolijamente la lente de inmersión, ya que el aceite de inmersión, si se seca, es muy difícil de sacar. Para realizar esta limpieza, utiliza papel óptico o un trozo de género que no deje pelusas.



La observación al microscopio con aceite de inmersión debe ser cuidadosa, ya que, al acercarse mucho la lente objetivo, fácilmente se puede romper la muestra.

7. Es importante que lleves un registro de tus observaciones. La mejor forma de hacerlo es dibujando lo que observas y haciendo anotaciones importantes, tales como el aumento, tipo de muestra, colorantes utilizados o alguna observación personal que quieras añadir y que te permita reconocer en el futuro lo observado.
8. Cuando termines de usar el microscopio debes dejarlo en estado de reposo, que corresponde a la forma en que debe quedar 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 (lupa); baja la platina hasta el tope; desenchufa el microscopio y enrolla el cable en el pie; además de ponerle la funda de protección, si es que la tiene.

COMPRUEBA LO QUE APRENDISTE

- 1. D
- 2. D
- 3. C
- 4. C
- 5. A
- 6. A
- 7. D
- 8. E
- 9. E
- 10. A
- 11. B
- 12. E
- 13. A
- 14. C

15. En la inmunidad humoral se producen proteínas específicas (anticuerpos), como respuesta a un antígeno en particular. Los anticuerpos son inmunoglobulinas que circulan por la sangre y otros fluidos corporales, reconociendo antígenos microbianos específicos. Además, pueden neutralizar la capacidad infectiva de los patógenos, marcándolos y eliminándolos. Algunos anticuerpos inician la fagocitosis y otros, la liberación de mediadores químicos partícipes de la inflamación. Esta inmunidad es el principal mecanismo de defensa contra microbios extracelulares y sus toxinas. Por otra parte, la inmunidad celular involucra a los linfocitos T, que actúan sobre los patógenos intracelulares, como virus o algunas bacterias.

16. Algunos de los linfocitos B activados no se diferencian en células plasmáticas, sino que se convierten en Linfocitos B memoria. Esta célula sigue viviendo y produciendo pequeñas cantidades de anticuerpo. Si el mismo patógeno ingresa otra vez, el anticuerpo circulante aparece rápidamente para iniciar la destrucción del patógeno.

17.

	<b>Alergia</b>	<b>Inflamación</b>
<b>Células que intervienen</b>	Linfocitos T helper, que activan a linfocitos B. Células de memoria.	Macrófagos.
<b>Sustancias producidas</b>	Histamina y prostaglandinas.	Histamina.
<b>Síntomas</b>	Estomudo, picazón, etcétera.	Vasodilatación, edema.

18. Las vacunas son sustancias producidas con muestras de patógenos enteros y muertos, o con variantes atenuadas. En el interior del cuerpo producen inmunidad adquirida, anticuerpos y células citotóxicas.



**Bacterias.**

Microorganismos procariontes que se reproducen asexualmente, tienen un ADN circular de doble hebra o ADN cromosómico, y pueden poseer fragmentos de ADN extracromosómico (plamidios).

**Bacteriófago.**

Virus que parasitan bacterias.

**Histamina.**

Sustancia química liberada por células lesionadas, iniciando una serie de reacciones químicas que llevan a la inflamación.

**Inmunidad.**

Capacidad del organismo para defenderse de los agentes extraños.

**Linfocito.**

Tipo de glóbulo blanco, con activa participación en la respuesta inmune.

**Lisozima.**

Enzima que se encuentra en la saliva, con capacidad para destruir la pared celular de las bacterias.

**Sistema inmune.**

Conjunto de estructuras biológicas que posibilitan la defensa del organismo frente a la acción de agentes patógenos, y le confieren inmunidad o respuesta con memoria humoral o celular.

**Vacuna.**

Variedad atenuada de cepas bacterianas o virales que estimulan la respuesta inmune del organismo y lo preparan para enfrentar una eventual infección.

**Variolación.**

Técnica de inmunización que consistía en hacer inhalar a las personas el polvo obtenido de las lesiones que producía la viruela en los infectados.

**Vía lisogénica.**

Integración del material hereditario del virus en el ADN de la célula receptora, con mínima expresión del genoma viral.


**Vía lítica.**

Reproducción de partículas virales mediante transcripción, traducción y ensamble de nuevas partículas virales que conducen a la lisis o ruptura de la célula receptora.

**Virus.**

Elementos genéticos móviles formados por una hebra simple o doble de ADN o de ARN que codifica para enzimas de la transcripción y proteínas del cápside.

# Biología humana y salud

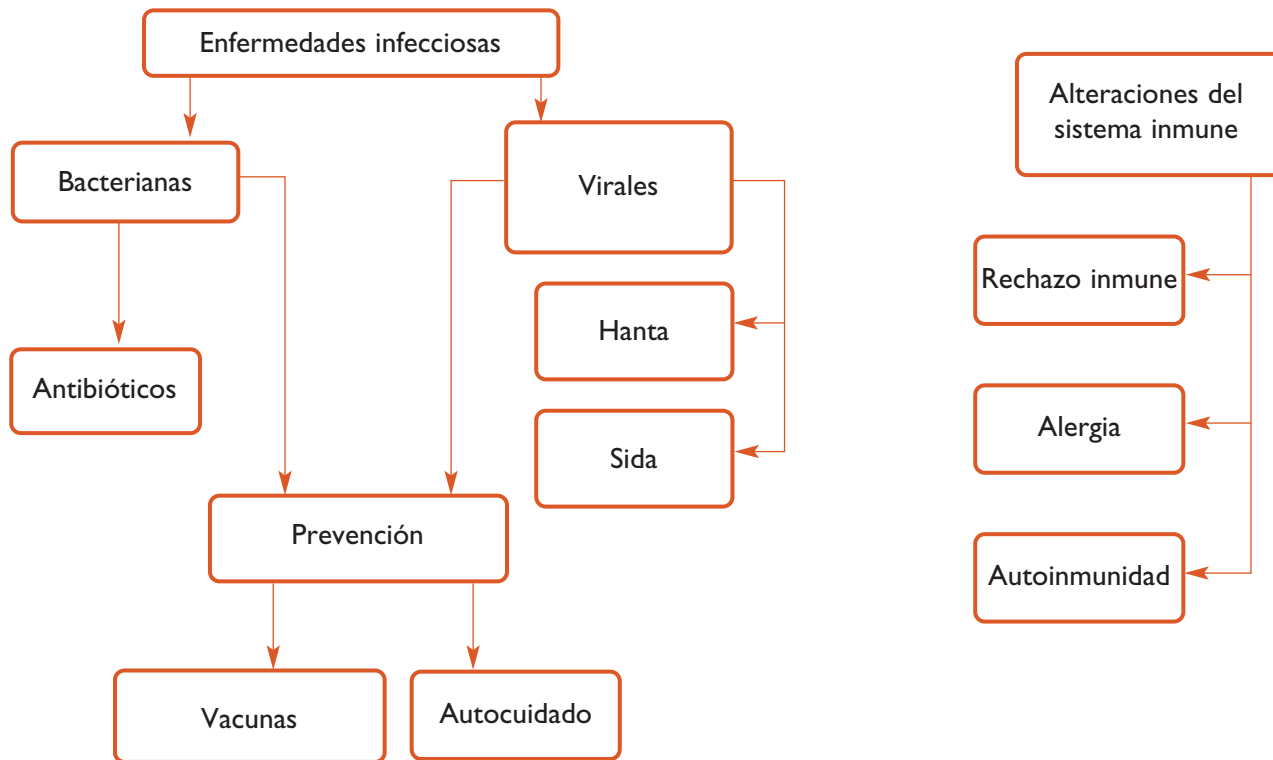


Desde tiempos remotos el ser humano se ha visto afectado por enfermedades infecciosas. Las más comunes se producen por la acción de bacterias o virus. Algunas de estas enfermedades han ido desapareciendo con el tiempo, han aparecido otras nuevas, y varias nos han acompañado desde siempre. Algunas enfermedades infecciosas han afectado considerablemente a la población mundial y hoy en día es una preocupación de todas las naciones mantenerlas controladas y, en lo posible, erradicarlas. En esta unidad, te invitamos a que conozcas un poco más de este tema, así como de otros relacionados con el funcionamiento del sistema inmune, y comprendas la importancia del cuidado de la salud.

## Al finalizar la unidad:

- Reconocerás la acción de los antibióticos sobre las bacterias, como también los mecanismos que permiten la resistencia de las bacterias frente a estas sustancias.
- Conocerás las principales enfermedades que se producen cuando el sistema inmunológico presenta alteraciones en su funcionamiento.
- Reconocerás la importancia de las vacunas en la prevención de enfermedades infecciosas.
- Reconocerás las principales características de algunas enfermedades virales: hanta y sida.

## Mapa de la unidad



## Antes de comenzar

Lee las siguientes preguntas, copia en tu cuaderno aquellas que podrías responder y respóndelas..

1. ¿Qué son las bacterias patógenas?
2. Nombra cinco enfermedades producidas por virus.
3. ¿Cuál es la importancia de las vacunas?, ¿de qué manera actúan en el cuerpo?
4. Al realizarse un trasplante de órganos, ¿por qué es importante que el paciente tome medicamentos para suprimir temporalmente el funcionamiento de su sistema inmunológico?
5. ¿A qué se refiere el término "enfermedad autoinmune"?
6. ¿Cómo afecta el sida al sistema inmunológico del cuerpo del paciente?

## Exploración inicial

### ¿Desde cuándo las enfermedades infecciosas afectan a la humanidad?

#### Antes de empezar

Formen un grupo de trabajo y discutan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué infecciones bacterianas han azotado a la humanidad?
- ¿Cómo se trataban las infecciones cuando no existían los antibióticos?
- ¿Qué habrá ido ocurriendo con la tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas a lo largo del tiempo?, ¿por qué?

#### Antecedentes

Cuenta la mitología griega que cuando Pandora abrió una caja prohibida, todos los males y calamidades se esparcieron por el mundo. Entre esos desastres, se incluían sin duda las enfermedades infecciosas, que han acompañado al ser humano a lo largo de toda su historia. Cuando el contagio y los casos de una enfermedad infecciosa aumentan o se propagan bruscamente en un pueblo, estado, o país, se habla de **epidemia**. Cuando ocurre en todo el mundo se emplea el nombre de **pandemia**. Por el estudio de la distribución de enfermedades o patologías se puede conocer una población: existen enfermedades que quizás han estado presentes desde el origen de la humanidad y otras, las más recientes, que han sido creadas por el ser humano.

Las infecciones que nos han acompañado en nuestro camino evolutivo han sido motivo de interés desde hace muchos milenios.



#### Entendiendo el fenómeno

Para responder la pregunta inicial deben realizar una investigación en diferentes fuentes (enciclopedias, libros de biología, de historia, internet, etc.) sobre las enfermedades infecciosas presentes en la antigüedad.

#### Resultados

Sinteticen la información recopilada copiando en sus cuadernos y completando un cuadro como el siguiente:

Enfermedad infecciosa	Características	Desde cuándo está presente	Tasa de mortalidad
	Copia en tu cuaderno		

#### Análisis

Discutan y respondan grupalmente las siguientes preguntas:

1. ¿Qué enfermedades infecciosas se presentan desde la antigüedad?
2. ¿Cómo han afectado a la población humana?
3. ¿Qué tratamientos se usaron para combatirlas?

## 1 Las infecciones bacterianas y el desarrollo de la humanidad

¿Cómo se trataban en la antigüedad las enfermedades infecciosas? Las infecciones producidas durante las guerras, las cacerías o simplemente en los accidentes, eran las más fáciles de identificar.

Para enfrentar estas infecciones, se establecieron diversas acciones terapéuticas: en el 2500 a. C. se describió el uso del moho de la soya para el tratamiento de furúnculos, del carbunco y de otras infecciones de la piel. En la misma época, en Egipto se usaba la mirra para las heridas. En el 2000 a. C. las heridas fueron tratadas con miel y grasa, y en Grecia y Roma se usaron compuestos con cobre y plomo, tóxicos para la administración general.

Sin embargo, estas acciones terapéuticas eran insuficientes y en la Edad Media (desde el siglo V al XV) la población se defendía de las bacterias solo a través de su sistema inmunológico. Sin los medicamentos modernos, los anticuerpos eran prácticamente su única defensa contra las enfermedades. Además, la alimentación y la higiene personal eran muy deficientes, lo que favorecía la propagación de las enfermedades. En esta época, eran comunes las epidemias, especialmente en las poblaciones que comenzaban a convertirse en ciudades, pues estas presentaban gran hacinamiento y carencia de servicios como el drenaje o la recolección de basura, lo que las hacían verdaderas incubadoras de enfermedades.

En la antigüedad, el exceso de población, la contaminación de los pozos, la falta de organización sanitaria, la presencia de cerdos y ratas en los poblados, la invasión de pulgas, junto con otros factores, contribuyeron a extender los casos de tífus, disentería y gripe. Sin embargo, la peor de todas las epidemias fue la de la **peste bubónica**, también llamada “peste negra”, una enfermedad contra la que los europeos del siglo XIV carecían completamente de defensas. Actualmente se sabe que

esta peste es causada por la bacteria *Yersinia pestis*, que se contagia a través de las pulgas de la rata.

Se calcula que de 1348 a 1400 falleció entre un cuarto y la mitad de la población europea a causa de la “muerte negra”, llamada así por las manchas oscuras que la anunciaban. Otro grave problema originado por esta enfermedad fue el producido por el tratamiento de los muertos: pronto se acabó la madera para hacer ataúdes y los supervivientes sepultaban a sus muertos sin siquiera envolverlos en un lienzo, en fosas poco profundas o cerca de mantos de agua que se contaminaban. Así, los cuerpos en descomposición producían, a su vez, la proliferación de otros microorganismos, que contribuían a agravar la epidemia de la peste con otras infecciones asociadas.

La peste bubónica apareció por primera vez en América a fines de 1899. La epidemia se inició en Paraguay y Brasil, extendiéndose a principios de 1900 a Argentina. En mayo de 1903, la epidemia estalló en Iquique, producto de que la bacteria habría llegado a bordo de un barco procedente de San Francisco, que luego desembarcó en Valparaíso. Afortunadamente, todas las medidas de prevención realizadas por el gobierno chileno de la época llevaron a controlar la enfermedad en nuestro país.



Pintura donde se ilustra la peste negra en la época medieval.



## 1.1 Impacto sobre las expectativas de vida

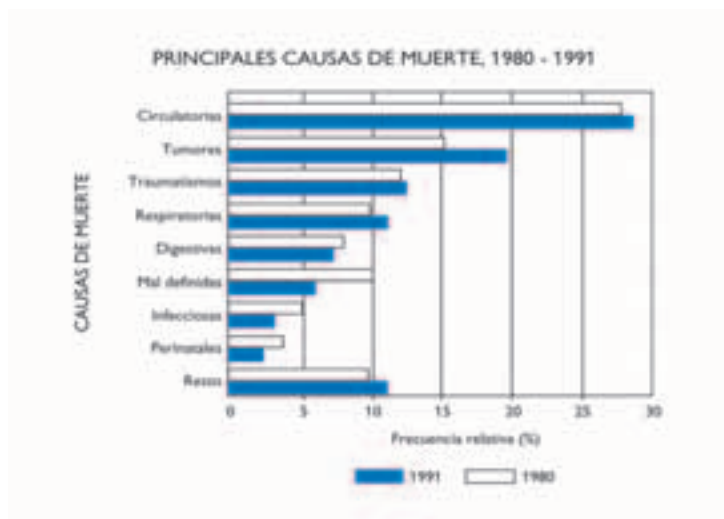
### Actividad 1

### ANALIZAR

Reúnete con 2 compañeros o compañeras, observen el gráfico que muestra las principales causas de muerte en Chile en 1980 y en 1991, y respondan las preguntas en sus cuadernos.

- ¿Cuál es la principal causa de muerte en ambas mediciones?
- ¿Qué enfermedades aumentaron su frecuencia relativa a lo largo del tiempo? Plantea una posible explicación.
- ¿Qué enfermedades disminuyeron su frecuencia relativa a lo largo del tiempo? Plantea una posible explicación.

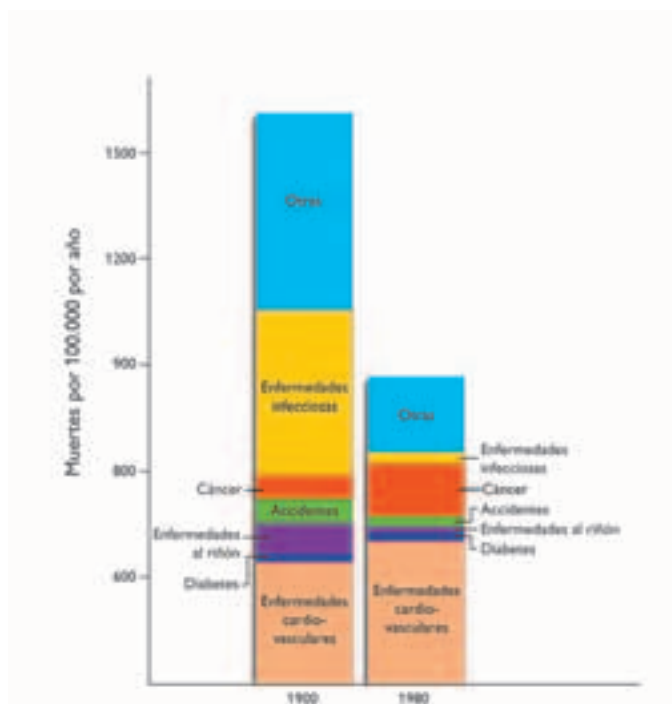
GRÁFICO 3.1 PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE, 1980 - 1991



Fuente: *Epidemiología de los accidentes y violencias*. Departamento de Salud Pública. Pontificia Universidad Católica de Chile. (En Boletín de la Escuela de Medicina).

Además de la peste bubónica, otras enfermedades infecciosas bacterianas importantes para la humanidad han sido la fiebre tifoidea, el cólera, la neumonía, la tuberculosis y la meningitis. La humanidad se enfrentó a ellas de otra manera luego del descubrimiento y utilización de los antibióticos. Su uso ha significado un aporte importante en el mejoramiento de las condiciones de vida, ayudando a erradicar enfermedades y plagas que en la antigüedad azotaban al mundo, y ayudando a aumentar las expectativas de vida y a mejorar los indicadores de salud en general.

GRÁFICO 3.2 IMPORTANCIA DE LAS INFECCIONES BACTERIANAS EN SALUD



MINEDUC, Programa de Estudio Biología Cuarto Medio. 2001. Página 102.

Datos correspondientes a un país desarrollado. ¿Por qué crees que se observa esta diferencia en las infecciones bacterianas?

## 2 Bacterias patógenas

¿Todas las bacterias producen enfermedades?, ¿por qué? ¿Qué enfermedades conoces, producidas por bacterias? Seguramente recordarás, de la unidad anterior, que las **bacterias patógenas** son aquellas que producen enfermedades, es decir, que provocan daño en el huésped. Generalmente, las bacterias patógenas son **específicas**, ya que un tipo de bacteria origina un tipo de enfermedad. Por ejemplo, *Neisseria gonorrhoeae* produce la gonorrea y *Neisseria meningitidis*, la meningitis.

En algunas ocasiones, una bacteria que no es patógena puede llegar a serlo si se localiza en una ubicación diferente a la que habitualmente se encuentra, produciendo así la enfermedad. Es el caso de ciertos representantes del género *Bacteroides* que forman parte de la flora bacteriana intestinal y que, en caso de lesiones en el intestino grueso, pueden producir peritonitis. También puede ocurrir que, cuando el sistema inmunitario sufre alguna alteración en su funcionamiento, las bacterias que eran

inofensivas, pueden aumentar en número y causar enfermedades. Estos microbios se conocen como **patógenos oportunistas**.

Las bacterias patógenas pueden ingresar al cuerpo con los alimentos, a través del polvo y el vapor de agua al respirar, o a través de lesiones en la piel. La capacidad de las bacterias para producir enfermedades se relaciona con el daño que producen en el huésped debido a su aumento en número. Esta capacidad también está determinada por la producción de toxinas que afectan al huésped. Las consecuencias de una infección bacteriana dependen de diversos factores, los que se describen en el cuadro que aparece en esta página.

### Actividad 2

### INTERPRETAR

- Lee la información presentada en la tabla y explica qué acciones generales, que involucren al medio y a tu organismo, puedes realizar para prevenir infecciones bacterianas.

FACTORES QUE DETERMINAN LAS CONSECUENCIAS DE UNA INFECCIÓN BACTERIANA

Invasividad	Capacidad del patógeno para multiplicarse en el huésped.
Susceptibilidad del hospedero	Depende de variables como la edad, la condición nutricional y la disposición genética del huésped, que lo hacen más o menos resistente a la acción de la bacteria.
Condiciones del medio	Si las condiciones de saneamiento ambiental son precarias, el medio se convierte en un ambiente propicio para la multiplicación bacteriana, lo que aumenta las probabilidades de infección.
Producción de sustancias químicas	Sustancias que afectan específicamente al huésped, conocidas como toxinas bacterianas, que pueden ser de dos tipos: <b>endotoxinas</b> y <b>exotoxinas</b> .
Endotoxinas	Lipopolisacáridos asociados a la membrana externa de las bacterias gram negativas. Su toxicidad reside en la región lipídica, ya que cuando la bacteria se “destruye”, los lípidos de su membrana externa se unen a las células del sistema inmune provocando fiebre y otros síntomas propios de la infección.
Exotoxinas	Son liberadas por las bacterias al medio provocando trastornos en los tejidos donde ocurre la infección, como, por ejemplo, trastornos neurológicos o intestinales.

## 2.1 Ejemplos de enfermedades bacterianas

### Actividad 3

### ANALIZAR

Observa el esquema que muestra la acción de la bacteria *Clostridium tetani* causante del tétanos, una enfermedad que afecta al sistema nervioso en el cuerpo humano, y luego responde las preguntas en tu cuaderno.

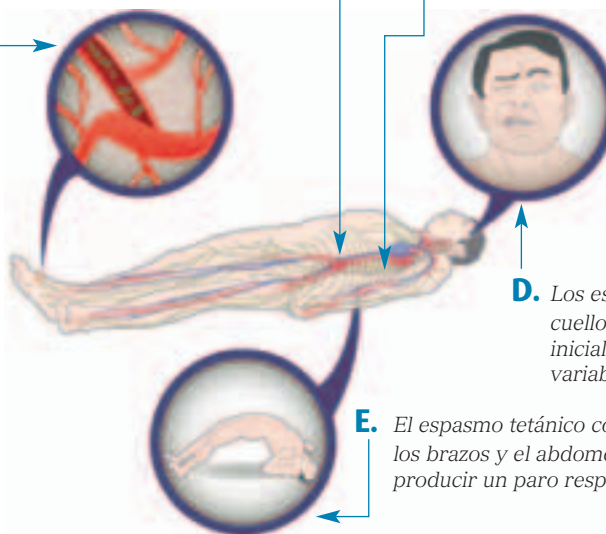
**A.** Los microorganismos *Clostridium tetani* penetran a través de las heridas. Las más profundas son las más susceptibles de infectarse.

**B.** La toxina producida por la bacteria avanza por la circulación sanguínea, o por los nervios, hacia el sistema nervioso central.

**C.** Las neuronas motoras de la médula espinal se vuelven hiperactivas por acción de la toxina.

**D.** Los espasmos en la cara y el cuello suelen ser los síntomas iniciales, luego de un periodo variable de incubación.

**E.** El espasmo tetánico completo pone rígidos los brazos y el abdomen y puede llegar a producir un paro respiratorio.



1. ¿Por qué las bacterias requieren ingresar a las zonas profundas de la piel, para reproducirse y vivir?
2. ¿De qué manera viajan las toxinas por los nervios?
3. En el tétanos se ven afectadas las neuronas motoras, ¿qué ocurriría si se afectaran las sensitivas?, ¿por qué?

Las bacterias patógenas sintetizan sustancias tóxicas que producen los síntomas de una determinada enfermedad. En ocasiones, solo es necesario observar los síntomas para determinar qué bacteria nos enferma, pero en muchas otras se requieren análisis de laboratorio que permitan su clara identificación.

Algunas bacterias producen toxinas que atacan al sistema nervioso, como, por ejemplo, *Clostridium tetani*, causante del tétanos, y *Clostridium botulinum*, que produce el botulismo. En el tétanos, el paciente sufre espasmos o ataques de contracciones de todos los músculos del cuerpo, incluso de aquellos que participan en el proceso de la respiración. El botulismo es un tipo de intoxicación alimentaria que puede desembocar en parálisis y muerte, y es el resultado de la ingestión de alimentos mal enlatados. Actualmente, esta última es una enfermedad muy poco frecuente.

Hay muchas otras enfermedades producidas por bacterias, como la tuberculosis, la sífilis, la gonorrea, la neumonía y el cólera.

### Biodatos

Se recomienda a los padres no dar miel de abeja, ni sus derivados, a los niños menores de dos años, ya que este producto podría desencadenar una enfermedad que paraliza los músculos y que se conoce como botulismo en lactantes. Este tipo de botulismo es causado por una toxina generada por la bacteria *Clostridium botulinum*, la cual se encuentra principalmente en la tierra. Las esporas de la bacteria, que a través del aire pueden contaminar los productos naturales como la miel, llegan hasta los menores y se localizan en su intestino, donde liberan la toxina que, en algunos casos, podría llegar a ser fatal.

### 3 Tratamiento de enfermedades bacterianas

Si tienes una infección estomacal provocada por bacterias, ¿qué te receta el médico? En una gripe viral, ¿te recetan antibióticos?, ¿por qué?

Además de los mecanismos que forman parte del sistema inmune, la medicina, la química, la biotecnología y otras disciplinas científicas han contribuido con el desarrollo de herramientas terapéuticas para combatir las bacterias patógenas. Una de las más importantes se encuentra representada por los **antibióticos**. Estos medicamentos son fundamentalmente de dos tipos: los **bacteriostáticos**, que impiden la multiplicación de los gérmenes, y los **bactericidas**, que eliminan a las bacterias. En ambos casos detienen el avance de la infección y erradican la enfermedad.

El primer antibiótico fue descubierto por **Alexander Fleming** en 1928, cuando observó que en una cápsula de Petri que contenía un cultivo de bacterias, existía un moho (*Penicillium notatum*) en torno al cual no crecían las bacterias. Esta observación le hizo pensar que el moho liberaba una sustancia que afectaba a las bacterias y así fue como descubrió el primer antibiótico, la penicilina.

La penicilina se usó por primera vez en 1941, pero pasaron varios años para que se lograra establecer un protocolo de purificación de esta sustancia para poder extender su uso en el tratamiento de las enfermedades infecciosas.

En un comienzo, los antibióticos solo tenían un origen natural. Luego, fueron modificados químicamente y en la actualidad se sintetizan en laboratorios, lo que ha permitido aumentar su capacidad antimicrobiana e incluso extender sus efectos a otras especies de agentes patógenos.

Hoy en día, los antibióticos constituyen un arma fundamental en el tratamiento de las enfermedades infecciosas y son un grupo terapéutico de uso permanente y frecuente en todas las especialidades médicas y quirúrgicas, tanto en pacientes hospitalizados como en los ambulatorios.

El uso de estos medicamentos ha tenido un impacto significativo en la tasa de supervivencia de la humanidad y la investigación asociada a ellos está en permanente desarrollo. Sin embargo, por estar dirigida hacia organismos biológicamente activos y en constante evolución, los antibióticos generan como respuesta a su uso inadecuado la **resistencia** de las bacterias a su actividad, haciendo del combate de las enfermedades infecciosas, un desafío permanente.



La penicilina y la tetraciclina son dos tipos de antibióticos muy comunes y ampliamente usados en todo el mundo para combatir enfermedades producidas por bacterias.

#### Biodatos

En los primeros cien años después de la llegada de Cristóbal Colón a América, fallecieron más indígenas que los que nacieron, debido a las enfermedades infecciosas traídas por los conquistadores españoles. La población indígena se vio diezmada por la viruela, el sarampión, la influenza, la peste bubónica, la difteria, el tifus, la escarlatina, la varicela, la fiebre amarilla y la tos convulsiva, enfermedades con las que nunca habían tenido contacto y, por lo tanto, no habían tenido posibilidad de desarrollar inmunidad contra ellas.



#### BIOLAB

En grupos, preparen medios de cultivo para observar colonias bacterianas, siguiendo el protocolo de la **página 146**.

### 3.1 Mecanismos de acción de los antibióticos

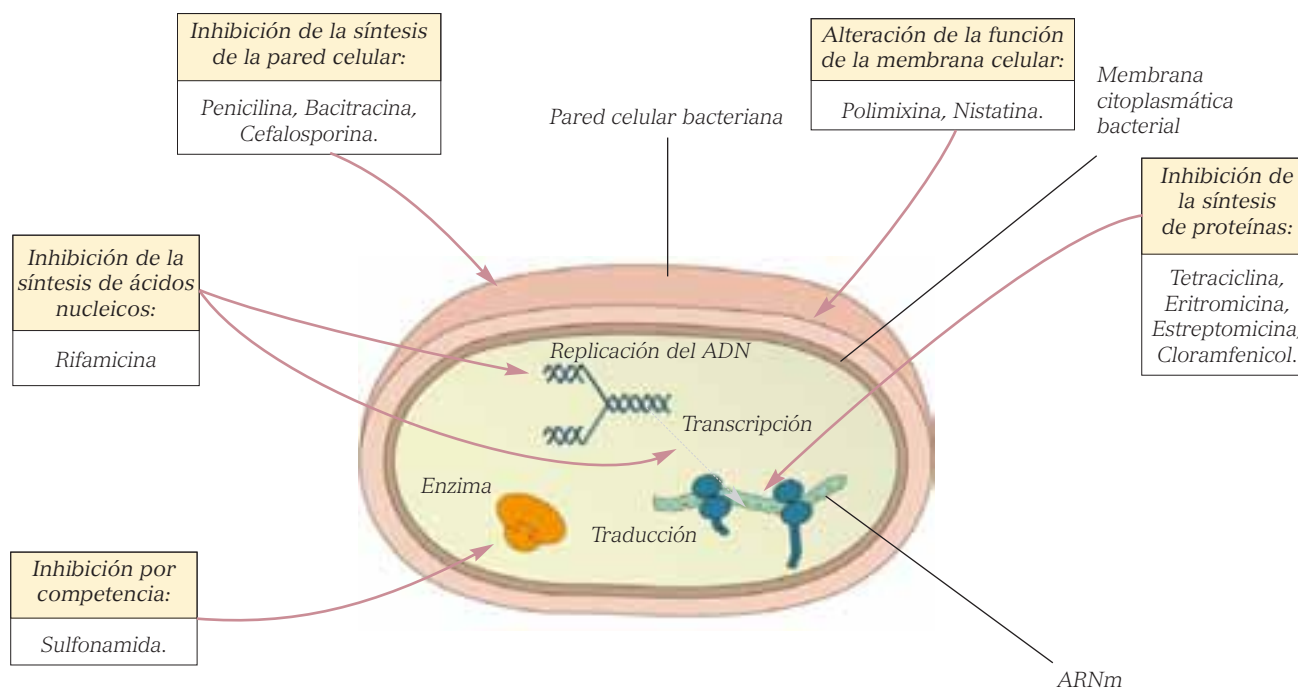
¿Por qué los antibióticos destruyen solo a las bacterias y no a nuestras células, cuando los tomamos?, ¿los antibióticos “distinguen” entre los dos tipos de células?, ¿de qué manera actúan?

Los antibióticos, por lo general, no producen daño a las personas porque muchas de las reacciones bioquímicas en las que interfieren son propias de las bacterias, y diferentes de las de los animales. En general, los antibióticos interfieren en la producción de los componentes que son necesarios para el funcionamiento bacteriano, como los de la pared celular, la membrana celular, las proteínas y los ácidos nucleicos.

Los antibióticos son altamente específicos. Si uno de ellos altera la síntesis de la pared celular de las bacterias, las células del huésped (eucariontes) no se ven alteradas, ya que no tienen pared celular. Lo mismo ocurre cuando un antibiótico bloquea la síntesis de proteínas, ya que los ribosomas procariontes y eucariontes presentan diferencias en su funcionamiento al sintetizar las proteínas.

Los antibióticos presentan cuatro modos básicos de actuar sobre las bacterias:

- Inhibiendo la síntesis de la pared celular y activando enzimas que destruyen esta estructura.
- Alterando la permeabilidad de la membrana celular.
- Interferiendo en la síntesis proteica.
- Interferiendo en el metabolismo de los ácidos nucleicos, específicamente en la replicación del ADN.



Fuente: MINEDUC, Programa de Estudio Biología Cuarto Medio. 2001. Página 104

Esquema que muestra las formas en que los antibióticos actúan sobre una bacteria.



### 3.2 Antibiograma

¿Por qué es importante saber qué bacteria nos “ataca” en una determinada enfermedad?, ¿cómo podemos determinar qué antibiótico es más eficaz para “combatir” una bacteria en particular?

Para evaluar la capacidad de un antibiótico para afectar a una bacteria se utiliza la **técnica del antibiograma**.

El método de susceptibilidad antimicrobiana o antibiograma es un método *in vitro* que permite determinar la susceptibilidad de los microorganismos a una variedad de agentes antimicrobianos, bajo condiciones de laboratorio específicas y estandarizadas. El objetivo de este estudio es proveer al médico de algunas recomendaciones sobre la terapia que puede ser más apropiada en pacientes con una infección específica.

Esta técnica consiste en colocar discos de papel impregnados con el antibiótico que se desea evaluar, en cultivos bacterianos. Los antibióticos difunden al medio en que crecen las bacterias y cuando el antibiótico es efectivo, se forma un halo de inhibición

que se aprecia como una zona transparente en torno al disco de papel. De acuerdo al tamaño del halo de inhibición del crecimiento bacteriano, que se genera en torno al disco, se tiene una idea del poder del antibiótico contra una bacteria determinada.



Conocer la susceptibilidad de una bacteria a determinados antibióticos puede mejorar el tratamiento de una enfermedad infecciosa.

#### Actividad 4

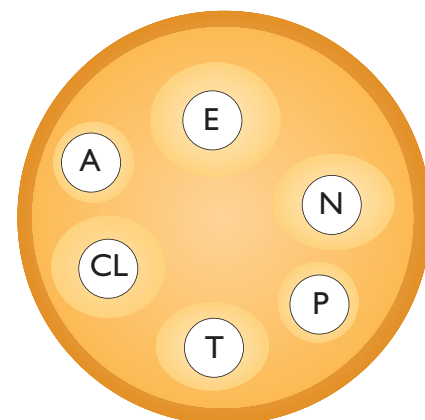
#### INTERPRETAR

Reunidos en parejas, analicen el siguiente antibiograma y respondan las preguntas que se plantean a continuación.

- ¿Cuál es el antibiótico más eficaz?, ¿cuál menos?
- ¿Qué relación existe entre el diámetro del halo de inhibición y la eficacia del antibiótico?
- ¿Esperarían los mismos resultados para otra especie bacteriana?, ¿por qué?

A: Ampicilina  
E: Estreptomina  
N: Neomicina

P: Penicilina  
T: Tetraciclina  
CL: Cloramfenicol



### 3.3 Resistencia bacteriana a los antibióticos

¿Por qué es importante el uso responsable y controlado de los antibióticos?, ¿por qué en Chile se decidió vender los antibióticos previa presentación de la receta médica?

La **resistencia a los antibióticos** plantea una amenaza grave y cada vez mayor para la salud pública, siendo un problema creciente en el mundo, que involucra cada día nuevas especies bacterianas y nuevos mecanismos de resistencia. Este fenómeno observado en los laboratorios de microbiología representa un problema clínico y dificulta el buen manejo de los pacientes que sufren diferentes patologías infecciosas.

La resistencia bacteriana es un fenómeno biológico natural, de modo que cada vez que se pone en uso un nuevo antibiótico, al poco tiempo se detectan cepas resistentes a él. Una **cepa resistente** se define como aquella que es capaz de multiplicarse en presencia de concentraciones de antibióticos mayores que las utilizadas en dosis terapéuticas.

En general, todos los mecanismos de resistencia se deben a mutaciones que originan **genes resistentes**. Estos genes pueden localizarse en el cromosoma bacteriano o en plasmidios. Debido a esto, se puede suponer que los antibióticos tendrán actividad por un tiempo limitado, según la presión selectiva que ejerzan sobre la población bacteriana. La presión selectiva resulta de la administración de un antibiótico, que inhibe el crecimiento de microorganismos susceptibles, pero selecciona cepas resistentes a él.

El fenómeno de la resistencia bacteriana tiene múltiples causas, siendo la más importante el uso indiscriminado de los antibióticos, así también, el relajamiento en las prácticas de control de infecciones. El aumento del uso de dispositivos y procedimientos

médicos invasores y hospederos más susceptibles también han jugado un rol importante en el último tiempo.

El problema de resistencia antimicrobiana se agudiza cuando un microorganismo puede presentar más de un mecanismo de resistencia y cuando tiene la facultad de transmitirlo a su descendencia, y además, a otras bacterias de su misma o diferente especie (a través de mecanismos de conjugación o transducción).



Algunas bacterias pueden hacerse resistentes a la acción de los antibióticos.

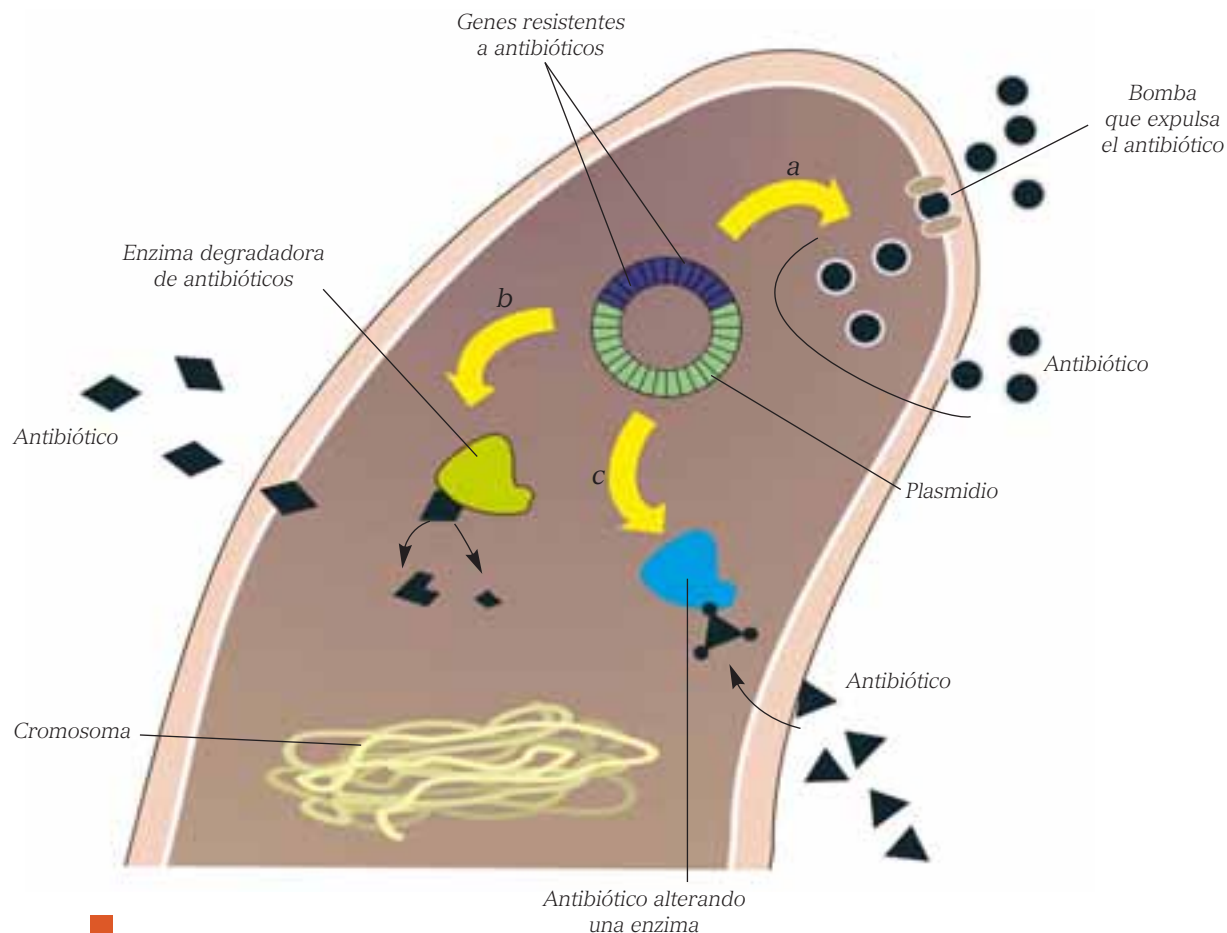
#### Actividad 5

#### DESCRIBIR

- Discute con 2 ó 3 compañeros o compañeras sobre el uso incorrecto de los antibióticos, que puede llevar a ocasionar una resistencia al medicamento. Escriban en su cuaderno al menos 5 conductas erróneas y coméntenlas en el curso.

Los genes resistentes a los antibióticos pueden codificar los siguientes tipos de proteínas:

- Bombas que expulsan el antibiótico de la célula. (a)
- Enzimas que degradan el antibiótico. (b)
- Enzimas que alteran e inactivan al antibiótico. (c)



Mecanismos de resistencia bacteriana a los antibióticos

Fuente: MINEDUC, Programa de Estudio Biología Cuarto Medio. 2001. Página 105.



### REFLEXIONA

En octubre de 2001, el miedo se apoderó de Estados Unidos, cuando se informó que se estaban distribuyendo, entre políticos y personas vinculadas a los medios de comunicación, sobres que contenían esporas de la bacteria causante de una enfermedad que puede llegar a ser fatal, llamada **ántrax**. Si la infección se detecta a tiempo, se administra el antibiótico ciprofloxacina. Durante la crisis, cientos de estadounidenses compraron dicho antibiótico. A largo plazo, esta acción, aparentemente sabia y precavida, podría ser una amenaza mucho mayor para la salud pública que el mismo ántrax, ya que tarde o temprano la bacteria se hace resistente a los antibióticos que usamos para inhibir su crecimiento o para destruirla, transformando una droga muy potente en algo absolutamente inútil. ¿Por qué crees que a las instituciones de salud gubernamentales les interesa tanto el tema de la resistencia a los antibióticos?

## ANTES DE SEGUIR...

I. Escribe en tu cuaderno la letra de la alternativa correcta y luego compara tus respuestas con las de algunos de tus compañeros o compañeras.

- 1) Los antibiogramas sirven para:
- determinar la presencia de bacterias en el cuerpo.
  - conocer las condiciones en las que vive una bacteria.
  - reconocer la susceptibilidad de las bacterias a los antibióticos.
  - indicar en qué condiciones se reproducen las bacterias.
  - Ninguna de las anteriores es correcta.

2) La resistencia a los antibióticos se produce porque:

- baja la permeabilidad de la pared celular, al ingreso del antibiótico.
- se elaboran enzimas que degradan el antibiótico.
- se modifica la acción del antibiótico.
- se activa la salida del antibiótico al exterior de la célula.
- Todas las anteriores son correctas.

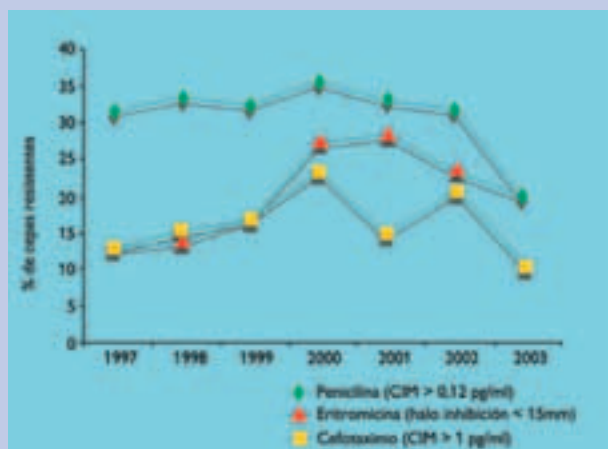
3) En relación a los **bacteriostáticos**, es correcto indicar que:

- impiden la multiplicación de los gérmenes.
- eliminan al agente patógeno.
- detienen el avance de la infección.
- erradican la enfermedad.

- I, II y III
- I, III y IV
- II, III y IV
- III y IV
- I, II, III y IV

II. Observa el siguiente gráfico y luego responde las preguntas en tu cuaderno.

GRÁFICO 3.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA RESISTENCIA DE *STREPTOCOCCUS PNEUMONIAE* A ANTIBIÓTICOS



Fuente: Sociedad Chilena de Infectología. *Tratamiento de la neumonía del adulto adquirida en la comunidad*. (En Revista chilena de infectología).

- ¿Cuál de los antibióticos fue más efectivo frente a las cepas de *Streptococcus pneumoniae* durante todo el período de estudio?
- ¿Qué puedes concluir a partir de la caída del porcentaje de cepas resistentes a la penicilina?
- ¿Qué crees que ocurrió con la acción de la eritromicina y la cefotaxina sobre las bacterias, entre los años 2000 y 2002?

### Otra forma de aprender

- ¿Cuáles han sido hasta ahora los temas que más dificultades te han presentado?, ¿qué estrategias podrías utilizar para entenderlos mejor?

## 4 Infecciones virales agudas

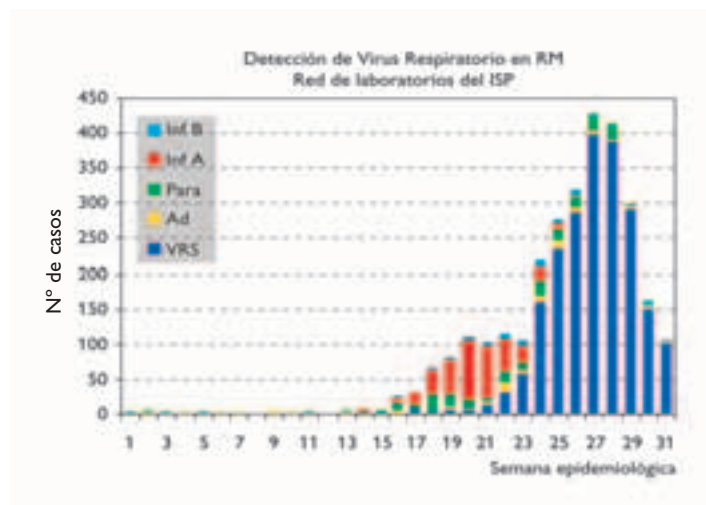
### Actividad 6

El siguiente gráfico muestra la presencia en la población de la Región Metropolitana de los virus respiratorios en las semanas del otoño e invierno del año 2004. Analízalo y responde las preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué virus se presentó con más frecuencia en las primeras semanas del invierno (semanas 21 a 23)?
2. ¿Cuál fue más preponderante al finalizar la estación (semanas 29 a 31)?
3. Escribe dos conclusiones que puedas establecer, respecto del comportamiento de los diferentes virus en la población estudiada. Comenta con tu compañero o compañera de banco.

### ANALIZAR E INFERIR

GRÁFICO 3.4 DETECCIÓN DE VIRUS RESPIRATORIO EN RM  
RED DE LABORATORIO DEL ISP



Fuente: MINSAL

Como recordarás de la unidad anterior, los virus corresponden a complejos supramoleculares consistentes en un ácido nucleico central (ADN o ARN) envuelto en una cubierta proteica, llamada cápside. Los virus no son capaces de realizar actividades metabólicas de manera independiente y las enfermedades que producen son altamente frecuentes y transmisibles, incluso, son importantes causas de muerte (solo el sida y la hepatitis B producen más de 4 millones de muertes cada año).

El tratamiento de las enfermedades virales consiste en la aplicación de medicamentos antivirales, que inhiben los mecanismos específicos involucrados en la replicación viral: unión a la célula infectada, liberación del material genético, ensamblaje de la progenie viral o síntesis de macromoléculas (incluyendo los ácidos nucleicos).

El análisis epidemiológico indica que hay muchos virus que tienen una estacionalidad clara, como sucede en el invierno con el virus sincicial y en el verano con el rotavirus. En Chile, son importantes las paperas, la poliomielitis, el sarampión, la rubéola, la varicela, el sida, la

gripe, la hepatitis A, la hepatitis B, el hanta y la rabia. Sin embargo, hay que destacar que las infecciones respiratorias agudas (IRA) son las que constituyen la primera causa de mortalidad infantil en países en vías de desarrollo, y son un problema prioritario de salud pública a nivel mundial. Los virus son responsables de la mayoría de estas infecciones y comprometen el tracto respiratorio en frecuencias que van desde el 10 al 90%, dependiendo de la estación del año, de la localización geográfica, del cuadro clínico considerado, etcétera.

### Biodatos

En 2001 se descubrió en Holanda un nuevo virus respiratorio: el metapneumovirus humano (MPVh), de la misma familia del virus respiratorio sincicial (VRS). El MPVh es un virus ARN, de hebra simple, que afecta exclusivamente a los seres humanos. Se presenta principalmente en invierno, en todos los continentes, y, según distintos estudios, se ha determinado que produce entre el 5 y el 20% de los cuadros respiratorios en niños, donde no se ha podido reconocer otro agente viral.



## 4.1 Virus hanta

El hantavirus es un virus ARN que ingresa, específicamente, a las células huésped en las que se replica. Este virus produce una enfermedad infecciosa aguda muy grave, que tiene una mortalidad cercana al 50%, y que se manifiesta como síndrome de distrés respiratorio agudo y/o síndrome hemorrágico. Esta enfermedad está presente en toda Asia, principalmente en China. En Japón y Europa oriental también suelen presentarse casos. Además, en los últimos años, se han identificado casos de esta enfermedad en el oeste de Estados Unidos, en Brasil, Paraguay, Argentina y Chile.

El reservorio, lugar donde se concentran los patógenos del hantavirus, son los **ratones silvestres**. Estudios realizados en la ciudad de Coyhaique, en nuestro país, demostraron que existen varias especies de ratones silvestres que portan este virus, entre los cuales el más preocupante es el *Oligoryzomys longicaudatus* (ratón colilargo), cuyo hábitat se extiende desde el extremo sur del desierto de Atacama hasta el extremo austral de la región de Aisén, lo que demuestra la incidencia que puede tener esta enfermedad en nuestro país.

El síndrome pulmonar evoluciona en tres fases:

1. **Período de incubación:** sin síntomas, puede durar hasta 45 días.
2. **Fase inicial:** aparecen los primeros síntomas, que son similares a una gripe común. Los más frecuentes son fiebre, dolor de cabeza, dolores abdominales y musculares, además de dolores en la parte baja de la columna, náuseas y vómitos.
3. **Fase de compromiso respiratorio:** la persona se agrava rápidamente, con una brusca alza de temperatura y, como síntoma principal, dificultad para respirar, causada por la acumulación de líquido en los pulmones, que puede llevar a una insuficiencia respiratoria en pocas horas.



Ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*).



Al acampar en lugares silvestres, es necesario mantener una serie de precauciones para evitar el contagio con el virus hanta.

### Biodatos

El síndrome pulmonar por virus hanta es una enfermedad que se contrae al respirar aire contaminado con excretas, orina o saliva de ratones silvestres, a través del contacto directo con los ratones o sus excretas y, posiblemente, a través de mordeduras. En Chile, el ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*) es el principal vector de la enfermedad, sin embargo, se han encontrado tres especies más de roedores que portan el virus: el ratón oliváceo (*Akodon olivaceus*), el ratón pelilargo (*Abrothix longipilis*) y, en menor medida, el ratón orejudo (*Phyllotis darwini*).

La siguiente tabla resume los casos de contagio con virus hanta en nuestro país en los últimos años. Obsérvala y responde las preguntas en tu cuaderno.

TABLA 3.1

	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
Total de casos	81		65		60		56		67		39		43	
Edad promedio	31,7		31,6		36,6		32,7		32,5		31,8		27,3	
Rango de edad	3-67		4-76		5-63		<1-66		2-74		7-64		9-64	
Total fallecidos	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
	30	37	19	29	18	30	18	32	21	31	17	44	14	33

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

- ¿Cómo puedes explicar la diferencia del número de casos presentados a lo largo de los años?, ¿qué pudo haber ocurrido en 2005 y 2007 respecto de los años inmediatamente anteriores?
- ¿Qué puedes inferir respecto de la edad promedio a la que se produjeron los casos?
- ¿Por qué se habrá producido una disminución en el número de personas muertas a lo largo del tiempo? Explica, considerado el porcentaje de casos en cada año.

A continuación, se enumeran una serie de medidas para prevenir el contagio con el virus hanta, especialmente en zonas rurales.

- Al vivir (o visitar) en una zona donde hay roedores, **no** ingresar en habitaciones o recintos que hayan permanecido cerrados por algún tiempo, sin antes ventilarlos durante 30 minutos.
- Mantener cortados a ras del suelo las malezas y pastizales alrededor de la vivienda, y despejarlas de desechos, basura y escombros en un radio de 30 metros.
- Sellar con planchas de lata (pegadas y clavadas), con cemento u otro material firme, las aberturas que tengan un diámetro igual o mayor a medio centímetro, en escuelas, viviendas, galpones y bodegas.
- Mantener siempre medidas generales de higiene en la cocina y utensilios.
- Guardar los alimentos en recipientes cerrados y no dejar restos de comida sobre mesas, muebles, piso, etcétera.
- Guardar la basura en recipientes con tapa. Si no hay recolección de basura, se debe enterrar a 50 cm de profundidad y a 50 metros de la vivienda.
- Mantener protegidas y tapadas las fuentes de abastecimiento de agua.

- Mantener letrinas o fosas sépticas en buenas condiciones de higiene.
- No eliminar a los depredadores naturales de los ratones, como zorros, lechuzas y culebras.



Gentileza Instituto de Ecología Política.

En nuestro país, se han realizado diferentes campañas para prevenir el contagio con el virus hanta.

## 4.2 Virus de la inmunodeficiencia adquirida

La inmunodeficiencia es un tipo de enfermedad que se caracteriza por una falla en la función de alguno de los componentes celulares del sistema inmune, o por una escasez relativa de estos.

Existen dos formas de inmunodeficiencia: las primarias o congénitas y las secundarias o adquiridas. Las **inmunodeficiencias congénitas** se manifiestan durante los primeros años de vida y las personas nacen con esta enfermedad. Las **inmunodeficiencias adquiridas**, en cambio, son causadas por un agente externo al organismo, de manera que las personas enfermas adquieren el agente en alguna etapa de su vida y luego desarrollan la enfermedad.

¿Conoces algún tipo de inmunodeficiencia adquirida? Probablemente estés pensando en el SIDA, o síndrome de la inmunodeficiencia adquirida, causada por el **virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)** que ataca los linfocitos T. El VIH, como veremos más adelante, puede ser adquirido por las personas antes de nacer, lo cual no quiere decir que

sea un tipo de inmunodeficiencia congénita, ya que se produce por el contagio de un agente adquirido en alguna etapa de la vida.

### a. El problema mundial del SIDA

Se considera que el SIDA tiene la condición de **pandemia**, y se extiende por el mundo a una velocidad vertiginosa. Según datos de organismos especializados que dependen de las Naciones Unidas, se estima que desde sus inicios, en la década de los 80, se han contagiado unos 40 millones de personas y casi 12 millones han muerto. Estas mismas fuentes consideran que se contagian, aproximadamente, unas 16.000 personas diariamente.

### Biodatos

Una epidemia es una enfermedad que afecta a un número muy alto de individuos en una población y que se propaga rápidamente. Puede estar restringida a un área local o puede tener una distribución más amplia. Si una epidemia se ha extendido a muchos países, entonces se habla de pandemia.

## Actividad 8

## ANALIZAR

Reunidos en parejas, analicen la tabla de sida en el mundo. Luego, respondan las preguntas en sus cuadernos.

TABLA 3.2 VALORES APROXIMADOS, CONSIDERADOS PARA EL AÑO 2007

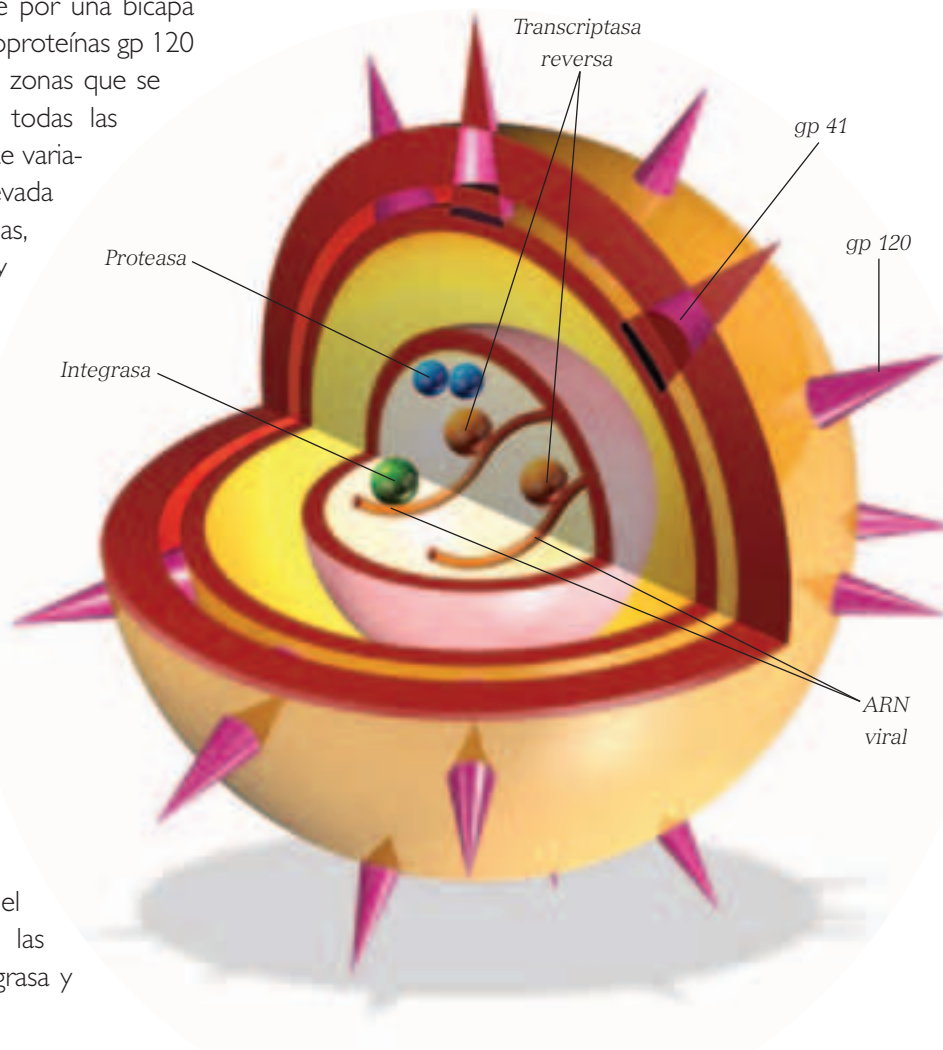
	África subsahariana	Asia meridional y sudoriental	Oceanía	América Latina	Caribe	Europa oriental y Asia	Europa occidental y central	América del Norte
Personas con VIH	22,5 millones	4 millones	75.000	1,6 millones	230.000	1,6 millones	760.000	1,3 millones
Nuevos casos	1,7 millones	340.000	14.000	100.000	17.000	150.000	31.000	46.000
Muertes por VIH	1,6 millones	270.000	1.200	58.000	11.000	55.000	12.000	21.000

Fuente: ONUSIDA, OMS (adaptación).

- ¿En qué región del mundo se encuentra la mayor cantidad de personas infectadas con el VIH?, ¿en cuál la menor?
- ¿Existe alguna relación entre el número de infectados y la condición de desarrollo del país o continente? Expliquen.

El virus del SIDA pertenece a un grupo de virus llamados **retrovirus**, y su material genético es el ARN. El VIH está limitado externamente por una bicapa lipídica en la cual se insertan las glicoproteínas gp 120 y gp 41. Estas proteínas presentan zonas que se encuentran muy conservadas en todas las variantes del virus, y otras altamente variables, cuyos genes tienen una elevada tasa de mutación. Estas glicoproteínas, o proteínas de superficie, son muy importantes, porque a través de ellas el virus logra introducirse en las células del sistema inmune, "minando" lentamente la capacidad de defendernos contra los agentes infecciosos, hasta desencadenar el SIDA.

Por debajo de la cubierta lipoproteica del virus, se encuentran dos envolturas proteicas distintas, que contienen en su interior dos moléculas de ARN. Estas moléculas de ARN codifican para tres genes estructurales y al menos seis genes involucrados en la expresión del virus. Existen también copias de las enzimas transcriptasa reversa, integrasa y proteasa.



Representación del VIH.



## REFLEXIONA

En países como Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia, el desarrollo de nuevas terapias ha permitido detener el avance del SIDA. Sin embargo, en regiones del mundo donde la pobreza es extrema, la enfermedad parece expandirse indiscriminadamente, como ocurre en África, en el sur y sudeste de Asia y en América Latina. ¿Existen diferencias entre personas con más y menos recursos, en cuanto al deber de prevenir o al derecho de tratar enfermedades como el SIDA? Fundamenta tu respuesta y discútelas con tu curso.



## b. Ciclo del virus de la inmunodeficiencia humana.

Más adelante se describirán los mecanismos de transmisión del VIH, sin embargo, cualquiera sea la manera de incorporación al organismo, el virus experimenta una interacción específica con ciertas células del sistema inmune.

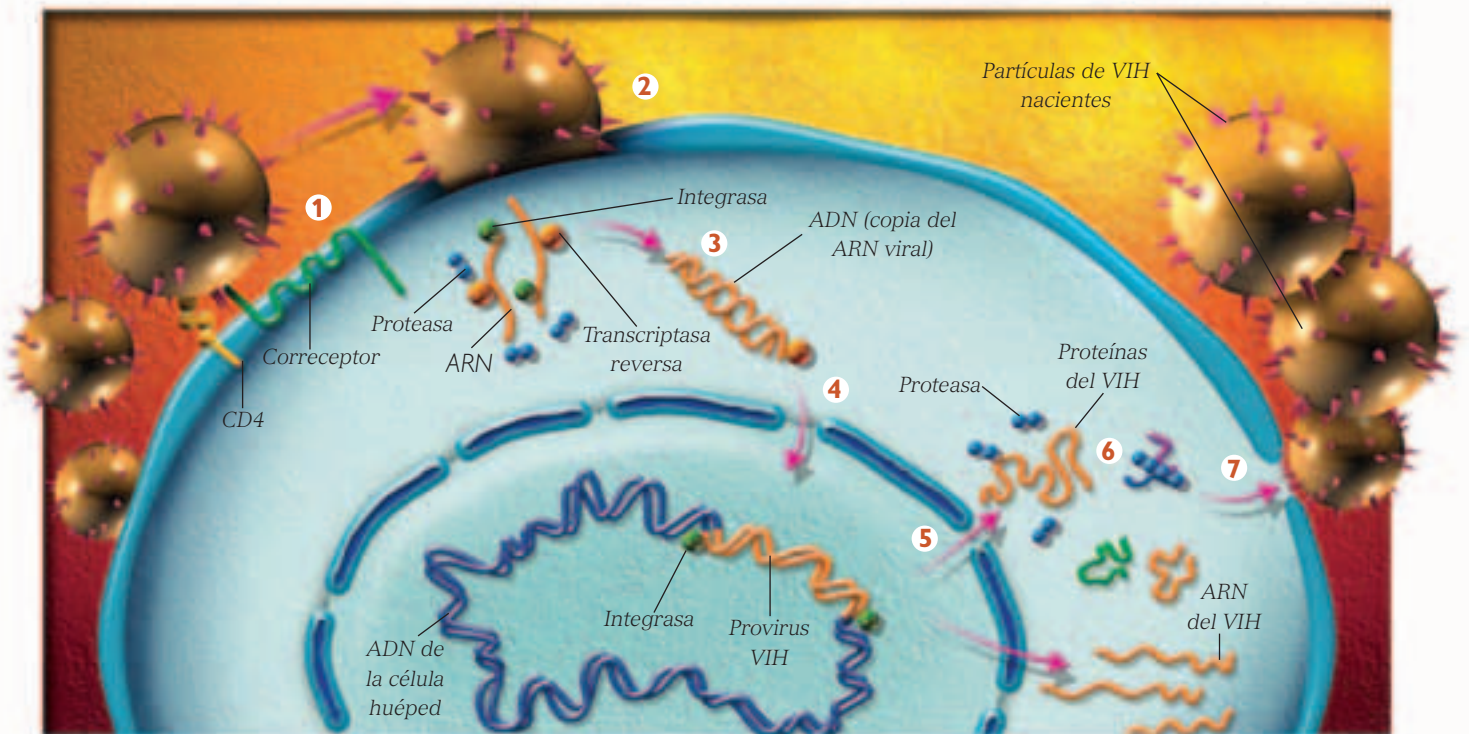
El conjunto de procesos que se llevan a cabo entre el virus y las células del sistema inmune, y que permiten la replicación viral, se conoce como “ciclo de vida” del VIH. Es necesario recordar que el VIH, como cualquier virus, no es considerado un ser vivo y solo manifiesta propiedades “de la vida” cuando se encuentra dentro de células del sistema inmune. De ellas, su principal blanco son los **linfocitos T helpers** o **linfocitos T CD4**, que reciben este

último nombre debido a la presencia de un tipo particular de proteína de superficie llamada CD4. Esta proteína del linfocito es la que se une con una proteína de la superficie viral, la gp 120, constituyéndose el inicio de la infección viral.

### Actividad 9

### PREDECIR

- Reunidos en parejas, observen el esquema que representa el mecanismo de infección del virus del SIDA y escriban en sus cuadernos cuáles podrían ser los puntos vulnerables del proceso de infección, que permitirían desarrollar estrategias terapéuticas contra el VIH. Expliquen.



**Etapas de la infección viral.** 1. El virus se une a la superficie celular del linfocito. 2. El virus se “funde” con la membrana del linfocito y vierte su “contenido” en el citoplasma de este. 3. A partir del ARN, la transcriptasa inversa produce moléculas de ADN viral de doble hebra. 4. Con ayuda de una proteína del virus llamada integrasa, el ADN viral se incorpora al genoma de la célula huésped. El virus permanece latente, en un estado conocido como provirus. 5. A partir del ADN integrado o provirus, la célula “fabrica” proteínas víricas y ARN. 6. La proteasa del VIH escinde las nuevas proteínas. 7. Las proteínas virales junto con el ARN forman nuevas partículas víricas que salen de la célula huésped para infectar otras células.



### c. Fases del SIDA.

La infección evoluciona en tres fases: una aguda, una crónica y el desarrollo del SIDA.

**Fase aguda.** Aumenta notablemente el número de partículas virales y, paralelamente, disminuye el número de linfocitos T CD4. A las tres semanas de iniciada la infección, muchas personas manifiestan síntomas similares a la mononucleosis, tales como fiebre, inflamación de los ganglios linfáticos, dolores musculares y cefalea (dolor de cabeza).

**Fase crónica.** De una a tres semanas después de la fase aguda, disminuyen los síntomas señalados anteriormente, como consecuencia de la acción del sistema inmune, que ejerce cierto control sobre el virus.

Durante esta fase, existe una recuperación aparente, manteniéndose relativamente constante la concentración de virus en el organismo, incluso por varios años. Este período dura, en promedio, unos 8 a 10 años y es común que los infectados se sientan bien,

no presenten síntomas, o que estos sean menores.

En la fase crónica, los linfocitos T CD4 estimulan a los linfocitos citotóxicos o citolíticos (CD8) para que destruyan las células infectadas por el virus. Además, estimulan la producción de anticuerpos, por parte de los linfocitos B, que ayudan a destruir las partículas virales libres. A pesar de esta “mejoría” relativa, el sistema inmune, en general, no logra “derrotar” la infección y el virus termina por “vencer”. Se produce una reducción significativa de la cantidad de linfocitos.

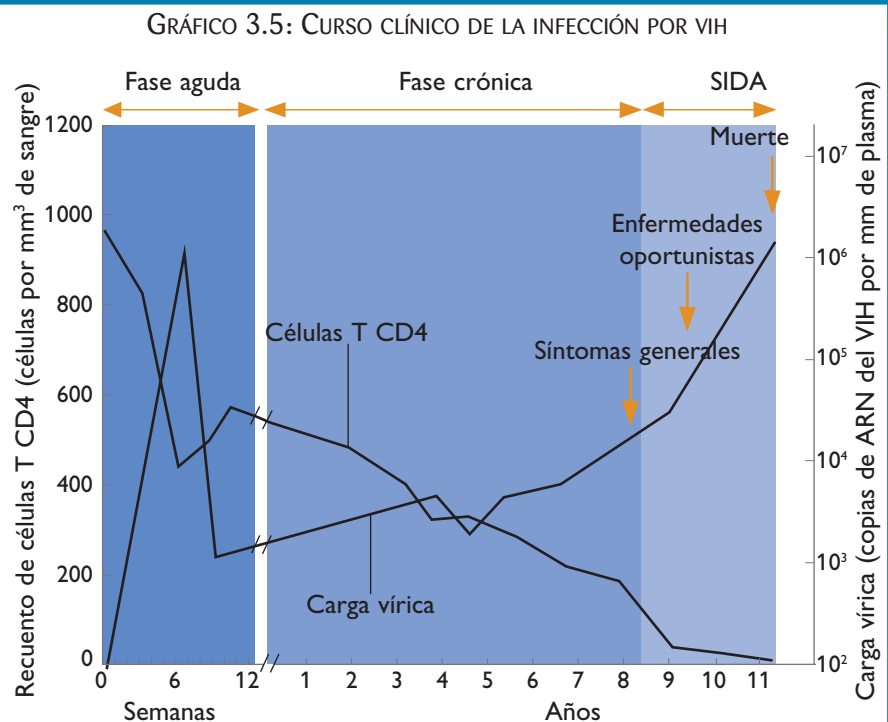
**Desarrollo del SIDA.** Cuando se declara la enfermedad, el sistema inmune ha sido superado y comienzan a manifestarse las enfermedades oportunistas, producidas por microorganismos que, en condiciones normales, el organismo logra mantener controlados. Ejemplos de estas enfermedades oportunistas son la pneumocistis carinii y la toxoplasmosis. Una vez que estas enfermedades se manifiestan, la supervivencia del enfermo no supera los dos años.

## Actividad 10

## ANALIZAR

Junto a tu compañero o compañera de banco, analiza el siguiente gráfico que representa el curso clínico natural de la infección por VIH. Posteriormente, respondan las siguientes preguntas.

- ¿Qué ocurre con la cantidad de linfocitos T CD4 y la cantidad de virus (carga vírica), en cada una de las etapas?
- ¿Cómo se explican estas variaciones?
- ¿Qué valor aproximado debe alcanzar el recuento de linfocitos T CD4 para diagnosticar el SIDA?
- ¿Qué factores pueden influir en la extensión de la fase crónica?



Fuente: Adaptado de Anthony Fanciante, en *Annals of Internal Medicine*. Vol. 124: 1996.

#### d. Transmisión del VIH

El VIH se incorpora al organismo principalmente a través de las **relaciones sexuales**, o por **compartir agujas** con una persona infectada. Además, puede transmitirse **de una madre portadora a su hijo**, durante el embarazo, en el momento del parto (cuando los fluidos maternos contaminados se contactan con las mucosas del bebé) o durante la lactancia.

**Detección del VIH.** Desde 1985, está disponible en nuestro país la técnica inmunológica conocida como ELISA, del inglés *Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay* (Ensayo Inmunoabsorbente Ligado a Enzimas) que permite detectar el VIH. Esta técnica requiere la incubación de una muestra de suero del posible infectado, con una preparación que contiene proteínas virales, empleadas como antígeno. Después de un tiempo de incubación, se evalúa la presencia de anticuerpos específicos contra esas proteínas del VIH. Si existen anticuerpos anti-proteínas virales, entonces el individuo es seropositivo, es decir, se ha contagiado con VIH. Por el contrario, si no se detectan los anticuerpos, es seronegativo, es decir, no se ha contagiado.

**Estrategias para combatir el VIH.** El tratamiento ideal para combatir el SIDA, y en el que se está trabajando actualmente, es la elaboración de una vacuna que evite la infección del VIH e impida el surgimiento de esta enfermedad. Lamentablemente, los resultados obtenidos hasta ahora no son esperanzadores, al menos a corto plazo: en condiciones experimentales, las proteínas gp 120 y gp 41 han desencadenado la producción de anticuerpos que fueron

capaces de neutralizar a los virus contenidos en tubos de ensayo, bloqueando la infección de linfocitos humanos mantenidos en cultivo. Sin embargo, estos anticuerpos aún son incapaces de neutralizar virus obtenidos directamente de pacientes seropositivos.

Otro mecanismo para hacer frente a esta enfermedad, que ha dado resultados bastante positivos en estos últimos años, está representado por la **farmacoterapia**. En la actualidad, existen algunos medicamentos que permiten a los enfermos llevar una vida mejor, ya que retardan el efecto nocivo del virus, aumentando con ello las expectativas de vida. Inicialmente, la enfermedad se enfrentaba con fármacos como el AZT o zidovudina, medicamentos que inhiben la acción de la transcriptasa reversa, la enzima viral que produce ADN a partir del ARN. Sin embargo, la inhibición es transitoria y luego de un tiempo el virus continúa multiplicándose, destruyendo la célula infectada. En la actualidad, se están produciendo otros medicamentos que inhiben la actividad de la proteasa, enzima viral que se requiere para que las proteínas del virus se procesen para ensamblar nuevas partículas virales.



*Es importante que hombres y mujeres que decidan tener hijos, se efectúen el test de ELISA si han estado expuestos a alguna situación de riesgo de contagio por VIH.*



#### REFLEXIONA

En Chile, el primer caso de SIDA se registró en el año 1984. Desde entonces, y hasta el año 2004, hay más de 14.000 nuevos casos, entre portadores y enfermos. A pesar del número creciente de casos, existe un amplio desconocimiento de las características de la enfermedad y de sus modos de contagio, lo que lleva a la segregación y discriminación de las personas que sufren esta terrible enfermedad. Para evitar la segregación, el Estado ha elaborado una serie de medidas legales que procuran una mejora integral en el trato, la no discriminación y una mejor atención asistencial, además de la subvención del gasto necesario para afrontar los efectos de las enfermedades oportunistas que afectan al enfermo de SIDA, incluyendo esta enfermedad en el plan GES (ex AUGE). ¿De qué manera se puede evitar la discriminación de las personas portadoras y enfermas de SIDA? Considera que muchos niños y niñas de nuestro país están también contagiados.

### e. Resistencia del VIH

Otra limitante del tratamiento con medicamentos es el surgimiento del fenómeno de **resistencia**. El tratamiento farmacológico que no logra contener el crecimiento viral, o un inadecuado uso de los medicamentos, al no cumplir los horarios o dosis, determina este fenómeno.

Las drogas usadas para enfrentar el VIH se pueden clasificar en tres grandes grupos: **inhibidores de la transcriptasa reversa**, que son similares en estructura a los nucleótidos; **inhibidores específicos de la transcriptasa**; e **inhibidores de la proteasa**. Estos dos últimos son especialmente sensibles a la aparición del fenómeno de resistencia.

Se estima que en una persona infectada, diariamente se pueden generar hasta 10 millones de nuevas partículas virales. Como consecuencia de esta elevada tasa proliferativa del virus, surgen mutaciones y, por ende, nuevas variantes víricas que pueden ser insensibles a la acción del fármaco, es decir, resistentes. Más aún, el uso de medicamentos provoca un proceso de **selección de las cepas resistentes**, como consecuencia de la eliminación de las variantes sensibles a la droga.

Por esto es de vital importancia que, una vez seleccionada la terapia, esta no se abandone para evitar el surgimiento de este fenómeno. Sin embargo, a pesar de las precauciones, existe la probabilidad de que la resistencia se manifieste.

Otra alternativa que se evalúa actualmente para desarrollar nuevas estrategias de tratamiento, considera la existencia de individuos que son menos susceptibles a la acción del VIH. Se sabe que entre un

### Biodatos

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en solo dos decenios la pandemia de SIDA ha cobrado 20 millones de vidas e infectado a 38 millones más, donde los jóvenes de entre 15 a 24 años de edad constituyen el 50% de las personas que se agregan a los infectados con el VIH (una cada 14 segundos).

10 y un 25% de los individuos que tienen contacto con el virus, ya sea por contacto sexual, por consumo de drogas endovenosas o por transfusiones con sangre contaminada, tardan tiempos inusitadamente mayores en enfermar, o sencillamente no exhiben la presencia del virus. Este hecho demuestra la existencia de una **resistencia genética** a la infección, que los científicos están investigando con mucho interés.



La identificación de estos **genes de resistencia**, junto con el conocimiento aportado por el **Proyecto Genoma Humano** y las técnicas del **ADN recombinante**, aparecen como una nueva alternativa de tratamiento para el SIDA.

### Biología@net

Visita la página [www.conasida.cl](http://www.conasida.cl), donde encontrarás importante información sobre campañas de prevención y presencia del VIH/SIDA en nuestro país. Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar. Realiza tu propia búsqueda en internet.

## f. Prevención del SIDA

La forma más importante de prevenir infecciones por VIH, a gran escala, es la **modificación de las conductas de riesgo** de la población, tales como las prácticas sexuales no protegidas y la inyección de drogas endovenosas.

Las transfusiones sanguíneas dejaron de representar un riesgo a partir de 1984, año en que se estableció la obligatoriedad de aplicar el examen de detección del virus en las muestras de sangre, previo a la transfusión.

Si bien la única conducta totalmente eficaz para prevenir el contagio del virus del SIDA es la **abstinencia sexual**, estudios demuestran que muchos adolescentes mantienen una vida sexual activa. Por esto, es necesario comprender la importancia de llevar a cabo una sexualidad segura, que promueva una **pareja sexual única** y el **uso correcto del preservativo**, como medidas que disminuyen el riesgo de contagio con el VIH.

Según investigaciones realizadas en otros países, las campañas informativas dirigidas específicamente hacia los grupos de riesgo, como la población heterosexual adolescente, los homosexuales y personas que abusan de las drogas, entre otros, dan buenos resultados. Sin embargo, toda la población debe estar bien informada y, para obtener mejores resultados, las campañas preventivas deben también

considerar la influencia que pueden tener los líderes de grupo al respecto. Se ha visto que cuando compañeros o compañeras influyentes son instruidos sobre el SIDA y transmiten lo aprendido al resto del grupo, existe una importante reducción de las conductas de riesgo.



Debido al gran aumento de infectados por VIH, es de suma importancia informar a la población sobre las formas de prevención de esta mortal enfermedad.

## Actividad 11

## INVESTIGAR

- Organizados en grupos de máximo cinco compañeros o compañeras, elaboren preguntas relacionadas con las formas de transmisión del VIH, las fases del SIDA y las estrategias para tratar y prevenir esta enfermedad.
- Comenten sus preguntas con el profesor o profesora y elaboren un cuestionario para ser aplicado a diferentes integrantes del colegio y de la comunidad en general.
- Identifiquen la edad, el sexo y la actividad de cada persona encuestada.
- Revisen las respuestas y asígnenle una puntuación a cada cuestionario. Posteriormente, tabulen sus resultados de acuerdo con las diferentes variables (sexo, edad, actividad, etcétera) y elaboren una conclusión respecto del nivel de conocimiento sobre el SIDA y las posibles diferencias entre los diferentes grupos de personas encuestadas.

## ANTES DE SEGUIR...

I. Escribe en tu cuaderno la letra de la alternativa correcta y luego compara tus respuestas con las de algunos de tus compañeros o compañeras.

1. Respecto a la enfermedad provocada por el virus hanta, es correcto afirmar que:

- I. el material genético del virus que produce la enfermedad es ARN.
- II. uno de los síntomas es la insuficiencia respiratoria.
- III. al iniciarse la enfermedad, se presenta artritis.
- IV. el paciente puede presentar muerte cerebral.

- a) I y II
- b) II y III
- c) III y IV
- d) I, II y III
- e) I, II, III y IV

2. Las enfermedades de inmunodeficiencia se producen por:

- I. la falla de algún componente celular del sistema inmune.
- II. la escasez de células del sistema inmunológico.
- III. una mutación genética.

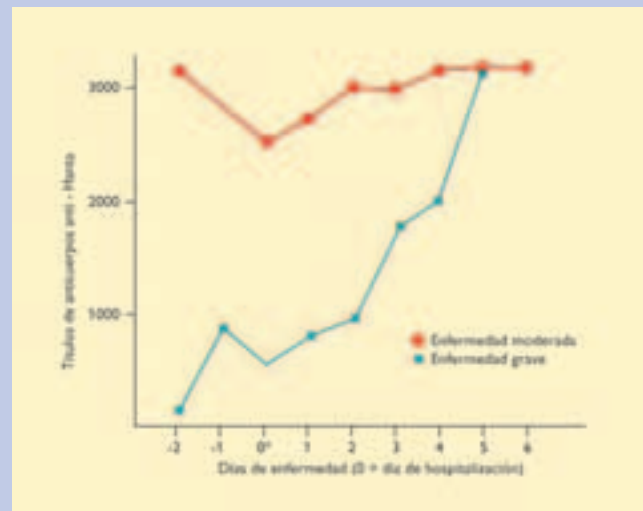
- a) Solo I
- b) Solo II
- c) I y II
- d) I y III
- e) II, III y III

3. Del VIH, es correcto indicar que:

- a) es un bacteriófago.
- b) es un retrovirus.
- c) su material genético es ADN.
- d) se transmite solo por la sangre.
- e) requiere de los glóbulos rojos para vivir.

II. Observa el gráfico que muestra el efecto de los anticuerpos neutralizantes en la gravedad de las infecciones por virus hanta y responde las preguntas en tu cuaderno.

GRÁFICO 3.6 EFECTO DE ANTICUERPOS NEUTRALIZANTES EN LA GRAVEDAD DE INFECCIONES POR HANTAVIRUS



Fuente: MINEDUC, Programa de Estudio Biología Cuarto Medio, 2001. Página 110.

1) ¿Qué relación se observa entre la cantidad de anticuerpos y la gravedad de la enfermedad presentada? Explica.

2) ¿Qué podría indicar que los pacientes lleguen al hospital con altos niveles de anticuerpos?, ¿cómo influye este hecho en el desarrollo de la enfermedad?

## Otra forma de aprender

- En tu cuaderno, haz un esquema que relacione los contenidos vistos hasta ahora, para que puedas estudiarlos.



## 5 Rechazo inmune: las transfusiones de sangre

¿Qué información se debe conocer al realizar una transfusión de sangre?

Los eritrocitos tienen antígenos específicos que determinan cada uno de los grupos sanguíneos. Los cuatro grupos sanguíneos resultan de la combinación de dos antígenos (A y B) y de la presencia de anticuerpos en el plasma. El grupo sanguíneo O carece de antígenos A y B. (Ver tabla 3.3)

A partir de esta información, se pueden llevar a cabo transfusiones compatibles, evitando las combinaciones que reúnan al antígeno del donante con el respectivo anticuerpo del receptor. Por ejemplo, una persona del grupo A no puede donar sangre a otra del grupo B, pues en el plasma del receptor hay ciertas sustancias proteicas (anticuerpos) llamadas aglutininas anti A, que causan la unión irregular (aglutinación) de los glóbulos rojos con antígeno A, lo que puede producir trastornos graves y eventualmente la muerte.

¿Qué otros antígenos presentan las células sanguíneas? Luego del descubrimiento del sistema AB0, se han

identificado otros antígenos que también se deben tener en cuenta al momento de llevar a cabo una transfusión sanguínea, para reducir la posibilidad de rechazo por incompatibilidad. Entre los antígenos más importantes se encuentra el factor Rh. Su nombre se debe a que fue identificado en la superficie de los eritrocitos de un tipo de mono, el macaco Rhesus.

Dependiendo de la presencia o ausencia de este antígeno, las personas se clasifican como Rh positivos (Rh+) o Rh negativos (Rh-), respectivamente. En condiciones normales, las personas no tienen anticuerpos contra este antígeno en el plasma, por lo tanto, la herencia del factor Rh sigue un patrón mendeliano, en que la condición Rh+ domina sobre la Rh-.

### Actividad 12

### ANALIZA

En parejas, analicen la tabla que aparece en esta página y el esquema de la **página 149**. Luego, respondan las siguientes preguntas.

- ¿Cuántas combinaciones genéticas determinan cada grupo sanguíneo?
- ¿Qué grupo sanguíneo corresponde al dador universal?, ¿y cuál al receptor universal?
- ¿Por qué no son importantes los anticuerpos del donante?

TABLA 3.3

Fenotipo (Grupo sanguíneo)	Genotipo (alelos presentes)	Antígenos específicos de los glóbulos rojos	Anticuerpos en el plasma sanguíneo	Reacción con anticuerpos	
				Anticuerpo anti A	Anticuerpo anti B
O	OO	–	Anticuerpo anti A Anticuerpo anti B	No	No
A	AA, AO	A	Anticuerpo anti B	Sí	No
B	BB, BO	B	Anticuerpo anti A	No	Sí
AB	AB	A, B	–	Sí	Sí

## 5.1 Incompatibilidad sanguínea durante el embarazo

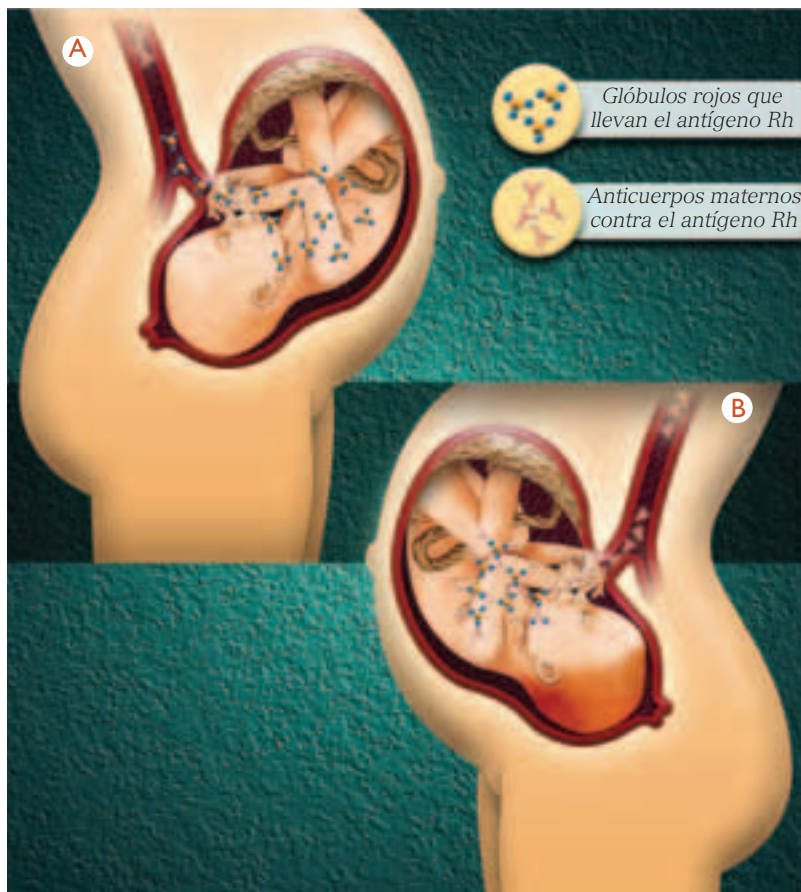
Cuando una madre Rh- gesta un hijo Rh+, existe la posibilidad de que durante el embarazo, principalmente durante los últimos meses, en que parte de los glóbulos rojos del feto pueden pasar a la circulación materna, por pequeños defectos de la membrana placentaria o por traumatismos durante el embarazo, el factor Rh presente en los eritrocitos fetales, y ausente en los de la madre, sea reconocido como un elemento ajeno al organismo, lo que determina la **producción de anticuerpos anti factor Rh**. Lo mismo puede ocurrir al momento del parto, cuando la sangre materna y la fetal se mezclan, posibilitando que la madre se inmunice, a causa del factor Rh presente en los eritrocitos fetales.

Los anticuerpos anti Rh producidos por la madre pueden atravesar la placenta y destruir los glóbulos rojos del feto. El desenlace de esta situación puede ser fatal, incluso poco antes del nacimiento o tiempo después de ocurrido este. Este problema se conoce como **eritroblastosis fetal** o **anemia hemolítica**.

El riesgo de esta condición de incompatibilidad materno-fetal aumenta en los próximos embarazos, si es que los nuevos hijos también son Rh+. Esto se debe a que la madre ha producido anticuerpos contra el factor Rh, los que pueden cruzar la placenta y destruir los glóbulos rojos del siguiente hijo, e incluso desencadenar una respuesta inmune más intensa.

En casos extremos, las alternativas terapéuticas consideran la realización de **transfusiones de sangre intrauterinas**. Actualmente, la estrategia que se emplea es preventiva, y consiste en tratar a la madre Rh- que ha dado a luz un hijo Rh+, con un **suero (antisuero)** que contiene anticuerpos contra los antígenos de los glóbulos rojos fetales. De esta manera, se destruyen las células sanguíneas fetales

que quedan en el torrente sanguíneo materno y que tienen el antígeno, y con ello se evita la estimulación del sistema inmune de la madre. El plazo máximo para inyectar el antisuero es de 72 horas después del parto, ya que después de este período la madre ya ha sido sensibilizada.



Representación de la eritroblastosis fetal.  
A. Última etapa del primer embarazo.  
B. Última etapa del segundo embarazo.

### Actividad 13

### INTERPRETAR

Reunidos en parejas, analicen el esquema que representa la eritroblastosis fetal, y luego, respondan las preguntas en sus cuadernos.

- ¿Por qué la producción de anticuerpos de la madre se restringe a los últimos meses del embarazo o al momento del parto?
- ¿Por qué el segundo hijo Rh+ tiene mayor probabilidad, que el primero, de ser “atacado” por los anticuerpos producidos por la madre?

## 6 Rechazo inmune: los trasplantes

Algunas enfermedades que afectan a determinados órganos del cuerpo resultan tan severas y agresivas que la única solución para el paciente es un trasplante. El éxito del trasplante de un órgano o del implante de un tejido depende, en primer lugar, de los genes que comparten el donante y el receptor. Mientras más emparentados estén, menor es la probabilidad de rechazo del trasplante.

Estudios realizados acerca de las funciones del sistema inmune y los rechazos observados en trasplantes, muestran que este hecho está relacionado con un grupo de glicoproteínas específicas presentes en casi todas las células del organismo, con excepción de los glóbulos rojos, llamadas **moléculas del complejo de histocompatibilidad mayor o CHM**.

Se sabe que este complejo está controlado por unos 20 genes, cada uno de los cuales tiene entre 8 y 10 alelos diferentes en el ser humano. La gran cantidad de combinaciones de nucleótidos que pueden presentar estos genes demuestra por qué es tan común la ocurrencia de los rechazos de trasplantes.

Existen dos tipos de proteínas del grupo CHM: de **clase I** y de **clase II**. Ambas actúan como antígenos. Los antígenos de la clase I están presentes en todas las células del organismo (excepto en los eritrocitos) y son necesarios para que los linfocitos T reconozcan a las células que los portan como parte del organismo. Los de la clase II están presentes solo en las células del sistema inmune y sirven para que estas se reconozcan entre sí.

Todos los seres humanos presentamos diferentes antígenos de histocompatibilidad, lo que reduce enormemente el éxito de un trasplante. Pero ¿por qué se produce el rechazo de un órgano trasplantado? Los antígenos de histocompatibilidad mayor presentes en las células del dador son reconocidos como ajenos por los linfocitos del receptor, lo que estimula una respuesta inmune que produce el rechazo.

¿De qué manera se trata el rechazo de órganos trasplantados? El tratamiento incluye el uso de **drogas inmunodepresoras** o **inmunosupresoras**, es decir, drogas que disminuyen la intensidad de la respuesta inmune del organismo al detectar un elemento extraño, en este caso, el órgano trasplantado.

Uno de los modelos que mayor atención ha recibido en el último tiempo para elaborar nuevas estrategias que impidan el rechazo de órganos es el **feto humano**. El feto es **un injerto de tejido extraño** (o **aloinjerto**) a la madre que, a pesar de tener genes CHM de origen paterno, es tolerado por el sistema inmune de esta última.

### Actividad 14

### EXPLICAR

- ¿Por qué se deben restringir las visitas al trasplantado y usar mascarillas cuando se comparte con él?
- ¿Por qué para realizar un trasplante se recurre a parientes cercanos del paciente? Explica.



### REFLEXIONA

En la actualidad es posible desarrollar a partir de células indiferenciadas, como las células del cordón umbilical o de otros tejidos embrionarios, órganos que pueden ser luego trasplantados a los pacientes que los necesiten. Si bien esto no soluciona del todo el problema de la compatibilidad genética, permitiría un avance sustancial en el problema del permanente déficit de donantes de órganos. En Inglaterra, por ejemplo, ya se aprobó una ley que autoriza la realización de experimentos utilizando células madres o indiferenciadas para obtener, en condiciones de laboratorio, órganos para trasplantes. ¿Cuáles son los pro y los contra de la aplicación de este tipo de técnicas en nuestro país?

Entre las causas que explican la tolerancia inmunológica del feto por parte de la madre se encuentran la estructura y función de la **placenta**. La zona de contacto placentaria entre los tejidos materno y fetal (trofoblasto), no expresa las proteínas del CHM, lo que impide su reconocimiento por los linfocitos T maternos y, consecuentemente, el rechazo del tejido fetal.

Además, las células del **trofoblasto** participan activamente en la inhibición indirecta de la actividad de las células T maternas, gracias a la secreción de una enzima, la **indolamindioxigenasa**, que cataboliza triptófano, un aminoácido esencial para la nutrición de los linfocitos T.

Algunos científicos proponen utilizar este tipo de "estrategias" naturales para impedir el rechazo de órganos trasplantados por medios artificiales.



Todos podríamos necesitar un trasplante en algún momento. Por esto es muy importante la donación de órganos.

### Biología@net

Visita la página [www.educacionmedia.cl/bio4](http://www.educacionmedia.cl/bio4) para observar la animación que ahí se encuentra y desarrollar las actividades que se proponen.

## Actividad 15

## ANALIZAR

Observa el gráfico que muestra la cantidad de donantes de órganos que ha habido en Chile en los últimos años, y la tabla de los tipos de trasplantes realizados, y responde las preguntas en tu cuaderno.

TABLA 3.4

Total de trasplantes acumulados por órgano en Chile entre 1992 y 2007 (donante cadáver)	
Órgano	Total
Riñones	3089
Hígados	625
Corazones	171
Pulmones	71
Páncreas	17
Intestino	1

GRÁFICO 3.7 DONANTES DE ÓRGANOS (CHILE, 1993-2007)



- Propón una hipótesis que explique el aumento en el número de donantes a partir de 1996.
- ¿Qué importancia tienen las campañas que promueven la donación de órganos?
- De acuerdo con los datos de la tabla, ¿qué factores médicos y sociales explican el hecho de que el número de trasplantes de riñón supere significativamente al de otros órganos, como hígado, corazón o pulmones?

## 7 Las alergias

### Actividad 16

### PLANTEAR HIPÓTESIS

- Observa el cuadro de manifestaciones de alergias de esta página y escribe en tu cuaderno la lista de tu curso. Frente a cada nombre, anota si el alumno o alumna tiene alguna de las alergias mencionadas, así como si sus familiares (madre, padre, hermanas, hermanos, abuelas, abuelos) presentan alguna. Con los datos recopilados, plantea una hipótesis respecto del componente hereditario de las alergias.

TABLA 3.5 MANIFESTACIONES DE ALERGIAS

Presentación	Síntoma	Agente causal
Asma	Dificultad respiratoria momentánea causada por la obstrucción de las vías respiratorias, debido a contracción de los músculos lisos bronquiales e hipersecreción de mucus.	Ácaros, pelos de perros y gatos, algunas variedades de polen, plumas, polvo, etcétera.
Rinitis	Descarga nasal, estornudos, lagrimeo, conjuntivitis.	
Eczema	Afección cutánea, con placas rojas más o menos edematosas, y con descamación.	
Urticaria	Erupción cutánea relativamente evolutiva y prurito.	Alimentos como leche, fresas, mariscos, productos químicos, (colorantes o polivinilos), variados medicamentos (antibióticos, anestésicos).

Fuente: Programa de Estudio Biología Cuarto Medio. MINEDUC, 2001. Página 122.

Como ya sabes, las alergias son un tipo de respuesta inmune exacerbada frente a algunas sustancias aparentemente inocuas.

Se estima que las alergias afectan alrededor del 20% de la población mundial y los pacientes habitualmente tienen antecedentes familiares. Las alergias más frecuentes son la urticaria, la rinitis alérgica, la dermatitis, el asma bronquial, las alergias a la picadura de insectos y a medicamentos o alimentos. Las causas más importantes de alergias, en individuos previamente sensibilizados, son: antibióticos, picaduras de abejas, de avispa chaqueta amarilla y alimentos (huevo, pescado, mariscos, plátano, maní). El alérgeno, antígeno que provoca la reacción alérgica,

se encuentra habitualmente en el medio ambiente y toma contacto con el organismo a través de la piel, de las vías respiratorias o del aparato digestivo.

Generalmente, las alergias se presentan como reacciones inflamatorias localizadas con síntomas diversos como: aumento de la secreción de mucus, dermatitis, eczema, e incluso diarreas, dependiendo del alérgeno involucrado. En ocasiones poco frecuentes, ocurren reacciones generalizadas de gravedad, las **anafilaxis**, que deben tratarse con urgencia pues pueden llevar a una constricción intensa de los bronquios con peligro de asfixia y producir un colapso cardiovascular que provoque incluso la muerte del afectado.



### Etapas de reacción alérgica.

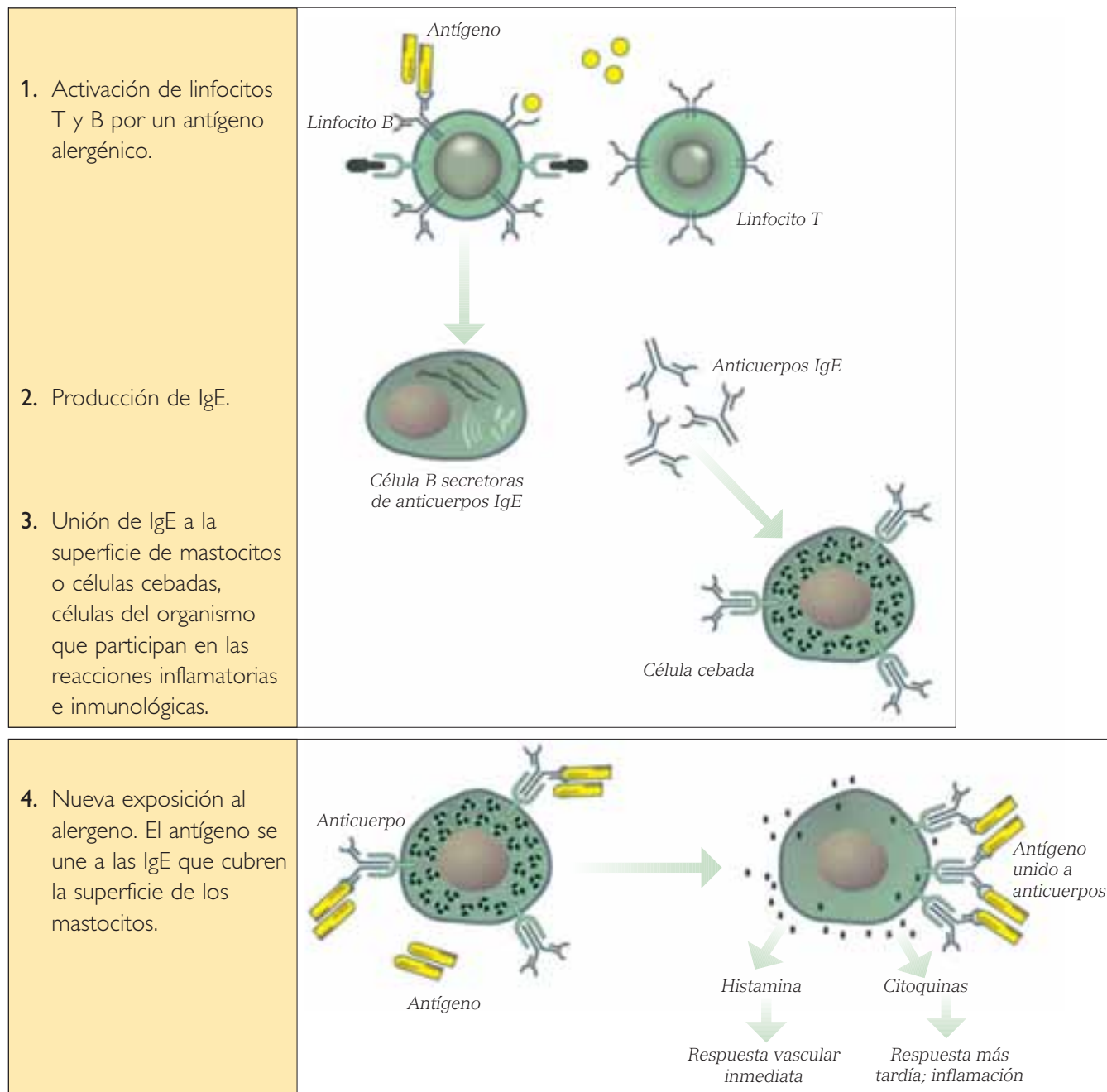
En la reacción alérgica, se activan ciertos grupos de linfocitos T helpers que secretan citoquinas, que, a su vez, activan los linfocitos B productores de anticuerpos IgE. Estos últimos estimulan células sanguíneas que secretan diferentes sustancias químicas, como la histamina, la serotonina, los leucotrienos y las prostaglandinas, que median la respuesta inflamatoria. Además, se producen células de memoria.

### Actividad 17

### ANALIZAR

Observa el esquema que muestra las etapas de una reacción alérgica y responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- Explica cómo ocurre una reacción alérgica a nivel celular.
- ¿Cómo actuarán los antihistamínicos?
- Explica en qué radica la diferencia de que se presente una respuesta vascular inmediata o una más tardía.



Fuente: MINEDUC, Programa de Estudio Biología Cuarto Medio. 2004. Página 123.

## 8 Autoinmunidad

Durante el desarrollo fetal, se producen una serie de mecanismos que impiden que alguno de los componentes del cuerpo en formación actúe como antígeno en el futuro. Sin embargo, si el reconocimiento de lo propio no es efectivo, se presentan las **enfermedades autoinmunes**, en las que el sistema inmune ataca a los propios tejidos del cuerpo. La autoinmunidad es entonces la insuficiencia o pérdida de los mecanismos responsables de la tolerancia a lo propio, lo que propicia el desarrollo de una respuesta inmune humoral o celular contra antígenos del mismo cuerpo. Esta respuesta causa daños por la acción de los mecanismos fisiológicos que existen para una respuesta inmune normal, es decir, por la acción directa del autoanticuerpo, por la formación de complejos antígeno-anticuerpos (complejo autoinmune), o por linfocitotoxicidad directa.

Algunos de los factores que pueden producir el fenómeno de la autoinmunidad son:

- Anormalidades de linfocitos
- Factores genéticos
- Papel de las infecciones
- Factores hormonales

Algunos ejemplos de enfermedades autoinmunes son lupus erimatoso, esclerosis múltiple, tiroiditis de Hashimoto, el mixedema primario, la tirotoxicosis, la anemia perniciosa, la enfermedad de Addison, la miastenia gravis, la anemia hemolítica autoinmune, la leucopenia idiopática, la cirrosis biliar primaria, la colitis ulcerativa y la artritis reumatoidea.

### Actividad 18

### INVESTIGAR

- Selecciona una de las enfermedades autoinmunes mencionadas en esta página e investiga sus causas, síntomas y tratamiento. Escribe un resumen en tu cuaderno.



La tiroiditis de Hashimoto y, en algunos casos, la tirotoxicosis, pueden manifestarse en los pacientes a través de bocio. Este último se observa como un abultamiento en la base frontal del cuello, debida al aumento de volumen de la glándula tiroides.



Algunos de los síntomas más frecuentes de la colitis ulcerativa, son dolor abdominal agudo y episodios de diarrea.

## 8.1 Algunas enfermedades autoinmunes

### a. Lupus eritematoso

La causa de esta enfermedad es desconocida, pero se sabe que es una causa multifactorial, ya que, además de un factor externo desconocido, hay factores hereditarios, inmunológicos y hormonales. En este último aspecto, una de las posibles causas es el aumento de los estrógenos, motivo por el cual esta enfermedad es más frecuente en las mujeres.

Los principales y más frecuentes síntomas son: eritema malar en alas de mariposas, en mejillas, nariz y frente; enrojecimiento de la piel por inflamación, fotosensibilidad, que hace que cuando la persona se expone al sol presente una especie de alergia en la piel expuesta; manifestaciones articulares, como dolores y artritis; fiebre y compromiso del estado general.

Hay lupus benignos o de mejor pronóstico, cuando solo la piel o las articulaciones están comprometidas. Sin embargo, hay casos más severos, en los que existe compromiso neurológico o neuropsiquiátrico, daño renal severo, destrucción de los glóbulos rojos (hemólisis), etcétera.

No existe cura para el lupus eritematoso y el tratamiento solo apunta al control de los síntomas, que dependen de cada persona.

### b. Esclerosis múltiple

Es una enfermedad neurológica frecuente en jóvenes de entre 20 y 40 años y afecta principalmente a las mujeres. Es una enfermedad crónica de carácter autoinmune que compromete a la sustancia blanca del sistema nervioso central y que se caracteriza por la aparición de focos de inflamación y desmieliniza-

ción en el cerebro y/o en la médula espinal. No se conoce exactamente la causa de la esclerosis múltiple, sin embargo, hay factores genéticos y ambientales que influirían en su desarrollo.

Como esta patología afecta al cerebro y a la médula espinal, su sintomatología varía, dependiendo del área comprometida. Los síntomas más comunes son: disminución de la agudeza visual, pérdida de sensibilidad y fuerza, alteración de la marcha, fatiga, trastornos de los esfínteres y dolor. La evolución de la enfermedad es individual y depende de la intensidad clínica y del lugar del cerebro o de la médula donde se produzca el brote, por ejemplo, si está situado en la médula dorsal, es probable que la persona desarrolle paraparesia (pérdida de fuerza en las piernas) o paraplejía (parálisis de la parte inferior del cuerpo).

Los neurólogos indican que la resonancia magnética es el examen más importante para la evaluación del paciente. Con ella es posible evidenciar las lesiones que se producen en el cerebro y en la médula, además de caracterizar la enfermedad y permitir diferenciarla de otras patologías. La esclerosis múltiple no tiene cura definitiva, por lo que el tratamiento se basa en el manejo de los síntomas.

### Biología@net

Conéctate a la página [www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4135. Allí podrás encontrar más información sobre las enfermedades autoinmunes.

Recuerda que las direcciones o su contenido pueden cambiar.

## Actividad 19

## INVESTIGAR

- Junto a un compañero o compañera, investiga sobre los tratamientos que hoy en día se llevan a cabo para mejorar la calidad de vida de los enfermos de esclerosis múltiple. Comenten en el curso sobre las dificultades que deben enfrentar estos pacientes.

# Buscando una cura para el sida

Ya han pasado más de dos décadas desde que se identificaran los primeros casos de sida en el mundo y los científicos aún no han podido encontrar una vacuna que permita prevenir esta mortal enfermedad. En los primeros años de esta pandemia, el diagnóstico de esta enfermedad estaba asociado con una rápida muerte, mientras que en la actualidad los avances médicos han mejorado el pronóstico y han permitido conocer mejor el comportamiento de los virus y crear tratamientos para atacar cada tipo específico de ellos. De esta manera, el sida pasó a convertirse en una enfermedad crónica tratable con la combinación de tres drogas (triterapia) y tanto las muertes como las hospitalizaciones por enfermedades oportunistas han disminuido en todo el mundo.

## Desarrollo del tratamiento

Inicialmente, la enfermedad solo se trataba con la llamada monoterapia, que consiste en ingerir un solo tipo de medicamento antiviral, como AZT, 3TC o DDL. Estas drogas contrarrestan los efectos de la enzima transcriptasa reversa, responsable de la integración del virus en los cromosomas de la célula. Sin embargo, en pacientes medicados solo con un tipo de droga existe un alto riesgo de desarrollar un virus multiresistente, después de un año de tratamiento. Su costo en nuestro país es de 70.000 pesos mensuales, aproximadamente.

La **biterapia** es un tratamiento que mezcla dos antivirales, como el AZT o el 3TC. Su efecto se basa en el mismo principio de la monoterapia, contrarrestar el efecto de la transcriptasa reversa, pero, al combinar dos drogas, resulta más potente. Su precio en Chile es alrededor de 180.000 pesos al mes y también existe un alto riesgo de que el virus se vuelva resistente a estos fármacos.

Actualmente, existen 15 fármacos disponibles en el mundo y, de la inicial terapia con AZT, se ha llegado a las terapias asociadas o combinadas. La llamada **triterapia** ha demostrado ser la más eficaz.

Consiste en mezclar dos inhibidores de la transcriptasa reversa (AZT, 3TC, DDL) y un inhibidor de la proteasa. Esta última enzima es la responsable de la duplicación del retrovirus al interior de la célula infectada, por lo tanto, al bloquearla se evita que se contaminen otras células y, de esta forma, se ataca al virus por dos frentes. Este tipo de terapia ha potenciado los efectos de las drogas para bloquear el desarrollo del VIH en las personas portadoras del virus, retardando el surgimiento de síntomas de las enfermedades oportunistas. Como resultado, quienes están infectados e infectadas con VIH, pueden vivir más tiempo, con posibilidades de desarrollo personal y social normales, considerando que, afortunadamente, las condiciones de discriminación se han ido reduciendo. El costo de la triterapia en Chile va desde los 350.000 a los 400.000 pesos al mes.

## Complicaciones del tratamiento

Una de las mayores trabas para desarrollar terapias que combatan el sida es que el VIH es un virus complejo, que muta y que se puede esconder en lugares donde los medicamentos no llegan, pudiendo hacerse resistente a la acción de los fármacos.

Según los especialistas, está comprobado que si la persona cumple más del 95% de las veces con el tratamiento, su éxito es del 90%, el doble de la eficacia que se logra cuando solo se cumple con el tratamiento entre el 80 y 90% de las veces.

En Chile, existe el **test de resistencia**, examen que permite analizar el tipo de virus que cada persona tiene en el cuerpo, y la resistencia que ejerce frente a los diferentes medicamentos disponibles. De esta manera, los médicos pueden conocer anticipadamente los fármacos más eficaces para tratar a sus pacientes y así lograr mejores resultados. Sin embargo, no muchos pacientes pueden tomarse este examen pues su costo es bastante alto.

Adaptado de [www.tercera.cl](http://www.tercera.cl)

## Analizar el problema

Considerando la información de la página anterior y, buscando información adicional en la biblioteca de tu establecimiento escolar o en internet, responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- a) A nivel mundial, ¿ha servido la triterapia?, ¿por qué?
- b) ¿En qué consiste la monoterapia?, ¿qué desventajas presenta?, ¿por qué crees que algunos pacientes se siguen tratando solo con un tipo de droga?
- c) ¿Por qué los medicamentos deben bloquear la transcriptasa reversa? Explica.
- d) ¿Cómo se explican los buenos resultados de la terapia combinada?
- e) Explica cuál es la utilidad del test de resistencia y la ventaja que implica realizárselo para un paciente.

## Evalúa tu actitud

- a) ¿Crees que es importante invertir recursos humanos y económicos para encontrar una cura para el sida?, ¿por qué?
- b) ¿Cuál es tu opinión respecto de que un porcentaje de la población chilena infectada con el virus del sida no puede recibir el tratamiento?
- c) ¿Crees que aún existen prejuicios hacia las personas infectadas con VIH?, ¿por qué?
- d) Si tuvieras que advertir a alguien para evitar el contagio de sida, ¿qué argumentos usarías?

## Adopta un compromiso

- Junto a tres compañeros o compañeras, preparen un informe que presente los aspectos biológicos, económicos y valóricos sobre la realidad del sida en Chile y preséntenlo a su profesor o profesora.



*Es responsabilidad de cada uno el cuidado personal para evitar el contagio de sida, y es responsabilidad de todos propiciar una mejor calidad de vida a las personas que padecen esta enfermedad, evitando la discriminación. Estos son temas que deben conversarse entre amigos.*



# Defensa contra la gripe aviar

La gripe o influenza aviar es una enfermedad provocada por el virus de la influenza que habita naturalmente en las aves acuáticas silvestres, especialmente en las de agua dulce, como patos o gansos. Las aves domésticas se consideran huéspedes accidentales de este virus que, en raras ocasiones, pueden infectar otras especies, incluyendo cerdos y humanos. La inmensa mayoría de los virus de la influenza aviar no infectan al hombre, sin embargo, uno de los más peligrosos es el virus aviar H5N1.

Los primeros casos de seres humanos infectados se presentaron en Hong Kong, en 1997, en personas que habían estado en estrecho contacto con aves, en granjas y en mercados. Desde 2003 a la fecha se han presentado algunos brotes de influenza aviar en humanos, en Asia, Europa y África, enfermándose en total menos de 200 personas. Para que una persona se contagie, debe entrar en contacto con las secreciones y excretas del animal infectado.

Los síntomas de la influenza aviar en humanos son similares a los de la influenza estacional, pero revisten mayor gravedad: fiebre, malestar, dolor de garganta, tos y dificultad para respirar. La letalidad de esta enfermedad en humanos es cercana al 50%. En el año 2002,

se registró en Chile un brote de la enfermedad en la provincia de San Antonio. Se tomaron las medidas correspondientes para controlarlo y no se ha vuelto a presentar otra situación de riesgo. En nuestro país, existe un plan de vigilancia, tanto de las aves silvestres como de las domésticas, para detectar oportunamente un posible brote y adoptar las medidas de control.

Considerando el riesgo de que el contagio de esta enfermedad se convierta en una pandemia, se extreman las investigaciones destinadas a contrarrestar esta enfermedad. Ya que el virus de la influenza está constantemente mutando hacia nuevas cepas patógenas, cada año las empresas farmacéuticas deben diseñar una nueva vacuna, que calce con la estructura proteica de la nueva capa que envuelve al virus.

Para crear una vacuna que proteja contra todos los virus, los investigadores han intentado producir anticuerpos contra las proteínas virales que no mutan, o lo hacen con poca frecuencia, en las diferentes cepas. Científicos inmunólogos han fabricado una vacuna de ADN que podría funcionar contra la influenza aviar: se introducen segmentos de ADN al interior de la célula, logrando que estas mismas fabriquen el antígeno, estimulando varias

respuestas antigénicas. En otro tipo de vacunas, se insertan segmentos de ARN dentro de la célula, atacando un complejo de proteínas que impiden la organización del ARN viral.

Han sido descritas varias drogas antivirales, pero solo una ha demostrado ser útil contra el virus de la gripe aviar, si se toma el primer día de inicio de los síntomas, previniendo en un 60% las complicaciones de la enfermedad. Esta droga actúa impidiendo el ensamblaje del virus dentro de la célula. Actualmente, se está estudiando, con buenos resultados, el atacar una proteína viral llamada NS1, que bloquea la producción de proteínas antivirales de la célula. De esta manera, se están dando nuevos pasos en la prevención y cura de esta enfermedad que pueden transmitirnos las aves.

Adaptado de [www.minsal.cl](http://www.minsal.cl) y revista *Creces* (julio 2005).

A PARTIR DE LA LECTURA ANTERIOR Y DE LO QUE APRENDISTE EN ESTA UNIDAD, RESPONDE:

- a. ¿Por qué es difícil controlar el virus que produce la influenza?
- b. ¿Cuál sería la importancia de obtener una vacuna viral?
- c. ¿Cómo describirías el estado epidemiológico de la gripe aviar en Chile y el mundo?

## Disposición a la donación de órganos en mi colegio

Materiales		
- Encuestas	- Lápices	- Calculadora

### Procedimiento

**Encuesta 1:** ¿Aceptaría ser donante de órganos o tejidos, en caso de un accidente fatal?

	Alumnos 3° medio		Alumnos 4° medio		Profesores		Total
	M	F	M	F	M	F	
No							
Solo a un pariente cercano							
A quien lo requiera							
Total							

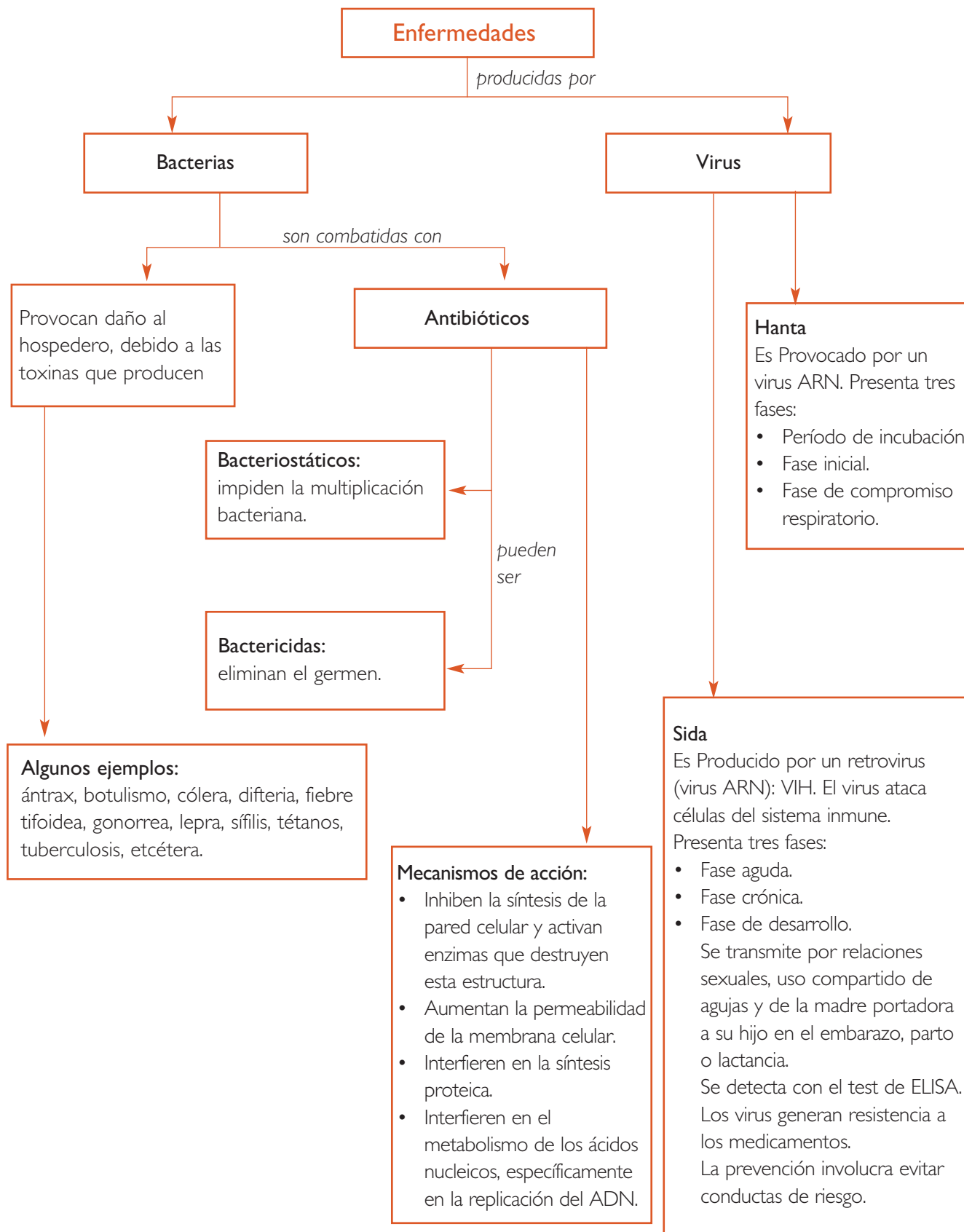
M: Masculino

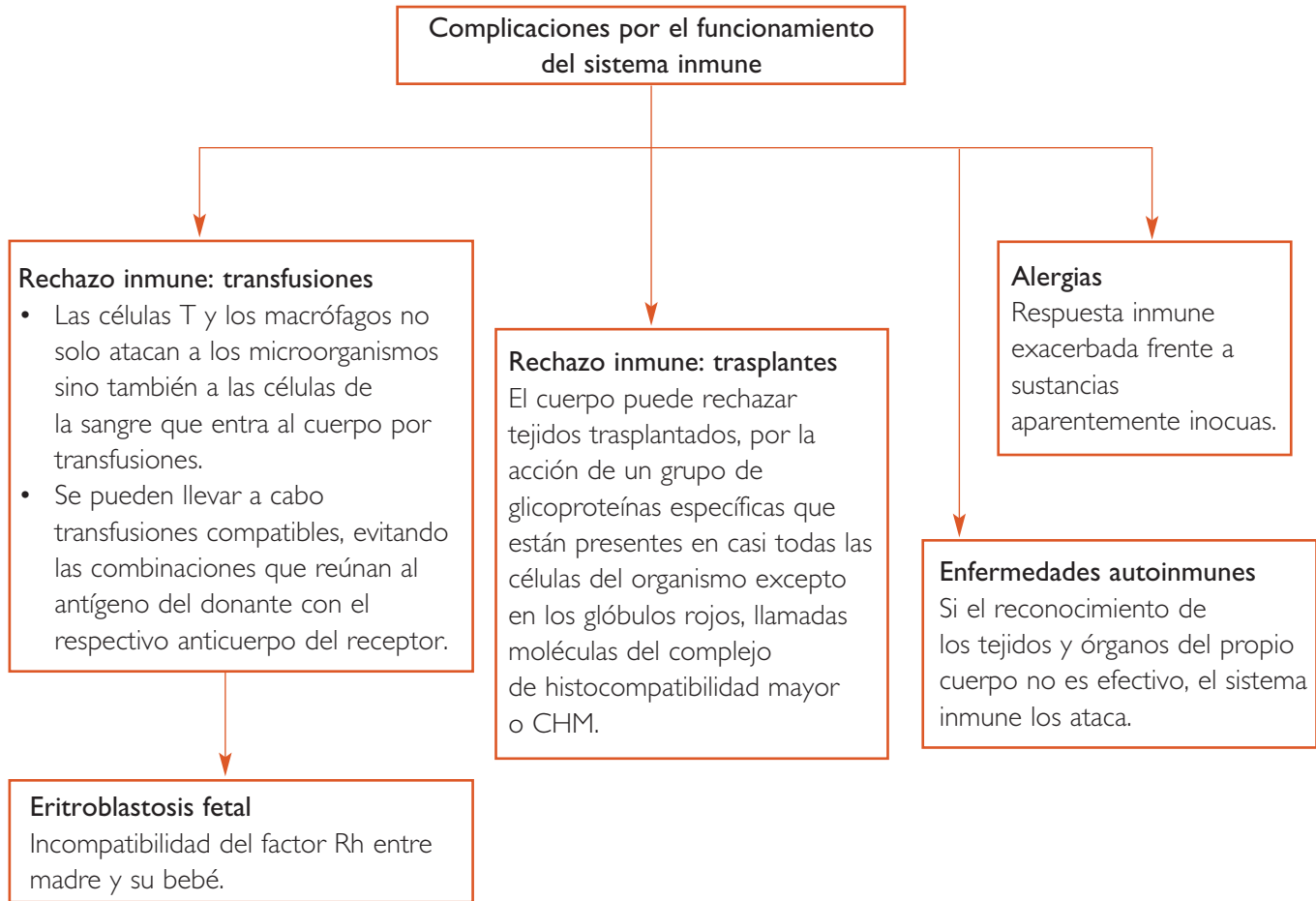
F: Femenino

1. Elabora una encuesta usando los elementos presentados en la tabla y aplícala entre los profesores, profesoras y los estudiantes de 3° y 4° de Educación Media de tu colegio (máximo de 20 hombres y 20 mujeres por nivel, seleccionados al azar). Antes de responder, a los entrevistados se les mencionarán como ejemplos de órganos requeridos para trasplante: los riñones, el corazón, los pulmones y el hígado, y como ejemplos de tejido: las córneas, la médula ósea, las válvulas cardíacas y la piel, **garantizándose el total anonimato de sus respuestas.**
2. Tabula en una tabla como la presentada en esta página los resultados obtenidos del total de la muestra.
3. Grafica estos resultados según el sexo y el grupo al que pertenecen los entrevistados.

### Análisis de resultados

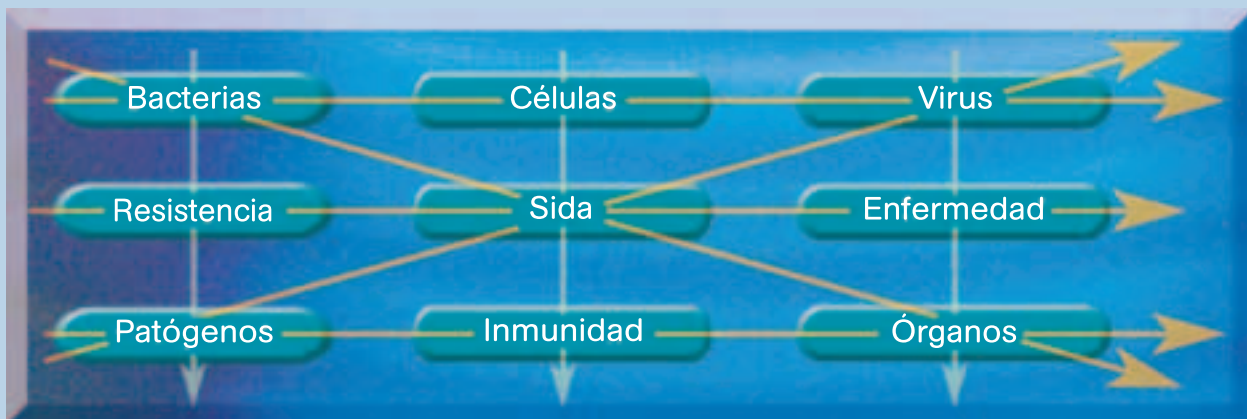
- a. ¿Cómo varía la disposición a donar órganos entre estudiantes y docentes?, ¿hay mayor disposición en un grupo en particular?, o ¿hay diferencias según el sexo, independientemente de si se trata de estudiantes o docentes?
- b. Entre quienes están dispuestos a donar sus órganos, ¿hay diferencias en relación al receptor del órgano? ¿Dependen estas diferencias del grupo al que pertenece el entrevistado?
- c. Elabora una lista con los factores que explican los hallazgos obtenidos al llevar a cabo este proyecto.





### Conectando conceptos

En tu cuaderno, con cada línea de tres palabras confecciona una oración correcta. Te deben quedar 8 oraciones diferentes relacionadas con la unidad estudiada.



En tu cuaderno responde las siguientes preguntas tipo PSU y de desarrollo. Lee atentamente el enunciado y las alternativas, recuerda que solo una de ellas es la correcta. Al finalizar, revisa tus respuestas en el Solucionario de la página 150 del libro.

1. Las poblaciones bacterianas presentan variaciones fenotípicas que pueden traducirse en diferencias de sensibilidad frente a un antibiótico. Al respecto, es correcto indicar que:
  - I. las bacterias de menor sensibilidad a un antibiótico se pueden seleccionar naturalmente al interrumpir un tratamiento con antibióticos.
  - II. a mayor frecuencia de utilización de antibióticos, mayor es la selección de cepas resistentes.
  - III. las variaciones fenotípicas en las bacterias, que les otorgan resistencia a los antibióticos, rara vez se producen por mutaciones genéticas.
  - A. Solo I
  - B. Solo III
  - C. I y II
  - D. II y III
  - E. I, II y III
  
2. ¿Cuál de las siguientes enfermedades no es provocada por una bacteria?
  - A. Cólera.
  - B. Fiebre tifoidea.
  - C. Tuberculosis.
  - D. Hepatitis B.
  - E. Difteria.
  
3. La enfermedad provocada por el virus hanta está en su etapa inicial cuando:
  - A. no hay síntomas.
  - B. existe dificultad para respirar.
  - C. se presenta una brusca alza de temperatura.
  - D. se producen síntomas como de una gripe común.
  - E. Ninguna alternativa es correcta
  
4. El VIH, virus que provoca el sida:
  - A. es un retrovirus.
  - B. destruye los linfocitos T helpers.
  - C. causa una inmunodeficiencia generalizada.
  - D. puede mantenerse inactivo por largo tiempo.
  - E. Todas las anteriores son correctas.



5. El VIH tiene como blanco las células de linfocitos T helper, por lo tanto, la consecuencia más inmediata de la infección es:

- A. disminución de la producción de antibióticos.
- B. detención de la producción de citoquinas.
- C. bloqueo de la inmunidad humoral.
- D. aumento de las respuestas secundarias.
- E. aumento de la inmunidad celular.

6. El virus VIH causa el síndrome de inmunodeficiencia adquirida, SIDA. De las personas portadoras del VIH, se puede afirmar que:

- A. presentan todos los síntomas propios del SIDA.
- B. el recuento de su carga viral no difiere de la de un individuo sano.
- C. pueden vivir con el virus y no presentar manifestaciones de la enfermedad.
- D. no representan ningún tipo de riesgo de contagio hacia otros individuos.
- E. nunca desarrollarán la enfermedad, a pesar de contener el virus.

7. ¿Cuál de las siguientes parejas de receptores y donantes son incompatibles para una transfusión sanguínea?

	Grupo sanguíneo receptor	Grupo sanguíneo donante
A.	0	0
B.	AB	A
C.	0	AB
D.	B	0
E.	AB	0

8. Si una persona recibe sangre de otra y no manifiesta ninguna reacción anormal, se podría inferir que:

- I. el receptor era del grupo AB.
- II. el receptor y el donante tienen igual grupo sanguíneo.
- III. el donante tiene el grupo 0.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. Solo III
- D. II y III
- E. I, II y III

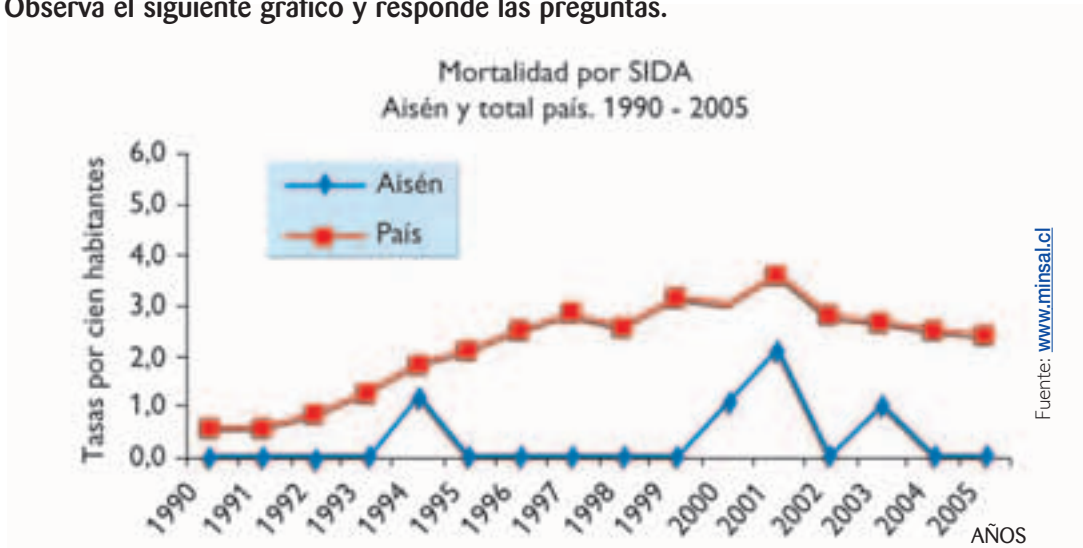
9. Andrés, un joven que vive en el campo, se clava en el pie un clavo. Al ser llevado al centro de salud se le aplica la vacuna antitetánica. Al respecto, se puede afirmar que:

- I. su sistema inmune producirá anticuerpos contra la enfermedad.
- II. la persona adquirió inmunidad activa frente al peligro del tétanos.
- III. la persona ha sido inoculada con anticuerpos elaborados por otro ser vivo.

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. I y III
- D. II y III
- E. I, II y III

- 10.** El trasplante de órganos genera una respuesta inmune que inicia una reacción de rechazo en el individuo que recibe el órgano. ¿Qué sustancia podría ser usada para disminuir la intensidad del rechazo?
- A. Analgésicos.
  - B. Antiinflamatorios.
  - C. Inmunodepresores.
  - D. Histaminas.
  - E. Antígenos.
- 11.** En una reacción alérgica:
- A. el individuo es inmunodeficiente.
  - B. los linfocitos T helpers liberan histamina.
  - C. el alérgeno estimula el rechazo de injerto.
  - D. se inicia la producción de linfocitos T.
  - E. Ninguna de las anteriores es correcta.
- 12.** Cuando una persona alérgica se expone por segunda vez al mismo antígeno alérgeno, la reacción:
- I. es inofensiva.
  - II. es más rápida que en la primera oportunidad.
  - III. es menos intensa que la primera vez.
- A. Solo I
  - B. Solo II
  - C. Solo III
  - D. I y II
  - E. I y III
- 13.** La diabetes tipo I se asocia con la síntesis de anticuerpos que destruyen las células beta del páncreas. ¿Por qué se puede considerar este tipo de diabetes como una enfermedad autoinmune?
- A. Porque la respuesta inmunitaria destruye linfocitos B y T.
  - B. Porque el sistema inmune no es capaz de activarse ante un agente infeccioso.
  - C. Porque la enfermedad manifiesta una serie de alteraciones metabólicas.
  - D. Porque el sistema inmunitario destruye células propias del organismo.
  - E. Porque el sistema inmunitario se sensibiliza frente a agentes extraños.
- 14.** La inmunoterapia es un procedimiento usado en el tratamiento de algunas alergias específicas y consiste en la administración subcutánea de dosis progresivas de extractos de los alérgenos involucrados en la afección. ¿Podrías explicar el principio de este tratamiento?
- 15.** Escribe en tu cuaderno, en el orden correcto, los siguientes eventos que suceden en un rechazo de trasplante:
- Los linfocitos T reconocen como extraños a los antígenos del CHM en las células del trasplante.
  - Los linfocitos T destruyen las células del órgano trasplantado.
  - Se trasplanta el órgano al cuerpo receptor.
  - Los linfocitos T inician una inmunorreacción (rechazo del trasplante).

16. Observa el siguiente gráfico y responde las preguntas.



- ¿Existe correlación entre el número de muertes por SIDA en Aisén respecto al resto del país?
- ¿En qué año se evidencia un cambio en la tendencia de la tasa de muerte a nivel nacional?  
¿A qué crees que se debe esto?
- Según lo que has aprendido, ¿qué medidas impedirán el aumento en el número de muertes por SIDA?

### Evaluándonos en grupo

Al finalizar las actividades de aprendizaje de esta unidad, te invitamos a evaluar tu trabajo y el de tus compañeros y compañeras de grupo. Escribe en tu cuaderno la siguiente tabla y califícate, junto a tu grupo, con notas de **1** a **7**. Luego, calcula los promedios y compara con las notas que pusieron los demás. ¡Suerte!

Aspecto a evaluar	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Yo
1. Lee los contenidos de las páginas.				
2. Desarrolla las actividades.				
3. Pregunta las dudas cuando no entiende algo.				
4. Intenta comprender todos los contenidos tratados.				
5. Responde completamente en el cuaderno la evaluación de la unidad.				
6. Participa activamente en todos los desafíos de la unidad.				
7. Estudia y prepara los contenidos clase a clase.				
8. Los resultados obtenidos son acordes con el esfuerzo aplicado.				
Promedio				

# Cultivo de microorganismos

Para estudiar detalladamente los microorganismos es necesario realizar cultivos y aislar la especie de organismo que se quiere estudiar. Para esto se realizan medios de cultivo (líquidos o sólidos) ricos en nutrientes, además de condiciones de temperatura y pH especiales, para que en estas condiciones los microorganismos se puedan reproducir y formen colonias observables a simple vista.

- I. Reunidos en grupos de tres a cinco compañeros o compañeras, preparen medios de cultivo en los cuales puedan observar colonias bacterianas. Para esto, sigan las instrucciones que se detallan más adelante.
- II. Elaboren un diseño experimental que les permita evaluar el crecimiento de colonias bacterianas en las siguientes situaciones:
  - con diferentes concentraciones de antibiótico.
  - con antibióticos diferentes.
- III. Antes de llevar a cabo su experimento, presenten un proyecto a su profesor o profesora, que incluya materiales y procedimiento.
- IV. Una vez hechas las sugerencias, realicen sus experimentos y entreguen un informe con los resultados y conclusiones. Luego, respondan las siguientes preguntas: ¿qué ocurriría con los resultados que obtuvieron si usan una cepa bacteriana diferente?, ¿serían los mismos o cambiarían?

## Instrucciones

### 1. Esterilización del material

Para preparar medios de cultivo, los recipientes en los que se va a preparar el medio deben estar completamente estériles, para poder inocularlos o sembrarlos con bacterias. La esterilización es la destrucción completa de todo organismo vivo mediante procedimientos de calentamiento, filtración u otro método físico o químico.

Para llevar a cabo la esterilización en el laboratorio del establecimiento, se puede colocar el material sobre una rejilla en una olla a presión, con un poco de agua,

por aproximadamente 15 minutos. Otro método alternativo de esterilización consiste en preparar los medios de cultivo en tubos de ensayo, para lo cual los tubos se ponen a hervir en un vaso de precipitado o en un jarro de aluminio (los tubos deben estar tapados firmemente con un algodón no hidrófilo).

El material de vidrio, como pipetas, placas de Petri, etcétera; conviene envolverlo en papel y luego esterilizarlo en el horno de la cocina durante 2 horas. Esto porque el material de vidrio, después de esterilizarse, debe estar listo para su utilización.

### 2. Preparación de medios de cultivo

Existen diversas formas de preparar medios de cultivo sólidos, a continuación te presentamos algunos medios de preparación casera.

#### Medio con jalea

##### Materiales:

- 32 g de jalea o gelatina de color claro (piña, limón)
- 100 mL de agua
- 3 cápsulas de Petri esterilizadas
- Recipiente resistente al calor

##### Procedimiento:

1. Hierve el agua.
2. Coloca la jalea en un recipiente y luego agrégale el agua hervida caliente sin dejar de revolver hasta que la jalea se disuelva.
3. Vierte la jalea a las cápsulas de Petri, tápalas y espera que se solidifique. Debes mantener las cápsulas tapadas.

## Medios con nutritina

### Preparación A:

#### Materiales:

- 15 g de nutritina
- 5 g de azúcar
- 10 g de caldo concentrado de carne (en cubo)
- 250 mL de agua
- 2 cápsulas de Petri
- Papel filtro
- Embudo
- Recipiente resistente al calor

#### Procedimiento:

1. Pon a calentar el agua en un recipiente y agrega la nutritina lentamente, revolviendo de manera suave. Deja hervir por 15 minutos aproximadamente, sin dejar de revolver, y luego agrega el azúcar.
2. Simultáneamente, disuelve el caldo concentrado de carne en un poco de agua y luego fíltralo, usando un embudo y papel filtro. Una vez obtenido este caldo, agrégalo a la mezcla de nutritina y azúcar.
3. Vierte la mezcla obtenida en las cápsulas de Petri y espera que solidifique. Mantén las cápsulas tapadas.

### Preparación B:

#### Materiales:

- 15 g de nutritina
- 250 mL de leche
- 2 cápsulas de Petri

#### Procedimiento:

1. Calienta la leche y vierte sobre ella la nutritina, poco a poco. Deja hervir por 15 minutos aproximadamente, sin dejar de revolver.
2. Una vez que la mezcla esté lista, viértela en las cápsulas y espera que solidifique. Debes mantener las cápsulas tapadas.

## Medios con maizena

### Preparación A:

#### Materiales:

- 20 g de maizena
- 10 g de caldo concentrado de carne
- 200 mL de agua
- 5 g de azúcar
- 2 cápsulas de Petri
- Papel filtro
- Embudo

#### Procedimiento:

1. Calienta el agua y agrégale poco a poco la maizena, previamente disuelta en un poco de agua fría. Revuelve constantemente.
2. Disuelve el caldo concentrado de carne en un poco de agua y luego fíltralo, usando un embudo y papel filtro. Agrega el filtrado a la mezcla.
3. Deja hervir la mezcla durante 15 minutos, sin dejar de revolver, y una vez que la mezcla esté cocida, viértela en las cápsulas y agrégale azúcar a cada una de ellas. Deja que la mezcla se solidifique y no olvides tapar las cápsulas.

### Preparación B:

#### Materiales:

- 20 g de maizena
- 100 mL de leche
- 5 g de azúcar
- 2 cápsulas de Petri

#### Procedimiento:

1. Calienta la leche y agrégale la maizena, previamente disuelta en un poco de agua fría. Deja hervir durante 15 minutos sin dejar de revolver.
2. Vierte la mezcla en las cápsulas y agrega en cada una de ellas el azúcar. Deja que la mezcla se solidifique y mantén las cápsulas tapadas.



## Medios con agar

### Preparación A:

#### Materiales:

- 0,75 g de agar
- 5 g de azúcar
- 8,5 mL de extracto de carne
- 50 mL de agua
- 3 cápsulas de Petri
- Botella o frasco de vidrio

#### Procedimiento:

1. Prepara el agar en una botella o frasco de vidrio, disolviéndolo con el agua.
2. Agrega el azúcar y el extracto de carne al agar.
3. Esteriliza este medio y vierte la mezcla en las cápsulas, tápalas y espera que solidifique.

**Nota:** Para preparar el extracto de carne se coloca un trozo de carne pequeño a baño María y una vez extraído el jugo, se debe filtrar. También puede usarse un cubito de caldo de carne concentrado, disolverlo en un poco de agua y filtrarlo.

### Preparación B:

#### Materiales:

- 0,75 g de agar
- 3 mL de extracto de levadura
- 5 g de azúcar
- 50 mL de agua
- 3 cápsulas de Petri
- Botella o frasco de vidrio

#### Procedimiento:

1. Disuelve el agar con el agua y colócalo en una botella o frasco de vidrio.
2. Agrega el azúcar y el extracto de levadura al agar.

3. Esteriliza el medio y luego vierte la mezcla en las cápsulas, tápalas y espera que solidifique.

**Nota:** Para preparar el extracto de levadura se colocan 5 g de levadura comercial en 50 mL de agua y se dejan hervir durante 5 minutos. Una vez hervido, se deja enfriar y se filtra.

### Preparación C:

#### Materiales:

- 0,75 g de agar
- 1,5 g de leche en polvo
- 50 mL de agua
- 3 cápsulas de Petri
- Botella o frasco de vidrio

#### Procedimiento:

1. Disuelve el agar en 25 mL de agua y agrégale la leche disuelta en el resto del agua. Coloca la mezcla dentro de una botella o frasco de vidrio.
2. Esteriliza el medio y luego vierte la solución en las placas, tápalas y espera que solidifique.

### Preparación D:

























#### Materiales:

- 0,75 g de agar
- 1 huevo
- 50 ml de agua
- 3 cápsulas de Petri
- Botella o frasco de vidrio

#### Procedimiento:

1. Bate el huevo a mano o con una batidora.
2. Disuelve el agar con el agua en una botella o frasco de vidrio.
3. Esteriliza el medio y luego agrégale el huevo batiendo moviendo la botella con el fin de homogeneizar la mezcla.
4. Vierte la mezcla sobre las cápsulas, tápalas y espera que solidifique.

# Compatibilidad de grupos sanguíneos

		GRUPO SANGUÍNEO DEL RECEPTOR					
			0 (Anticuerpos anti A y anti B)	A (Anticuerpo anti B)	B (Anticuerpo anti A)	AB (Sin anticuerpos)	
GRUPO SANGUÍNEO DEL DONANTE	0 (Sin antígenos)						
	A (Antígeno A)						
	B (Antígeno B)						
	AB (Antígenos A y B)						

## COMPRUEBA LO QUE APRENDISTE

1. C
2. D
3. D
4. E
5. B
6. C
7. C
8. E
9. A
10. C
11. E
12. B
13. D
14. El cuerpo responde a las cantidades crecientes de alérgeno inyectadas, desarrollando inmunidad a este alérgeno específico y provocando una disminución o desaparición de los síntomas al enfrentarse nuevamente al agente alérgeno.
15.
  - Se trasplanta el órgano al cuerpo receptor.
  - Los linfocitos T reconocen como extraños a los antígenos del CHM en las células del trasplante.
  - Los linfocitos T inician una inmunorreacción (rechazo del trasplante).
  - Los linfocitos T destruyen las células del órgano trasplantado.
16.
  - a) No existe correlación entre ambas tasas de mortalidad, pues no siguen los mismos patrones de aumento y disminución. Sin embargo, se puede observar que hay coincidencia entre el *peak* de la tasa de mortalidad nacional y el *peak* más alto de la curva de Aisén.
  - b) A partir del año 2001 se aprecia una tendencia a la baja en la tasa de mortalidad a nivel nacional, lo puede estar asociado a que los infectados estén siendo sometidos a tratamientos que prolongan su vida.
  - c) Las campañas de información y prevención.

**Alergia.**

Respuesta inflamatoria producida por el cuerpo en respuesta a la invasión por sustancias extrañas, como el polen, que generalmente son inofensivas.

**Antibiograma.**

Prueba que evalúa la sensibilidad de una bacteria a la acción bactericida de una lista seleccionada de antibióticos.

**Antibiótico.**

Compuesto químico producido naturalmente por bacterias o mohos y artificialmente en los laboratorios, que se usan para eliminar o inhibir el crecimiento de bacterias.

**Anticuerpo.**

Proteína producida por células del sistema inmune, que se combina con un antígeno específico y, generalmente, facilita su destrucción.

**Antígeno.**

Molécula compleja, por lo general una proteína o un polisacárido, que estimula la producción de un anticuerpo específico.

**Bactericida.**

Sustancia química o medio físico capaz de eliminar las bacterias.

**Bacteriostático.**

Sustancia química que inhibe el crecimiento y la reproducción de las bacterias.

**Epidemia.**

Enfermedad que por un tiempo afecta a un gran número de personas que viven en una misma región.

**Eritroblastosis fetal.**

Ocurre cuando la madre produce anticuerpos que atacan los glóbulos rojos del feto debido a que ambos tienen tipos sanguíneos incompatibles. La incompatibilidad del factor Rh es causante de la enfermedad hemolítica del feto.

**Lupus.**

Enfermedad autoinmune que se caracteriza por la acción que ejercen los anticuerpos, atacando a los órganos del propio cuerpo. Esta enfermedad no tiene cura, pero sus tratamientos son muy efectivos.

**Patógeno.**

Que puede producir enfermedad.


**Rechazo inmune.**

Se presenta cuando el sistema inmune del receptor de un trasplante genera anticuerpos contra el órgano o tejido trasplantados. De la misma manera, la presencia de sangre con antígenos específicos para los anticuerpos eritrocitarios, puede desencadenar una reacción de incompatibilidad a la transfusión.

**Vacuna.**

Variedad atenuada de cepas bacterianas o virales, que estimulan la respuesta inmune del organismo y lo preparan para enfrentar una eventual infección.

# Organismo y ambiente



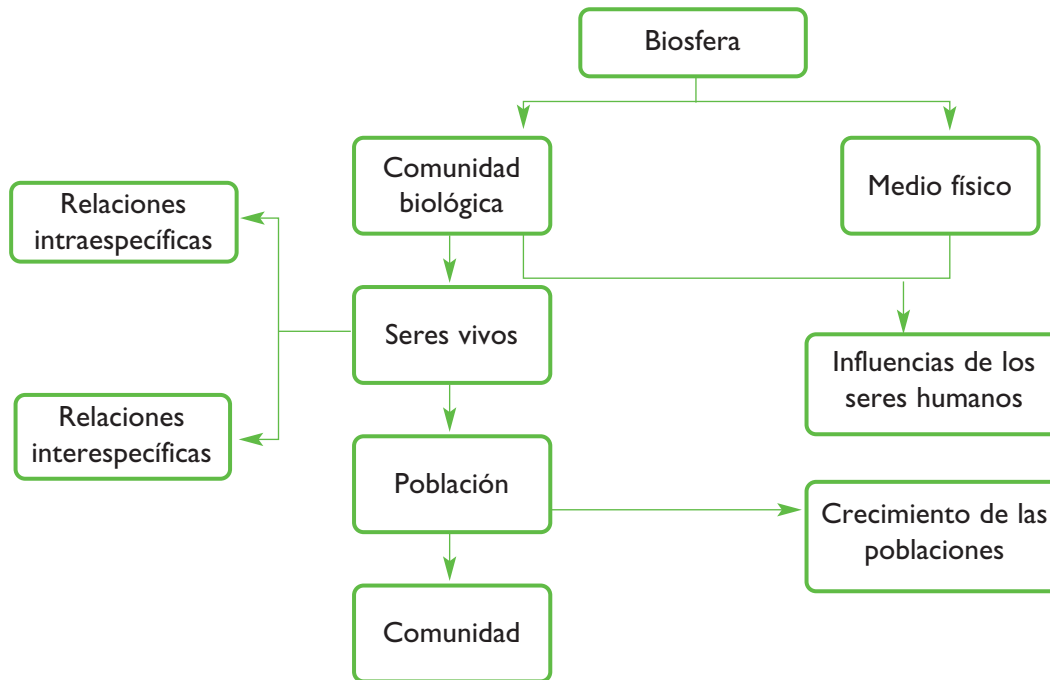
Si observáramos nuestro planeta desde el espacio, nos maravillaría su colorido, muy distinto al de otros cuerpos celestes. ¿A qué se debe esa diferencia? La presencia de vida contribuye al colorido distintivo de nuestro planeta. En esta unidad, comprenderás que los componentes de la biosfera forman parte de un todo organizado, interconectado en un equilibrio dinámico. ¿De qué factores depende este equilibrio dinámico en la biosfera? ¿Qué tipo de interacciones se establecen entre los organismos? ¿Qué consecuencias tienen estas interacciones para los organismos que participan? ¿Qué relación existe entre las interacciones de los seres vivos y la evolución? Estas y otras preguntas serán el centro de desarrollo de la unidad, en la que veremos también la relación de los seres humanos con los sistemas biológicos en la Tierra.

## Al finalizar la unidad:

- Comprenderás las principales causas que originan el crecimiento en las poblaciones.
- Reconocerás y explicarás los diferentes tipos de interacciones que se establecen entre los seres vivos: interespecíficas e intraespecíficas.
- Comprenderás las relaciones evolutivas involucradas en las interacciones interespecíficas.
- Reconocerás y valorarás el impacto que ejerce el ser humano sobre los ecosistemas.
- Analizarás información y formularás explicaciones de procesos biológicos.

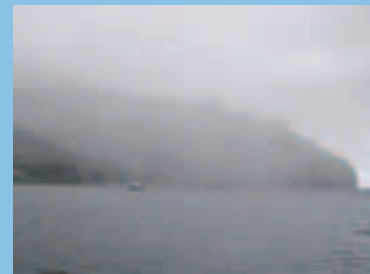


## Mapa de la unidad



## Antes de comenzar

Lee el enunciado y escribe en tu cuaderno las preguntas que podrías responder. Luego respóndelas brevemente. En estos tres ambientes, se encuentran especies vegetales diferentes, adaptadas a sus respectivas condiciones ambientales.



1. ¿Qué factores abióticos se presentan en cada uno de los ambientes?
2. ¿Cómo es la disponibilidad de agua, intensidad luminosa y temperatura en estos ambientes?
3. ¿Qué características adaptativas deben tener las plantas en estos ambientes?
4. ¿En cuál de estos ambientes es más probable encontrar líquenes, musgos y helechos? Explica.

## Exploración inicial

### ¿Cuáles son las características de una población?

#### Antes de empezar

Formen un grupo de trabajo y discutan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la ecología?, ¿cuál es su objeto de estudio?
- ¿Cómo está constituido el ecosistema?
- ¿Qué es una población biológica?

#### Antecedentes

La ecología es la disciplina de la biología que estudia las interacciones entre organismos y entre los organismos y su ambiente abiótico. Existen diferentes niveles de organización ecológica, dentro de los cuales la población es el más básico.

Una población se puede definir como un **grupo de organismos de la misma especie** que ocupan una **región geográfica definida**, en un **tiempo determinado**, y que **pueden reproducirse entre sí**. Sin embargo, hay poblaciones de una misma especie que potencialmente podrían reproducirse, pero que se encuentran separadas geográficamente; por esto, los investigadores utilizan el concepto **demo** (o deme) para referirse a **poblaciones locales**, es decir, a grupos de organismos que presentan una alta probabilidad de aparearse entre sí.



#### Entendiendo el fenómeno

Para responder la pregunta inicial deben realizar una investigación en diferentes fuentes (enciclopedias, libros de biología, internet, etc.) sobre las características de las poblaciones.

#### Resultados

Sinteticen la información recopilada copiando en sus cuadernos y completando un cuadro como el siguiente.

Atributos de las poblaciones				
Densidad	Natalidad	Mortalidad	Migraciones	Distribución
		Copia en tu cuaderno		

#### Análisis

Discutan y respondan grupalmente las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las características de una población?
2. ¿A qué se refiere la densidad bruta de la población?, ¿y la densidad específica o ecológica?
3. ¿Es lo mismo inmigración y emigración? ¿Cuál es la diferencia?

## 1 Interacciones entre los seres vivos

¿Se relacionan entre sí los seres vivos de una población?, ¿y con los de poblaciones diferentes? ¿Cómo afectan estas relaciones a la dinámica del ecosistema? Los seres vivos no viven aislados en la naturaleza, sino que comparten el ambiente con otros organismos. Esto posibilita que se relacionen entre sí, es decir, que desarrollen **interacciones** con organismos de su misma especie y también con seres vivos pertenecientes a otras especies. Así, las interacciones pueden ser de dos tipos: **intraespecíficas** e **interespecíficas**, respectivamente.

Las interacciones que se establecen entre organismos de diferentes especies pueden tener efectos “positivos” (beneficiosos) o “negativos” (perjudiciales) en los individuos o en las poblaciones de cada especie que interactúan. Si el efecto es perjudicial

se designa con un **signo -**, y si es beneficioso con un **signo +**. Cuando un organismo –o una población– no es afectado por la acción de otro, esta interacción se designa con un **0** (cero).

De acuerdo con esto, la interacción mutuamente beneficiosa se representa con dos signos positivos (+, +) y la interacción mutuamente perjudicial se designa con dos signos negativos (-, -). También existen interacciones cuyos efectos son beneficiosos para un organismo (o población) y perjudiciales para el otro organismo (o población). Estas interacciones se representan con un signo positivo y otro negativo (+, -).

Las interacciones que se producen entre los seres vivos son muy importantes por los efectos que tienen sobre los organismos, los que pueden ser analizados desde el punto de vista de la **ecología** y de la **biología evolutiva**.

### Actividad 1

### COMPRENDER

Observa la siguiente tabla que muestra cambios en la densidad de pares de especies, producto de algunas interacciones entre ellas, y responde las preguntas en tu cuaderno.

Tipo de interacción	TABLA 4.1 CAMBIO EN LA DENSIDAD		
	Especie A	Especie B	Característica más relevante
Competencia	Disminución	Disminución	Se restringe el nicho ecológico
Depredación	Depredador aumenta	Presa disminuye	Muerte de la presa
Parasitismo	Parásito aumenta	Huésped disminuye	Relación permanente y específica
Simbiosis o mutualismo	Aumenta	Aumenta	Obligada
Comensalismo	Comensal aumenta	No se afecta	Oportunista

Fuente: MINEDUC, Programa de Estudio Biología Cuarto Medio. 2004. Página 130.

- ¿Puedes dar un ejemplo de cada tipo de interacción?
- ¿Cuáles de las interacciones mencionadas en la tabla pueden considerarse cooperativas, es decir, no se presentan efectos negativos para ninguna especie?

## 2 Competencia

¿Por qué compiten los seres vivos? Tanto los factores bióticos como abióticos del ecosistema pueden ser considerados recursos, en tanto satisfacen las necesidades de los organismos para sobrevivir.

Cuando un recurso escasea, los organismos que necesitan tal recurso compiten para obtenerlo. En términos generales, la competencia se produce **cuando dos o más organismos (o poblaciones) utilizan un mismo recurso limitado (escaso)**, de manera que ambos se ven perjudicados en esta interacción (-, -). La competencia puede provocar, por ejemplo, una disminución en la supervivencia, de los competidores, en su crecimiento o en su reproducción.

La competencia puede ser **intraespecífica**, cuando se presenta entre miembros de una misma especie que compiten por algún recurso. Este tipo de competencia puede ser muy intensa, pues los organismos no solo ocupan el mismo espacio, sino también usan los recursos de la misma manera.

La competencia **interespecífica**, a diferencia de la anterior, ocurre entre miembros de especies diferentes que comparten una misma área o hábitat. De la misma manera en que ocurre en la competencia intraespecífica, el recurso por el que se compete debe ser limitado.



Los enfrentamientos agresivos entre machos de la misma especie, muchas veces forman parte de la competencia por hembras.



La competencia interespecífica se da entre especies diferentes que compiten por los mismos recursos, sin ocupar el mismo nicho ecológico. Por ejemplo, los vegetales del bosque compiten por la luz.

### Biodatos

La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) es un loro verde pequeño, de conducta gregaria, que se alimenta de todo tipo de frutos, excepto ciruelas. Esta especie es originaria de Sudamérica, y se distribuye naturalmente al este de los Andes, desde Bolivia central y sur de Brasil, hasta el centro de Argentina. Es una especie que vive muy bien a distintas condiciones ambientales, sean tropicales, templadas o frías, y actualmente se le encuentra también en varios países de América y Europa. Desde la década de los 90, se la comenzó a encontrar en Chile y, hacia 1998, ya era posible observar cotorras con gran facilidad en varias comunas de Santiago. Por esto, sumado a la invasividad propia de la especie, se le restringió desde 1999 el ingreso al país, declarándosela como una especie que puede perturbar el equilibrio ecológico y la conservación del patrimonio ambiental.



Tanto la competencia intraespecífica como la interespecífica pueden desarrollarse de dos maneras:

**a. Competencia por explotación.** En este caso, los organismos que compiten por un recurso no se ven directamente afectados por la presencia de otros organismos, sino por la **reducción del recurso** o por la **creciente dificultad para encontrarlo**, que ha ocasionado el organismo que encontró antes tal recurso. Por ejemplo, los individuos de una población de langostas consumen vegetales: si otros organismos encuentran antes los vegetales y dejan solo restos, las langostas deberán continuar buscando, lo que significa un mayor gasto de energía y mayor riesgo de ser depredadas.

**b. Competencia por interferencia.** En este caso, la competencia se desarrolla de forma directa, es decir, cuando un individuo que



■  
*Las langostas compiten por explotación.*

## Actividad 2 INVESTIGAR E INFERIR

Investiga en textos, enciclopedias e internet e indica dos situaciones en las que se evidencie competencia por explotación y dos de competencia por interferencia. Luego, responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- ¿Cuáles de las situaciones corresponden a competencia intraespecífica?, ¿cuáles a competencia interespecífica?
- ¿Qué relevancia, desde el punto de vista evolutivo, tendrá la competencia por explotación y por interferencia?

busca un recurso **daña a otro en el proceso o limita el acceso a dicho recurso**. Por ejemplo, los animales que protegen su territorio, a menudo dejan señales que advierten de su presencia, denominadas **marcas territoriales**, como aquellas realizadas con orina; si otro animal invade el territorio, puede ocurrir un encuentro agresivo entre ambos organismos. En este caso, el recurso por el cual compiten los organismos es el territorio; sin embargo, esto implica además la utilización de otros recursos que se hallan en él, como agua, alimentos, etcétera.



■  
*Los leones compiten por interferencia.*

## Biodatos

Los choritos de mar generan en los requeríos verdaderos mantos, donde se desarrolla una intensa competencia intraespecífica, que muchas veces termina con la eliminación de parte de ejemplares de la población.





## 2.1 Efectos de la competencia

¿Qué efectos tiene la competencia sobre los seres vivos? El biólogo ruso **G. F. Gause**, en 1934, realizó numerosos experimentos utilizando organismos de dos especies de protozoos. De acuerdo a sus resultados, y a investigaciones posteriores, Gause formuló el **principio de exclusión competitiva**, según el cual dos especies no pueden ocupar el mismo nicho ecológico en el ambiente que habitan. Cuando los nichos entre dos especies se superponen, es decir, son muy parecidos, la competencia que se desarrolla entre ambas es muy intensa, lo que puede determinar el **desplazamiento o extinción** de una de ellas.

El principio de exclusión competitiva ha sido ampliamente aceptado; sin embargo, existen algunos casos en los que **no puede ser establecido de modo absoluto**. Las excepciones que se han encontrado a este principio se pueden explicar argumentando que las dos especies, si bien compiten por el mismo recurso, no ocupan exactamente el mismo nicho, o que estos pueden diferir de algún modo que los científicos no han descubierto.

También se ha planteado que los organismos de dos especies competidoras pueden coexistir utilizando el hábitat de algún modo distinto, por lo tanto, no ocupan exactamente el mismo nicho.

Resulta evidente que los conceptos de **nicho** y de **especie** están estrechamente vinculados. Esta asociación ha llevado a algunos biólogos a plantear el **concepto ecológico de especie**, según el cual una especie corresponde a la **unidad fundamental de los ecosistemas representada por el más amplio grupo de organismos que explota el mismo nicho ecológico**.

### Biodatos

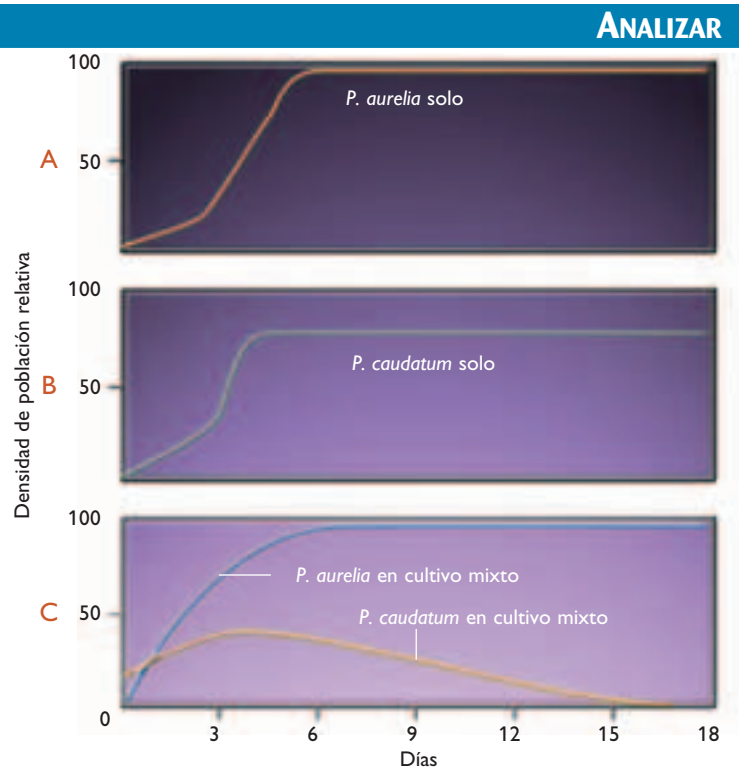
**Nicho ecológico** corresponde al conjunto de todo aquello que una especie utiliza de un hábitat, como por ejemplo, los lugares para hacer nido, los lugares para protegerse, el alimento, un cierto rango de temperatura y humedad, el período del día en el cual está activo (día o noche). Por su parte, el **hábitat** es el lugar donde vive un organismo, y junto a los demás factores mencionados, es un eje o atributo del nicho.

### Actividad 3

Observa los siguientes gráficos y responde las preguntas en tu cuaderno.

- ¿Qué ocurre con *P. aurelia* y *P. caudatum* cuando se encuentran separados?
- ¿Qué ocurre con *P. aurelia* y *P. caudatum* cuando están juntos? Considera que ninguna de las especies depreda a la otra.
- ¿Cómo explicarías lo que sucede en el gráfico C?

**Gráficos 4.1** Resultados obtenidos por Gause, utilizando dos especies de protozoos en cultivos monoespecíficos (una sola especie) y en cultivos mixtos (ambas especies).



## 2.2 Intensidad de la competencia interespecífica

¿Qué ocurre con la competencia entre las especies más emparentadas? Cuando los nichos entre dos especies se superponen, es decir, son muy parecidos, la competencia es muy intensa. Algunos investigadores han planteado que la competencia, por lo general, es más intensa entre organismos de especies más emparentadas. ¿A qué se debe esto? Se debe a que, a menudo, las especies más emparentadas son muy parecidas y tienen necesidades similares. Sin embargo, la competencia también puede ser intensa entre organismos de especies que no están muy emparentadas y que difieren en muchos aspectos, pero que se han especializado en la utilización del mismo recurso, es decir, dicho eje del nicho es muy parecido.

## 2.3 Competencia y evolución

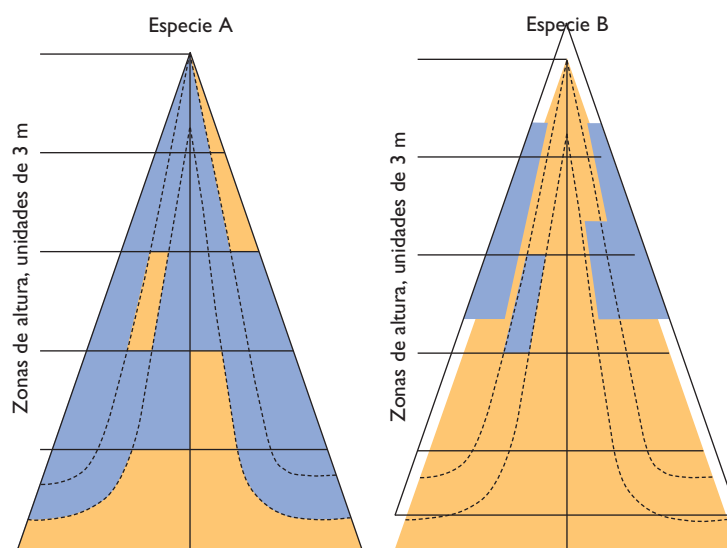
La competencia intraespecífica es uno de los **principales factores ambientales de selección natural**. En una población, los individuos que poseen mejor “habilidad competitiva”, tendrán mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse (adecuación biológica). Los rasgos heredables relacionados con la capacidad competitiva, serán seleccionados en el transcurso de las generaciones, debido a que aumenta la adecuación biológica de los organismos que los poseen.

Por otra parte, la competencia interespecífica tiene una gran importancia evolutiva, ya que constituye una presión selectiva sobre los organismos de las especies coexistentes, que puede producir una **divergencia de algún rasgo** y una **diferenciación (o especialización)** en los nichos. La divergencia en los

rasgos de dos especies que viven en el mismo lugar geográfico se conoce como **desplazamiento de caracteres**, y contribuye con la disminución de la intensidad de la competencia entre especies que coexisten. Se ha establecido que, al coexistir especies con necesidades similares, estas ocupan un nicho más pequeño que el que utilizarían si estuviesen solas. Este aspecto se denomina **partición de recursos**, y permite reducir los efectos negativos de la competencia por el mismo recurso. Esto se traduce en la evolución de especies con una superposición extensa pero no total de nichos, como se aprecia en la figura de esta página.

¿Qué mecanismos le permiten a las especies coexistir en el ecosistema? Entre los mecanismos que han permitido a los organismos de especies coexistentes disminuir la intensidad de la competencia se encuentran:

- La utilización diferencial del ambiente.
- La diferenciación en el consumo de recursos alimenticios.
- La diferenciación temporal de la actividad, por ejemplo, hay animales que son activos de día y otros de noche.



Gráficos que muestran la utilización de las partes de los árboles de un bosque de coníferas que ocupan dos especies diferentes para obtener su alimento. Las zonas de color azul representan las zonas donde se concentra la actividad de alimentación de cada especie.

### Actividad 4

### ANALIZAR

Observa y analiza los gráficos de la página y luego responde las preguntas en tu cuaderno

- Las especies A y B, ¿comparten la mayoría de las zonas para obtener su alimento?
- ¿Qué ventajas presenta este hecho? Explica.

### 3 Depredación

¿Qué es la depredación?, ¿cómo afecta esta relación a la evolución? Esta interacción se produce cuando un organismo de una especie (depredador) se alimenta de un organismo de otra especie (presa), lo cual implica la muerte del ser vivo que sirve de alimento al otro. La depredación “típica” es aquella en que un animal carnívoro se alimenta de otros animales, que pueden ser carnívoros o herbívoros. También hay algunas corrientes ecológicas que consideran depredación a la interacción que se establece entre un animal herbívoro que se alimenta de estructuras de un vegetal, como las hojas, frutos o semillas.

En la relación presa-depredador debe existir un equilibrio, ya que el depredador debe procurar no quedarse sin presas pues, de lo contrario, esto le significaría la muerte.

En las relaciones de depredación se observan, de manera general, dos tipos de depredadores:

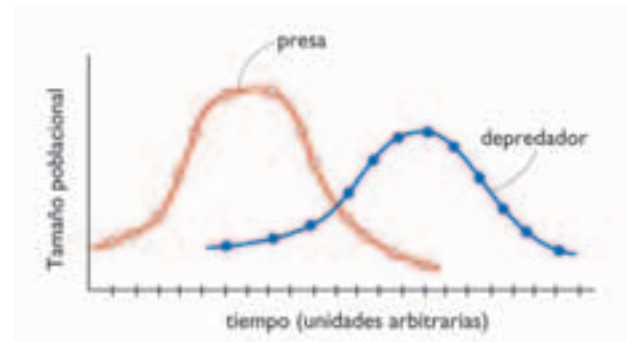
**a. Depredadores generalistas.** Son aquellos seres vivos que pueden sustituir fácilmente una presa por otra, por ejemplo, el puma, que es capaz de sustituir en su dieta carnívora distintos tipos de animales, que se encuentren disponibles.

**b. Depredadores especialistas.** Son aquellos que tienen una dieta exclusiva y no la pueden variar, por lo que su margen de acción es bastante reducido. Es el caso del koala, cuya única fuente de alimento son las hojas de eucalipto.

#### Biodatos

Existen especies de rapaces que son especialistas, en cuanto a su alimentación. Por ejemplo, los búhos son clasificados como depredadores especialistas, ya que solo se alimentan de pequeños roedores. Por este motivo se encuentran actualmente en peligro de conservación.

GRÁFICO 4.2 TAMAÑO DE POBLACIONES DE PRESA Y DEPREDAADOR



Estas curvas muestran los tamaños poblacionales de dos especies: presa y depredador. Nótese que la población de depredadores disminuye con la disminución de las presas.



CONAF

El puma es un depredador generalista.



El koala es un depredador especialista.

#### Actividad 5

#### INVESTIGAR

- Busca en diferentes fuentes tres ejemplos de depredadores generalistas y tres de depredadores especialistas y escríbelos en tu cuaderno.

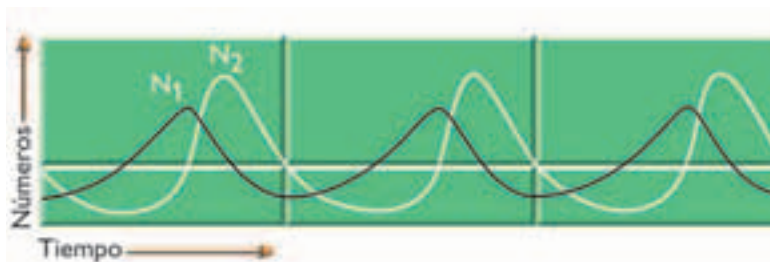
### 3.1 Efectos de la depredación

#### Actividad 6

#### ANALIZAR

- Observa el siguiente gráfico que ilustra las oscilaciones del tamaño de una población de presas y de una población de depredadores, según lo predice el modelo propuesto por Lotka y Volterra en 1931, y analiza: si  $N_1$  corresponde a una presa y  $N_2$  a un depredador, ¿qué significa en el ecosistema cada uno de los *peak* o crestas de dichas curvas? Fundamenta en tu cuaderno.

GRÁFICO 4.3



Fuente: [www.puc.cl/sw\\_educ/biologia/bio100/](http://www.puc.cl/sw_educ/biologia/bio100/)

Los depredadores matan a sus presas de manera más o menos inmediata, consumiendo una menor o mayor parte de estas. De acuerdo con esto, es indudable que los efectos de la depredación sobre un organismo (presas individuales) resultan ser dañinos. Pero, ¿qué ocurre a nivel de la población? Dependiendo de la estructura etaria y, de las preferencias de los depredadores, es que la población se ve afectada en mayor o menor medida.

Los individuos que tienen más probabilidades de ser depredados son los juveniles, los que carecen de territorio y los enfermos. Todos ellos tienen **menos posibilidades de sobrevivir y reproducirse**. Por lo tanto, el efecto negativo que tiene la depredación no siempre es igual en todos los individuos de la población.

¿Siempre los efectos son tan negativos? Esto puede no ser así en un mediano plazo. Por ejemplo, en un ambiente determinado, la cantidad de hierbas puede no alcanzar para abastecer a los herbívoros del lugar, y por tanto, las necesidades energéticas de muchos no logran ser cubiertas. Después de un tiempo puede ocurrir una disminución en el número de herbívoros, por efecto de la depredación de animales carnívoros. Como consecuencia, la cantidad de alimento se hace suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias de la población de herbívoros. A partir de este ejemplo, podemos concluir que, en ocasiones, los efectos de la depredación sobre la población de presas se verán aliviados

por la reducción posterior de la competencia entre los organismos que siguen formando parte de la población, produciéndose una regulación natural.



Los guepardos, felinos que pueden llegar a alcanzar una velocidad de 100 km/h, tienen como presa favorita a las veloces gacelas.

#### Biología@net

Conéctate a la página

[www.educacionmedia.cl/web](http://www.educacionmedia.cl/web) e ingresa el código 10B4161. Allí podrás encontrar información sobre distintos temas de Ecología.

Recuerda que las direcciones y sus contenidos pueden cambiar.



### 3.2 Dinámicas poblacionales entre depredadores y presas

Como ya hemos visto, la depredación incide en la abundancia de los organismos que forman parte de las poblaciones que constituyen las presas y la abundancia de las presas limita el crecimiento de las poblaciones de los depredadores. ¿Esto es siempre así? Si observas los siguientes gráficos, ¿qué podrías concluir respecto de la relación existente entre la presa (ratones) y el depredador (cárabos)?

GRÁFICO 4.4 ABUNDANCIA DE RATONES

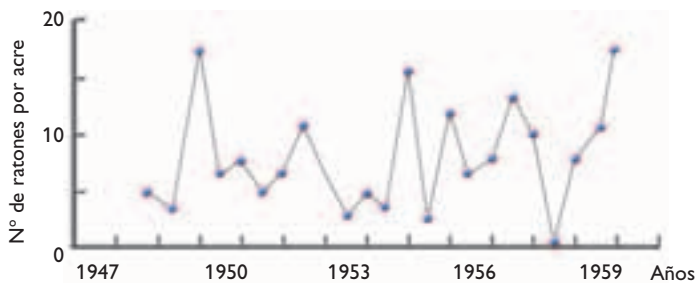
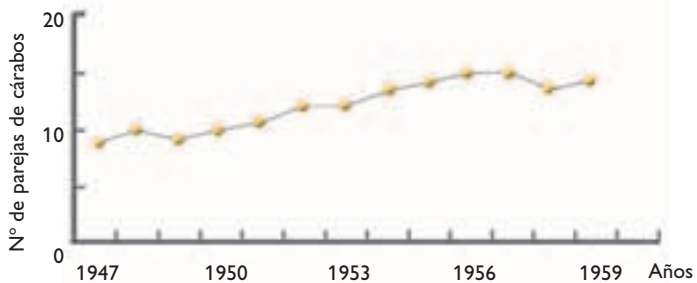


GRÁFICO 4.5 ABUNDANCIA DE CÁRABOS



La población de cárabos (aves) se mantiene constante a pesar de las fluctuaciones de los ratones, que son la presa. ¿Qué podemos inferir de esta información? Aparentemente, los cárabos tienen una dieta alternativa a los ratones estudiados, por lo que no se ven altamente afectados por la disminución de la población de sus presas clásicas. Esto permite sostener que existen poblaciones de depredadores que se mantienen relativamente constantes, a pesar de las fluctuaciones de los organismos que constituyen su presa habitual.

Sin embargo, la situación descrita anteriormente es menos frecuente, ya que habitualmente **la abundancia de la población de depredadores se encuentra íntimamente ligada a la abundancia de las presas**. Un ejemplo de esta situación se establece de acuerdo a un estudio efectuado durante unos 200 años, por la Compañía Hudson Bay de Canadá, en la liebre americana y el lince canadiense. La compañía llevó un registro de los animales de ambas especies que se capturaban cada año. Al graficar la información obtenida (**gráfico 4.6**), se observa que la abundancia máxima de las liebres suele preceder la de los lince. Es decir, debido a que el felino se alimenta de la liebre, el ciclo de abundancia del depredador se relaciona con el de la presa, aunque con un cierto “retraso” temporal. Sin embargo, se ha observado que las liebres presentan un ciclo similar en ausencia de lince, en otras regiones de Canadá, lo que sugiere que su abundancia depende de otros factores.

#### Actividad 7

#### ANALIZAR

Junto a un compañero o compañera, analiza el gráfico 4.6 y responde las preguntas en tu cuaderno.

- ¿Cada cuánto tiempo, aproximadamente, los lince alcanzan una abundancia máxima?
- ¿Qué relación existe entre el aumento de las poblaciones de lince y de liebres?
- ¿Cuál de los ciclos de abundancia depende del otro, el de los lince o el de las liebres?, ¿por qué?

GRÁFICO 4.6

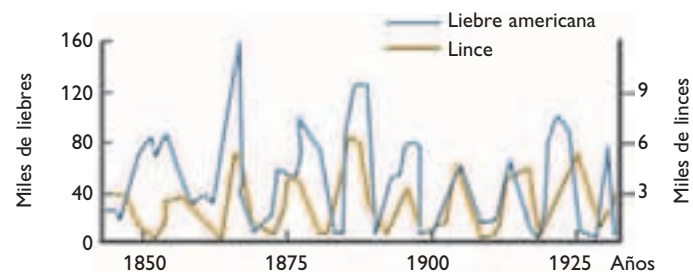


Gráfico que muestra las oscilaciones acopladas de la abundancia de lince (depredadores) y liebres (presas).



### 3.3 Depredación y evolución

¿Qué efectos tiene la depredación sobre las poblaciones, desde un punto de vista evolutivo? En la medida en que los depredadores aumentan su eficiencia para encontrar, capturar y comer a su presa permanecen vivos y compiten exitosamente con otros organismos, con lo que aumenta su capacidad de sobrevivencia. Por esto, muchos depredadores han desarrollado y desarrollarán estrategias cada vez más eficientes para lograr sus objetivos.

Las presas, en tanto, pueden mejorar sus mecanismos de defensa, lo cual les evita ser encontradas, capturadas y comidas. Es por esto que muchos científicos plantean que, tanto depredadores como presas, han coevolucionado pues, producto de la presión ejercida por los depredadores, las presas han desarrollado, por selección natural, ciertas respuestas adaptativas que le permiten sobrevivir. Entre las más frecuentes se encuentran el mejoramiento en la búsqueda de refugio, caparazones más duros, camuflaje, sustancias químicas defensivas, etcétera.

Estos mecanismos defensivos constituirían presiones de selección para los depredadores.

#### ANTES DE SEGUIR...

I. Escribe en tu cuaderno la letra de la alternativa correcta y luego compara tus respuestas con la de algunos de tus compañeros o compañeras.

1) ¿Cómo se simboliza la interacción entre una nutria y el pez que consume?

- a) (+, +)
- b) (-, -)
- c) (0, +)
- d) (+, -)
- e) (-, +)

2) En una comunidad natural, la eliminación de depredadores de herbívoros trae como consecuencia:

- I) aumento de la densidad de la población herbívora.
- II) aumento de la densidad de los productores (fotosintéticos).
- III) muerte de los herbívoros al cabo de un tiempo.
- IV) disminución de la densidad de productores.

- a) I y II
- b) II y III
- c) I y IV

d) I, III y IV

e) I, II, III y IV

II. Observa la siguiente imagen en la que se grafica la utilización de una conífera por distintas especies de aves y luego responde las preguntas en tu cuaderno.



1) ¿A qué se podría deber las diferencias en la utilización del árbol por las aves?

2) ¿Existe una superposición de nichos, en cuanto al uso de recurso alimenticio?, ¿por qué?

3) ¿Qué ocurre en este caso con la competencia? Fundamenta.

#### Otra forma de aprender

- Confecciona una animación en el computador sobre la relación entre la depredación y la evolución para explicarla en tu curso. ¿Qué elementos debes considerar para dicha tarea? Coméntalo con tu compañero o compañera de banco.

## 4 Herbivoría

¿Qué impacto tiene este concepto sobre las poblaciones vegetales? Algunos biólogos consideran la herbivoría como una forma de depredación, en la que el depredador es un animal herbívoro que depreda vegetales, o algunas de sus estructuras (semillas, frutos, etcétera). Generalmente las plantas no mueren, pero pueden quedar seriamente dañadas. En algunos casos, sin embargo, el herbívoro puede ocasionar la muerte del vegetal, por ejemplo, las cabras, los ratones silvestres y las ardillas, pueden descortezar los árboles de los cuales se alimentan, desgarrando y separando los tejidos conductores (floema y xilema), con lo cual se interrumpe la conexión de abastecimiento de hidratos de carbono entre las hojas y las raíces. De esta manera, algunas poblaciones de herbívoros pueden matar a los árboles jóvenes, a pesar de que solo consumen una parte de sus tejidos.

### 4.1 Efectos de la herbivoría

¿Todos los efectos de la herbivoría son totalmente negativos para las plantas? El efecto que se produzca va a depender de la intensidad con que haya sido afectada la planta, del momento y la estructura en que se produce el daño, del estado de desarrollo de la planta y de la respuesta que puede dar la propia planta a un ataque.

¿Cómo responden las plantas a un ataque? Pueden hacerlo de varias formas, por ejemplo algunas generan toxinas para evitar el ataque de un invasor y otras actúan después del ataque, eliminando hojas o aislando zonas del vegetal. También puede ocurrir una distribución de los productos de la fotosíntesis en el interior del vegetal: cuando los brotes son consumidos, un gran porcentaje de los productos son canalizados hacia ellos; y cuando las raíces son atacadas, los productos son desviados hacia ellas. Es importante señalar que, aunque los vegetales pueden disponer de diferentes mecanismos para contrarrestar los efectos de la herbivoría, la compensación perfecta es inusual, por lo que las plantas suelen quedar dañadas por los herbívoros.



La vizcacha es herbívora. Se alimenta de coirón, de arbustos y de otros vegetales.



Los organismos que se alimentan del néctar producido por los nectarines en la base de las flores se denominan nectarívoros.

¿Cuáles son los efectos positivos de la herbivoría para las plantas? Generalmente estos efectos son indirectos, beneficiosos para el vegetal o para el herbívoro. Por ejemplo, los animales que consumen polen y néctar, sobre todo los insectos, suelen transportar el polen de una flor a otra mientras recorren las plantas para alimentarse, contribuyendo así a la **polinización**. En este caso, el herbívoro se beneficia directamente de la herbivoría, pero el vegetal se beneficia debido a la polinización.

Por otro lado, numerosos animales que se alimentan de frutos (frugívoros) expulsan las semillas junto con las heces fecales, lo que facilita la **dispersión de las semillas**. Esto determina que las semillas se distribuyan en un área mayor, con lo cual pueden tener más posibilidades de germinación si son depositadas en un ambiente adecuado.

En algunos casos, la herbivoría contribuye a evitar el crecimiento excesivo de las plantas, limitándolas a ciertos rangos adecuados de crecimiento.

## 4.2 Herbivoría y evolución

Algunos ecólogos y biólogos evolutivos plantean que la herbivoría sería un mecanismo clásico de coevolución. Esto se explicaría porque algunas plantas han desarrollado, a través de selección natural, estrategias para defenderse de sus posibles atacantes, como por ejemplo nuevas sustancias químicas que les sirven de defensa contra los herbívoros y estos, a su vez, van desarrollando nuevos mecanismos de desintoxicación, como respuesta adaptativa a la presión ejercida por las plantas. De acuerdo con los biólogos que proponen la coevolución, algunas especies de vegetales han adquirido, por selección natural, un “arsenal” de defensas químicas que las hacen poco apetitosas para la mayoría de los herbívoros. Sin embargo, siempre existen algunos organismos que se han adaptado a estas defensas químicas, de tal manera que se han especializado en esta especie de planta o en pocas especies muy emparentadas.

Si estas especies desarrollan nuevos “armamentos de defensa”, los herbívoros deberían desarrollar nuevos “armamentos de ataque” si es que la coevolución se mantiene.



*Muchos insectos, al consumir el néctar producido en las flores, arrastran consigo el polen, que puede así llegar a los pistilos de las flores y fertilizarlas.*

### Actividad 8

### INVESTIGAR

- a. Explica cómo se benefician el vegetal y el herbívoro en la polinización y en la dispersión de semillas.
- b. Averigua sobre las diferentes maneras en que se puede efectuar la polinización en los vegetales. Elabora un esquema para cada explicación.

## 5 Parasitismo

El parasitismo es una interacción que se establece entre un organismo, denominado **parásito**, y otro individuo, del cual obtiene los nutrientes durante su vida, y al que le provoca un daño, pero sin causarle la muerte, por lo menos a corto plazo. El organismo del cual se alimenta el parásito se denomina **hospedero**, al que también se le conoce como **huésped**.

El parásito puede vivir a expensas de unos pocos individuos hospederos a lo largo de su vida. Por lo tanto, existe una estrecha asociación entre el parásito y su hospedero.

Algunos biólogos consideran el parasitismo como una forma especial de depredación, pero diferencian a los parásitos de los “depredadores verdaderos”, por cuanto estos últimos causan la muerte de sus presas de manera más o menos inmediata, después de atacarlas.

Los parásitos pueden ocasionar ciertos trastornos en los huéspedes. Si estos trastornos se transforman en una enfermedad y ocasionalmente provocan la muerte del huésped, al parásito se le llama patógeno. En los seres humanos, existen algunas enfermedades relacionadas con parásitos patógenos, como por ejemplo el nematodo *Ascaris lumbricoides*, que es un parásito que vive en el intestino humano y que genera variados trastornos.

Algunos parásitos como los protozoos suelen ser transmitidos al hospedero a través de otros organismos que actúan como vectores, es decir, como vehículos de transmisión del agente infeccioso que no es afectado por él. Un ejemplo típico es el mosquito *Anopheles*, que actúa como vector transmitiendo el parásito de la malaria (*Plasmodium*) al ser humano, que es el hospedero definitivo.

### Biodatos

¿Sabías que en la especie humana se han identificado más de 100 parásitos, que van desde las pulgas hasta la tenia?



Insectos como los piojos y las pulgas; y ácaros como las garrapatas, son considerados parásitos externos. En cambio, ciertas especies de gusanos, como las tenias (lombriz solitaria) y los áscaris, son parásitos internos.

### Actividad 9

### INVESTIGAR

- Junto a un grupo de compañeros y compañeras, averigüen sobre las siguientes enfermedades: mal de Chagas, malaria y enfermedad del sueño. Con la información recopilada, elaboren una tabla resumen que señale la enfermedad, el tipo de parásito que la produce, el vector de la enfermedad y la forma de transmisión de la enfermedad.



En relación a los **tipos de parásitos**, se pueden clasificar de acuerdo con el lugar donde actúan. Así, podemos encontrar las siguientes categorías:

**a. Ectoparásitos:** son organismos que viven sobre su hospedero, como, por ejemplo, las pulgas, los piojos y las garrapatas.

**b. Endoparásitos:** estos organismos viven dentro de su hospedero. Por ejemplo, hay endoparásitos intestinales –como la *Tenia solium*, que produce la teniasis– que se transmiten al ser humano desde la carne de cerdo mal cocinada.

Los parásitos también se pueden clasificar en **microparásitos**, los que se multiplican dentro del hospedero, a menudo dentro de sus células, y en **macroparásitos**, los que viven en las cavidades corporales y crecen dentro de su hospedero, pero tienen un ciclo de vida que incluye “fases” que ocurren fuera de este, para infectar a otros organismos. También, este tipo de parásitos puede vivir sobre su hospedero.

Otro tipo de parásitos son los **parasitoides**, representados por ciertas especies de insectos. Los adultos de estas especies son de “vida libre”, es decir, no viven como parásitos de otros organismos. Sin embargo, las hembras ponen sus huevos dentro, sobre o cerca de otros individuos, a menudo

de otras especies de insectos. La larva que eclosiona del huevo se desarrolla en el interior o sobre el hospedero y, con el tiempo, lo consume casi por completo, causándole, inevitablemente, la muerte.



Las pulgas son ectoparásitos de los seres humanos y de otros animales.



Algunos ejemplos de microparásitos son especies de bacterias y hongos que pueden afectar a especies vegetales.

Gentileza Cristián Villagra y Renzo Vargas.



Esta especie de himenóptero es un parasitoide de pulgones.

Gentileza Cristián Villagra y Renzo Vargas.



Después que el pulgón es consumido internamente por una larva del parasitoide, esta se desarrolla hasta transformarse en un adulto que abandona los restos del hospedero.



## 5.1 Parasitismo y evolución

¿Qué efectos producen los parásitos en la evolución de las poblaciones? Analiza el siguiente ejemplo: un parásito del género *Trypanosoma* afecta al antílope africano, provocándole una enfermedad llamada nagana. Se ha observado que, al introducir antílopes provenientes de poblaciones sin esta enfermedad a poblaciones que han sufrido la enfermedad, durante varias generaciones los organismos introducidos mueren por la enfermedad; sin embargo, los de la población inicial sufren la infección, pero sobreviven. ¿Qué ha ocurrido en este ejemplo?

Aparentemente, en los antílopes ha evolucionado una **estrategia que le permite sobrevivir** a los efectos de la infección por el parásito, y esto se transmite de generación en generación. Los ecólogos interpretan este mecanismo como producto de la selección natural.

Otro resultado de la evolución de la interacción parásito-hospedero parece ser el desarrollo de una mayor resistencia en los organismos hospederos o una **disminución de la capacidad de daño** del parásito. Es probable que se seleccionen los hospederos con mayor grado de resistencia y tengan mayor éxito reproductivo que los que tienen menor resistencia al ataque de los parásitos. Esto determinaría que los parásitos con mayor capacidad de daño tengan menor oportunidad de reproducción y de dispersión a otros huéspedes. Por lo tanto, se irán seleccionando los parásitos con menor capacidad de dañar al hospedero.

### Actividad 10

### SINTETIZAR

- En tu cuaderno, escribe un cuadro comparativo entre la depredación típica, la herbivoría y el parasitismo, en cuanto al símbolo que representa cada relación, los organismos que participan y las características de cada una.



Ciertas poblaciones de antílopes se han vuelto resistentes a la acción de *Trypanosoma*, lo que les ha permitido sobrevivir.



### REFLEXIONA

Sabemos que los mecanismos que promueven la evolución de las poblaciones están operando continuamente, pero también sabemos que los seres vivos menos adaptados disminuyen su frecuencia en la población pues tienen menor probabilidad de sobrevivir y reproducirse. En este sentido, el ser humano no es una excepción y no son suficientes las estrategias defensivas que se han desarrollado para resistir el impacto de diferentes organismos en nuestro cuerpo, como muchos parásitos que nos pueden provocar daños a veces irreversibles. ¿Qué medidas puedes tomar para no adquirir enfermedades parasitarias?

## 6 Simbiosis

La palabra simbiosis significa “vivir juntos”. Estas son relaciones estrechas, que se mantienen a largo plazo, entre organismos de especies diferentes. En estas relaciones, los protagonistas pueden ser beneficiados o simplemente no ser afectados y las formas más importantes de simbiosis son: comensalismo y mutualismo.

### 6.1 Comensalismo

El comensalismo se produce cuando un **organismo (o población) se beneficia, pero el otro no resulta afectado** (+, 0). Un ejemplo de esta interacción se establece entre plantas epífitas (que crecen encima de otra planta) y algunos árboles. En este caso, las plantas epífitas obtienen, gracias al lugar donde se fijan, la luz necesaria para fotosintetizar; sin embargo, no obtienen agua ni nutrientes del árbol. También son relaciones de comensalismo la de la rémora, pez comensal del tiburón, y la de las garzas que se alimentan de los insectos que revolotean a las vacas.

### 6.2 Mutualismo

En este tipo de interacción, **dos organismos (o poblaciones) se benefician** (+, +), y **la asociación es obligatoria**, de tal manera que ninguno puede existir sin el otro. Por ejemplo, las termitas no pueden digerir la celulosa de la madera, pues carecen de las enzimas necesarias, pero en sus intestinos poseen protozoos que posibilitan la digestión de esta sustancia. También presentan interacciones de mutualismo las bacterias fijadoras de nitrógeno, que forman nódulos en las raíces de leguminosas, y las relaciones existentes entre hongos y algas, que forman los líquenes.



Las plantas epífitas aprovechan la altura de otras especies para evitar la competencia por la luz en la superficie del suelo.



Gracias a los protozoos presentes en sus intestinos, las termitas pueden obtener la glucosa a partir de la molécula de celulosa.

## Actividad 11

## ANALIZAR

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. ¿Qué ocurriría con las termitas si se introdujeran en un medio con un inhibidor del crecimiento de protozoos? Explica.
2. El quintral es una planta que se desarrolla entre las ramas de algunas especies de árboles, extrayendo agua y nutrientes de ellos. Las aves que se alimentan de los rojos frutos del quintral eliminan sus semillas entre las ramas de los árboles, posibilitando el desarrollo de nuevos individuos. Si es sacado del árbol en que vive, el quintral muere.
  - a. ¿Qué tipo de relación se observa entre el árbol y el quintral?
  - b. ¿Qué elementos tomaste en cuenta para determinar el tipo de interacción?
  - c. ¿Qué daños o beneficios se pueden establecer en esta relación?

### 6.3 Mutualismo y evolución

¿Cuál es la relación entre el mutualismo y la evolución de las especies? Aparentemente, esta sería muy profunda, ya que algunos biólogos le atribuyen al mutualismo la evolución de las células eucariontes. Esto se plantea en la **teoría endosimbiótica**, que postula que, tanto mitocondrias como cloroplastos, se asentaron en el citoplasma de células ancestrales, en una relación de mutualismo celular, dando origen a las células eucariontes.

Existen algunos investigadores que consideran que ciertas interacciones mutualistas entre individuos de la misma especie, habrían dado origen a un comportamiento muy interesante que muestran, principalmente, algunas especies de insectos: el **comportamiento eusocial**.

Esta teoría postula que las colonias de ciertas especies de insectos (de abejas, avispas y hormigas) se habrían originado por selección de aquellos atributos sociales que son **mutuamente benéficos** para los individuos. El beneficio estaría dado, principalmente, por la defensa contra depredadores y parásitos y por el intercambio de alimentos, entre los individuos de la agrupación.



La célula eucarionte se habría originado por una relación de mutualismo celular.

La abeja de miel (*Apis mellifera*) es una de las miles de especies de abejas que existen. En nuestro país, por ejemplo, existen muchas especies de abejas silvestres que no son “muy parecidas” a las abejas de miel y, a diferencia de estas, son solitarias.

#### Biodatos

El **comportamiento eusocial** se caracteriza, entre otros aspectos, por la existencia de “castas”. Una casta corresponde a un grupo de miembros, en una colonia, que están especializados en efectuar un tipo de función. Por ejemplo, en abejas, avispas y hormigas, la casta de las obreras se especializa en el forrajeo (recolección de alimento), limpieza del nido y alimentación de las larvas (estados inmaduros de estos insectos). La casta de las reinas se especializa en la función reproductora y habitualmente hay una o algunas por colonia, dependiendo de la especie.

#### Actividad 12

#### INVESTIGAR

- Busca en textos de biología, enciclopedias o internet información sobre la teoría endosimbiótica y escribe un informe que dé cuenta de lo que plantea la teoría, de dónde surgió este planteamiento, y la relación que presenta con la interacción de mutualismo.



## 6.4 Cooperación o protocooperación

En este caso, se da una interacción en la cual **dos organismos (o poblaciones) se benefician mutuamente (+, +)**, pero la interacción **no es condición esencial para la sobrevivencia de ambos**. En general, estas interacciones se establecen entre ciertas especies de plantas y organismos polinizadores, y entre plantas y organismos dispersadores de semillas.



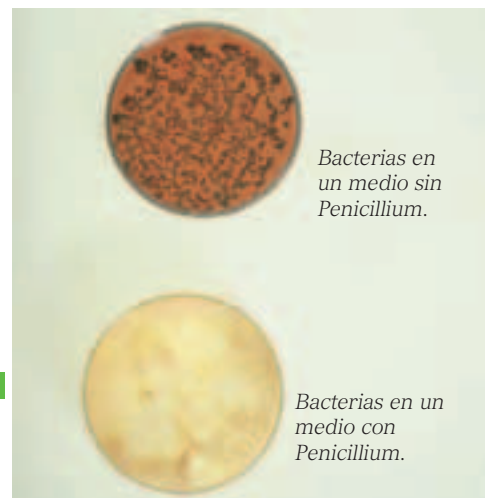
Un ejemplo claro de protocooperación es la relación que se produce entre las plantas con flores y los organismos polinizadores que las visitan.

El efecto de la penicilina sobre las bacterias es un ejemplo de amensalismo, ya que el hongo no se ve beneficiado ni perjudicado.

## 7 Otro tipo de interacción

¿Qué otra interacción se puede dar en el ecosistema? Hemos revisado aquellas más importantes y fáciles de evidenciar; a continuación revisaremos otro tipo de relación.

**Amensalismo.** En esta relación se observa que **una especie es perjudicada y la otra no es dañada ni beneficiada**. A la especie que es perjudicada se le denomina amensal. Por ejemplo, es el caso de aquellas plantas pequeñas que se encuentran a baja altura en un bosque muy espeso: estas plantas se ven perjudicadas por la ausencia de luz y los árboles de gran tamaño no se benefician ni perjudican. Otro ejemplo está dado por la relación entre el hongo *Penicillium* y las bacterias, que se ven afectadas por las secreciones de dicho hongo.



### ANTES DE SEGUIR...

- 1) En tu cuaderno, construye una tabla resumen de los tipos de interacciones vistos en la unidad. Complétala con las siguientes características para cada uno.
- 2) En tu cuaderno, establece en un cuadro comparativo la relación de la herbivoría, el parasitismo y las relaciones simbióticas con la evolución de las especies.

Tipo de interacción	Simbología	Características	Ejemplos
Copia en tu cuaderno			

### Otra forma de aprender

- ¿Qué es lo que te ha costado más aprender hasta ahora?, ¿qué estrategia usarás para estudiar estos contenidos?

## 8 Crecimiento de las poblaciones

¿Cómo crecen las poblaciones biológicas? ¿De qué depende el crecimiento de una población? A medida que pasa el tiempo, las poblaciones biológicas van cambiando en cuanto al número de organismos que las componen.

Los ecólogos de poblaciones intentan comprender los procesos generales que comparten gran cantidad de poblaciones distintas, para esto, desarrollan **modelos que representan la dinámica de las poblaciones**. Estos modelos son de tipo matemático y, si bien no son perfectos, tienen la particularidad de entregar información muy cercana a la realidad y así se pueden comparar estudios de distinto tipo, bajo los mismos parámetros matemáticos.

¿Qué papel juegan la natalidad, la mortalidad y las migraciones en el crecimiento de una población? Uno de los modelos más generales planteados es una ecuación matemática para estimar la **tasa de crecimiento** ( $r$ ) de una población, donde  $r$  es igual a la tasa de natalidad ( $b$ ) menos la tasa de mortalidad ( $d$ ). Esta ecuación se representa así:

$$r = b - d$$

Si el valor de  $r$  es positivo, quiere decir que la población aumenta y si el valor de  $r$  es negativo, la población disminuye en número. ¿Qué significa que el valor de  $r$  sea igual a 0?

Además, es necesario considerar la inmigración y la emigración para estimar la tasa de crecimiento de poblaciones de manera más exacta. Así,  $r$  es igual al valor de la tasa de natalidad ( $b$ ) menos la tasa de mortalidad ( $d$ ), más el valor de la inmigración ( $i$ ) menos la emigración ( $e$ ). Esta ecuación se representa de la siguiente manera:

$$r = (b - d) + (i - e)$$



Las condiciones ambientales influyen en el tamaño de las poblaciones.

### Actividad 13

### APLICAR

En una población, se observa que la tasa de natalidad es igual a 1.200 individuos al año y la tasa de mortalidad es de 958 individuos por año. La tasa de inmigrantes es de 122 individuos por año y los emigrantes son 132 individuos por año. A partir de esta información, responde en tu cuaderno:

- ¿Cuál es la tasa de crecimiento de dicha población?
- ¿Qué significa ese valor para la población?
- ¿Qué hipótesis puedes establecer en relación al crecimiento de la población en los próximos años, si la tendencia observada es constante en el tiempo?



## 8.1 Formas de crecimiento poblacional

¿De qué manera crecen las poblaciones? Esto depende de si el medio ambiente es favorable o desfavorable para el crecimiento poblacional.

A la capacidad que tiene una población para aumentar su tamaño cuando no hay factores ambientales que limiten su crecimiento se le denomina **potencial biótico**. Este se da, entonces, en condiciones ideales y óptimas. Se observa un potencial biótico alto en organismos de pequeño tamaño, como bacterias; por su parte, organismos de gran tamaño, como los elefantes, tienen un potencial biótico pequeño.

Se pueden reconocer dos tipos de crecimiento poblacional: **crecimiento exponencial** o geométrico, cuya curva aritmética tiene forma de J, y **crecimiento logístico**, cuya curva tiene forma de S (sigmoide).

### a. Crecimiento exponencial.

Este tipo de crecimiento es típico de poblaciones cuyo **potencial biótico es muy alto**. La tasa de crecimiento es constante ya que, a mayor tamaño de la población, mayor es la rapidez de crecimiento. Por ejemplo, si una bacteria se reproduce cada veinte minutos, a los cuarenta minutos habrá 4 bacterias, en una hora habrá 8, en dos horas habrá 64, en tres horas 512, y en diez horas más de 1.000 millones de bacterias. Esto ocurre cuando la población se encuentra en condiciones ambientales óptimas, es decir, con **recursos ilimitados**.

¿Pueden las poblaciones crecer en forma exponencial indefinidamente? Se ha demostrado, bajo condiciones experimentales, que ciertas especies presentan un patrón de crecimiento exponencial, pero durante un corto período de tiempo. Esto se debe a que el ambiente impone límites que, en conjunto, se denominan **resistencia ambiental**. Por ejemplo, las bacterias señaladas anteriormente, no podrían crecer exponencialmente durante mucho tiempo, porque comenzarían a agotarse los recursos ambientales disponibles, como el alimento y el espacio. Esto ocasionaría el **aumento de la resistencia ambiental**, una disminución de la tasa de natalidad y el aumento de la mortalidad. Si las con-

diciones empeoran, la tasa de mortalidad puede exceder a la de natalidad y la población disminuirá. De esta manera, el tamaño de una población es controlado, entre otros factores, por la **capacidad del ambiente para sostener dicha población**.

## Biodatos

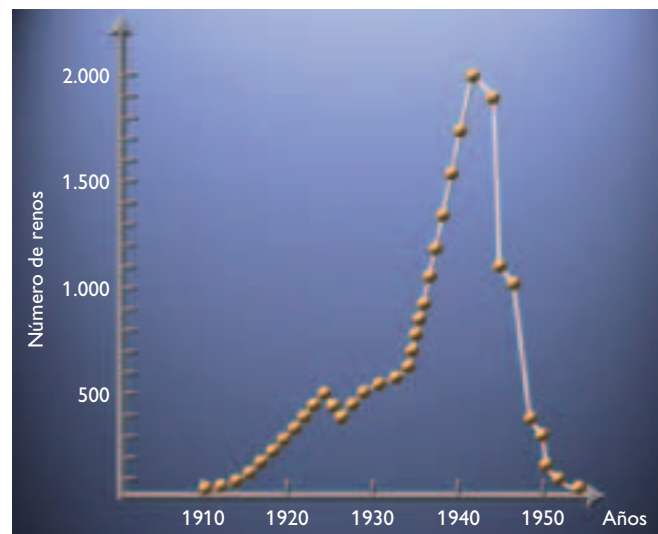
Las poblaciones humanas son un ejemplo claro de crecimiento exponencial. Se estima que la población humana alcanzó por primera vez mil millones de personas en 1830, y 2 mil millones en 1930. En 1960, la población sobrepasó los 3 mil millones, y solo 15 años más tarde, 4 mil millones. En 1986, por primera vez excedimos los 5 mil millones. En la actualidad, se sabe que la población humana supera los 6 mil millones de personas.

## Actividad 14

## ANALIZAR

A partir del siguiente gráfico, que muestra el crecimiento de una población de renos después de introducir 25 ejemplares en una región de Alaska en 1911, responde las preguntas en tu cuaderno.

GRÁFICO 4.7



- ¿Cuál fue la tasa de natalidad de la población, cada 10 años?
- ¿Cuáles son los años entre los cuales se produjo un crecimiento exponencial de la población?
- ¿Qué ocurrió a partir de 1940? ¿Por qué crees que sucedió esto?

### b. Crecimiento logístico.

En este modelo de crecimiento, se toman en cuenta las limitaciones que tiene la población para crecer. Al interpretar esta curva, se aprecia que al comienzo la población se multiplica con lentitud (etapa de rezago o retardo), luego con rapidez (etapa exponencial) y nuevamente lo hace en forma lenta (etapa estacionaria), debido al aumento de la resistencia ambiental. En un período más extenso de tiempo, la rapidez de crecimiento disminuye hasta detenerse. Este equilibrio se produce cuando el ambiente llega a los límites de su capacidad para “sostener” la población.

El límite superior de la curva representa el tamaño de la población máxima que puede soportar el ecosistema. Este límite recibe el nombre de **capacidad de carga** o de sostenimiento del ecosistema y se designa con la letra **K**. La capacidad de carga se define como la población de una determinada especie que un hábitat dado puede soportar indefinidamente, sin dañar permanentemente el ecosistema del que es dependiente. Generalmente, una población madura se comporta de esta forma, al menos que exista una catástrofe o inestabilidad muy significativa en el ecosistema.

Las curvas sigmoideas del crecimiento logístico representan cambios muy complejos en la naturaleza; sin embargo, concuerdan con el patrón de crecimiento de muchas poblaciones estudiadas por los ecólogos. Este modelo se observa en el **gráfico 4.8**, del crecimiento de *Drosophila melanogaster*, y en el **gráfico 4.9**, de una población experimental de levaduras.

GRÁFICO 4.8 CRECIMIENTO DE UNA POBLACIÓN DE *DROSOPHILA MELANOGASTER*

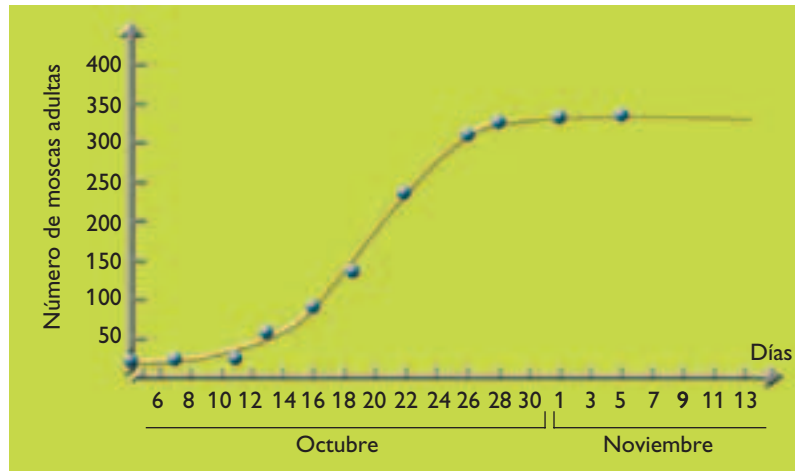
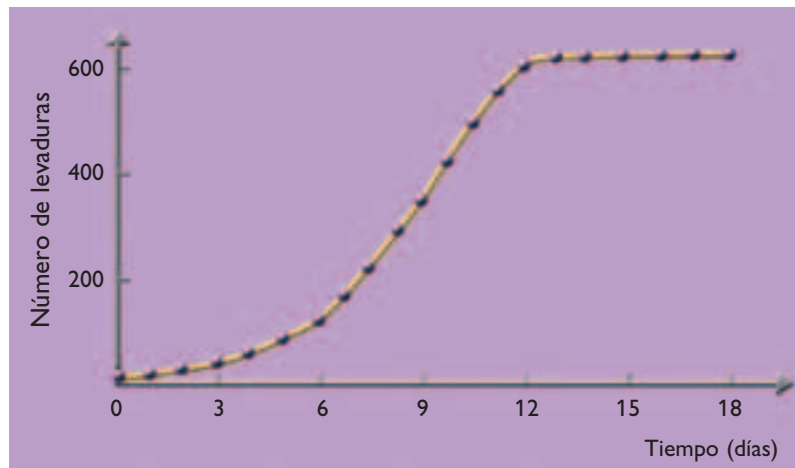


GRÁFICO 4.9 CRECIMIENTO EXPERIMENTAL DE UNA POBLACIÓN DE LEVADURAS



### Actividad 15

### ANALIZAR

Junto con tu compañero o compañera de banco, observa los gráficos de la página y responde las preguntas en tu cuaderno.

- Indica, para cada curva, los segmentos de tiempo en los que se producen las etapas de rezago o retardo, la exponencial y la estacionaria, para cada caso.
- Explica lo que ocurre en cada una de las etapas.
- Estima la capacidad de carga de cada una de las poblaciones representadas en los gráficos.

## 9 Factores que regulan el crecimiento de las poblaciones

¿De qué manera se regula el crecimiento poblacional? En los ecosistemas, el potencial biótico no se puede expresar completamente, ya que existe la resistencia ambiental, que mantiene las poblaciones a su capacidad de carga o por debajo de ella. Estos factores de resistencia ambiental se clasifican en dos grupos: los **independientes de la densidad** (o denso-independientes) y los **dependientes de la densidad** (o denso-dependientes) de las poblaciones.

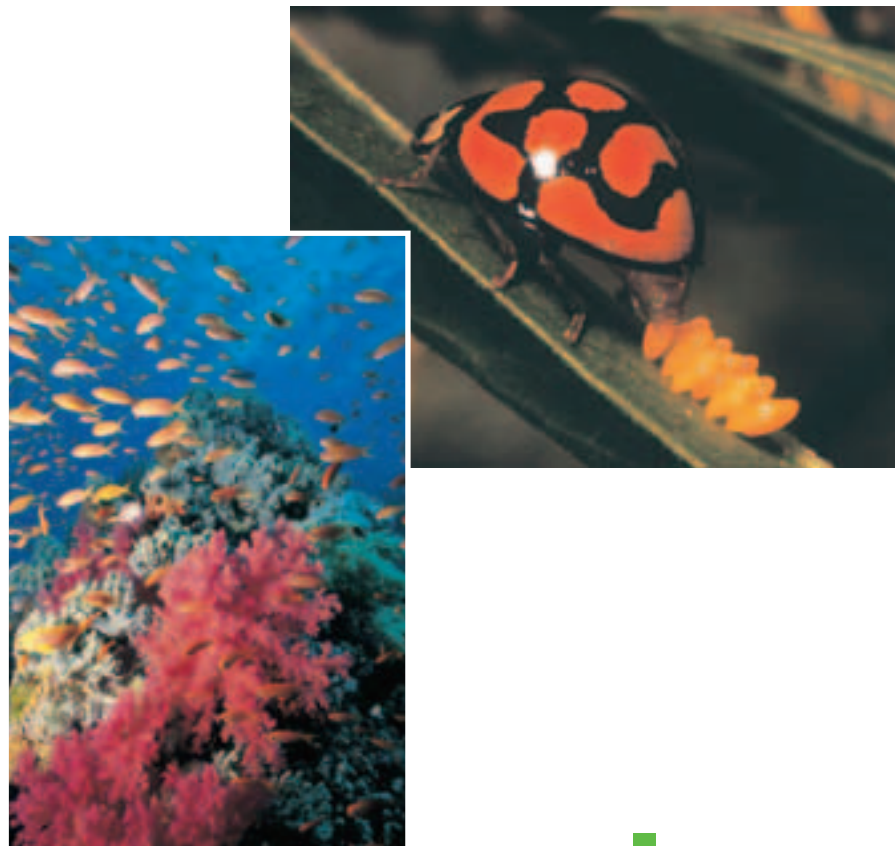
### 9.1 Factores independientes de la densidad

Estos factores que limitan el crecimiento de la población, cualquiera sea su densidad, son en su mayoría climáticos, como inundaciones, sequías, terremotos e incluso los incendios. Estos factores tienen gran incidencia sobre la población ya que aumenta la mortalidad, reduciendo el tamaño de la población.

El clima es uno de los factores más determinantes en el crecimiento poblacional, por ejemplo, algunos insectos depositan sus huevos en plantas anuales y el número de individuos de la población se limita a la eclosión de un número suficiente de ejemplares antes de la primera helada anual. En este caso, la población no alcanza su capacidad de carga, ya que la población fue limitada.

¿Qué ocurre en ambientes muy heterogéneos? En ambientes que presentan condiciones **muy variables** o **irregulares**, generalmente operan factores independientes de la densidad de la población, que regulan el tamaño de esta. Bajo estas condiciones ambientales, las poblaciones frecuentemente son poco densas y, en consecuencia, la competencia no es tan intensa. Por esto, a menudo las poblaciones

presentan estrategias de reproducción que consisten en producir muchos descendientes en poco tiempo. Debido a que en estos ambientes existe poca competencia, incluso los individuos muy pequeños pueden sobrevivir fácilmente. Por otra parte, los individuos de menor tamaño son energéticamente menos costosos de producir y, por lo tanto, pueden ser ventajosos. Esta estrategia reproductiva se ha denominado **estrategia r**, debido a que los organismos que la presentan tienen una **elevada tasa de crecimiento poblacional** ( $r$ ).



Son muchos los organismos que presentan la estrategia  $r$  en su ciclo de vida, como ciertas especies de peces e insectos, que tienen mucha descendencia, con un costo energético relativamente bajo, y que a menudo no realizan cuidado de las crías.

### Actividad 16

### INVESTIGAR Y ANALIZAR

- En parejas, investiguen sobre 10 especies de seres vivos y escriban en sus cuadernos la forma de reproducción y número de individuos que se generan en cada evento reproductivo. Determinen si cumplen o no la estrategia  $r$  de crecimiento y resuman los resultados en una tabla.

## 9.2 Factores dependientes de la densidad

¿Las poblaciones pueden crecer indefinidamente? Los factores dependientes de la densidad ejercen un efecto de retroalimentación negativa en el tamaño de la población ya que, en la medida en que la población crece, aparecen los factores que limitan el crecimiento poblacional.

Los factores dependientes de la densidad son la **competencia**, la **depredación** y las **enfermedades infecciosas**, entre otros. Por ejemplo, los depredadores pueden encontrar con mayor facilidad una presa cuando la densidad de la población de presas es mayor. Por otro lado, la probabilidad de contagio de alguna enfermedad infecciosa es mayor en una población cuando los miembros de esta son más abundantes.

¿Qué efectos tienen los factores dependientes de la densidad en una población? A medida que aumenta la densidad, los factores denso-dependientes provocan el incremento de la tasa de mortalidad, la disminución de la tasa de natalidad, o ambas situaciones a la vez. Al ocurrir esto, el crecimiento de la población tiende a detenerse, permitiendo que la población mantenga un tamaño relativamente cercano a la capacidad de carga del ambiente (K).

En los **ambientes más regulares** o **estables**, generalmente las densidades de la población fluctúan menos, con lo que se ven favorecidos los organismos que son más capaces de enfrentar la fuerte competencia intraespecífica, que se genera por las altas densidades. Bajo estas condiciones, una estrategia que presentan muchas especies es la **estrategia K**, que consiste en dedicar más energía a la competencia y a producir descendientes con mejores capacidades competitivas, lo que requiere que sean de mayor tamaño y, por lo tanto, energéticamente más “costosos”. Esto determina una menor cantidad de descendientes. Las especies que manifiestan este tipo de estrategia tienen pocas crías, pero invierten mucha energía en su desarrollo, antes del nacimiento, y en su protección, una vez que han nacido.



Los animales de gran tamaño tienen pocas crías e invierten mucha energía en su cuidado.

**TABLA 4.2** TABLA COMPARATIVA DE LAS ESTRATEGIAS r Y K

Características	Estrategia r	Estrategia K
Descendencia	Mucha	Poca
Inversión de cuidado de la cría	Baja	Alta
Longevidad	Corta	Larga
Reproducción	Temprana	Tardía
Tamaño corporal	Pequeño	Grande
Tamaño de la población	Variable	Estable
Competencia intraespecífica	Débil	Intensa

### Actividad 17

### SINTETIZAR

En tu cuaderno, elabora un mapa conceptual que incluya los siguientes términos: crecimiento de las poblaciones, factores dependientes de la densidad, factores independientes de la densidad, estrategia r, estrategia K, competencia reducida, competencia intensa, mucha descendencia, escasa descendencia, bajo costo energético, alto costo energético, ambiente irregular, ambiente regular.



## 10 Composición de las poblaciones

¿Cómo están compuestas las poblaciones desde el punto de vista cualitativo? ¿Qué importancia tienen los sexos y las edades en las poblaciones? ¿Qué generalizaciones se pueden establecer a partir de la composición de una población? Las poblaciones se encuentran formadas por ciertas proporciones de sexo y composición etaria que permiten establecer ciertas proyecciones respecto del crecimiento futuro de la población.

### 10.1 Proporción de sexo

En muchas especies en las que existen **individuos machos** y **hembras** hay, aproximadamente, el mismo número de machos que de hembras en la totalidad de la población, es decir, la razón entre los sexos se acerca a la unidad. Sin embargo, en ciertas poblaciones la proporción de sexos no sigue esta tendencia, por lo menos no en los individuos adultos. La proporción de sexos de los organismos en edad reproductiva permite tener una idea respecto del potencial reproductivo (posibilidades de reproducción) de una población.

### 10.2 Composición etaria

La composición etaria o **distribución de edades** de los individuos es una característica importante de la población, ya que influye en las tasas de natalidad y mortalidad. Por ejemplo, las poblaciones con individuos más viejos pueden tener mayor tasa de mortalidad, en cambio, las poblaciones con gran número de individuos en edad reproductiva pueden tener mayor tasa de natalidad.

De manera general, desde un punto de vista ecológico, pueden distinguirse tres tipos de edades: **pre-reproductiva**, **reproductiva** y **posreproductiva**. La proporción de los individuos de estas tres edades permite realizar predicciones sobre el crecimiento futuro de la población. Habitualmente, una población que crece con rapidez contiene una alta cantidad de individuos jóvenes (en edad prerreproductiva y reproductiva); en cambio, una población que disminuye su tasa de crecimiento tiene una alta

cantidad de individuos de mayor edad (etapa pos-reproductiva). Cuando una población presenta una distribución más uniforme de los rangos de edad, se dice que es **estacionaria**.

Los rangos de edades pueden representarse gráficamente en diagramas de estructura de edades. Estos diagramas se dividen horizontal y verticalmente, para representar los grupos de edad y sexo, respectivamente. El ancho de los diagramas en cualquier nivel, es proporcional al tamaño de la población en ese rango específico de edad.



En algunas especies de peces como *Poecilia reticulata* se ha observado que un aumento de la temperatura ambiente en pocos grados aumenta la proporción de machos en la población.

### Actividad 18

### INTERPRETAR

Junto a tu compañero o compañera de banco, observa e interpreta los diagramas de estructuras de edades, que aparecen en la **página 194**, y luego responde las preguntas en tu cuaderno.

- Expliquen por qué el diagrama A representa una población en expansión, el B una estacionaria y el C una en contracción.
- ¿Qué importancia tiene el número de individuos en edad prerreproductiva? Expliquen.
- ¿Por qué es importante indicar los sexos de los integrantes de una población?



## 11 La población humana

¿Es posible aplicar algunos de los conceptos de la ecología de las poblaciones a la población humana, por ejemplo a nuestra población? Al analizar el crecimiento de la población humana usando parámetros ecológicos, podemos establecer que presenta un crecimiento exponencial continuo desde la Edad de Piedra hasta nuestros días; sin embargo, nos encontramos en un ecosistema con recursos limitados que debemos cuidar, para poder continuar con este tipo de crecimiento que se debe a variados factores, como la mayor producción de alimentos y el avance de las ciencias, que permiten elevar los estándares de salud.

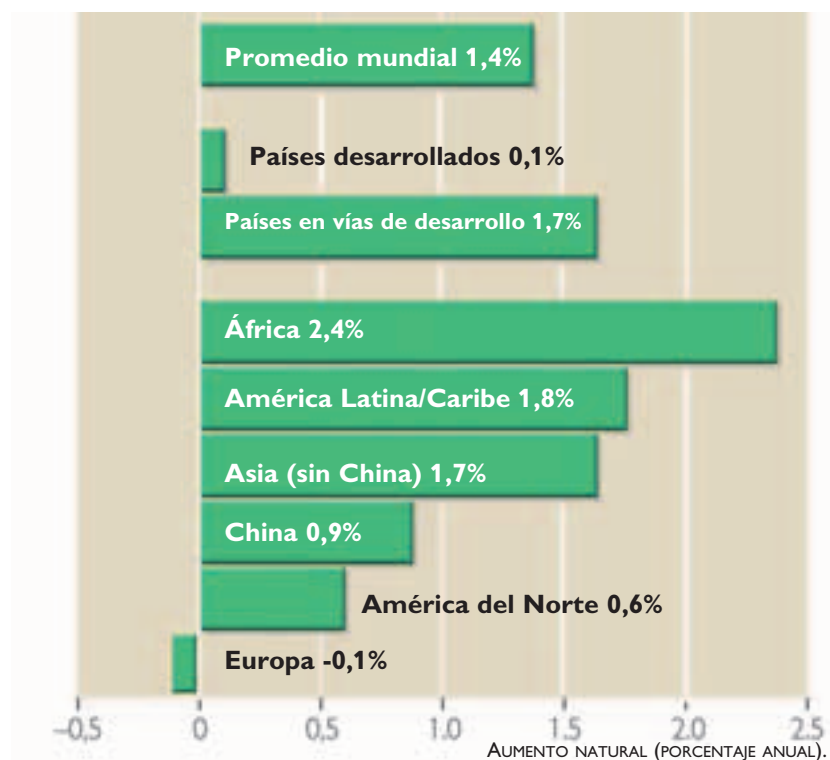
### 11.1 Composición etaria

¿Qué ocurre con la composición etaria humana? Los países poco desarrollados tienen **mayor proporción de jóvenes** (edades prerreproductivas) que los países altamente desarrollados, lo que permite proyectar un menor crecimiento poblacional de estos últimos. Observa en la **página 194** los diagramas que representan esta diferencia.

¿Todos los países tienen tasas de crecimiento similares? Los países desarrollados, como Estados Unidos, Canadá, Francia y Japón, tienen tasas de crecimiento poblacional bajas, a diferencia de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo (como muchos países

sudamericanos y africanos). Esto se debe a diferencias culturales relacionadas con la educación y el control de la natalidad, que es mayor en los países desarrollados que en los países de menor nivel de desarrollo. Lo mismo ocurre con las tasas de fecundidad. Por otro lado, las expectativas de vida al nacer son menores en los países de menor desarrollo, los que tienen, además, mayores tasas de mortalidad infantil.

GRÁFICO 4.10 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN HUMANA EN DISTINTAS REGIONES DEL MUNDO.



Fuente: Audesirk, Audesirk y Byers. *Biología. La vida en la Tierra*. Prentice Hall. México. 2003.

### Actividad 19

### INTERPRETAR E INVESTIGAR

Observa el gráfico de crecimiento de la población humana en distintas regiones del mundo y responde en tu cuaderno.

- ¿Qué relación puedes establecer entre los países con mayor crecimiento poblacional?
- ¿Qué efecto puede tener para Europa un crecimiento poblacional negativo?
- Investiga los factores que determinan estos tipos de crecimiento en las poblaciones humanas.

## 11.2 Proyecciones de crecimiento de la población humana

¿Cuánto crecerá la población humana en los próximos años? Se observa que los países que más crecen son los que están en vías de desarrollo. A partir de otros cálculos, algunos científicos estiman una lenta disminución en la tasa de crecimiento de la población mundial, hasta que alcance un crecimiento igual a 0 ( $r=0$ ). Esto quiere decir que la tasa de mortalidad y la de natalidad llegarían a igualarse, con lo que la población mundial se estabilizaría.

Evidentemente estas son solo proyecciones y no son absolutas, ya que las cifras del tamaño poblacional global de estabilización, y del tiempo en que ocurra, pueden sufrir variaciones que dependen del comportamiento de las personas y de muchas decisiones que toman los estados.

Pero ¿cuántos seres humanos puede "soportar" la Tierra? En este contexto de crecimiento, un factor desconocido es la capacidad de carga del ambiente.

¿Qué sucederá con la población humana cuando esté al límite de la capacidad de carga? Diversos análisis aportan distintas proyecciones: algunos indican que descenderá la tasa de natalidad, mientras que otros señalan que la población humana está excediendo la capacidad de carga ambiental.



La población humana crece exponencialmente y solo una gran catástrofe ha provocado una disminución de esta: la peste bubónica.

### Actividad 20

### ANALIZAR

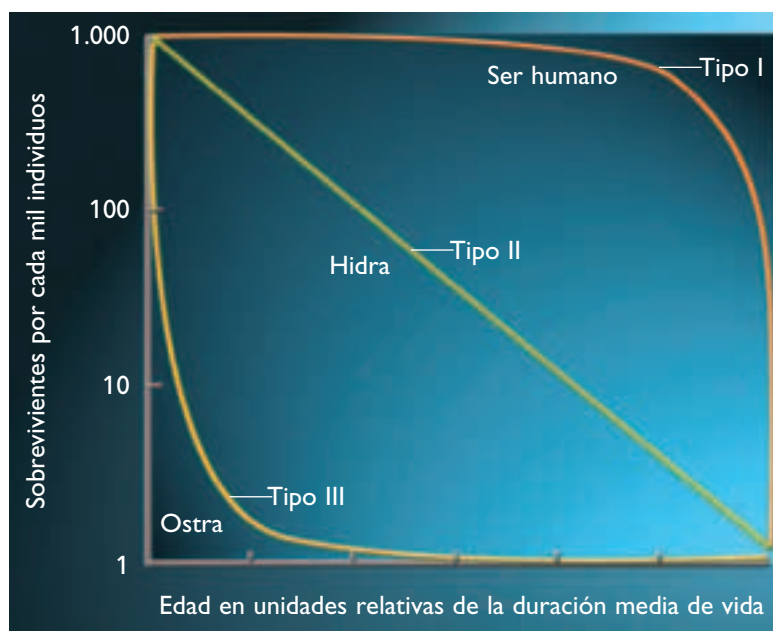
Analiza el diagrama de estructura de edades de nuestro país que aparece en la **página 195** y responde las preguntas en tu cuaderno.

- ¿La población chilena crece, se mantiene o disminuye?
- ¿A qué tipo de países se asemeja Chile: a los menos desarrollados o a los altamente desarrollados? Fundamenta tu respuesta utilizando conceptos relacionados con la ecología de poblaciones, desarrollados en esta unidad.

### 11.3 Patrón de supervivencia

En las poblaciones, algunos individuos mueren al nacer, otros cuando son jóvenes y algunos sobrepasan el promedio de longevidad de la población. Al graficar el número de sobrevivientes de la población en el transcurso del tiempo, versus la edad de la duración media de vida, se obtienen las **curvas de supervivencia**. En las poblaciones de seres vivos existen tres tipos básicos de curvas de supervivencia (ver gráfico): una, en la que la mortalidad de los organismos es máxima en edades avanzadas (tipo I); otra, en la que la mortalidad se distribuye uniformemente en todos los grupos de edad (tipo II), y aquella en la que es máxima en edades tempranas (tipo III).

GRÁFICO 4.11 PATRONES DE SUPERVIVENCIA



Representación de los patrones de supervivencia de diferentes especies.

#### ANTES DE SEGUIR...

- I. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno y luego compara tus respuestas con la de algunos de tus compañeros o compañeras.
  - 1) Explica de qué manera la herbivoría puede contribuir con el proceso evolutivo de las poblaciones.
  - 2) ¿Cómo influyen las relaciones con efecto positivo en el crecimiento de las poblaciones? Explica con un ejemplo.
  - 3) Analiza la tabla que presenta el crecimiento poblacional en tres generaciones de una especie animal. Cada hembra tiene una camada de seis crías, en promedio: tres machos y tres hembras. Completa la tabla hasta la generación 6 y grafica el crecimiento de la población en las seis generaciones.
  - 4) En el caso anterior, ¿cómo se graficaría el crecimiento de la población si este fuera logístico?

Generación	Individuos iniciales	Hembras	Individuos nacidos	Individuos totales
1	2	1	6	8
2	8	4	24	32
3	32	16	96	128

#### Otra forma de aprender

- Confecciona un cuadro resumen de lo que has aprendido sobre el crecimiento de las poblaciones, para explicarlo en el curso. Escribe los conceptos que utilizarás e indica las dificultades que tuviste para completar el cuadro resumen.



## 12 Formación de comunidades

¿Cómo se forman las comunidades? Las poblaciones de especies diferentes que se encuentran juntas en el espacio y en el tiempo constituyen una **comunidad**. Una comunidad no surge de manera repentina, sino que se desarrolla de manera gradual: este desarrollo implica la sustitución de especies, esto quiere decir que, en una etapa inicial de la formación de una comunidad, llegan ciertas **especies colonizadoras** que en el tiempo son remplazadas por otras, las cuales también pueden posteriormente ser sustituidas por otras. El proceso a través del cual se desarrolla una comunidad en el tiempo (cientos o miles de años), con sustitución de especies, se denomina **sucesión ecológica** y se reconocen dos tipos de sucesión.

**a. Sucesión primaria.** Esta ocurre en un hábitat donde previamente no existían organismos ni suelo. Por ejemplo, una comunidad coloniza lentamente una roca desnuda, arena o un estanque glacial donde no hay rastro de vida anterior. Este proceso puede demorar miles de años.

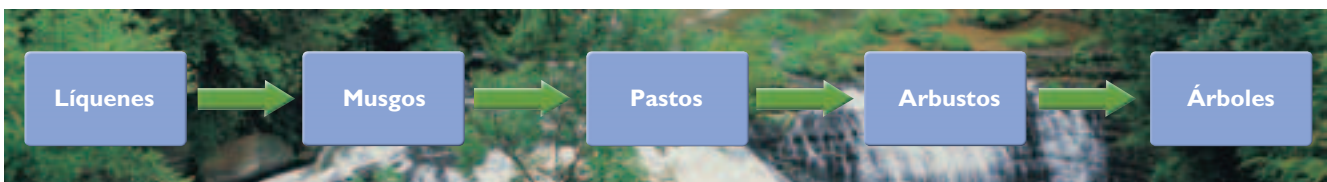
**b. Sucesión secundaria.** Es el desarrollo de una comunidad en un ambiente donde existió una comunidad previa, pero han ocurrido perturbaciones, como los incendios, que han hecho desaparecer a los organismos. Este tipo de sucesión es un poco más rápida que la anterior.

¿Las sucesiones llegan a una etapa final? En un proceso de sucesión ecológica, generalmente se asume la existencia de una **etapa final** conocida con el nombre de **clímax**, que consistiría en un estado de equilibrio dinámico en la comunidad. Es decir, se produciría una sustitución de sí misma, donde los individuos que mueren son sustituidos por jóvenes de la misma especie. Las sucesiones demoran muchos años en alcanzar el clímax, tiempo durante el cual existen muchas probabilidades de que ocurran alteraciones o perturbaciones que afecten a la comunidad.

Si se estudia una comunidad a gran escala, como un bosque, puede reconocerse un **estado de equilibrio**. Sin embargo, a menor escala, por ejemplo al morir y caerse un árbol, se genera un espacio en el que se inicia una nueva sucesión.



En este territorio se puede desarrollar nueva vida, en la llamada sucesión secundaria.



Esquema que representa una sucesión ecológica.

### Actividad 21

### INFERIR

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- En una zona donde no hay seres vivos, comienzan a desarrollarse en gran cantidad algunos líquenes muy pequeños. ¿A qué tipo de crecimiento poblacional se refiere este caso: r o K? Fundamenta tu respuesta.
- ¿Puede ocurrir una sucesión en una comunidad que está en una etapa de clímax?, ¿por qué?

## 12.1 Estabilidad en las comunidades

Todas las interacciones entre poblaciones revisadas anteriormente intervienen en la estabilidad de las comunidades, ya que estas relaciones se producen debido a la disponibilidad de recursos ambientales y los posibles cambios del medio.

Las comunidades tienen, en mayor o menor grado, la capacidad de permanecer estables a través del tiempo, es decir, de enfrentar posibles perturbaciones del medio, como aluviones, caídas de rayos, extensos períodos de sequías, invasión masiva de especies depredadoras, etcétera. Esta estabilidad se mantiene por **resistencia**, y si la comunidad ha sido alterada se recupera por **plasticidad**. Por ejemplo, existen bosques con especies de árboles muy resistentes al fuego, de tal manera que no son dañados fácilmente por incendios menores. Sin embargo, si el bosque se quema, se recupera con gran lentitud o tal vez nunca lo haga. Por el contrario, existe cierto tipo de arbustos que se quema con gran facilidad, pero la comunidad se recupera rápidamente en pocos años.

## 12.2 Comunidades y biomas

Las comunidades características de grandes regiones terrestres, con climas determinados, se denominan **biomas**. Habitualmente, la distinción entre los biomas se basa en su vegetación. Sin embargo, existen especies animales y de otros grupos taxonómicos asociados con la vegetación que son característicos de la comunidad. La tundra, por ejemplo, es un bioma que se presenta principalmente alrededor del Círculo Ártico y los organismos típicos que se encuentran en él son: líquenes, musgos, arbustos, roedores pequeños, caribúes, alces y zorros árticos, entre otros.

Un bioma es **una categoría, no un lugar**. Esto quiere decir que cuando se habla de un bioma específico, como el bioma de selva tropical, no se habla de una región en particular, sino

de todas las selvas tropicales del planeta. A nivel mundial, los investigadores reconocen, principalmente, los siguientes biomas:

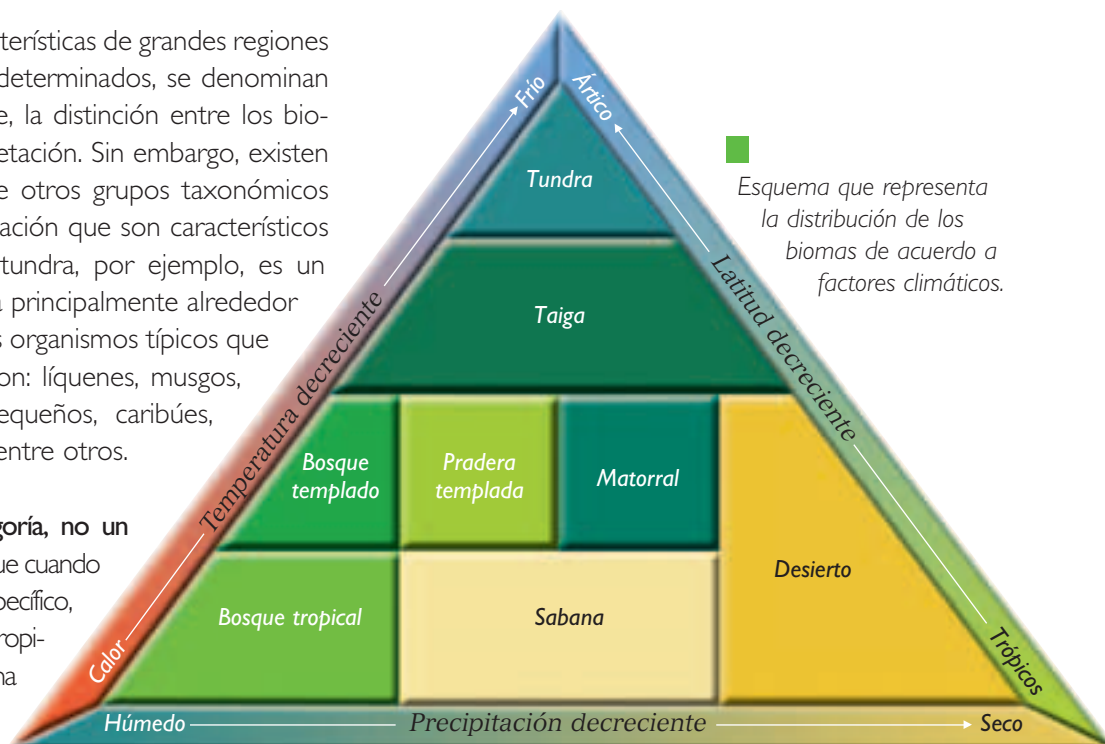
- tundra (ártica y alpina),
- bosque templado,
- taiga (o bosque septentrional de coníferas),
- praderas templadas y tropicales (sabana),
- estepas templadas y frías (estepa patagónica),
- matorral o chaparral,
- bosque o selva tropical y
- desierto.

En Chile, algunos de los biomas que existen son: bosque templado, bosque de coníferas, matorral, desierto, estepa y tundra andina.

### Actividad 22 INVESTIGAR Y ANALIZAR

A partir del esquema de esta página, responde en tu cuaderno.

- Describe las condiciones de temperatura, precipitaciones y latitud de los diferentes biomas.
- ¿En qué lugar del esquema ubicarías el desierto de Atacama? Explica por qué.





## 13 Ecosistema y ser humano

¿Qué impacto genera la presencia del ser humano en el ecosistema? Seguramente nuestro planeta no sería el mismo sin la presencia humana, desde hace unos cien mil a ciento cincuenta mil años. Durante este tiempo, nuestra especie ha transformado parte del ambiente y ha intervenido en los ecosistemas, lo que ciertamente ha generado ciertas dificultades que debemos considerar si queremos establecer un desarrollo armónico con el medio ambiente. Entre las consecuencias que han provocado nuestros actos, podemos contar:

**a. Calentamiento global.** Es el aumento a largo plazo de la temperatura del planeta, debido al “efecto invernadero” que se produce porque ciertos gases ( $\text{CO}_2$ , clorofluorocarbonos, metano, etc.) se están acumulando en la atmósfera, como resultado de la actividad humana, y pueden retener el calor de la radiación solar que normalmente se disiparía. El aumento de la temperatura podría afectar la vida en el planeta debido, entre otras razones, al derretimiento de glaciares, al aumento de sequías en algunas regiones y a las inundaciones.

**b. Destrucción de la capa de ozono.** La estratósfera tiene una capa de ozono que evita la penetración a la superficie terrestre de gran parte de la radiación ultravioleta (UV) proveniente del Sol. Los clorofluorocarbonos, empleados en la elaboración de aerosoles, espuma y otros productos, ascienden a la estratósfera y, a través de ciertas reacciones químicas, descomponen las moléculas de ozono. La exposición en exceso a los rayos UV puede originar daños en los seres vivos, como cataratas, cáncer a la piel y deterioro del sistema inmunológico.

**c. Deforestación desproporcionada.** La deforestación está relacionada con los cambios climáticos globales, ya que contribuye al aumento de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. Por otro lado, la destrucción de los bosques provoca la extinción de especies en períodos muy cortos de tiempo pues altera el hábitat natural de numerosas especies, y, junto con otros factores, pone en peligro su conservación.



Los bosques son sistemas vegetales muy complejos. La deforestación genera cambios importantes en la presencia y organización de las especies, pudiendo llevar a la extinción de muchas de ellas.

Con el objeto de contar con un registro objetivo de la riqueza biológica disponible en la actualidad, y conocer el potencial peligro al que están expuestas las especies en un ecosistema en particular, se han definido **6 categorías del estado de conservación**, así como los criterios para determinar dicho estado. La tabla de la **página 196** resume estos criterios y los ilustra con ejemplos de la fauna endémica chilena.

Además de las acciones señaladas, la sobrepoblación y las elevadas tasas de crecimiento representan un problema global. El consumo desproporcionado y el crecimiento poblacional explosivo provocan la extracción y utilización de recursos, que podrían ser explotados hasta agotarse.

### Actividad 23

### INVESTIGAR

Busca información sobre la Ley 19300 de Bases del Medioambiente y responde en tu cuaderno.

- ¿En qué año se promulgó esta ley? ¿Qué importancia tiene para Chile?
- En esta ley aparecen las definiciones de algunos conceptos. Elige los relacionados con lo aprendido en la unidad y confecciona una encuesta para determinar cuántas personas los conocen. Elabora un informe con los resultados obtenidos.

# Cambio climático y ser humano

Si bien nuestro planeta vive en procesos de cambios naturales, no cabe duda de que el ser humano ha contribuido progresivamente en estos cambios.

Las mayores transformaciones en los ecosistemas han sido producto de la acción humana, en particular durante los últimos 150 años. Con el advenimiento de la revolución industrial y el uso de combustibles fósiles a gran escala, la intervención del ser humano en los ecosistemas se tomó insospechadamente agresiva, teniendo como uno de sus principales resultados el aumento de la temperatura global del planeta.

Esto sumado a que en los últimos años ha ocurrido un aumento significativo de catástrofes climáticas asociadas a incendios forestales, lluvias, inundaciones y tormentas. Por ejemplo, los efectos del huracán Katrina en agosto del año 2005, en la ciudad de New Orleans, en Estados Unidos de América, son un ejemplo del enorme impacto ecológico y social que este tipo de catástrofes puede llegar a tener. Por otra parte, las temperaturas alrededor de la Antártica y del océano Ártico han aumentado cinco veces más que el promedio global en los últimos 50 años: hoy la temperatura promedio en esas regiones del globo es 2,5 °C mayor que la registrada en 1940, resultando en un marcado incremento en el nivel de las aguas oceánicas, debido al derretimiento de enormes masas de hielo. Todos estos fenómenos climáticos están asociados con el calentamiento global de la atmósfera. Todos ellos tienen una causa en común: el dramático aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera debido al mayor consumo de combustibles fósiles.

Una consecuencia directa de la contaminación por CO<sub>2</sub> es aumentar el efecto de invernadero. En condiciones normales, tal como ocurre en un invernadero cuando está cubierto de vidrio o plásticos, los vapores de agua, el CO<sub>2</sub> y el metano (gases invernadero) dejan pasar los rayos de onda corta provenientes desde el Sol hacia la Tierra, pero limitan la liberación hacia el espacio de los rayos de onda larga emitidos desde la superficie terrestre. Sin este efecto de invernadero la temperatura promedio de la atmósfera sería significativamente más baja, y en la práctica impediría el desarrollo de los seres vivos. Sin embargo, el exceso de temperatura causado por el uso masivo de combustibles fósiles por parte de las naciones más industrializadas ha llevado, desde mediados del siglo XIX, a un acelerado aumento de la concentración de gases invernadero en la atmósfera, especialmente de CO<sub>2</sub>, con efectos igualmente adversos sobre los ecosistemas.

Datos procesados en el Centro Hadley para la Predicción e Investigación del Clima, de la Oficina Meteorológica del Reino Unido, muestran cómo el calentamiento global generado por la acción del ser humano ha tenido serias consecuencias sobre el nivel de las aguas, la superficie disponible de hielo en los casquetes polares, la temperatura registrada desde 1860 a la fecha y la temperatura global del planeta estimada durante los últimos mil años. Es importante constatar el efecto positivo que tendría sobre estas variables la reducción efectiva en los próximos 100 años de los niveles de CO<sub>2</sub> atmosféricos.

Fuente: Centro Hadley para la Predicción e Investigación del Clima, de la Oficina Meteorológica del Reino Unido.  
[www.metoffice.com/research/hadleycentre/](http://www.metoffice.com/research/hadleycentre/)

## Analizar el problema

Considerando la información contenida en estas páginas, y buscando información adicional en la biblioteca de tu colegio e internet, desarrolla las siguientes actividades.

- a) Elabora una definición de “cambio climático global” que incluya los términos “planeta”, “evolución”, “ecosistema” y “clima”.
- b) El acuerdo de Bali, firmado en 2007 por los países desarrollados, incluyendo Estados Unidos, busca disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> atmosféricas derivadas de la actividad industrial de dichos países. De cumplirse, ¿tendrá un impacto efectivo en impedir el aumento del efecto invernadero?, ¿por qué? Considera el gráfico que aparece en la **página 196**.
- c) Investiga en internet los otros acuerdos tomados en la cumbre de Bali en el año 2007.
- d) ¿Cuál es la causa directa del aumento observado en el nivel de las aguas oceánicas durante los últimos 150 años?, ¿cuál es su causa indirecta?

## Evalúa tu actitud

- a) ¿En qué medida cada ser humano en particular es responsable del incremento del efecto de invernadero? ¿Se puede hablar de una responsabilidad colectiva en este caso?, ¿por qué?
- b) ¿Cuáles crees tú que pueden ser las amenazas para los acuerdos en materia medioambiental?
- c) ¿Qué responsabilidades tienen, a tu juicio, los países desarrollados con aquellos que están en vías de desarrollo?

## Adopta un compromiso

- Junto a tres compañeros o compañeras, discutan sobre las medidas que puede tomar cada persona, en su diario vivir, para contribuir con la disminución del calentamiento global. Hagan un listado con las acciones concretas a realizar y diseñen un tríptico para su divulgación.



Las cada vez más frecuentes congestiones vehiculares generan una gran cantidad de gases tóxicos que contribuyen con el calentamiento global.

# Impacto ecológico de la colonización española

Un estudio realizado por científicos chilenos revela la magnitud de la alteración del paisaje en tierras mapuches durante los siglos XVI y XVII, debido a la introducción de los sistemas agrícolas y ganaderos mediterráneos aplicados en España.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, llevada a cabo por Fernando Torrejón, de la Universidad de Concepción, y Marco Cisternas, de la Universidad Católica de Valparaíso, las condiciones climáticas y vegetacionales de la Araucanía permitieron a los mapuches desarrollar una economía diversificada, que se sustentó en la recolección, caza, pesca, agricultura incipiente y crianza de la llama.

En el período pre-hispánico se utilizaban principalmente los claros de bosque y terrenos fértiles para el cultivo de la papa, el maíz, la quínoa, el ají y los porotos, mientras que el riego era proporcionado por las abundantes lluvias de la región. La crianza extensiva y a pequeña escala de la llama proporcionaba las materias primas requeridas para cubrir las necesidades básicas de la población. De este modo, la actividad agropecuaria mapuche estuvo en un relativo equilibrio con el medio natural,

debido a su carácter extensivo y de autoconsumo.

Sin embargo, la introducción de la agroganadería mediterránea provocó la desarticulación del sistema económico indígena, comenzando un acelerado proceso de alteración del paisaje ecológico araucano.

La abundancia de forraje natural y la ausencia de grandes competidores y depredadores (el puma era el único carnívoro de importancia), facilitaron la propagación del caballo, y de ganado vacuno, ovino y caprino, así como la adopción de cultivos que sustituyeron a las especies autóctonas como el maíz, la quínoa y el madi, entre otros. Además, se estima que como resultado del alzamiento general mapuche, entre 1598 y 1600 en la Araucanía, se apropiaron de 500.000 cabezas de ganado español, incluyendo porcinos, caprinos, ovinos y bovinos. Una de las más importantes transformaciones del entorno natural mapuche la sufrió la

cobertura vegetal debido a la selectividad alimenticia y al mayor impacto sobre el terreno de los caballares y vacunos de origen español.

Torrejón, F. y Cisternas, M. "Impacto ambiental temprano en la Araucanía deducido de crónicas españolas y estudios historiográficos". Universidad Austral de Chile, 2003. (Adaptación)

A PARTIR DE LA LECTURA ANTERIOR Y DE LO QUE APRENDISTE EN ESTA UNIDAD, RESPONDE:

- a. ¿Qué características del sistema agrícola y ganadero mapuche existente antes de la conquista española permiten definirlo como "ecológicamente estable"?
- b. Explica cómo pudo haber influido la incorporación de gran cantidad de organismos de especies no autóctonas a territorio mapuche en tan corto período de tiempo.

# Estudio de una comunidad natural

- En ecología, una manera de obtener información es el estudio en terreno. En esta oportunidad, te invitamos a estudiar una comunidad natural. Para este, y cualquier estudio ecológico, se requiere que delimites el problema a estudiar y para ello es bueno considerar los siguientes aspectos:
  - a. ¿Cuál es la comunidad natural que voy a estudiar?
  - b. ¿Cuál es el problema que voy a estudiar? Debes indicar una pregunta que desees responder con el estudio.
  - c. Enunciar una hipótesis. Esto te ayudará a delimitar el sentido de la investigación.
  - d. ¿Qué aspecto de la comunidad voy a estudiar? Puede ser, por ejemplo, la densidad de las poblaciones, las interacciones en la comunidad o los factores abióticos que determinan la densidad poblacional, entre otros aspectos.
  - e. Confeccionar un cronograma. Este te ayudará a cumplir las metas propuestas con tiempos bien limitados y concretos.
  - f. Luego de la obtención de resultados, realizar el análisis y plantear las conclusiones. Finalmente, elaborar un informe de la investigación realizada.
  - g. Ten presentes algunos aspectos prácticos, indicados en la **página 197**.

## Materiales

- Cuerda o pitilla, lupa, cuaderno para tomar apuntes, termómetro ambiental, probeta, cintas para medir pH, bolsas plásticas, lápices, huincha de medir y agua destilada.

## Procedimiento

1. Elige al menos dos sitios de la misma zona de estudio, con el objeto de comparar.
2. Determina el área aproximada de cada lugar de trabajo.
3. Establece cuadrantes, de alrededor de 5 metros cuadrados, y delimitalos con la cuerda o pitilla.
4. Cuenta el número de organismos de diferentes especies encontrados en cada cuadrante. Si no conoces el nombre de la especie, determina el grupo taxonómico al cual pertenece (arácnido, insecto, molusco, reptil, etcétera) y, en el caso de los vegetales, si corresponde a una hierba, un árbol, un arbusto, un musgo o un helecho.
5. Estima la abundancia de cada especie representada en el cuadrante y extrapola tus datos, para estimar la abundancia de cada especie en el área total.
6. Para estudiar los factores abióticos mide la temperatura ambiental, el pH del agua, si existe, y el pH del suelo.
7. Para describir el tipo de suelo, deposita una muestra en la probeta, hasta un 75% de su volumen total. Completa la probeta con agua, deja decantar la muestra, y mide el porcentaje de materia orgánica, de arcilla y de arena. Con esto podrás determinar si el suelo es orgánico, arenoso o arcilloso.
8. Mide la temperatura del suelo a 10 cm y a 50 cm de profundidad.
9. Colecta unos 100 gramos de tierra y guárdalos en una bolsa plástica con el objeto de medir en el laboratorio el porcentaje de humedad del suelo. Esto se realiza midiendo la masa de la muestra inicial, luego se deja secar y se mide la masa de la muestra final; la diferencia está dada por el agua que se ha evaporado y con ese dato se determina el porcentaje de humedad presente en el suelo en el momento del estudio.

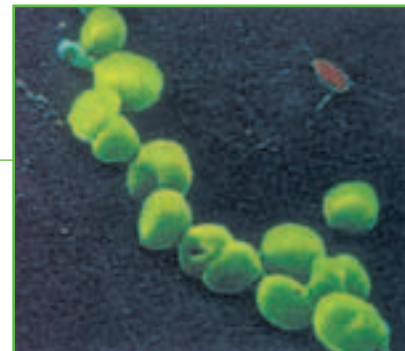


Organismo y ambiente

Para caracterizar las **poblaciones** se estudian la densidad, natalidad, mortalidad y migración de sus miembros. El **patrón de crecimiento** de una población puede ser:

**Exponencial:** a mayor tamaño de la población, mayor cantidad de individuos por unidad de tiempo. El tamaño de estas poblaciones es regulado por la capacidad del ambiente para sostener dicha población.

**Logístico:** a largo plazo, la curva que describe este crecimiento es sigmoideal (forma de S), y su límite superior representa la máxima capacidad de carga del ambiente (K).



Las **interacciones interespecíficas** pueden ser de beneficio mutuo (mutualismo), mutuamente perjudiciales (competencia), o de beneficio para uno solo de los organismos (parasitismo y depredación). La competencia también puede darse a nivel **intraespecífico**.

La **herbivoría** puede ser considerada una forma de depredación. Como resultado de la coevolución entre plantas y herbívoros, las plantas han desarrollado defensas químicas que las hacen poco apetitosas para sus depredadores.



El crecimiento de las poblaciones puede estar afectado por **factores independientes de la densidad** (clima, catástrofes naturales, incendios, etc.), o bien por **factores dependientes de la densidad poblacional** (competencia, depredación, ataque de parásitos y de agentes infecciosos).

En el primer caso, los individuos tienden a mostrar elevadas tasas de crecimiento (**estrategia de crecimiento tipo r**).

En el segundo caso, el crecimiento de la población tiende a detenerse, con un tamaño cercano al permitido por la capacidad de carga del ambiente (**estrategia de crecimiento tipo K**).

CONAF



Las **comunidades** de organismos evolucionan por un proceso de sustitución de especies, o **sucesión ecológica**.

La **sucesión primaria** ocurre en un hábitat libre de organismos preexistentes. Hay **sucesión secundaria** cuando la comunidad se desarrolla en un ambiente donde existió una comunidad previa, pero dicha comunidad fue extinguida por acción de factores independientes de la densidad. La etapa final de la sucesión ecológica ocurre cuando se alcanza un equilibrio dinámico entre el número de muertes y de nacimientos. La **estabilidad de las comunidades** en el tiempo depende tanto de su capacidad de resistencia a los cambios ambientales, como de su plasticidad o capacidad de adaptación frente a tales cambios.



En las **poblaciones humanas**, los parámetros de la **proporción de sexos**, y en mucha mayor medida, la **composición etaria**, están relacionados con el nivel de desarrollo económico y las condiciones generales de salud de la población. Según las proyecciones de crecimiento de la población humana, a largo plazo se alcanzará un crecimiento igual a cero, igualándose las tasas de natalidad y mortalidad. Poblaciones más jóvenes y con mayor cantidad de mujeres tienden a presentar mayor tasa de natalidad y menor tasa de mortalidad. Una situación inversa se espera para las poblaciones con mayor cantidad de adultos que de jóvenes, y menor número de mujeres que de hombres.



La **actividad del ser humano** sobre el ecosistema ha provocado, entre otras consecuencias, el **calentamiento global**, aumentando la temperatura del planeta, la **destrucción de la capa de ozono** disponible en la estratósfera, incrementando la incidencia de radiación ultravioleta, y la **deforestación desproporcionada**, contribuyendo al aumento de  $\text{CO}_2$  atmosférico y a la extinción de numerosas especies. La sobrepoblación en los países en vías de desarrollo y el excesivo consumo energético en los países desarrollados también son factores de origen humano que inciden sobre el ecosistema.

## Conectando conceptos

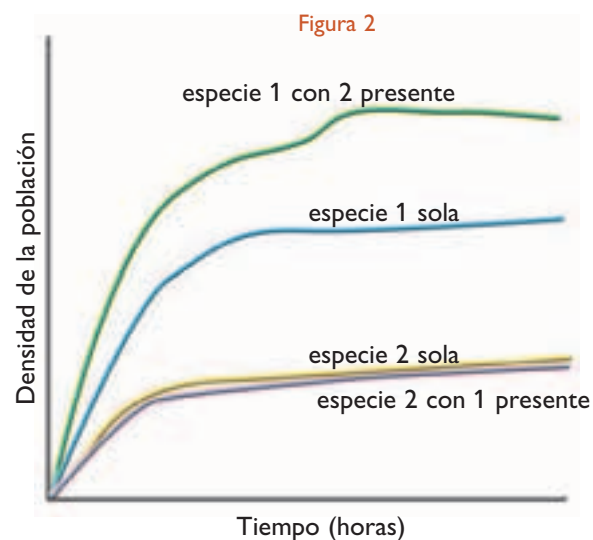
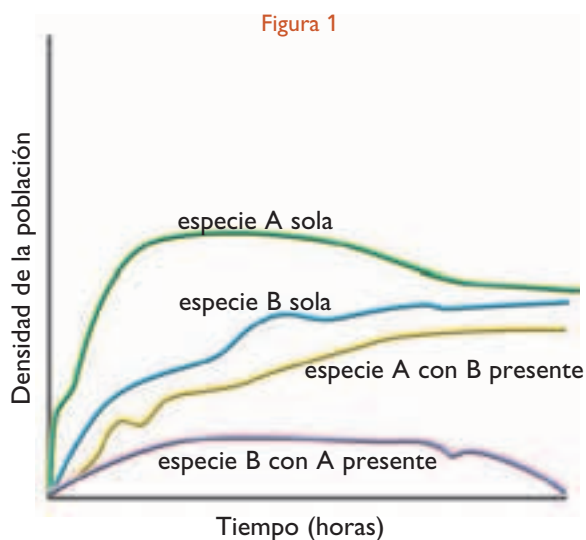
Te invitamos a construir un mapa conceptual de la unidad. Para esto, selecciona al menos 12 conceptos relevantes que fueron desarrollados en la unidad y no olvides incluir los conectores adecuados entre los conceptos.

En tu cuaderno responde las siguientes preguntas tipo PSU. Lee atentamente el enunciado y las alternativas; recuerda que solo una de ellas es la correcta. Al finalizar, revisa tus respuestas en el Solucionario de la página 198 del libro.

1. Un ecosistema se compone de:

- A. bioma + población.
- B. comunidad + biomas.
- C. medio abiótico + comunidad.
- D. población + comunidad.
- E. población + medio abiótico.

Un científico ha examinado el crecimiento de dos especies de plancton, A y B, creciendo juntas y separadamente (figura 1). Ambas se alimentan de la misma alga y son cultivadas en presencia de ella. El científico cuantificó la densidad de las poblaciones a través del tiempo. El cultivo se inició en cada caso con el mismo número de plancton. En otro experimento, el crecimiento de dos especies de algas, 1 y 2, fue examinado tanto para las algas creciendo juntas o separadamente (figura 2). A partir de estos antecedentes, responde las preguntas 2, 3 y 4.



2. ¿Cuál de las siguientes relaciones describe mejor los resultados obtenidos entre la especie A y B?

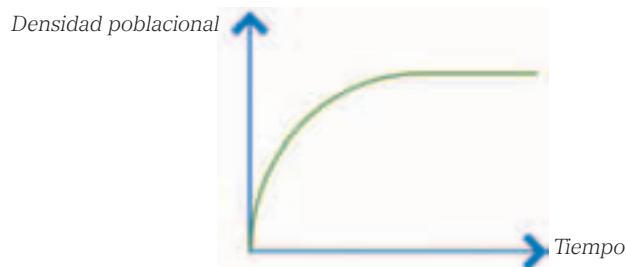
- A. Simbiosis.
- B. Mutualismo.
- C. Competencia.
- D. Comensalismo.
- E. Parasitismo.

3. ¿Cuál de las siguientes relaciones describe mejor los resultados obtenidos entre la especie 1 y 2?

- A. Simbiosis.
- B. Mutualismo.
- C. Competencia.
- D. Comensalismo.
- E. Parasitismo.

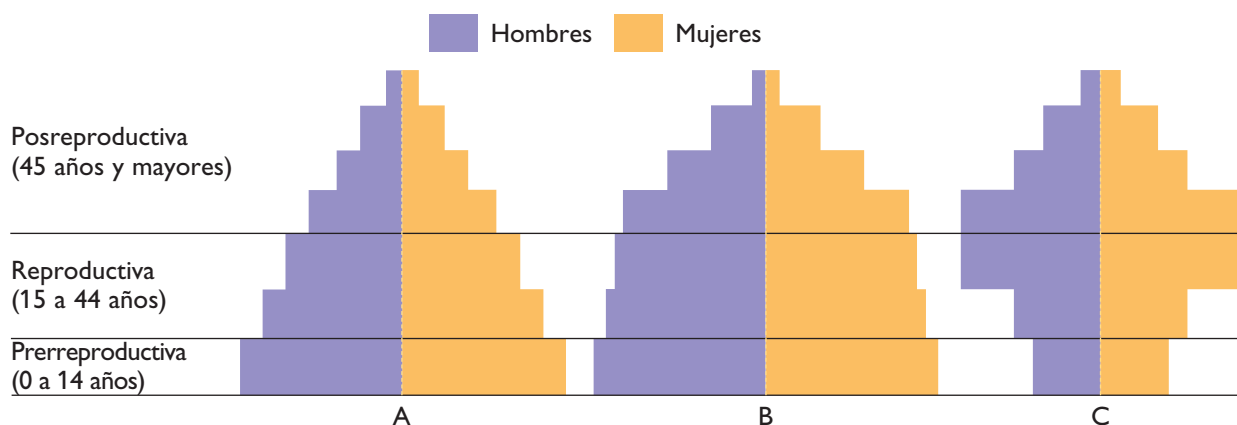
- 4. De acuerdo a los datos de la figura 2, ¿cuál de las siguientes hipótesis es más probable?**
- A. La especie 1 bloquea la luz a la especie 2 impidiendo que esta última crezca rápidamente.
  - B. La especie 1 es incapaz de sintetizar un aminoácido esencial, el que es liberado por la especie 2.
  - C. La especie 2 secreta un nutriente que, para la especie 1, es escaso en el medio de cultivo.
  - D. La especie 1 secreta un deshecho tóxico que disminuye el crecimiento de la especie 2.
  - E. La especie 1 está mejor adaptada al crecimiento en medios de cultivos como el usado en el experimento.
- 5. ¿Cuál de los siguientes pares de organismos podrían presentar competencia por un recurso alimenticio limitado?**
- A. rémora – tiburón.
  - B. abeja – termita.
  - C. puma – león.
  - D. paloma – mariposa.
  - E. conejo – pasto.
- 6. En relación a las poblaciones, es correcto afirmar que:**
- I. el crecimiento poblacional depende de la densidad y natalidad.
  - II. la tasa de crecimiento cero se da en una población que crece exponencialmente.
  - III. la mortalidad y las migraciones también se pueden considerar como atributos que influyen en el crecimiento poblacional.
- A. Solo I
  - B. Solo II
  - C. I y II
  - D. I y III
  - E. I, II y III
- 7. La resistencia ambiental es reconocida como:**
- A. las condiciones que determinan la capacidad de carga del ecosistema.
  - B. los límites que tiene la población para crecer, independientes de la densidad de la población.
  - C. lo mismo que el potencial biótico.
  - D. lo que se expresa frecuentemente frente al crecimiento exponencial de las poblaciones biológicas.
  - E. lo que se verifica siempre y cuando el potencial biótico sea el máximo.
- 8. Una comunidad se puede definir correctamente como:**
- A. Un conjunto de individuos de la misma especie.
  - B. Un conjunto de poblaciones de la misma especie ubicadas en un mismo espacio.
  - C. Un conjunto de poblaciones situadas en una zona determinada.
  - D. Un conjunto de poblaciones de diferente especie que interactúen en un espacio determinado.
  - E. Un conjunto de ecosistemas, caracterizados por un clima determinado.

9. En un estudio de crecimiento poblacional se logra obtener la siguiente curva de crecimiento. El análisis de dicho gráfico nos permite afirmar que:



- A. el tamaño de la población aumenta proporcionalmente al paso del tiempo.
  - B. durante el lapso graficado, entre más grande es la población, más rápido es el incremento poblacional.
  - C. el tamaño de la población tiende a estabilizarse a medida que la población aumenta el tamaño.
  - D. se trata de una población cuyo crecimiento no se ve afectado por factores ambientales.
  - E. se trata de la gráfica de un modelo de crecimiento exponencial, o en j.
10. La población humana presenta un crecimiento de Tipo I, puesto que:
- A. la mayor tasa de mortalidad se produce a temprana edad.
  - B. la mayor tasa de mortalidad se produce en edades tardías.
  - C. la tasa de natalidad es variable en el tiempo.
  - D. la tasa de natalidad aumenta exponencialmente.
  - E. las tasas de natalidad y mortalidad son constantes.

• Analiza los diagramas de estructuras de edades y responde las preguntas 11 y 12.



11. Respecto a la estructura etaria de estas tres poblaciones, es correcto señalar:
- A. la población A es estacionaria.
  - B. la población B está en expansión.
  - C. la población C está en contracción.
  - D. la población A es estacionaria y la B está en expansión.
  - E. la población A es estacionaria, la B está en expansión y la C en contracción.



**12. Si comparamos estas poblaciones entre sí, es correcto señalar que:**

- A. la población A presenta mayor proporción de mujeres que la población C.
- B. la población C es la que tiene más habitantes.
- C. la población C presenta la menor proporción de adultos.
- D. A y B difieren en la proporción de individuos en edad posreproductiva.
- E. el mayor crecimiento ocurrirá en la población C.

**13. Todos los ecosistemas poseen ciertas características. Si se observa un ecosistema en formación:**

- I. seres vivos con ciclos de vida corto.
- II. especies colonizadoras.
- III. baja biodiversidad.
- IV. crecimiento poblacional del tipo K.

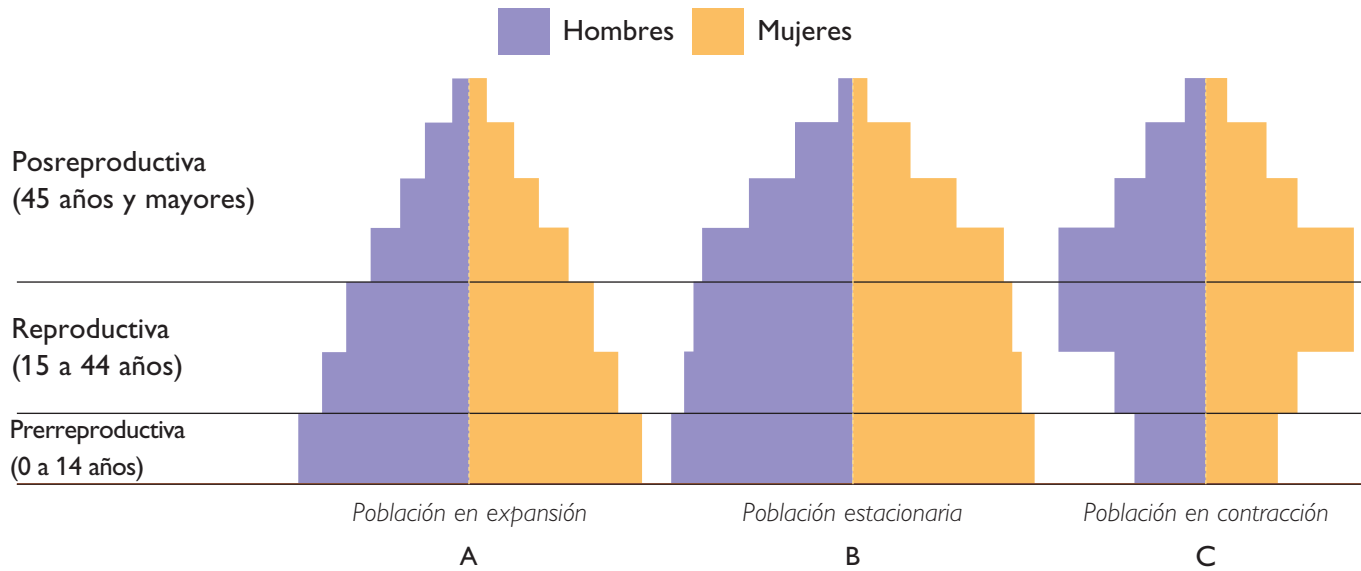
- A. Solo II
- B. II y III
- C. I, II y III
- D. I, III y IV
- E. I, II, III y IV

### Evaluándonos en grupo

Al finalizar las actividades de aprendizaje de esta unidad, te invitamos a evaluar tu trabajo y el de tus compañeros y compañeras de grupo. Escribe en tu cuaderno la siguiente tabla y califícate, junto a tu grupo, con notas de 1 a 7. Luego, calcula los promedios y compara con las notas que pusieron los demás. ¡Suerte!

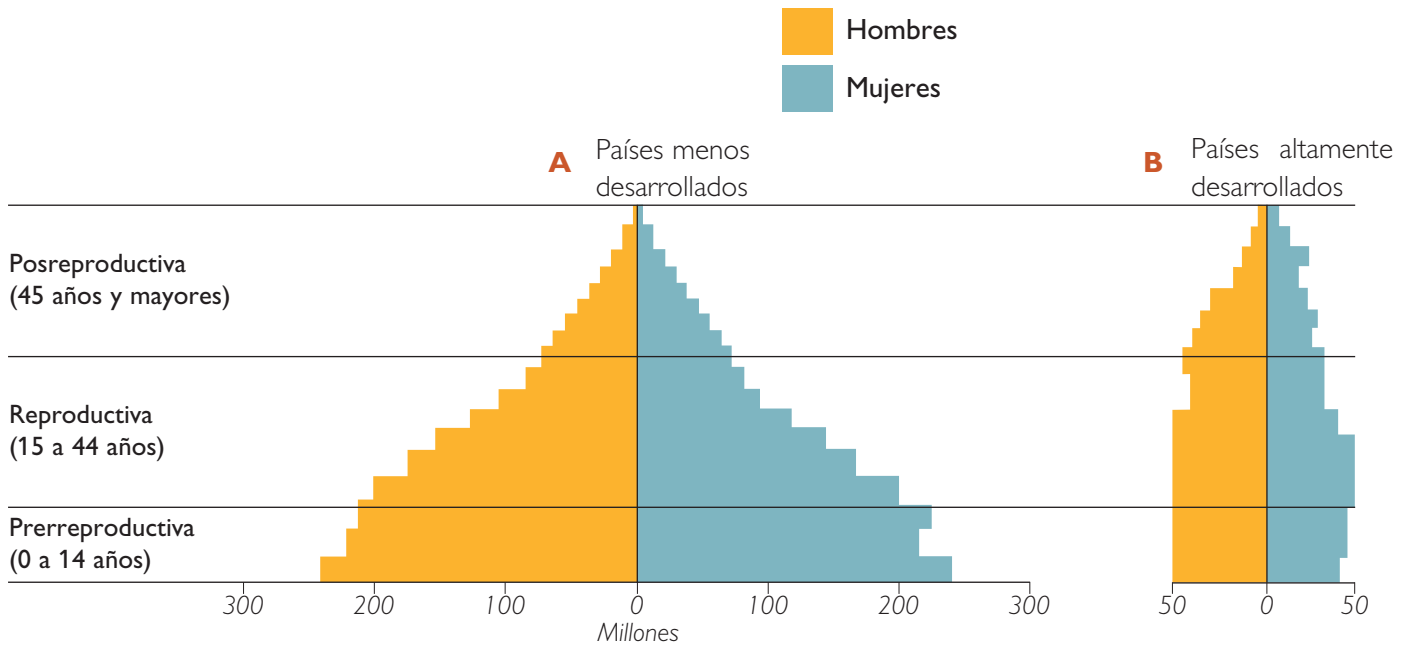
Aspecto a evaluar	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Yo
1. Lee los contenidos de las páginas.				
2. Desarrolla las actividades.				
3. Pregunta las dudas cuando no entiende algo.				
4. Intenta comprender todos los contenidos tratados.				
5. Responde completamente en el cuaderno la evaluación de la unidad.				
6. Participa activamente en todos los desafíos de la unidad.				
7. Estudia y prepara los contenidos clase a clase.				
8. Los resultados obtenidos son acordes con el esfuerzo aplicado.				
Promedio				

Para usar en página 177



Los diagramas de estructuras de edades se utilizan frecuentemente para representar las poblaciones humanas de diferentes países. La forma indica si la población crece (A), se mantiene estable (B), o disminuye (C).

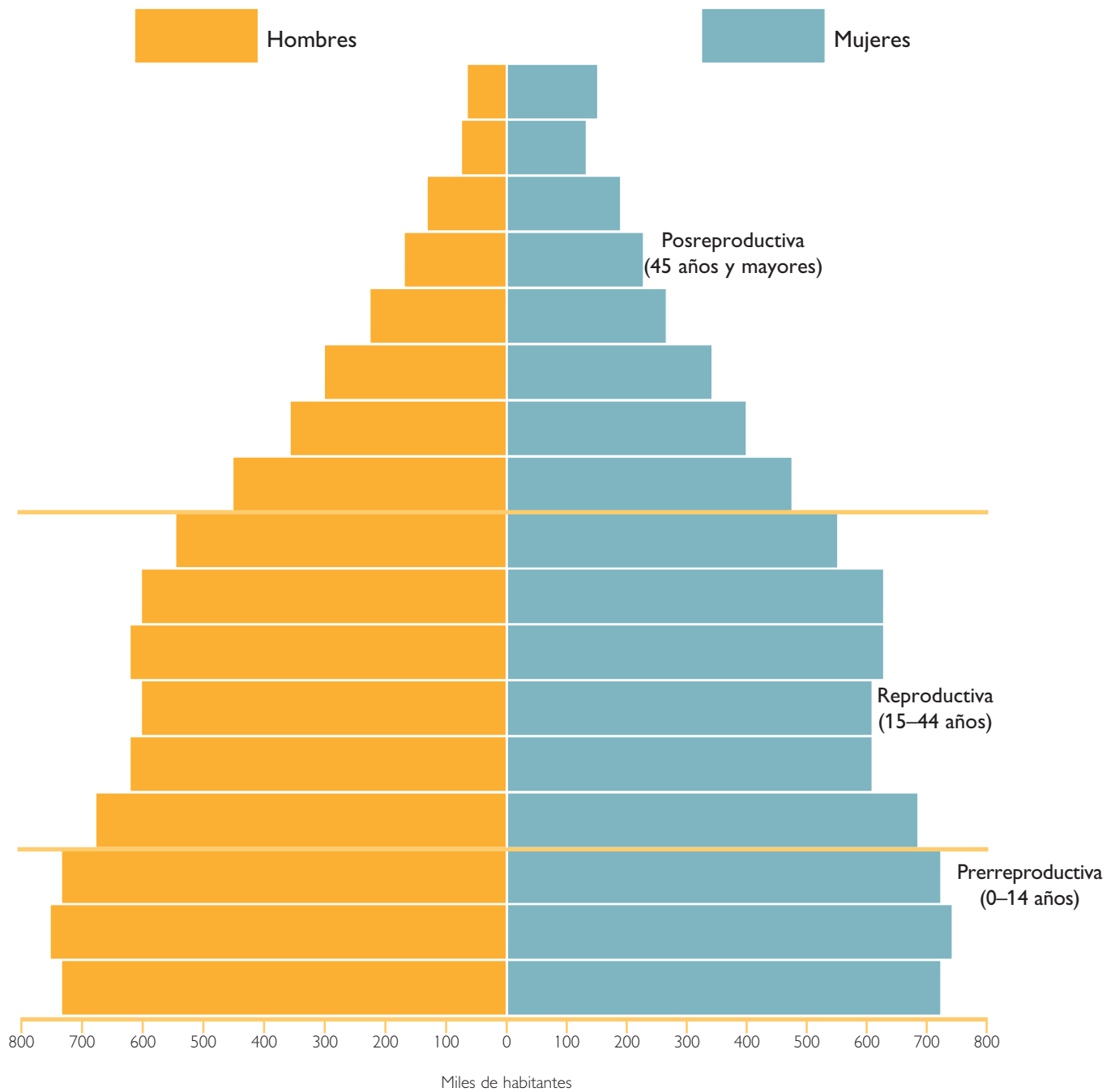
Para usar en página 178



Diagramas que representan la estructura de edades de países en vías de desarrollo (A) y desarrollados (B).

## DIAGRAMA DE ESTRUCTURA DE EDADES EN CHILE

Adaptado del Compendio Estadístico, INE, 2001.



Para usar en la página 183

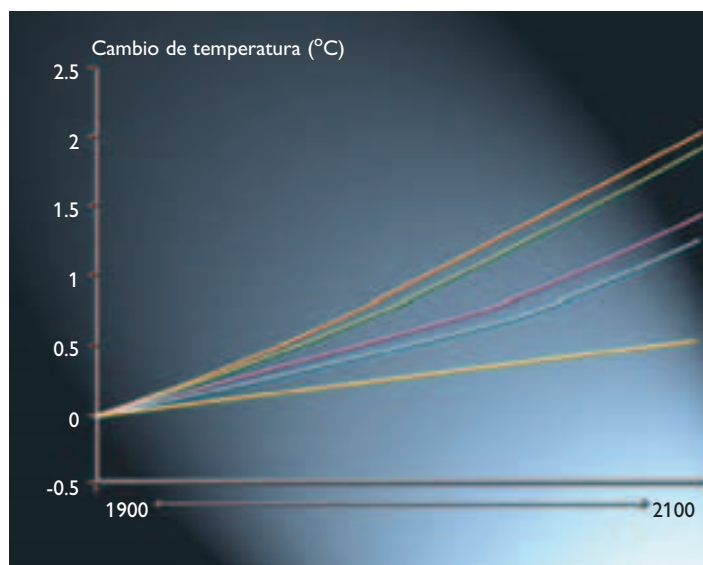
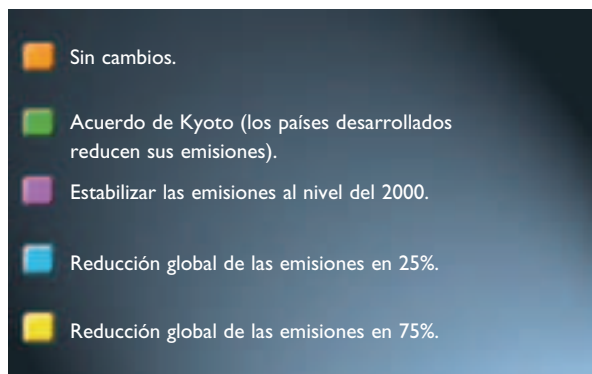
Tabla 4.3

Categoría	Criterios	Ejemplo en Chile
Extinta	Especies que no han sido localizadas en estado silvestre en los últimos 50 años.	Chinchilla ( <i>Chinchilla lanigera</i> )*, zarapito boreal ( <i>Numenius borealis</i> )*.
En peligro	Su supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Su hábitat y/o su número ha sido reducido a un nivel crítico.	Huemul ( <i>Hippocamelus bisulcus</i> ), picaflor de Juan Fernández ( <i>Sephanoides femandensis</i> ), loro trichahue ( <i>Cyanoliseus patagonus</i> ), sapo amiero ( <i>Alsodes nodosus</i> ).
Vulnerable	Pasarán en el futuro cercano a la categoría "En peligro" si los factores causales de la amenaza continúan operando.	Pudu ( <i>Pudu pudu</i> ), cisne de cuello negro ( <i>Cygnus melanocoripha</i> ), rana chilena ( <i>Caudiverbera caudiverbera</i> ), ranita de Darwin ( <i>Rhinoderma darwini</i> ).
Rara	Su población mundial es pequeña y están sujetas a cierto riesgo. Ubicadas en hábitats restringidos, son de muy baja densidad poblacional.	Gato andino ( <i>Felis jacobita</i> ), gaviota andina ( <i>Larus serranus</i> ), perdiz austral ( <i>Tinamotis ingoufi</i> ).
Fuera de peligro	Especies en condiciones de relativa seguridad debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la eliminación de la amenaza.	Coipo ( <i>Myocastur coypus</i> )*, lobo marino de un pelo ( <i>Otaria flavescens</i> )*.
Inadecuadamente conocida	Pertenece supuestamente a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza por falta de información.	Perca ( <i>Percichthys trucha</i> ), puye ( <i>Galaxias maculatus</i> ), róbalo ( <i>Eleginops maclovinus</i> ), cauque ( <i>Cauque mauleanum</i> ).

\* en la mayor parte de su hábitat

Para usar en la página 185

GRÁFICO 4.12 EFECTO DE REDUCIR LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>



Fuente: Centro Hadley para la Predicción e Investigación del Clima, de la Oficina Meteorológica del Reino Unido. [www.metoffice.com/research/hadleycentre/](http://www.metoffice.com/research/hadleycentre/)

### Medidas de trabajo en terreno

El trabajo en terreno puede ser interesante y entretenido, pero debe ser realizado con rigurosidad y precaución, pues de esto depende el éxito de las actividades que realices en él. Para ello, es importante que conozcas una serie de medidas que ayudarán a que tu trabajo en terreno sea satisfactorio y seguro. Algunas de las recomendaciones generales más importantes son:

- Antes de iniciar el trabajo, asegúrate de conocer el procedimiento a seguir. Cualquier duda que tengas, pregúntale a tu profesor o profesora.
- Usa ropa adecuada para el terreno que visitarás.
- Nunca te desplaces solo en el lugar de trabajo; lo recomendable es siempre trabajar de a 4 personas.
- En el caso de que el terreno de estudio sea muy extenso, asegúrate de tener vías de comunicación expedita y segura con el centro de operaciones de la actividad.
- Respetar siempre las normas existentes en el lugar de trabajo.
- Si te encuentras en una reserva nacional o un parque nacional, escucha claramente las instrucciones del guardaparques. Todas las normas son por tu propia seguridad.
- No corras ni realices actividades que puedan poner en riesgo tu seguridad o la de tus compañeros o compañeras.
- Evita coleccionar animales o muestras vegetales en los lugares de trabajo; hoy es muy útil sacar fotografías, ya que cumplen plenamente la función de la colección. Aprendamos a coleccionar fotografías como medio de almacenamiento de información.
- Si preparas expediciones o caminatas por largo tiempo, ocúpate de llevar abundante agua y un set de primeros auxilios.
- Cada una de las actividades que realices en un lugar desconocido comunícasela a tu profesor o profesora.
- En caso de accidente, mantén la calma e informa inmediatamente a tu profesor o profesora.



**COMPRUEBA LO QUE APRENDISTE**

1. C
2. C
3. D
4. C
5. C
6. D
7. A
8. D
9. C
10. B
11. C
12. D
13. C

**Bioma.**

Categoría ecológica que distingue a comunidades características de grandes regiones terrestres, definidas principalmente por su tipo de vegetación.

**Capacidad de carga (K).**

Tamaño de la población más grande que puede soportar, durante un tiempo indefinido, un ambiente determinado.

**Comportamiento eusocial.**

Se caracteriza por la existencia de “castas” o miembros de una colonia especializados en realizar funciones específicas que van en beneficio de toda la colonia. Puede ser resultado de la evolución de relaciones de mutualismo.

**Comunidad.**

Poblaciones de especies diferentes que interactúan entre sí en un espacio y tiempo determinado.

**Concepto ecológico de especie.**

Considera la especie como unidad fundamental del ecosistema y corresponde a una población de organismos que explota el mismo nicho ecológico.

**Demo.**

Poblaciones locales que presentan una alta probabilidad de aparearse entre sí, en comparación con la probabilidad de aparearse con un miembro de otra población, de la misma especie.

**Desplazamiento de caracteres.**

Proceso de divergencia o diferenciación fenotípica entre dos especies que comparten un mismo hábitat.

**Ecosistema.**

Unidad de organización ecológica integrada por los organismos de una comunidad, las interacciones que se establecen entre ellos y los factores abióticos con los que se interrelacionan.

**Exclusión competitiva.**

Principio según el cual dos especies no pueden ocupar el mismo nicho ecológico o, si lo hacen, ocurre el desplazamiento o extinción de una de ellas.

**Parasitoidismo.**

Forma de parasitismo que ocurre en insectos que en su estado adulto viven fuera del hospedero, pero lo utilizan como sitio de cría y oviposición.

**Población.**

Grupo de organismos de la misma especie que ocupan una región geográfica definida, en un tiempo determinado, y que pueden reproducirse entre sí a lo largo de las generaciones.

**Protocooperación.**

Es una forma de mutualismo en la cual la interacción no es condición esencial para la sobrevivencia de los organismos involucrados.

**Tasa de crecimiento (r).**

Es igual a la tasa de natalidad (b) menos la tasa de mortalidad (d), más el valor de la inmigración (i) menos la emigración (e). De este modo,  $r = (b - d) + (i - e)$ .

# Medidas de seguridad en el trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio puede ser interesante y entretenido, pero debe ser realizado con rigurosidad y precaución, pues de esto depende el éxito de las actividades que realices en él. Para ello, es importante que conozcas una serie de medidas que ayudarán a que tu trabajo experimental sea satisfactorio y seguro. Algunas de las recomendaciones generales más importantes para trabajar en el laboratorio son:

- Antes de iniciar el trabajo experimental, asegúrate de conocer el procedimiento a seguir. Cualquier duda que tengas, pregúntale a tu profesor o profesora.
- Usa siempre un delantal o cotona, para evitar que tu ropa se manche o salpique, y mantén el área de trabajo limpia y ordenada, sin libros, abrigos, bolsos o cualquier otro material innecesario, en especial teléfonos celulares o aparatos de sonido.
- Nunca utilices un equipo o aparato de laboratorio sin conocer correctamente su funcionamiento o sin la autorización de tu profesor o profesora.
- Si usas el pelo largo, mantenlo recogido, y evita el uso de bufandas, collares, pulseras, u otros elementos que puedan enredarse con los materiales de trabajo.
- No inhales, pruebes, huelas ni toques productos químicos si no estás debidamente informado de sus características.
- Si trabajas con microorganismos, evita el uso de esmalte en la uñas y mantenlas siempre cortas.
- Nunca corras, juegues, comas o bebas en el laboratorio.
- Una vez terminada la actividad, deja el material de laboratorio limpio y ordenado.



¿Qué medida básica de seguridad no está cumpliendo el estudiante de la fotografía?

- Lava prolijamente tus manos con abundante agua y jabón después de cada actividad y antes de salir del laboratorio.
- Infórmate de las normas de seguridad de tu establecimiento escolar, respecto a las acciones a tomar en caso de incendio, sismo u otra emergencia. Debes saber a qué zona de seguridad debes ir en caso de evacuación del laboratorio.

## A. Manipulación de material de vidrio

Gran parte del material utilizado en el laboratorio de ciencias corresponde a material de vidrio, como por ejemplo las placas de Petri, tubos de ensayo, varillas de agitación y vasos de precipitado, por mencionar algunos. Al tratarse de un material delicado, es importante tratarlo con mucho cuidado. Algunas recomendaciones importantes para prevenir accidentes, producto de su manipulación, son:

- Nunca manipules material de vidrio en mal estado y replázalo si se encuentra quebrado o trizado.
- Evita forzar el material de vidrio. Protege tus manos con guantes cuando necesites introducir un tapón o algún otro elemento a presión en un tubo de ensayo.
- Al calentar material de vidrio, recuerda que este tarda en enfriarse y presenta el mismo aspecto del material que no ha sido calentado.
- No expongas el material de vidrio directo a la llama. Para ello, se recomienda interponer un material capaz de difundir el calor, como una rejilla metálica y utilizar preferentemente piezas de vidrio resistentes al calor.

## B. Trabajo con calor

El trabajo de laboratorio implica muchas veces utilizar fuentes de calor, como el mechero. Dada su peligrosidad, es importante que manejes algunas medidas básicas de prevención en el trabajo con el calor:

- Al trabajar con el mechero, debes colocarlo al centro del mesón, alejado de reactivos y material inflamable.
- Asegúrate siempre de que el mechero esté en buenas condiciones y cuida de nunca calentar instrumental en mal estado, o que no sea resistente a altas temperaturas.
- Al calentar un tubo de ensayo, hazlo siempre por los costados, agitando suavemente el contenido.
- Cuando calientes tubos de ensayo, recuerda utilizar una pinza de madera para evitar quemaduras.
- Al exponer al calor una sustancia en un tubo de ensayo, asegúrate de que la boca del tubo no apunte hacia ti o hacia algún compañero o compañera; y **nunca calientes frascos que estén completamente cerrados**.
- Cuida de dejar cerrada la llave de paso del gas cuando termines de trabajar.



■ Cuando se utiliza el mechero, es muy importante mantener alejado cualquier elemento combustible, ya que muchas veces la llama no se observa fácilmente.

## C. Manipulación de material cortopunzante

Es importante tener mucho cuidado con el material cortopunzante, solo utilízalo cuando te lo indiquen y **nunca corras o juegues con él**, manteniéndolo siempre en un lugar visible para evitar accidentes. Elimina en cajas el material cortopunzante desechable, para evitar que las personas se dañen en su transporte y eliminación.

## D. Manipulación de reactivos y sustancias químicas

Al trabajar con sustancias químicas y reactivos, es importante seguir una serie de normas para evitar accidentes. Algunas de ellas son:

- Lee siempre las etiquetas de los frascos, no pruebes o inhales su contenido y evita todo contacto con tu piel y ojos.
- Nunca devuelvas al frasco original restos de reactivos, aunque no hayan sido utilizados.
- Nunca intercambies las tapas de los frascos y utiliza distintas pipetas al vaciarlos de un recipiente a otro.

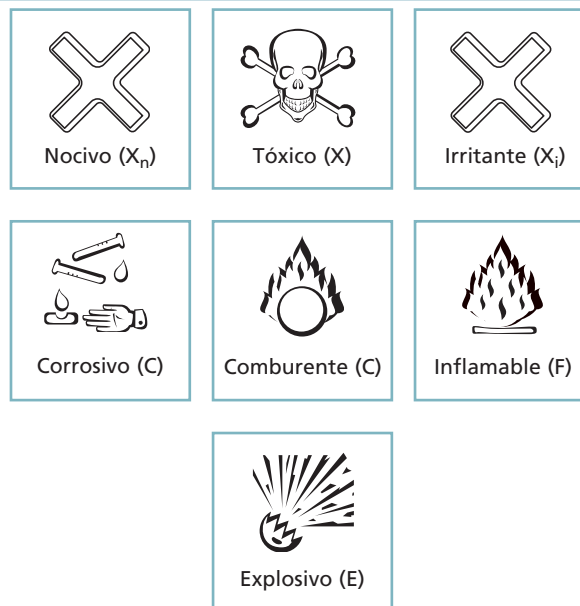
- Nunca realices mezclas que el profesor o profesora no te indique, ya que pueden resultar **muy peligrosas**.
- No viertas residuos y líquidos en el lavamanos, a menos que el profesor o profesora te lo indique.

Para trabajar de forma segura con los distintos reactivos que se pueden encontrar en el laboratorio, es necesario que conozcas la simbología de advertencia que algunas sustancias químicas presentan, con el fin de que tengas en cuenta algunas precauciones al trabajar con cada una de ellas.

### E. Medidas de seguridad al trabajar con microorganismos

El realizar actividades de laboratorio con microorganismos a base de caldos y medios de cultivo sólidos, puede ser una experiencia interesante y muy motivadora. Sin embargo, al preparar una siembra, la mayoría de las veces no sabemos a ciencia cierta con qué microorganismo específico estamos trabajando. Para evitar cualquier riesgo de contaminación con microorganismos nocivos para la salud, es importante conocer algunas normas básicas de precaución.

- **Al ingresar al laboratorio.**
  - Los y las estudiantes que utilicen el pelo largo, necesariamente deben tomárselo y llevarlo recogido.
  - Es muy importante mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado, libre de material innecesario.
  - La utilización del delantal es obligatoria, ya que evita la posible contaminación de la ropa.
  - Está prohibido consumir alimentos o bebidas al interior del laboratorio.
  - Antes de iniciar la actividad, es muy importante que conozcas en detalle el procedimiento a seguir. Si tienes dudas, pregúntale a tu profesor o profesora.



¿Cuál crees que es la importancia de tomarse el pelo durante el trabajo de laboratorio?



La utilización del delantal es una norma básica del trabajo de laboratorio. Su utilización genera una barrera física contra los elementos del ambiente.



La discusión grupal del trabajo de laboratorio permite una planificación adecuada de los pasos a seguir.



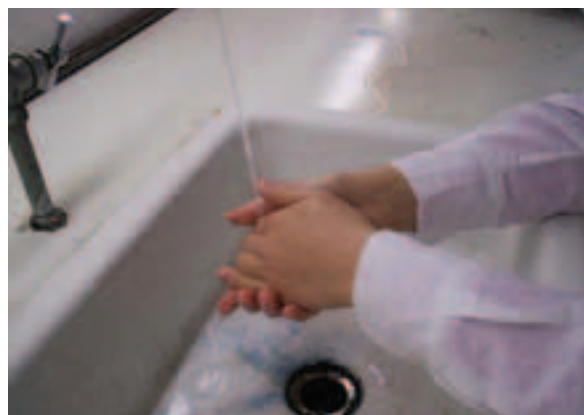
- **Durante el trabajo de laboratorio**

Para que se produzca una enfermedad o un accidente relacionado con la manipulación de colonias de microorganismos, son necesarios cuatro elementos básicos:

- un individuo hospedero susceptible de contagiarse.
- un agente patógeno.
- una concentración suficiente del agente patógeno.
- una vía de transmisión apropiada.

De estos cuatro elementos, el que mejor podemos controlar en el laboratorio es la vía de transmisión. Para evitar una posible contaminación, es preciso seguir las siguientes normas de higiene, que minimizan los riesgos durante la manipulación:

- Al inicio y al término de la actividad de laboratorio, debes lavar tus manos con agua y jabón. El secado debe hacerse con toallas de papel, que deben ser eliminadas.
- Limpia tu lugar de trabajo utilizando algún antiséptico o desinfectante. El antiséptico de mayor utilización en los laboratorios es el alcohol.
- Al manipular placas con medios de cultivo, limpia periódicamente tus manos con un antiséptico, de preferencia alcohol. Evita siempre tocar tu cara o tus ojos si no has desinfectado tus manos.
- Nunca abras las placas si no estás cerca del mechero o si el mesón de trabajo no ha sido limpiado con un antiséptico.
- Mantén el mechero encendido cuando necesites trabajar directamente con las colonias en las placas. El fuego constituye un importante medio físico para la destrucción de los agentes patógenos.



El lavado de manos constituye una de las medidas básicas de higiene en el laboratorio.



El alcohol estimula el cierre de los poros que hay en la pared celular de las bacterias, además de tener la capacidad de disolver la membrana plasmática de las células.



La utilización del mechero es muy importante, ya que genera un área de trabajo libre de microorganismos.

## A

- Actividad catalítica**, 37
- ADN**, 10, 12, 13, 16, 17, 44, 55
  - Alteraciones del, 19
  - Composición química del, 13
  - Empaquetamiento del, 17
  - Estructura del, 16
  - Replicación del, 20
- ADN polimerasa**, 22
- Adenina**, 13
- Agentes mutágenos**, 31
- Agrupaciones bacterianas**, 62, 63
- Alelo**, 11
- Alergias**, 87, 132, 133, 141, 151
- Amensalismo**, 171
- Aminoácido**, 26
- Anafilaxis**, 132
- Antibiograma**, 113, 151
- Antibióticos**, 111, 112, 151
- Anticodón**, 29
- Anticuerpos**, 128, 132, 133, 151
  - anti factor Rh, 129
- Antígenos**, 128, 132, 133, 151
- Ántrax**, 115
- ARN**, 14, 45, 55
  - cebadores, 22
  - de transferencia, 29
  - mensajero, 25, 45
  - Maduración del, 25, 27, 45
  - polimerasa, 25
  - t sintetasa, 29
- Autoinmunidad**, 134

## B

- Bacterias**, 60, 92, 103
  - Crecimiento de, 64
  - Estructura de las, 61
  - Gram negativas, 62, 92
  - Gram positivas, 62, 92
  - Importancia de las, 67
  - oportunistas, 109
  - patógenas, 109
  - Reproducción de las, 63
- Bactericidas**, 111, 151
- Bacteriostáticos**, 111, 151
- Barreras de defensa**, 77, 78
- Bases nitrogenadas**, 13
- Bioética**, 42
- Biomás**, 182, 199
- Biotecnología**, 32, 68

## C

- Calentamiento global**, 183
- Cambio climático**, 184
- Catalasa**, 52
- Categorías del estado de conservación de las especies**, 183, 196
- Célula**
  - asesinas naturales, 80
  - de memoria, 87
  - eucarionte, 58, 59
  - fagocítica, 78
  - NK, 78
  - procarionte, 58, 59
- Ciclo**
  - celular, 20
  - de virus ADN, 72
  - de virus ARN, 73
  - del VIH, 122
  - viral, 70
- Citosina**, 13
- Clonación**, 40
- Código genético**, 26, 55
- Codón**, 26, 29
- Cola poliA**, 27
- Comensalismo**, 169
- Competencia**, 156
  - Efectos de la, 158
  - interespecífica, 156
  - intraespecífica, 156
  - Intensidad de, 159
  - por explotación, 157
  - por interferencia, 157
  - y evolución, 159
- Complejo**
  - de histocompatibilidad mayor, 130
  - de iniciación, 29
  - enzima – sustrato, 38
- Comunidad**, 181, 182, 189, 199
  - Estabilidad de las, 182
  - Formación de, 181
- Conjugación**, 65, 92
  - cromosomal, 65
  - plasmidial, 65
- Cooperación o protooperación**, 171
- Cromatina**, 22
- D**
- Deforestación**, 183
- Depredación**, 160

Efectos de la, 161  
y evolución, 163

- Depredadores**, 160
- Desoxirribosa**, 13
- Destrucción capa de ozono**, 183
- Dogma central de la biología molecular**, 15
- Donación de órganos**, 139
  - en Chile, 131
- Drogas inmunosupresoras**, 130

## E

- Ecosistema**, 183, 199
  - Impactos en el, 183
- Ectoparásitos**, 167
- Endoparásitos**, 167
- Endotoxinas**, 109
- Enfermedades**
  - autoinmunes, 134, 135, 141
  - metabólicas, 39
- Enzimas**, 37
  - de restricción, 33
- Epidemia**, 106, 151
- Eritroblastosis fetal**, 129, 141, 151
- Esclerosis múltiple**, 135
- Eucromatina**, 17
- Exones**, 27
- Exotoxinas**, 109
- Experimentos**
  - de Avery, 12
  - de Griffith, 12
  - de “pulso y caza”, 14
- Expresión génica**, 24, 55

## F

- Factor Rh**, 129
- Factores de transcripción**, 25
- Fenilcetonuria**, 18
- Fenotipo**, 10, 11, 55
- Flujo de información génica**, 14, 15

## G

- Gen**, 18, 55
- Genética**, 12
- Genotipo**, 10
- Girasa**, 22, 25
- Gripe aviar**, 138
- Grupo fosfato**, 13
- Grupos sanguíneos**, 128, 149
- Guanina**, 13

## H

Hábitat, 158  
Helicasa, 22, 25  
Herbivoría, 164  
    Efectos de la, 164  
    y evolución, 165  
Heterocromatina, 17  
Horquillas de replicación, 22

## I

Inmunidad, 75, 92, 103  
    adaptativa celular, 81  
    adaptativa humoral, 81  
    adaptativa o adquirida, 80  
    innata o natural, 77  
    Tipos de, 77  
    y vacunas, 84  
Inmunología, 75  
Inmunodeficiencia, 120  
Inmunología, 75  
Insulina, 68  
Interferones, 79  
Intrones, 27

## L

Leucemia mieloide, 25  
Linfocitos, 80  
Loci, 18  
Locus, 18  
Lupus eritematoso, 135, 151

## M

Macrófagos, 78  
Manipulación genética, 68  
Mecanismos  
    de acción enzimática, 38  
    de traducción, 29  
Membrana plasmática, 59  
Metapneumovirus humano, 117  
Modificación genética, 32  
Mutaciones, 19, 30, 45  
    cromosómicas, 30  
    puntuales, 30  
Mutualismo, 169  
    y evolución, 170

## N

Neutrófilos, 78  
Nicho ecológico, 156, 158  
Nucleoide, 59  
Nucleótido, 13, 18

## O

Organismos transgénicos, 32, 55  
    Origen de los, 33  
Órganos linfoides, 85

## P

Pandemia, 106, 120  
Papiloma humano, 90  
Parasitismo, 166  
    y evolución, 168  
Parasitoides, 167  
Pared celular, 59  
Peste bubónica, 107  
Pirimidinas, 13  
Poblaciones, 154, 188, 199  
    Composición de las, 177  
    Crecimiento de las, 172  
    exponencial, 173  
    logístico, 174  
    Factores que regulan el  
    crecimiento de las, 175, 176  
    Patrón de supervivencia en, 180  
Población humana, 178, 189  
    Crecimiento de la, 179  
Poliadenilación, 27  
Polirribosomas, 28  
Potencial biótico, 173  
Priones, 35  
Proteínas plasmáticas, 79  
Proteómica, 36  
Proyecto genoma humano, 36  
Puente de hidrógeno, 16  
Purinas, 13

## R

Radiación ionizante, 31  
Rechazo inmune, 128, 130, 155  
Región nuclear, 59  
Replicación del ADN, 15, 20, 21, 22  
Reproducción bacteriana, 63  
Resistencia bacteriana, 66, 111, 114  
Respuesta inmune adaptativa, 82

Retrovirus, 121  
Ribosa, 15  
Ribosomas, 28, 59

## S

Simbiosis, 169  
Sida, 120, 121, 140  
    Fases del, 123  
    Prevención del contagio de, 126  
    Transmisión del, 124  
    Tratamientos para el, 124, 136  
Sistema del complemento, 79  
Sistema inmune, 75, 85, 86, 92, 103  
Síntesis de proteínas, 28  
Sucesión ecológica, 181  
Sustituciones, 30

## T

Terapia génica, 34  
Timina, 13  
Traducción, 15, 24, 28, 29, 45  
Transcripción, 15, 24, 25, 44  
Transducción, 65, 92  
Transformación, 65, 92  
    bacteriana, 12, 68  
Transfusiones, 128, 141  
Transplantes, 130, 131, 141

## U

Uracilo, 13

## V

Vacunas, 76, 84, 103, 151  
Vacunación  
    contra la influenza en Chile, 88  
    en Chile, 84  
Variolación, 75, 103  
Virión, 70  
Virus, 70, 92, 103  
    bacteriófagos, 71  
    de la inmunodeficiencia humana  
    (VIH), 120, 122, 124, 125, 136  
    hanta, 118, 119, 140  
    papiloma humano, 90  
    respiratorios, 117  
    Tamaños y formas de, 71

Abbas, A., Lichtman, A., *Inmunología celular y molecular*, Elsevier España S.A., 5ª edición, Madrid, 2004.

Alberts, B., Bray, D., Lewia, J., Raff, M., Roberts, K., y Watson, J., *Biología molecular de la célula*, Ediciones Omega, 4ª edición, 2004.

Armesto, J.J., Villagrán, C., y Kalin, M., *Ecología de los bosques nativos de Chile*, Editorial Universitaria, Santiago, Chile, 1995.

Audersirk, T., Audersirk, G., Byers, B. *Biología. La vida en la Tierra. Person Education*, México, 2003.

Begon, M., y colaboradores, *Ecology. Individuals, populations and communities*, Blackwell Science, 3ª edición, Oxford, 1996.

Bozinovic, Francisco (editor), *Fisiología ecológica y evolutiva, teorías y casos de estudio en animales*, Ediciones Universidad de Chile, Santiago, 2003.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), *Una política ambiental para el desarrollo sustentable*, 1998.

Cummings, M., Klug, W., *Herencia humana*, McGraw- Hill Interamericana S.A., 1996.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Estrategia para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Acuerdo N° 242/2003.

Espinoza, G., Pisani, P., Contreras, L. y Camus, P. (editores), *Perfil ambiental de Chile*, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Chile, 1995.

Fuentes, E., *Ecología: introducción a la Teoría de Poblaciones y Comunidades*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 1989.

Geoffrey M. Cooper. *The Cell: A Molecular Approach*, 2 nd ed. Sinauer Associates, Inc. Washington, DC, 2002.

Hinojosa, L. y Villagrán, C., *Historia de los bosques del sur de Sudamérica, I: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciario del cono sur de América*, Revista Chilena de Historia Natural, 70: 225-239, 1997.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), *Estadísticas del Medio Ambiente 1998 – 2002*, Chile, 2002.

Jaksic, F.M., *Ecología de los vertebrados de Chile*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 1997.

Jaksic, F.M., *Ecología de Comunidades*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 2001.

Lodish, H., Berk, A. y otros, *Biología celular y molecular*, Editorial Médica Panamericana, España, 4ª edición, 2003.

Ministerio de Educación (MINEDUC), *Programa de Estudio, Biología Cuarto año medio*, Unidad de Currículo y Evaluación, Santiago de Chile, 2004.

Ministerio de Salud, *indicadores básicos de salud 2007*, Santiago de Chile, 2008.

Nelson, D. y Cox, M., *Principles of Biochemistry*, Worth Publishers, 3ª edición, 2000.

Parker, J., Martinko, J., Madigan, M., Brock., *Biología de los Microorganismos*, Prentice Hall, 10ª edición, Madrid, 2003.

Pianka, E., *Ecología evolutiva*, Ediciones Omega, Barcelona, 1982.

Roitt, I., y colaboradores, *Immunology*, Mosby, 6ª edición, Londres, 2001.

Simonetti, J., Arroyo, M., Spotorno, A. Y Lozada, E. (editores), *Diversidad Biológica de Chile*, CONICYT, 1995.

Scott Freeman y Jon C. Herron, *Análisis Evolutivo*, Pearson Educación, 2ª edición, Madrid, 2002.

Solomon, E., Berg, L., Martín, D., *Biología*, Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, 2001.

Spotorno, A.E., Hoecker, G. (editores), *Elementos de biología celular y genética*, Fondo de desarrollo docente, Vicerrectoría académica, Universidad de Chile, 2ª edición, Santiago, 1993.

Sunkel, O., *Sustentabilidad ambiental del crecimiento económico chileno*, Programa de Desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, 2ª edición, 1997.

Templeton, A. R., "The meaning of species and speciation: a genetic perspective", en Otte, D. y Endler, J.A. (editores), *Speciation and its consequences*, Sinauer Associates Inc. Publishers, 1989.

Thibodeau, G., Patton, K., *Estructura y función del cuerpo humano*. Harcourt Brace de España, S.A. 1998.

Villagrán, C., "Quaternary History of the mediterranean vegetation of Chile", en Arroyo, M.K., Zedler, P.H. y Fox, M.D. (editores), *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia*, Springer Verlag, 1995.

Villagrán, M., y otros, *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 1996.

Yates, L., y otros, *Introducción a la Biología Poblacional*, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2ª edición, 1994.



## NUESTROS AGRADECIMIENTOS A:

- Corporación del Trasplante, por el gráfico y la tabla de la página 131.
- Dr. Alejandro Fajuri, editor del boletín de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, por el gráfico de la página 108.
- Instituto de Ecología Política, por el afiche de la página 119.
- Ministerio de Salud de Chile, por los gráficos de las páginas 117 y 145 y por los afiches de la página 126.
- RED METROPOLITANA DE VIGILANCIA DE VIRUS RESPIRATORIOS. Laboratorio de Infectología y Virología Molecular, Centro de Investigaciones Médicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, por el gráfico de la página 69.
- Revista Chilena de Infectología, por el gráfico de la página 116.



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

# Santillana

EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN

AÑO 2010

