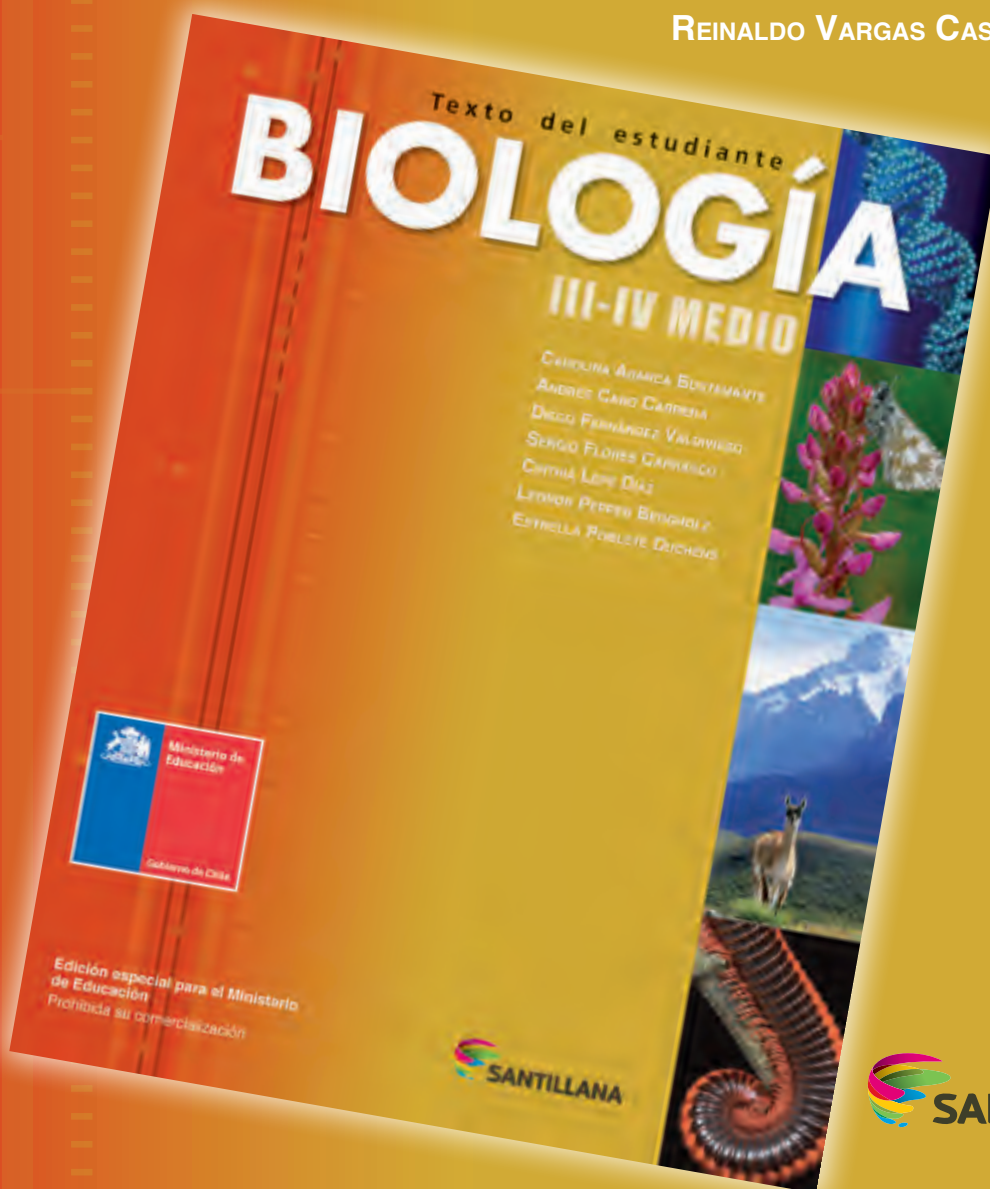


Guía didáctica del docente

# BIOLOGÍA

III-IV MEDIO

REINALDO VARGAS CASTILLO



 **SANTILLANA**



Edición especial para el Ministerio  
de Educación

Prohibida su comercialización



# Biología

## III - IV medio

### Guía didáctica del docente

**Reinaldo Vargas Castillo**

Licenciado en Educación,  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.  
Dr(c) en Ciencias Biológicas Área Botánica  
Universidad de Concepción.



Ministerio de  
Educación

Gobierno de Chile

La Guía didáctica del docente correspondiente al Texto *Biología III-IV* medio, creada y diseñada por el Departamento de Investigaciones Educativas de Editorial Santillana, bajo la dirección editorial de

## **RODOLFO HIDALGO CAPRILE**

### **SUBDIRECTORA DE CONTENIDOS ÁREA PÚBLICA**

Eugenia Águila Garay

### **COORDINACIÓN ÁREA CIENCIAS**

Marisol Flores Prado

### **EDICIÓN:**

Franco Cataldo Lagos

### **ASISTENTE DE EDICIÓN**

Juan Pablo Espejo Leiva

### **AUTORES DEL TEXTO DEL ESTUDIANTE**

Carolina Abarca Bustamante

Andrés Caro Carrera

Diego Fernández Valdivieso

Sergio Flores Carrasco

Cinthia Lepe Díaz

Leonor Pepper Bergholz

Estrella Poblete Duchens

### **AUTOR DE LA GUÍA DIDÁCTICA DEL DOCENTE**

Reinaldo Vargas Castillo

### **CORRECCIÓN DE ESTILO**

Eduardo Arancibia Muñoz

Ana María Campillo Bastidas

Lara Hübner González

Cristina Varas Largo

Patricio Varetto Cabré

Vabra Vilches Ganga

### **DOCUMENTACIÓN**

Paulina Novoa Venturino

Cristián Bustos Chavarría

### **La realización gráfica ha sido efectuada bajo la subdirección de**

Xenia Venegas Zevallos

### **JEFE DE DISEÑO ÁREA CIENCIAS:**

Pablo Aguirre Ludueña

### **DIAGRAMACIÓN**

Sebastián Alvear Chahuán

### **FOTOGRAFÍAS**

Archivo Santillana

### **CUBIERTA**

Daniel Monetta Moscoso

### **PRODUCCIÓN**

Germán Urrutia Garín

© 2013, by Santillana del Pacífico S. A. de Ediciones  
Dr. Aníbal Ariztía 1444, Providencia, Santiago (Chile)

PRINTED IN CHILE

Impreso en Chile por Quadgraphics

ISBN: 9789561521032

Inscripción N°:

Se terminó de imprimir esta 1ª edición de  
2.800 ejemplares, en el mes de diciembre del año 2012.

[www.santillana.cl](http://www.santillana.cl)

# Índice

<b>Introducción</b> .....	4
Antecedentes curriculares .....	4
Objetivos y contenidos del subsector .....	4
Principios de aprendizaje incorporados en el texto .....	8
Fundamentación del diseño instruccional .....	12
<b>Organización del Texto del Estudiante</b> .....	16
<b>Organización de la Guía didáctica del docente</b> .....	20
<b>Unidad 1 Control de la homeostasis</b> .....	22
Material fotocopiable .....	46
<b>Unidad 2 Organización y función del sistema nervioso</b> .....	50
Material fotocopiable .....	72
<b>Unidad 3 Sensación y percepción</b> .....	78
Material fotocopiable .....	104
<b>Unidad 4 Teorías evolutivas</b> .....	110
Material fotocopiable .....	130
<b>Unidad 5 Causas de la evolución y de la especiación</b> .....	136
Material fotocopiable .....	158
<b>Unidad 6 ADN y biotecnología</b> .....	164
Material fotocopiable .....	192
<b>Unidad 7 Inmunidad</b> .....	198
Material fotocopiable .....	228
<b>Unidad 8 Biodiversidad</b> .....	236
Material fotocopiable .....	258
<b>Anexos</b> .....	264
<b>Índice temático</b> .....	268
<b>Bibliografía</b> .....	270

# Introducción

La Guía didáctica del docente del texto Biología III - IV medio ha sido creada como un material de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje para el subsector Biología.

El docente encontrará en sus páginas una propuesta editorial actualizada, que incorpora los lineamientos establecidos en el Decreto Supremo N° 254 del año 2009, en adelante Marco Curricular, junto con los nuevos enfoques pedagógicos, y un tratamiento riguroso y científico de los contenidos.

## I. Antecedentes curriculares

El Marco Curricular establece que los fines de la educación son contribuir al desarrollo pleno de cada uno de los chilenos, potenciando al máximo su libertad, creatividad, iniciativa y crítica, así como al desarrollo equitativo, sustentable y eficiente del país. Por lo mismo, es de suma importancia dar a la ciudadanía una formación científica básica que le permita resolver problemas personales, sociales y medioambientales. En concordancia con lo anterior, el Marco Curricular sitúa como propósitos específicos del sector de Ciencias Naturales la promoción de la alfabetización científica y la formación de un sentido crítico, que favorezca la mejor comprensión de la responsabilidad individual y colectiva en la calidad de vida y en la protección y preservación del medio ambiente.

Los propósitos mencionados están incorporados de manera implícita en el eje de habilidades de pensamiento científico, el que está diseñado para lograr que los estudiantes desarrollen sus capacidades de observar el entorno, formulen preguntas e hipótesis y razonen críticamente a la luz de la evidencia, argumentando sus juicios acerca de investigaciones que otros han realizado.

## II. Objetivos y contenidos del subsector

### Objetivos Fundamentales (OF) III año medio

1. Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.
2. Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
3. Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
4. Comprender que los organismos han desarrollado mecanismos de funcionamiento sistémico y de interacción integrada con el medio exterior, de manera de mantener un ambiente interno estable, óptimo y dinámico que le confiere cierta independencia frente a las fluctuaciones del medio exterior.

5. Conocer la organización del sistema nervioso y su función en la regulación, coordinación e integración de las funciones sistémicas y la adaptación del organismo a las variaciones del entorno.
6. Comprender que la evolución se basa en cambios genéticos y que las variaciones de las condiciones ambientales pueden originar nuevas especies; reconociendo el aporte de Darwin con la teoría de la selección natural.

### Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) III año medio

Habilidades de pensamiento científico	Estructura y Función de los Seres Vivos	Organismos, ambiente y sus interacciones
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.</li> <li>2. Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.</li> <li>3. Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>4. Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Descripción del control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio, por ejemplo, el estrés y los cambios transitorios o estacionales de la temperatura ambiente.</li> <li>6. Identificación de la neurona como la unidad estructural y funcional del sistema nervioso, su conectividad y su participación en la regulación e integración de funciones sistémicas como, por ejemplo, la circulación y la respiración.</li> <li>7. Descripción de la capacidad de los órganos de los sentidos de informar al organismo sobre las variaciones del entorno, permitiéndole a este adaptarse a los cambios, reconociendo, por ejemplo, esta capacidad en la estructura y función de un receptor sensorial como el ojo.</li> <li>8. Explicación de la transformación de información del entorno (por ejemplo, luz, vibración) en un mensaje nervioso de naturaleza electroquímica comprensible por nuestro cerebro y cómo esta transformación puede ser perturbada por sustancias químicas (por ej. tetrahidrocannabinol, alcohol, nicotina).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Descripción de los mecanismos de evolución: mutación y recombinación génica, deriva génica, flujo genético, apareamiento no aleatorio y selección natural.</li> <li>10. Descripción del efecto que tienen en la formación de especies los procesos de divergencia genética de las poblaciones y del aislamiento de estas.</li> <li>11. Identificación de las principales evidencias de la evolución orgánica obtenidas mediante métodos o aproximaciones como el registro fósil, la biogeografía, la anatomía y embriología comparada y el análisis molecular.</li> <li>12. Análisis del impacto científico y cultural de la teoría de Darwin-Wallace en relación con teorías evolutivas como el fijismo, el creacionismo, el catastrofismo, el evolucionismo.</li> </ol>

### **Objetivos Fundamentales (OF) IV año medio**

- 1.** Analizar y argumentar sobre controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel, identificando las posibles razones de resultados e interpretaciones contradictorios.
- 2.** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- 3.** Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- 4.** Reconocer que cuando una observación no coincide con alguna teoría científica aceptada, la observación es errónea o fraudulenta, o la teoría es incorrecta.
- 5.** Comprender la naturaleza y estructura molecular del material genético, el tipo de información que contiene, cómo esta se expresa a nivel celular y del organismo completo, y las implicancias sociales y ético-morales de las aplicaciones de la ingeniería genética.
- 6.** Comprender las características esenciales de los mecanismos de defensa del organismo contra microorganismos y virus, sus alteraciones y el desarrollo y utilización de terapias preventivas y curativas para la erradicación y tratamiento de las principales enfermedades que afectan actualmente a la humanidad.
- 7.** Comprender los efectos de problemáticas globales, como el calentamiento de la Tierra y la contaminación ambiental, sobre la biodiversidad y su conservación en el equilibrio de los ecosistemas.



### Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) IV año medio

Habilidades de pensamiento científico	Estructura y función de los seres vivos	Organismos, ambiente y sus interacciones
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.</li> <li>2. Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>3. Elaboración de informes de investigación bibliográfica con antecedentes empíricos y teóricos sobre debates actuales de interés público (por ejemplo, el calentamiento global o la clonación).</li> <li>4. Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.</li> <li>5. Análisis de casos en que haya discrepancia entre observaciones y teorías científicas y evaluación de las fuentes de discrepancia.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Descripción del modelo de la doble hebra del ADN de Watson y Crick, la universalidad del código genético y su relevancia en la replicación y transcripción del material genético desde el gen a la síntesis de proteínas.</li> <li>7. Establecimiento de relaciones entre mutación, proteínas y enfermedad, analizando aplicaciones de la ingeniería genética en la salud, tales como la clonación, la terapia génica, la producción de hormonas.</li> <li>8. Análisis comparativo del sistema inmune innato (inespecífico) y del adaptativo (específico): origen, propiedades y componentes, incluyendo los anticuerpos, la selección clonal, la tolerancia inmunológica, la memoria y la especificidad.</li> <li>9. Explicación del funcionamiento de los mecanismos defensivos en el SIDA, las alergias, la autoinmunidad, los trasplantes de órganos y la inmunización artificial (vacunas), valorando el desarrollo de estas aplicaciones terapéuticas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Descripción de los principios básicos de la biología de la conservación y manejo sustentable de recursos renovables.</li> <li>11. Descripción del efecto de la actividad humana en la modificación de la biodiversidad a través de ejemplos concretos en algunos ecosistemas.</li> <li>12. Análisis del problema del crecimiento poblacional humano a nivel mundial en relación con las tasas de consumo y los niveles de vida.</li> <li>13. Descripción de los efectos del calentamiento global en el ambiente y en las relaciones entre los organismos.</li> </ol>

### III. Principios del aprendizaje incorporados en el texto

El texto Biología III – IV medio responde a los requerimientos del Marco Curricular e incorpora estrategias eficaces de educación que facilitan el aprendizaje de los estudiantes. Las ideas o principios de aprendizaje incorporados en el texto son:

#### **Participación activa del estudiante**

Un estudiante que logra comprometerse con su propio proceso educativo tiene mayores posibilidades de aprender. En este sentido, se presenta un texto que plantea variadas situaciones de aprendizaje, brindando así la oportunidad de que la diversidad de alumnos participe activamente, ejercitando y desarrollando sus habilidades.

#### **Comunicación del propósito**

Los estudiantes que conocen de antemano lo que el docente desea enseñarles o lo que se espera que aprendan, tienen mayor posibilidad de lograr un aprendizaje significativo. Es importante que sepan reconocer la metodología que se utilizará y el modo cómo aprenderán. Estos elementos contribuyen a la reflexión que hace cada estudiante respecto de los conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollará. En el Texto del estudiante, se induce a tal reflexión en las páginas de inicio de cada unidad y en el propósito de cada lección.

#### **Conocimientos previos**

Cada estudiante tiene múltiples conocimientos adquiridos en forma empírica en su entorno particular o derivados de habilidades y actitudes aprendidas en los niveles anteriores. Este conocimiento representa el punto de partida para lograr un aprendizaje más duradero. Por esta razón, se incluyen las secciones *Debes recordar* y *Trabaja con lo que sabes*, destinadas a destacar y evaluar conocimientos previos. Además, las secciones y actividades, distribuidas en las lecciones, estimulan a los estudiantes a recordar y a emplear sus ideas previas, estableciendo conexiones entre la nueva información y lo que ya saben.

#### **Trabajo cooperativo y comunicación**

Cada persona se proyecta desde su individualidad y originalidad en todos los ámbitos de la vida, pero es en su relación con los demás donde se estimulan, potencian y desarrollan sus habilidades sociales. En este sentido, la comunicación adquiere un rol fundamental para lograr aprendizajes que surgen de la interacción. Debido a esto, el texto incorpora múltiples actividades y secciones que promueven el trabajo cooperativo, el diálogo, el debate de ideas y el uso de diferentes medios de comunicación, incluyendo Tic.

### Consideración de los estilos de aprendizaje

Uno de los aspectos fundamentales que permiten mejorar el proceso de aprendizajes es el análisis de los estilos o maneras en que los estudiantes aprenden. Este análisis ofrece indicadores que ayudan a guiar las interacciones propias del proceso enseñanza-aprendizaje, propiciando la adquisición de nuevos conocimientos tanto para un alumno en particular como dentro de un grupo.

Uno de los investigadores que han centrado su trabajo en el estudio de este tema es David Kolb, un teórico estadounidense de la educación que define los estilos de aprendizaje como “algunas capacidades de aprender que se destacan por encima de otras, como resultado del aparato hereditario, de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medioambiente actual” (Kolb, 1984).

Kolb hace algunas observaciones que resultan de gran relevancia práctica para identificar y diferenciar distintos estilos de aprendizaje: “Algunas personas desarrollan mentes que sobresalen en la conversión de hechos dispares en teorías coherentes y, sin embargo, estas mismas personas son incapaces de deducir hipótesis a partir de su teoría, o no se interesan por hacerlo; otras personas son genios lógicos, pero encuentran imposible sumergirse en una experiencia y entregarse a ella”.

Con base en estos antecedentes, los investigadores Catalina Alonso, Domingo Gallego y Peter Honey (1999) realizaron una recopilación y adaptación del modelo de Kolb y propusieron uno nuevo, que permite identificar la forma de aprender de un estudiante y detectar los principales factores que pueden facilitar o dificultar su proceso de aprendizaje. Ello, con miras a planificar una estrategia y acciones que ayuden a optimizar la incorporación de nuevos conocimientos para cada caso.

Honey y Alonso elaboraron una descripción práctica de los estilos de aprendizaje, clasificándolos en estilos activo, reflexivo, teórico y pragmático. Determinaron, además, que todas las personas suelen usar uno o dos estilos de manera preferente, pero son capaces de aprender a utilizar otros, cuando el contexto en el que se encuentran lo favorece.

El objetivo de conocer este modelo de estilos de aprendizaje es que se utilice como herramienta para trabajar con los estudiantes. Recuerde que este modelo no cataloga a los alumnos en un estilo específico, sino que es una orientación para detectar el o los estilos que predominan en ellos y así aplicar las actividades y evaluaciones de acuerdo con la forma en que aprenden mejor.

A continuación se entrega una breve descripción de los estilos de aprendizaje según Honey y Alonso.

	Estilo		
	activo	reflexivo	
Descripción	Los alumnos activos se involucran totalmente y sin prejuicios en las experiencias nuevas. Disfrutan el presente y se dejan llevar por los acontecimientos. Suelen ser entusiastas ante lo nuevo y tienden a actuar primero y pensar después en las consecuencias. Les aburre ocuparse de los planes a largo plazo y consolidar proyectos. Les gusta trabajar rodeados de gente, pero siendo el centro de las actividades.	Los alumnos reflexivos tienden a adoptar la postura de un observador que analiza sus experiencias desde muchas perspectivas distintas. Recogen datos y los analizan detalladamente antes de llegar a una conclusión. Para ellos lo más importante es esa recolección de datos y su análisis concienzudo, así que procuran posponer al máximo las conclusiones. Son precavidos y analizan todas las posibles implicaciones de cualquier acción antes de ponerse en movimiento. En las reuniones observan y escuchan antes de hablar, procurando pasar inadvertidos.	
Pregunta clave	¿Cómo?	¿Por qué?	
Aprenden mejor...	<ul style="list-style-type: none"> <li>cuando se lanzan a una actividad que les presente un desafío.</li> <li>cuando realizan actividades cortas y con resultado inmediato.</li> <li>cuando hay emoción, drama y crisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cuando pueden adoptar la postura del observador.</li> <li>cuando pueden ofrecer observaciones y analizar la situación.</li> <li>cuando pueden pensar antes de actuar.</li> </ul>	
Se les dificulta el aprendizaje...	<ul style="list-style-type: none"> <li>cuando tienen que adoptar un papel pasivo.</li> <li>cuando tienen que asimilar, analizar e interpretar datos.</li> <li>cuando tienen que trabajar solos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cuando se les fuerza a convertirse en el centro de la atención.</li> <li>cuando se les presiona para que pasen de una actividad a otra.</li> <li>cuando tienen que actuar sin poder planificar previamente.</li> </ul>	

<b>Estilo</b>	
<b>teórico</b>	<b>pragmático</b>
<p>Los alumnos teóricos adaptan e integran sus observaciones en teorías complejas y bien fundamentadas lógicamente. Piensan de forma secuencial, organizando hechos diversos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar la información, y su sistema de valores premia la lógica y la racionalidad. Se sienten incómodos con los juicios subjetivos, las técnicas de pensamiento lateral y las actividades carentes de lógica clara.</p>	<p>A los alumnos pragmáticos les gusta probar ideas, teorías y técnicas para comprobar si funcionan en la práctica, así como buscar ideas y ponerlas en práctica de inmediato. Les impacientan y aburren las discusiones largas, que no llegan a resultados concretos. Son prácticos y apegados a la realidad, y les gusta tomar decisiones o resolver problemas. Estos últimos son un desafío para ellos y siempre están buscando una manera mejor de hacer las cosas.</p>
¿Qué?	¿Qué pasaría si?
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a partir de modelos, teorías y sistemas.</li> <li>▪ con ideas y conceptos que presenten un desafío.</li> <li>▪ cuando tienen oportunidad de preguntar e indagar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ con actividades que relacionen la teoría con la práctica.</li> <li>▪ cuando ven a los demás hacer algo.</li> <li>▪ cuando tienen la posibilidad de poner de inmediato en práctica lo aprendido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ actividades que impliquen ambigüedad e incertidumbre.</li> <li>▪ en situaciones que enfatizen las emociones y los sentimientos.</li> <li>▪ cuando tienen que actuar sin un fundamento teórico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cuando no relacionan la actividad con la realidad.</li> <li>▪ cuando lo aprendido no se relaciona con sus necesidades e intereses inmediatos.</li> <li>▪ cuando no identifican la finalidad de la actividad.</li> </ul>

### **Evaluación permanente**

Tradicionalmente, las evaluaciones más frecuentes son las que se hacen al iniciar una unidad (evaluación diagnóstica) y después de la enseñanza de un cuerpo más o menos extenso de información y de habilidades o procedimientos (evaluación sumativa). De acuerdo a la nueva propuesta educativa, todo es evaluable, rompiendo con la tendencia a confundir evaluación con calificación. Además, el estudiante debe tener la oportunidad de recopilar información para valorar la calidad de sus aprendizajes y de tomar decisiones al respecto; por este motivo, es relevante la existencia de una gama de secciones con énfasis evaluativo, a saber:

- *Trabaja con lo que sabes*
- *Antes de seguir*
- *Evalúo mi progreso*
- *Evaluación final de la unidad*

### **IV. Fundamentación del diseño instruccional**

Tradicionalmente el proceso de enseñanza aprendizaje ha involucrado a tres actores: el profesor, el estudiante y el texto escolar. El contenido a aprender estaba en el texto escolar y el rol del profesor era transmitirlo hasta las mentes de sus estudiantes, en un proceso más bien pasivo para el alumno, cuya misión era recibir y almacenar información. Bajo este modelo, reduccionista, por cierto, el rol del docente era igualmente plano, pues debía encargarse solo de transmitir información, sin definir una meta de aprendizaje, detectar los conocimientos previos de sus estudiantes que puedan servir de anclaje para nuevos conceptos, habilidades o actitudes reflejados en objetivos de aprendizaje; sin diseñar alguna estrategia didáctica coherente con lo que se desea enseñar, ni instancias de evaluación de proceso y sumativas que informen de la consecución de la meta trazada, así como del funcionamiento de las metodologías, actividades y materiales implementados durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

La investigación en psicología del aprendizaje, en evaluación, en currículo y otras áreas afines de la pedagogía han aportado información muy relevante que permiten proponer un modelo de diseño instruccional que genere las mejores condiciones para enseñar a través de un texto impreso, así como lograr aprendizajes significativos y permanentes en los alumnos.

Asumir la enseñanza y el aprendizaje bajo un modelo de diseño instruccional supone mirar todos los actores y procesos que forman parte del sistema; dar cabida a las experiencias e ideas previas de los estudiantes, implementar estrategias didácticas variadas, generar espacios de evaluación permanente, flexibles y coherentes con el qué y el cómo se enseñó, que reporten el funcionamiento del sistema y las desviaciones respecto al objetivo o meta que se pretende alcanzar.

En consecuencia, es fundamental que los materiales educativos tengan una estructura y organización pedagógica que considere los aspectos antes señalados, lo que implica la definición de un modelo instruccional que dé forma al texto escolar.

Con el propósito de que los estudiantes logren los Objetivos de Aprendizaje (OA), el Texto se ha construido sobre la base de un **modelo instruccional** que establece **tareas de aprendizaje** organizadas en **lecciones**, cada una de las cuales comienza con la **identificación de los conocimientos previos** de los alumnos, continúa con la **entrega y tratamiento didáctico de los contenidos** conceptuales, habilidades y actitudes, el **diseño e implementación de procedimientos evaluativos de proceso**, y finalmente **instancias para evaluar sumativamente** los aprendizajes logrados. Este modelo se replica consistentemente a lo largo de todas las unidades que componen el texto.

Así, entonces, cada unidad temática se ha construido sobre la base de un conjunto de elementos clave que forman parte de un sistema que se estructura siguiendo la propuesta de Dick y Carey (1988), y que se detallan a continuación:

- a) **Identificar la meta de enseñanza.** Esta etapa es el inicio del proceso de la enseñanza aprendizaje. Se basa en definir qué es lo que se espera que los alumnos sean capaces de saber o hacer luego de completar el proceso de enseñanza aprendizaje de cada unidad temática.
- b) **Implementar un análisis instruccional.** Esta etapa es muy relevante, pues implica determinar qué tipo de aprendizaje es el que se quiere que el estudiante alcance: conceptual, procedimental o actitudinal. Una vez identificado esto, hay que establecer las sub habilidades que están a la base y que, cuyo aprendizaje conducirá al logro del aprendizaje deseado. El análisis instruccional identifica verdaderas lecciones o “porciones” de enseñanza que deben programarse en secuencia de manera de ir, paso a paso, hasta lograr el aprendizaje deseado y definido en la meta de enseñanza.
- c) **Identificar las conductas de entrada y las características generales de los estudiantes.** Esta etapa es muy relevante, pues identifica qué aprendizajes anteriores tienen los alumnos y que sirven de cimiento para el logro de los aprendizajes deseados. Justamente por eso es que deben diagnosticarse y, de no estar presentes, implementar instancias de refuerzo y nivelación. A la vez el modelo reconoce algunas características que facilitan el logro de la meta, pero que por su naturaleza es altamente probable que los estudiantes las poseen (ej: que un alumno de 5º básico reconozca las letras del alfabeto debiera ser una característica general).

**d) Redacción de objetivos generales y específicos.** La etapa siguiente es redactar objetivos a partir del análisis instruccional y de las conductas de entrada detectadas. El texto escolar define **objetivos generales** para cada unidad temática que, a su vez, se subdividen en objetivos específicos, originando las unidades de contenido más pequeñas denominadas lecciones. Los objetivos se declaran explícitamente en cada unidad para que los estudiantes conozcan desde el comienzo qué es lo que aprenderán y cómo lo que ya saben conecta con lo nuevo, promoviendo aprendizajes significativos.

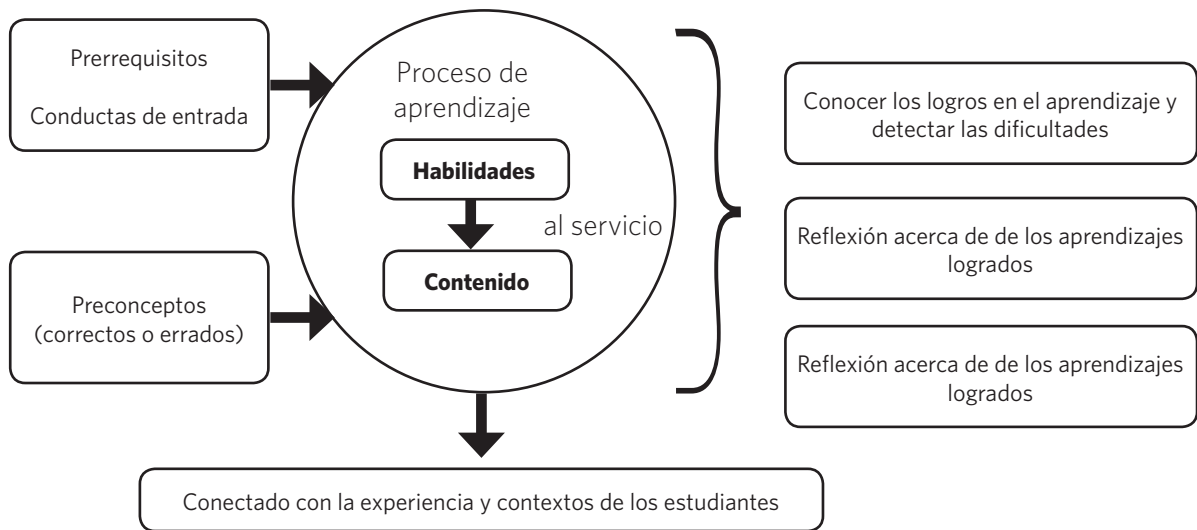
**e) Desarrollo de instrumentos de evaluación (formativa y sumativa).** Para evaluar el desarrollo de la estrategia de instrucción propuesta, se han diseñado diversos materiales centrados en las necesidades de aprendizaje del alumno como en la labor educativa del docente. Cada instancia de evaluación (*Trabaja con lo que sabes; Antes de seguir; Evalúo mi progreso; Evaluación final*) son instancias que permiten monitorear el proceso de enseñanza aprendizaje, además de entregar información para tomar decisiones relacionadas con las estrategias de instrucción. También se han incluido instancias de metacognición, que ayudan al estudiante a reflexionar acerca de sus propios aprendizajes (*Me evalúo*). Es importante señalar que el modelo instruccional utilizado incorpora esta etapa buscando garantizar que las instancias de evaluación tengan directa relación con el qué se enseñó (contenido) y el cómo se enseñó (habilidad), es decir, implementando el concepto de validez instruccional (Föester, 2008).

**e) Desarrollo de la estrategia didáctica y selección de materiales de instrucción.** A lo largo de la unidad se han diseñado las estrategias didácticas que favorezcan el logro de las habilidades y contenidos formulados en los objetivos de aprendizaje. Esta propuesta didáctica se operacionaliza en dos materiales: el **texto escolar**, destinado a promover el aprendizaje del estudiante y la **guía del docente**, que contiene la explicitación de los aspectos pedagógicos que sustentan la propuesta: sugerencias de trabajo página a página, solucionario, instrumentos de evaluación fotocopiables, entre otros.

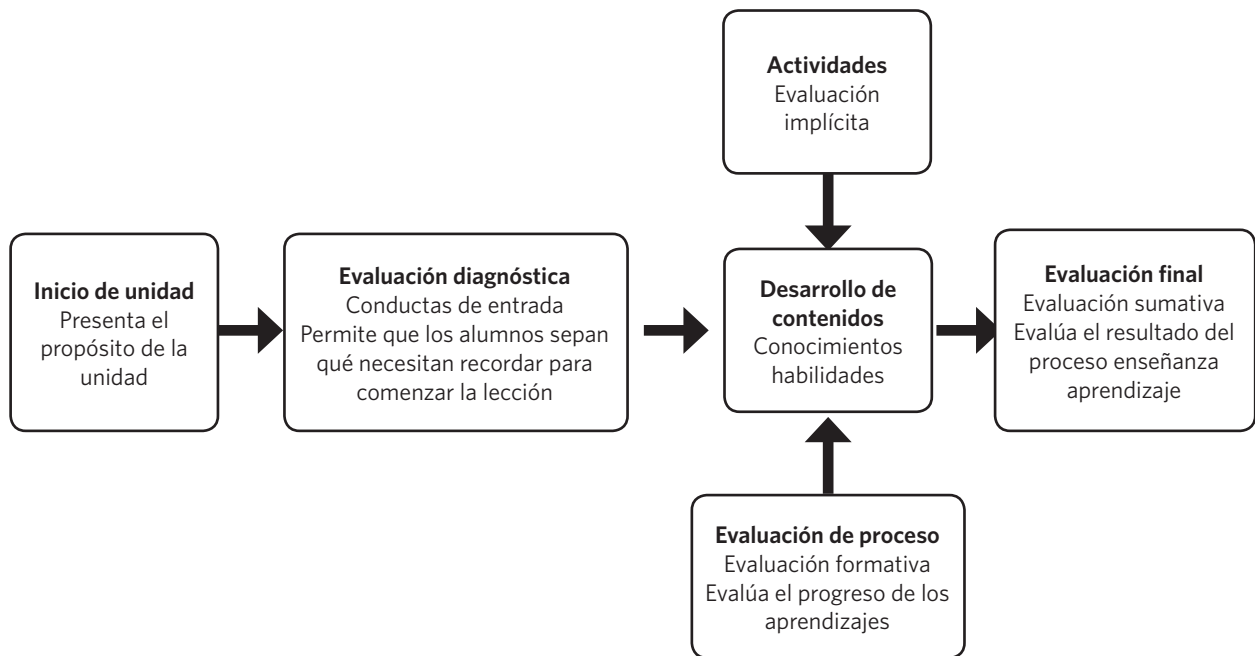
En concordancia con esto, se desarrollaron materiales de enseñanza que permitan detectar lo que los alumnos necesitan recordar para iniciar una nueva unidad de contenidos, como también para evaluar lo que están logrando (proceso) y lo que han aprendido (sumativo).



A continuación se describe un diagrama del **modelo instruccional** que sustenta el Texto Biología III - IV medio.



Lo anterior se traduce en un modelo pedagógico que sustenta la organización y estructura del texto escolar Biología III - IV medio, que se presenta en el siguiente diagrama:



# Organización del Texto del Estudiante

El texto **Biología III - IV medio** se organiza en ocho unidades; las cinco primeras abarcan los contenidos mínimos obligatorios y objetivos fundamentales de tercer año medio y las tres últimas, los correspondientes a cuarto año medio. Cada unidad está dividida en lecciones. Todas las unidades y lecciones poseen una estructura y organización común, la que se describe a continuación:



### ▲ ¿Qué pienso?

Contiene preguntas relacionadas con los recursos visuales y con el texto introductorio. Te servirán para reflexionar acerca de los nuevos temas que se abordarán y a activar los conocimientos que posees con respecto a ellos.

### ▲ Organizador de la unidad

Diagrama que presenta las lecciones y lo que se espera que aprendas en cada una de ellas.

## 2. Desarrollo de contenidos

### Título de cada lección ▶

Pregunta que orienta acerca del contenido y propósito de la lección.

### Debes recordar ▶

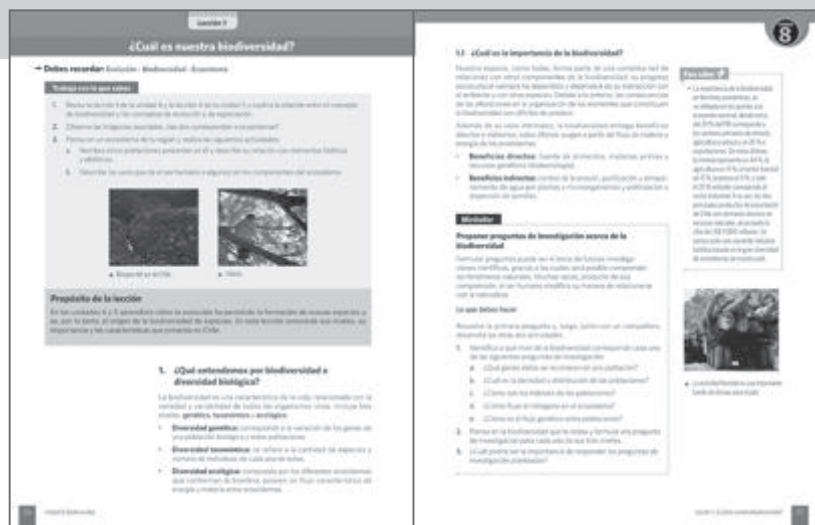
Sección en la que se mencionan los contenidos aprendidos anteriormente o los prerrequisitos que te serán útiles durante la lección.

### Trabaja con lo que sabes ▶

Evaluación diagnóstica en la que se abordan los prerrequisitos. Te ayudará en la activación de ideas previas relacionadas con los nuevos conocimientos o procedimientos.

### Propósito de la lección ▶

Texto breve que te muestra el sentido y relevancia de los conocimientos o procedimientos que aprenderás en la lección y declara explícitamente su finalidad.



### ▲ Minitaller

Actividad demostrativa o práctica breve en la que podrás demostrar tus conocimientos y habilidades de análisis, interpretación, investigación y comunicación, entre otras.

**Aquí ciencia ▶**

Te muestra datos de investigaciones científicas que confirman que la ciencia progresa constantemente y que su avance influye en la sociedad. Está asociada a preguntas orientadas a la aplicación de tus habilidades de pensamiento científico.

**Actividad ▶**

Las encontrarás a lo largo del texto y mediante ellas podrás desarrollar diferentes habilidades, aplicando los contenidos aprendidos en la lección.

### 3. ¿Cómo responden los receptivos?

Cuando los estímulos de origen interno o externo, transmitidos por los receptores, provocan cambios en la permeabilidad de la membrana de los canales de iones generados en **potenciales de receptor**. A partir de estos potenciales generados por los receptores se genera un potencial de acción que viaja por los axones de los neurones hasta el cuerpo celular de la neurona siguiente, donde se produce la liberación de neurotransmisores.

Por ejemplo, la liberación de uno de los iones calcio que sirve en el momento de la liberación de neurotransmisores, depende de la liberación de uno de los iones calcio que sirve en el momento de la liberación de neurotransmisores.

**Actividad 1**

**Objetivo**

**Contenidos y competencias de CPN**

1. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.
2. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.

**Actividad 2**

**Objetivo**

**Contenidos y competencias de CPN**

1. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.
2. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.

### 4. Cualidades de los receptivos

Algunos de los receptivos que poseen las células y los tejidos, como la sensibilidad y la especificidad, se relacionan con la capacidad de los receptivos de responder a estímulos.

**Actividad 3**

**Objetivo**

**Contenidos y competencias de CPN**

1. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.
2. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.

**Actividad 4**

**Objetivo**

**Contenidos y competencias de CPN**

1. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.
2. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.

**▲ Inter@ctividad**

Presenta direcciones webs a partir de las cuales profundizarás tus conocimientos y aplicarás tus habilidades.

**▲ Para saber +**

En esta sección se profundiza o amplía un concepto para que logres una mejor comprensión de él.

### 1.2. ¿Qué es la conectividad?

Las personas, tanto que los organismos, interactúan con sus compañeros que poseen las mismas características genéticas de un organismo y una estructura funcional semejante, que permiten una comunicación entre ellos. Este tipo de comunicación se denomina **conectividad**. La conectividad puede ser de tipo físico o de tipo lógico.

Tipo de conectividad	Características
<b>Física</b>	Se refiere a la conexión física entre los organismos, como la conexión entre los organismos que viven en el mismo ambiente.
<b>Lógica</b>	Se refiere a la conexión lógica entre los organismos, como la conexión entre los organismos que viven en diferentes ambientes.

**Actividad 1**

**Objetivo**

**Contenidos y competencias de CPN**

1. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.
2. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.

### 1

El estudio de la conectividad de una red neuronal, así como la conectividad general de un organismo, puede ser un desafío. Este tipo de estudio se denomina **conectividad**. La conectividad puede ser de tipo físico o de tipo lógico.

**Actividad 1**

**Objetivo**

**Contenidos y competencias de CPN**

1. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.
2. Explicar cómo se genera un potencial de acción en una neurona.

**▲ Conexión con...**

En esta sección se relacionan los contenidos de la lección con otras áreas del conocimiento, como medicina, literatura y matemática.

**◀ 140**

Esta sección te invita a que escribas tu opinión acerca de un tema, en no más de 140 caracteres, y la comuniques a tus compañeros, por ejemplo, usando Internet.

**Lección 7**

**Resumen**

**Procesos de vida**

Los seres vivos poseen una capacidad de adaptación a su entorno. Esta adaptación se logra mediante cambios en su estructura, fisiología y comportamiento. Los organismos que viven en ambientes extremos, como las bacterias de las fuentes hidrotermales, poseen adaptaciones especiales que les permiten sobrevivir en condiciones de alta temperatura y alta presión.

**Moléculas que participan en la enzimas**

Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores biológicos. Su estructura terciaria les confiere una alta especificidad por su sustrato. El sitio activo de la enzima es el lugar donde se produce la reacción química. La actividad enzimática puede ser regulada por diversos factores, como la temperatura, el pH y la presencia de cofactores.

**Moléculas que participan en las membranas biológicas**

Las membranas biológicas están compuestas por una bicapa lipídica y proteínas embebidas. Las proteínas de membrana desempeñan funciones como el transporte de sustancias, la señalización y la adhesión celular.

**Perforinas y granzimas**

Las células asesinas naturales (NK) utilizan perforinas y granzimas para destruir a las células diana. Las perforinas forman poros en la membrana de la célula diana, a través de los cuales ingresan las granzimas, que inducen la apoptosis.

**Defensas**

El sistema inmunológico posee diversas estrategias para defenderse de patógenos. Estas incluyen la barrera física de la piel, la respuesta inflamatoria y la acción de células inmunitarias como los linfocitos T y B.

**El sistema inmunológico**

El sistema inmunológico es un conjunto de células y moléculas que trabajan juntas para defender al organismo de infecciones y enfermedades.

**Antes de seguir**

1. ¿Qué es un anticuerpo? ¿Cómo se produce?
2. ¿Qué es un sustrato? ¿Cómo se relaciona con la actividad enzimática?
3. ¿Qué es un cofactor? ¿Cómo afecta a la actividad enzimática?
4. ¿Qué es un inhibidor? ¿Cómo afecta a la actividad enzimática?
5. ¿Qué es un anticuerpo? ¿Cómo se produce?
6. ¿Qué es un sustrato? ¿Cómo se relaciona con la actividad enzimática?
7. ¿Qué es un cofactor? ¿Cómo afecta a la actividad enzimática?

◀ **Apunte**  
Definición breve de un concepto necesario para comprender mejor la lección.

◀ **Antes de seguir**  
Al cierre de cada lección se proponen preguntas que te permitirán saber cuánto has aprendido.

▲ **Reflexiona**  
Texto relacionado con los objetivos transversales que debes desarrollar durante este año. Te invita a hacer una reflexión que puedes compartir con tus compañeros en un ambiente de respeto.

**Divulgación científica**

**El estrés: un problema del mundo actual**

El estrés es un fenómeno fisiológico y psicológico que surge como respuesta a una situación percibida como amenazante o demandante. El estrés crónico puede tener consecuencias negativas para la salud física y mental.

**Trabajo científico**

**Descripción de eje**

El eje de trabajo científico se centra en el estudio de la actividad enzimática y su regulación. El objetivo es comprender cómo las enzimas catalizan las reacciones químicas y cómo su actividad puede ser controlada por diversos factores.

**Metodología**

- Tipo de eje: Trabajo de laboratorio
- Duración: 2 semanas
- Materiales: Reactivos, equipo de laboratorio
- Procedimiento: Seguimiento de la actividad enzimática

**Resultados**

Se espera que los estudiantes comprendan el papel de las enzimas en los procesos biológicos y cómo su actividad puede ser regulada por diversos factores. Se espera que los estudiantes sean capaces de diseñar y ejecutar un experimento científico.

**Actividades**

1. Realizar un experimento de laboratorio para estudiar la actividad enzimática.
2. Diseñar un protocolo de trabajo científico.
3. Realizar un informe de laboratorio.

▲ **Divulgación científica**  
En dos páginas se te presenta información científica relacionada con contenidos tratados en la unidad, con el objetivo de promover el diálogo, el razonamiento y el desarrollo de opiniones frente a hechos concretos.

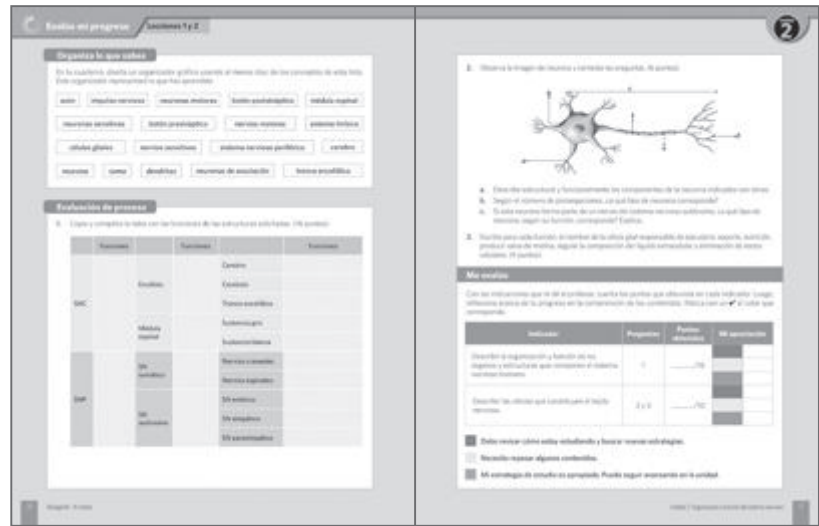
▲ **Trabajo científico**  
Es un módulo de dos páginas destinado a que practiques uno o más procesos científicos, como plantear preguntas, proponer hipótesis, extraer conclusiones basadas en las evidencias y comunicar tus resultados.

**Organiza lo que sabes** ▶

Sección que te propone relacionar los conceptos que selecciones mediante un esquema que sintetice tu aprendizaje. Tendrás la oportunidad de exponer tu trabajo a tus compañeros y recibir sus comentarios, lo que te ayudará a advertir lo que has aprendido y a mejorar tus habilidades de comunicación.

**Evaluación de proceso** ▶

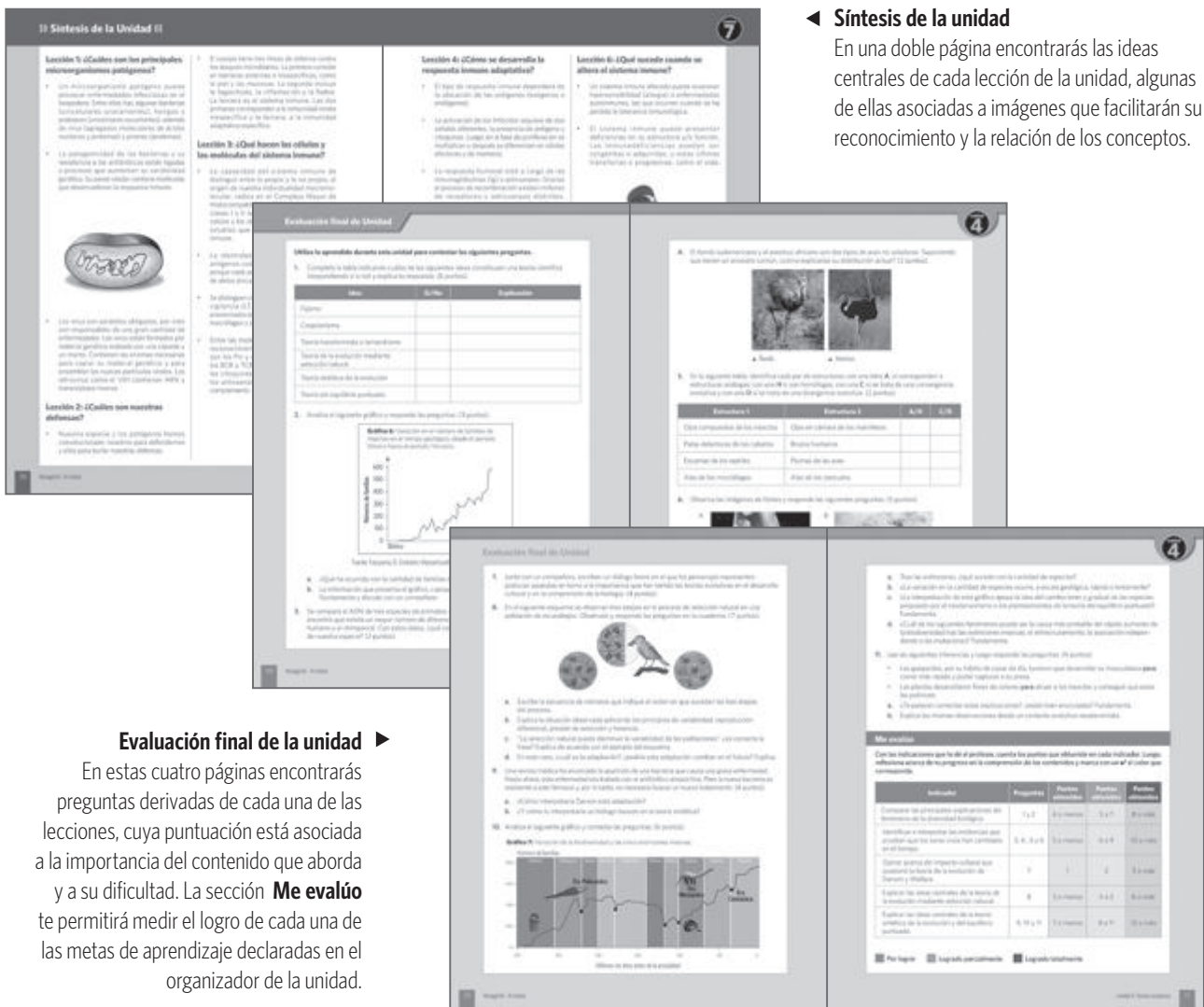
Al responder las preguntas planteadas podrás poner a prueba tu dominio de los conceptos y habilidades trabajados hasta ese momento en la unidad. Incluye la sección **Me evalúo**, donde podrás conocer tu puntuación, valorar tu desempeño y decidir una acción acerca de tu estrategia de aprendizaje de cada una de las metas propuestas en las lecciones precedentes.



**3. Páginas finales de la unidad**

◀ **Síntesis de la unidad**

En una doble página encontrarás las ideas centrales de cada lección de la unidad, algunas de ellas asociadas a imágenes que facilitarán su reconocimiento y la relación de los conceptos.



**Evaluación final de la unidad** ▶

En estas cuatro páginas encontrarás preguntas derivadas de cada una de las lecciones, cuya puntuación está asociada a la importancia del contenido que aborda y a su dificultad. La sección **Me evalúo** te permitirá medir el logro de cada una de las metas de aprendizaje declaradas en el organizador de la unidad.

# Organización de la Guía didáctica del docente

La Guía didáctica del docente incorpora material instruccional para que el profesor pueda guiar a sus estudiantes antes, durante y luego del aprendizaje, además de atender a las necesidades que surjan producto de los diferentes ritmos, estilos e intereses de aprendizaje.

Estos materiales son los siguientes:



## Inicio de unidad

Dos páginas en las que se presentan el propósito de la unidad, los objetivos fundamentales verticales, los contenidos mínimos obligatorios y los objetivos fundamentales transversales.

## Planificación de la unidad

Doble página en la que se presenta una planificación general de la unidad, estructurada a partir de los contenidos mínimos obligatorios, y dividida en lecciones.

Para cada una de ellas se especifican los contenidos, instrumentos e indicadores de evaluación y el tiempo estimado para su desarrollo.

Lección	Contenidos	Instrumentos	Indicadores de Evaluación	Instrumentos de Evaluación	Indicadores de Evaluación
1. Introducción a la homeostasis	Definición de homeostasis. Ejemplos de procesos homeostáticos.	Actividad 1.1: Análisis de un gráfico de temperatura corporal.	1.1.1. Identificar el concepto de homeostasis.	1.1.1.1. Identificar el concepto de homeostasis.	1.1.1.1. Identificar el concepto de homeostasis.
2. Mecanismos de regulación de la temperatura corporal	Regulación de la temperatura corporal. Mecanismos de regulación.	Actividad 2.1: Análisis de un gráfico de temperatura corporal.	2.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la temperatura corporal.	2.1.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la temperatura corporal.	2.1.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la temperatura corporal.
3. Mecanismos de regulación de la presión arterial	Regulación de la presión arterial. Mecanismos de regulación.	Actividad 3.1: Análisis de un gráfico de presión arterial.	3.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la presión arterial.	3.1.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la presión arterial.	3.1.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la presión arterial.
4. Mecanismos de regulación de la concentración de glucosa en sangre	Regulación de la concentración de glucosa en sangre. Mecanismos de regulación.	Actividad 4.1: Análisis de un gráfico de concentración de glucosa en sangre.	4.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la concentración de glucosa en sangre.	4.1.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la concentración de glucosa en sangre.	4.1.1.1. Identificar los mecanismos de regulación de la concentración de glucosa en sangre.

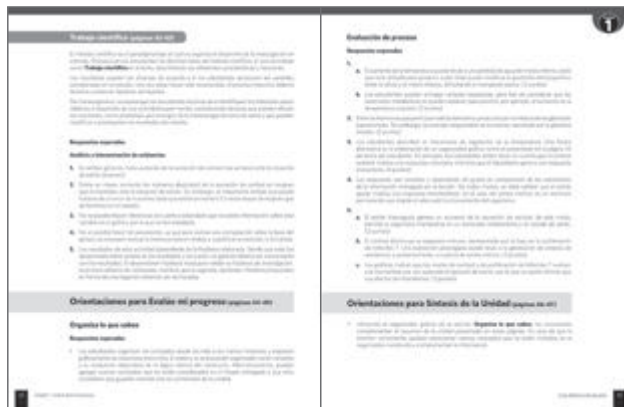


## Orientaciones de trabajo con las lecciones

Páginas que incluyen sugerencias para abordar el inicio, desarrollo y cierre de las lecciones, además de las soluciones de todas las actividades con respuesta cerrada y orientaciones para las preguntas con respuesta abierta. Se indica también el estilo de aprendizaje que corresponde a cada una de ellas.

▼ **Sugerencias para Divulgación científica y Trabajo científico**

Se presentan ejemplos de respuestas esperadas e indicaciones metodológicas.

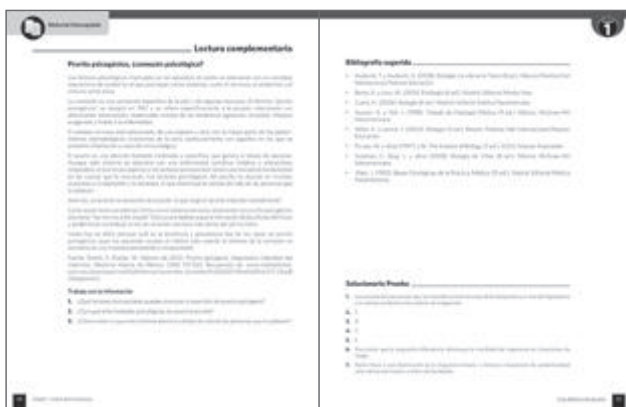
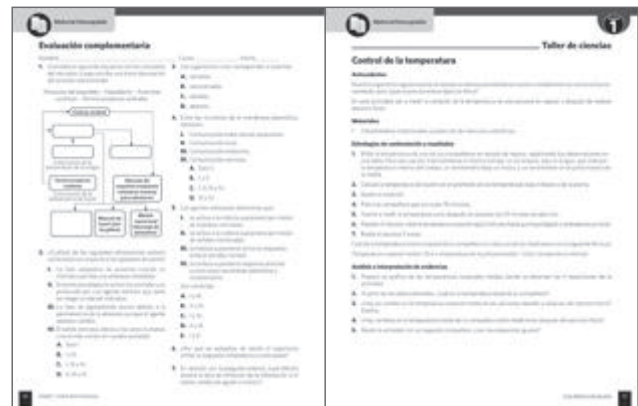


◀ **Orientaciones para Síntesis de la Unidad y para la Evaluación final**

Contiene las respuestas esperadas para las preguntas de la Evaluación final y recomendaciones para trabajar las páginas de síntesis.

▲ **Orientaciones para Evaluar mi progreso**

Se presentan indicaciones para la sección Organiza lo que sabes y las respuestas esperadas de la Evaluación de proceso.



◀ **Material fotocopiable**

Evaluaciones complementarias, talleres de ciencias y lectura científica para evaluar y ampliar los aprendizajes adquiridos en la unidad. Además, una bibliografía sugerida y el solucionario de la evaluación.

◀ **Anexos**

Pautas de corrección y direcciones web complementarias.

# Unidad 1

# Control de la homeostasis

## Propósito de la Unidad

En esta unidad se espera que los estudiantes comprendan el concepto de homeostasis como la mantención del equilibrio interno del organismo a través de diversos mecanismos; por ejemplo, la regulación del balance hídrico, de la presión arterial, la glicemia y la temperatura corporal, destacando la importancia de la función neuroendocrina. Así también, se espera que identifiquen los principales mecanismos homeostáticos que se activan por el estrés.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Comprender que los organismos han desarrollado mecanismos de funcionamiento sistémico y de interacción integrada con el medio exterior, de manera de mantener un ambiente interno estable, óptimo y dinámico que le confiere cierta independencia frente a las fluctuaciones del medio exterior.
- Conocer la organización del sistema nervioso y su función en la regulación, coordinación e integración de las funciones sistémicas y la adaptación del organismo a las variaciones del entorno.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.



- Descripción del control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio; por ejemplo, el estrés, los cambios transitorios o estacionales de la temperatura ambiente.
- Identificación de la neurona como la unidad estructural y funcional del sistema nervioso; su conectividad y su participación en la regulación e integración de funciones sistémicas como, por ejemplo, la circulación y la respiración.

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Promover el desarrollo de hábitos de higiene personal y social; desarrollo físico personal en un contexto de respeto y valoración de la vida y el cuerpo humano; cumplimiento de normas de prevención de riesgos.
- Desarrollar las habilidades de resolución de problemas, que se ligan tanto con habilidades que capacitan en el uso de herramientas y procedimientos basados en rutinas como con la aplicación de principios, leyes generales, conceptos y criterios; estas habilidades deben facilitar el abordar, de manera reflexiva y metódica y con una disposición crítica y autocrítica, tanto situaciones en el ámbito escolar como las vinculadas con la vida cotidiana a nivel familiar, social y laboral.
- Reconocer el principio ético de que todos los “seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, dotados de razón y conciencia, deben comportarse frateralmente los unos con los otros” (Declaración Universal de Derechos Humanos, Artículo 1º). En consecuencia, conocer, respetar y defender la igualdad de derechos esenciales de todas las personas, sin distinción de sexo, edad, condición física, etnia, religión o situación económica.
- Valorar el carácter único de cada persona y, por lo tanto, la diversidad de modos de ser.
- Valorar la vida en sociedad como una dimensión esencial del crecimiento de la persona y capacitarse para ejercer plenamente los derechos y deberes personales que demanda la vida social de carácter democrático.
- Comprender y apreciar la importancia que tienen las dimensiones afectiva, espiritual, ética y social, para un sano desarrollo sexual.
- Apreciar la importancia social, afectiva y espiritual de la familia y del matrimonio para el desarrollo integral de cada uno de sus miembros y de toda la sociedad.
- Apreciar la importancia de desarrollar relaciones igualitarias entre hombres y mujeres que potencien su participación equitativa en la vida económica familiar, social y cultural.
- Utilizar aplicaciones para presentar y comunicar ideas y argumentos de manera eficiente y efectiva aprovechando múltiples medios (texto, imagen, audio y video).

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.</li> <li>Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.</li> <li>Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.</li> <li>Descripción del control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio; por ejemplo, el estrés, los cambios transitorios o estacionales de la temperatura ambiente.</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Los seres vivos somos sistemas?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de sistemas y clasificación de los seres vivos como sistemas abiertos.</li> <li>Análisis de sistemas orgánicos.</li> <li>Medio interno y homeostasis.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 2:</b> ¿Cómo se regula la homeostasis?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rol de los sistemas de relación.</li> <li>Control neuroendocrino de la homeostasis.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 3:</b> ¿Cómo se regula la temperatura?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia de la termorregulación.</li> <li>Control nervioso y hormonal de la temperatura.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 4:</b> ¿Cómo afecta el estrés a la homeostasis?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estrés y sus causas.</li> <li>Tipos de estrés.</li> </ul>	

Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 12).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 19).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar que los organismos han desarrollado mecanismos de funcionamiento sistémico y de interacción integrada con el medio exterior.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 20).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 25).</li> <li>• Evalúo mi progreso Lecciones 1 y 2 (pág. 28).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir la manera en que los organismos mantienen un ambiente interno estable, óptimo y dinámico que le confiere cierta independencia frente a las fluctuaciones del medio exterior.</li> <li>• Distinguir el rol de los sistemas nervioso y endocrino en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 30).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 33).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a variaciones de temperatura.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 34).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 41).</li> <li>• Evalúo mi progreso Lecciones 3 y 4 (pág. 44).</li> <li>• Evaluación final de la unidad (pág. 48).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a estímulos estresantes.</li> </ul>	<b>2</b>

# Orientaciones de trabajo Lección 1 (páginas 12-19)

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de estas páginas es que los estudiantes reconozcan la capacidad de los organismos de regular su medio interno por la acción integrada de todos sus órganos. Utilice la página inicial para incentivar el interés de los alumnos por el contenido de la unidad.
- Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de los estudiantes con el fin de avanzar en esta unidad. En esta actividad se espera que los estudiantes reconozcan la importancia de las tramas tróficas y del transporte de membrana y su implicancia en el control de las condiciones internas de un organismo.
- Trabaje las páginas iniciales de la lección realizando preguntas como las siguientes a sus estudiantes: ¿qué funciones vitales realizan los seres vivos?, ¿qué significa que se modifiquen las condiciones naturales de un organismo?, ¿qué creen ustedes que es la autorregulación? Utilice sus respuestas para contextualizar los contenidos iniciales de la unidad, como las relaciones tróficas y la comprensión de los organismos vivos como sistemas abiertos.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. Las respuestas son variadas y los estudiantes consideran diferentes grupos de compuestos químicos importantes para el mantenimiento de la vida, como carbohidratos, triglicéridos y polipéptidos, así como sales, agua u otros. Es recomendable que genere un listado en la pizarra para que al término de la actividad sus estudiantes tengan una respuesta común.
2. Los estudiantes describen las relaciones tróficas entre los organismos presentados en el esquema. Reconocen a los productores primarios (organismos fotosintetizadores o quimiosintetizadores), secundarios (herbívoros de diferente índole) y a los predadores (consumidores de herbívoros). Haga hincapié en las interconexiones entre organismos, en donde todos los miembros de la red están relacionados entre sí de un modo u otro.
3. Los estudiantes señalan qué materia y energía obtenida del ambiente les permite mantenerse, sobrevivir y generar descendencia. Es importante, asimismo, que los estudiantes recuerden el principio de que la materia y la energía solo es transformada.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: teórico)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes deben reconocer que el origen de gran parte de las cadenas tróficas presentes en la superficie del planeta tienen en su base a organismos fotosintetizadores, los que utilizan compuestos obtenidos desde el ambiente para producir glucosa, y a partir de esta, otros compuestos de vital importancia en la mantención del organismos. Luego, estos son traspasados a otros organismos que se alimentan de los organismos fotosintetizadores. Es importante recordar a los estudiantes que otras fuentes de energía han demostrado ser de gran valor en la mantención de comunidades de organismos donde la luz y el calor solares son un recurso limitado. Por ejemplo, fumarolas termales en el fondo marino o en cuevas en la base de volcanes pueden mantener grandes comunidades de organismos

que utilizan el calor de las fuentes termales, así como los compuestos que se liberan en procesos quimiosintéticos. Destacar que un factor común, además, es la presencia de agua para la mantención de estos sistemas.

2. Se convertirían en sistemas cerrados con un reducido control de su medio interno al no poder intercambiar materia y energía con el medio y, por lo tanto, probablemente serían incapaces de sobrevivir.

## **Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)**

### **Respuestas esperadas**

1. Los estudiantes responden de forma variada dependiendo de lo que recuerden sobre las funciones de la membrana plasmática. Deben reconocer que la bicapa lipídica es la base estructural de la membrana y que su constitución permite el paso de agua y otros compuestos disueltos en ella por difusión simple u osmósis. Las proteínas, si bien ayudan en algunos casos en la mantención de la estructura de la membrana, favorecen el intercambio con el medio, al actuar como canales para el intercambio del mismo, en tanto que muchos carbohidratos actúan como compuestos antena además de incidir en la generación de la pared celular, en casos como células vegetales y fúngicas.
2. Los estudiantes deben identificar la acción de las proteínas en el control de la concentración de iones en el medio interno, puesto que selectivamente generan condiciones en las que el metabolismo se puede mantener.

## **Sugerencias de desarrollo de lección**

- Destaque entre sus estudiantes que los subsistemas mencionados en la lección no son aislados, sino que están interconectados entre sí. Pida a sus estudiantes que, una vez reconocidos los diferentes subsistemas, generen listados de órganos que puedan tener una relación con cada uno. Pídale que destaquen que poseen más de una función. Haga el paralelo entre la teoría de conjuntos, con subconjuntos que forman el todo, para ejemplificar las relaciones entre los diversos subsistemas. Alternativamente, pídale a sus estudiantes que grafiquen diagramas de Venn evidenciando las relaciones entre órganos cuando forman parte de diferentes subsistemas.

## **Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: teórico)**

### **Respuestas esperadas**

1. Destacar entre los estudiantes que las hipótesis indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas a manera de proposiciones. Estas proposiciones han de tener elementos que permitan su comprobación. Considerando esto, los estudiantes pueden entregar variadas respuestas a cómo se impide la acción de la histamina por antihistamínicos. Se espera que sugieran que los antihistamínicos podrían bloquear la generación de histamina, como también podrían bloquear a sus receptores en la célula diana.

## Sugerencias de cierre de lección

- Cierre los contenidos de la lección con ayuda del **Minitaller** de la página 21. Para la pregunta f, pídale que se apoyen en fuentes distintas a las del texto, profundizando lo mayor posible en los efectos que tienen los distintos mediadores químicos mencionados. La información que recopilen les será de utilidad en otras lecciones y unidades de este libro.

### Minitaller (Estilos de aprendizaje: activo y pragmático)

#### Respuestas esperadas

- Las respuestas son variables, pero se espera que los estudiantes hayan enviado y recibido respuestas.
- Las respuestas son variables, pero es esperable que hayan realizado las acciones de la misma manera, aunque siempre con un rango de variación. En este sentido, separan comprensión de ejecución de la orden.
- Sí.
- Los estudiantes, con el conocimiento que han adquirido, relacionan la experiencia con los mecanismos que tiene el cuerpo para permitir la comunicación célula a célula. Relacionan la comunicación cercana con sus compañeros con la comunicación química local y nerviosa, en tanto que la comunicación con compañeros no adyacentes con la comunicación química mediada por hormonas, o endocrina.
- Mediante la generación de señales químicas duraderas que son degradadas en el receptor, como hormonas.
- La tabla resultante puede tener variaciones en cuanto al grado de profundización de las respuestas de los estudiantes, pero ha de tener información como la siguiente:

Mediadores químicos	Células que los liberan	Células diana	Efectos que producen	Tipo de comunicación celular
Histamina	Célula corporal	Células corporales vecinas	Relacionada con la respuesta inmune, disparando la respuesta inflamatoria.	Local
Citoquinas	Célula corporal	Células corporales vecinas	Activan procesos de membrana, como división y diferenciación celular.	Local
Cortisol	Células endocrinas	Células corporales lejanas	Participa en la respuesta al estrés.	Endocrina
Adrenalina	Células endocrinas	Células corporales lejanas	Estado de alerta en situaciones de estrés.	Endocrina
Dopamina	Neuronas	Neuronas y células del sistema endocrino	Generalmente es excitadora de funciones, aunque puede ser inhibitoria. Control de la actividad motora.	Nerviosa
Serotonina	Neuronas	Neuronas y células del sistema endocrino	Neurotransmisor de función inhibitoria.	Nerviosa

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. La respuesta es variable y es probable que considere la incorporación de procesos industriales de diferente complejidad previo al consumo humano. Tener presente que los estudiantes han de considerar organismos productores primarios (fotosintetizadores) en la base de la trama trófica. Destaque la incorporación de degradadores.
2. En el caso de la fogata, necesita oxígeno y un combustible para mantenerse, en tanto que el ser humano necesita una fuente de energía, así como la incorporación de materia que puede ser transformada.
3. Los estudiantes describen las características del líquido extracelular, compuesto por el líquido intersticial y el líquido intravascular. Destacan que es una solución compuesta mayoritariamente por agua y por diversos solutos, como iones y moléculas. Contiene grandes cantidades de iones de Na, Cl y bicarbonato, además de nutrientes como oxígeno, glucosa, ácidos grasos y aminoácidos. Asimismo, permite la excreción de desechos celulares, como dióxido de carbono y urea.
4. Los estudiantes reconocen que cada subsistema posee características diferentes en relación con la función que cumplen. Destacan las características de los subsistemas de nutrición, subsistemas para la relación, subsistemas de sostén y movimiento.
5. Las respuestas son variables y dependerán del grado de conocimiento que los estudiantes hayan adquirido durante la lección. Relacionan homeostasis con sistema abierto en tanto el control del medio interno es potencialmente realizable; homeostasis con medio interno como el conjunto de procesos que llevan a la mantención de este; homeostasis con ambiente, que permite la mantención de las relaciones del organismo con este, además de la dependencia del medio interno del ambiente; homeostasis con subsistemas de relación, en tanto las respuestas adaptativas pueden realizarse solo dentro del rango en el que la homeostasis es mantenida; homeostasis y célula, donde el medio interno está formado por el líquido extracelular y por lo tanto la homeostasis regula parcialmente las relaciones entre el espacio intra y extracelular; homeostasis y membrana plasmática, en la que esta última es el límite entre espacio intra y extracelular y donde ocurren los procesos de intercambio y comunicación; finalmente, homeostasis y comunicación celular, en tanto que la comunicación celular permite las relaciones entre las células de manera coordinada, y con esto la mantención del organismo.

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 20-25)

### Sugerencias de inicio de lección

- En esta lección los estudiantes conocerán el modo en que son coordinados diferentes células y órganos para mantener la homeostasis. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de sus estudiantes en relación con el sistema endocrino y sus hormonas.
- Complemente la captura de conceptos previos con ayuda de la sección **Actividad complementaria 1**.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes completan el esquema con la siguiente información:
  - A. Hipófisis.
  - B. Glándula suprarrenal.
  - C. Páncreas.
  - D. Testículos.
  - E. Ovarios.
2. Las respuestas dependerán del grado de conocimiento que los estudiantes manejen de las estructuras destacadas.
  - a. Hipófisis: hormona del crecimiento o somatotropina, prolactina, hormona estimulante de la tiroides (TSH), corticotropina (ACTH), hormona estimulante de la corteza suprarrenal, hormona luteinizante (LH), hormona folículo estimulante (FSH); glándula suprarrenal: cortisol (corteza), testosterona, aldosterona, adrenalina (médula) y noradrenalina; páncreas: insulina, glucagón, somatostatina; testículos: testosterona; ovarios: progesterona, estrógeno.
  - b. La hipófisis es una de las glándulas más importantes, ya que regula la mayoría de las funciones de las demás glándulas de la imagen a través de hormonas que secreta o almacena.
  - c. El sistema de control nervioso se realiza por medio de neurotransmisores y regula funciones que deben ejecutarse rápidamente; sin embargo, el sistema endocrino ejerce su control por medio de hormonas, las que actúan lentamente y en pequeñas concentraciones.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Para reforzar el control homeostático, pida a sus estudiantes que utilicen el esquema de la página 23 para ejemplificar al menos dos casos de retroalimentación negativa que ellos conozcan; por ejemplo, el control de la presión sanguínea o regulación de la temperatura corporal. Los esquemas generados pueden ser utilizados en la Lección 3 de esta Unidad, donde se trata la regulación de la presión sanguínea en detalle.

### Sugerencias de cierre de lección

- Destaque la función reguladora del hipotálamo pidiendo a sus estudiantes que indaguen, utilizando diferentes fuentes, en las funciones que tiene y en su estructura. El sistema nervioso será estudiado en detalle más adelante en el texto, por lo que los resultados de esta indagación pueden ser empleados para reforzar los contenidos presentados aquí.



## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes reconocen que la variable controlada en este sistema de retroalimentación es la glicemia.
  - b. Los estudiantes indican que el agente estresante es el cambio en la cantidad de glucosa en la sangre o glicemia.
  - c. El sistema en cuestión es un sistema de retroalimentación negativa.
  - d. En ambos casos, los estudiantes reconocen que los efectores son las células del páncreas. Cuando hay un aumento de la glicemia, las células del hígado captan el exceso de glucosa y lo convierten en glucógeno, el que es almacenado en el hígado. En caso de un descenso de la glicemia, el glucógeno es degradado a glucosa, la que es liberada al torrente sanguíneo.
  - e. Los estudiantes pueden entregar diferentes respuestas, algunas de ellas incluso relacionadas con sus experiencias cotidianas, pero deben considerar que la baja o el exceso de glucosa en la sangre afecta a la presión sanguínea, así como a la mantención del metabolismo de los diferentes tejidos del organismo.
2. El sistema nervioso simpático se relaciona con las respuestas ante situaciones de alerta o de estrés, en tanto que el sistema nervioso parasimpático se relaciona con el retorno del organismo a condiciones de reposo y a un bajo consumo de energía.
3. Este eje permite el control de las respuestas coordinadas de los sistemas nervioso y endocrino. El hipotálamo controla en buena parte la generación de precursores hormonales de la hipófisis, la que actúa como glándula maestra de todo el sistema endocrino.
4. La respuesta es variable y dependerá del grado de conocimiento y comprensión de los estudiantes. Si lo desea, puede hacer, en conjunto con ellos, una lluvia de ideas sobre los conceptos básicos que tienen que estar en este organizador gráfico; de este modo, todos los estudiantes poseen un *pool* de conceptos comunes a utilizar. Asimismo, habrá que considerar ideas sobre retroalimentación positiva y negativa durante la elaboración del organizador.

### Actividad complementaria 1

Relaciona los conceptos de la columna A con las descripciones de la columna B, escribiendo el número en el espacio correspondiente.

<b>A</b>	_____	<b>B</b>
1. Glándula	_____	Órgano sobre el que actúa una hormona.
2. Sistema	_____	Órgano especializado en la fabricación de hormonas.
3. Órgano blanco o diana	_____	Molécula sintetizada y secretada por estructuras especializadas. Producen efectos específicos sobre células, tejidos u órganos.
4. Hormona	_____	Conjunto de órganos que llevan a cabo funciones distintas, las cuales logran complementar originando una estructura fisiológica mayor.

### Actividad

#### Respuestas esperadas

- 1.** Entre las causas y efectos de ambos tipos estrés, se reconoce que el estrés adaptativo es una respuesta momentánea a un agente estresor; su efecto es a corto plazo y guarda relación con la predisposición a enfrentarse a una situación difícil, aumentando el metabolismo (enfoque, vigor, agudeza mental). Por otro lado, las causas del síndrome de adaptación general son situaciones de estrés de larga duración o de aumento continuo de su intensidad. Estas situaciones derivan en daños al organismo, principalmente por elevación de la adrenalina y de hormonas corticoesteroidales secretadas por las glándulas adrenales. Al sobrepasar ciertos límites, el estrés puede afectar a numerosos órganos del cuerpo, al igual que a la capacidad mental y al sistema inmunológico.
- 2.**
  - a.** Los estudiantes evidencian que en cada grupo etario las mujeres presentan un mayor porcentaje de estrés. Pueden sugerir distintos métodos, pero uno de los procedimientos más sencillos para comprobar esta observación es la de hacer una sumatoria de los porcentajes de prevalencia de estrés en total por género y comparar los resultados.
  - b.** Los estudiantes demuestran que en ambos géneros, la prevalencia es porcentualmente mayor en el grupo etario entre 25 y 44 años. Pueden sugerir distintos métodos, entre ellos comparar las diferencias de los totales de prevalencia de estrés por grupo etario entre sí.
- 3.** Es esperable que las propuestas puedan ser variadas. Entre las alternativas, está la de crear una encuesta sobre la percepción del grado de estrés de los participantes. Para el primer caso, los estudiantes han de considerar la selección de un universo de participantes de ambos sexos de todos los grupos etarios, sin hacer una selección previa. Con los datos que obtengan, pueden comparar entre diferentes grupos etarios independiente del género de los participantes. Una vez obtenidos estos datos, pueden compararlos con los resultados de esta encuesta.
- 4.** Las respuestas a esta sección son variadas y deben representar el estado de avance del conocimiento sobre el estrés de parte de los estudiantes. Tendrán que destacar cuáles son las condiciones ambientales armónicas familiares, sociales y físicas que mejor ayudan a evitar el estrés. Considerar además el cuidado del cuerpo entre estas, destacando el no consumo de alcohol y drogas, la realización de ejercicio de manera regular, además de tener una dieta balanceada y no excesiva.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 28-29)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

1. Las respuestas de los estudiantes son variadas y tendrán en cuenta que, si bien nos asemejamos a máquinas en el sentido de sistemas abiertos, la capacidad de auto-replicación es una de las diferencias de este sistema, en tanto auto-mantenimiento a través de replicación y reparación celular, así como el control del medio interno, que permite la permanencia del sistema funcionando incluso en ausencia temporal de un combustible (alimento). (3 puntos).
2. Los esquemas son variados, pero hay que indicar que el animal debe ingerir alimento como fuente de energía, que los vegetales obtienen la energía que necesitan del sol para producir su propio alimento a través del proceso de fotosíntesis, en tanto que una célula libre ha de ser representada teniendo un intercambio más directo con el ambiente. Alternativamente, puede considerarse que los estudiantes reconozcan esta célula libre como una bacteria, destacando las diferencias estructurales que posee. (2 puntos por cada representación).
3. Las respuestas son variadas; sin embargo, los estudiantes han de identificar claramente cada uno de los subsistemas estudiados en las lecciones anteriores: subsistema para la nutrición, relacionado con sistemas respiratorio y digestivo en animales, así como sus sistemas excretores; sistemas para la relación, donde se destacan órganos asociados al sistema nervioso y al sistema endocrino; en el subsistema para el sostén y movimiento reconocen estructuras relacionadas al desplazamiento y mantenimiento de la postura, como los músculos y huesos; subsistema para la reproducción, estructuras relacionadas con la reproducción sexual en el caso de animales, tales como componentes de los aparatos reproductores masculinos y femeninos. (1 punto por cada subsistema debidamente representado).
4. La membrana plasmática permite el intercambio de sustancias con el medio interno, además de permitir las condiciones internas de la célula. Entre ellas está el intercambio de agua y sustancias disueltas en ella o que pueden desplazarse a través de la membrana con ayuda de esta, así como permitir el intercambio de sustancias y solutos con el LEC, facilitando la comunicación con otras células cercanas. (2 puntos).
5.
  - a. El medio interno está formado por el líquido extracelular, el que a su vez está constituido por el líquido intersticial y el líquido intravascular. (1,5 puntos).
  - b. Participa a través de la incorporación de desechos disueltos en agua, así como dióxido de carbono y urea.

**6.**

- a.** Las respuestas de los estudiantes deben explicar que el cambio en la concentración de iones, en particular un aumento, estimularía la pérdida de agua desde las células, así como podría producirse el bloqueo del intercambio pasivo de iones desde el espacio intracelular al medio interno. (2 puntos).
- b.** Las respuestas de los estudiantes pueden incluir inferencias sobre la disminución del metabolismo de las células. Asimismo, pueden considerar inferencias sobre el aumento de señales por parte de células receptoras a los centros de control apropiados para aumentar, por ejemplo, la frecuencia respiratoria. (2 puntos).

**7.**

- a.** Son los encargados de coordinar e integrar las respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio. En este caso están relacionados el sistema nervioso y el sistema endocrino. (2 puntos).
- b.** Los estudiantes reconocen a los sistemas de retroalimentación como los principales mecanismos de control homeostático, con especial hincapié en los sistemas de retroalimentación negativa. Los estudiantes pueden ejemplificar con un organizador gráfico un sistema de retroalimentación, al tiempo que explicitan las funciones de cada elemento. (2 puntos).

**8.**

- a.** El hipotálamo recibe información sobre la presión sanguínea y la distensión estomacal, la temperatura de la piel, las condiciones de la luz y la oscuridad, el balance iónico y la temperatura de la sangre. (2 puntos).
- b.** El sistema nervioso autónomo (SNA) es una división del sistema nervioso encargada de responder de manera automática e involuntaria a ciertos estímulos, controlando la musculatura lisa, las glándulas exocrinas y el músculo cardíaco. Asimismo, es responsable de la regulación de la conducta emocional y de la homeostasis; sus respuestas son opuestas y complementarias, manteniendo así las condiciones normales del metabolismo basal. (2 puntos).
- c.** Los estudiantes indican que el hipotálamo dirige buena parte de la acción hormonal del sistema endocrino, al controlar de manera íntima a la glándula maestra de este sistema. Los estudiantes describen las relaciones estructurales entre ambos órganos, con especial énfasis en las vías de conexión desde el hipotálamo hacia la hipófisis. (2 puntos).

## Orientaciones de trabajo Lección 3 (páginas 30-33)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es el de comprender el mecanismo mediante el cual se regula la temperatura de nuestro organismo y su importancia en la mantención del metabolismo. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección.
- Complemente la información de las páginas iniciales indicando que los términos “animal de sangre caliente” y “animal de sangre fría” fueron utilizados por los biólogos durante los inicios del siglo pasado, ya que era la forma más sencilla de clasificar a los animales de tierra. Así, la percepción fría o caliente de sus cuerpos captada por el tacto bastaba para clasificarlos. Tanto los invertebrados, los reptiles, los peces y los anfibios eran considerados de sangre fría, ya que se sienten fríos al tocarlos, mientras que las aves y los mamíferos serían animales de sangre caliente. Esta denominación se ha objetado, puesto que los mal llamados animales de sangre fría también pueden alcanzar temperaturas corporales que al tacto permiten percibirlos como calientes. Por ejemplo, los lagartos del desierto, en las tardes, alcanzan una temperatura superior a los 35 °C. Por este motivo, se les ha denominado poiquilotérmicos, esto es, organismos cuya temperatura interna depende de la temperatura del medio donde se encuentren.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Observando el gráfico, los estudiantes deducen que existe un óptimo de temperatura para la actividad enzimática, y que temperaturas sobre o bajo este óptimo afectan la capacidad de reacción de las enzimas.
  - b. Los estudiantes infieren que la proteína en cuestión pierde su capacidad de reacción por inactivación o por degradación.
  - c. Los estudiantes deben responder que, debido a que las variaciones de temperatura tienen un fuerte efecto en la actividad enzimática, la pérdida de las condiciones ideales de reacción en temperatura afecta el metabolismo de un organismo.
2. Los estudiantes dan variadas respuestas, las que indican actos reflejos o conductas para aumentar o disminuir la temperatura. Por ejemplo, se reconoce el abrigarse o desabrigarse como un acto conductual, pero los escalofríos y la sudoración como actos reflejos para aumentar o disminuir la temperatura corporal.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Complemente los contenidos con las siguientes tablas que resumen las respuestas al aumento o disminución de la temperatura.

**Tabla 1: Respuesta frente a estrés térmico por disminución de la temperatura**

Mecanismos	Acciones
<b>A.</b> Disminución de la pérdida de calor corporal.	<b>1.</b> Vasoconstricción de los vasos sanguíneos de la piel.
	<b>2.</b> Reducción de la superficie propensa a perder calor. (como adoptar posición fetal).
	<b>3.</b> Respuestas conductuales: abrigarse, encender calefacción, entre otras.
<b>B.</b> Aumento de la producción de calor corporal.	<b>1.</b> Incremento del tono muscular (tensión de los músculos).
	<b>2.</b> Escalofríos.
	<b>3.</b> Aumento del apetito.
	<b>4.</b> Aumento de la actividad voluntaria (mayor movimiento).

**Tabla 2: Respuesta frente a estrés térmico por aumento de la temperatura**

Mecanismos	Acciones
<b>A.</b> Incremento de la pérdida de calor corporal.	<b>1.</b> Vasodilatación de los vasos sanguíneos de la piel.
	<b>2.</b> Sudoración.
	<b>3.</b> Respuestas conductuales: desabrigarse, situarse bajo la sombra, buscar lugares aireados, entre otras.
<b>B.</b> Disminución de la producción de calor corporal.	<b>1.</b> Disminución del tono muscular.
	<b>2.</b> Disminución del apetito.

## Sugerencias de cierre de lección

- Complemente y finalice los contenidos de la lección pidiendo a sus estudiantes que respondan la **Actividad complementaria 2**. Para la realización de esta actividad, puede solicitar que se organicen en grupos y que fundamenten sus respuestas con la ayuda de otras fuentes de información.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

- 1.** Los estudiantes responden considerando los contenidos tratados en la lección, así como utilizando información obtenida en las lecciones anteriores. En general, deben observar que los cambios de temperatura bruscos modifican el líquido extracelular dependiendo del cambio (aumento o disminución), en tanto que un aumento de la temperatura estimula la sudoración para la pérdida de calor, lo que implica una pérdida de agua, y con esto, un potencial aumento de la concentración de solutos en el LEC. Una disminución implica la presencia de hormonas de control en el LEC, las que estimulan el metabolismo, produciendo calor.
- 2.** En términos generales, los estudiantes reconocen que la respuesta nerviosa es la más rápida, pero no la más duradera. En este sentido, la respuesta endocrina depende de la respuesta nerviosa, pero su duración es superior en el tiempo y dependerá del tiempo medio de degradación de las hormonas que se liberen.

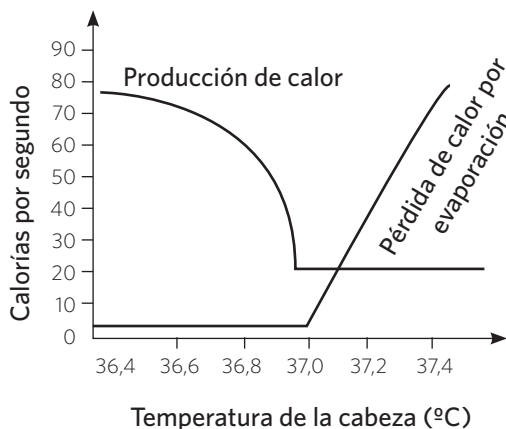
3.

- a. Las respuestas son variables, pero los estudiantes pueden inferir que tiene una ventaja adaptativa para la conquista de ambientes cálidos. De este modo, nuestra temperatura media es similar a la temperatura máxima en zonas cercanas al Ecuador que posean fuentes estables de alimento, lo que permite que podamos sobrevivir en esos lugares sin inconvenientes.
- b. Los estudiantes infieren que esta es una respuesta conductual a la necesidad del organismo de aumentar sus reservas de energía para poder mantener el metabolismo elevado y, con esto, mantener la temperatura corporal.

**Actividad complementaria 2**

Analiza el siguiente gráfico. Luego, responde las preguntas planteadas.

1. ¿Qué variables se encuentran graficadas?, ¿cuáles son las variables dependiente e independiente?
2. ¿Qué relación puedes establecer entre el aumento de la temperatura de la cabeza y la producción de calor?, ¿cómo lo explicarías?, ¿por qué crees que existe este mecanismo?
3. ¿Qué consecuencias puede tener para el organismo humano exponerse a una alta temperatura interna?



Fuente: Guyton, A. (1998). Tratado de Fisiología Médica. 11ª edición. México: McGraw-Hill Interamericana.

## Orientaciones de trabajo Lección 4 (páginas 34-41)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es comprender el mecanismo mediante el cual las neuronas pueden comunicarse entre sí. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección.
- Pregunte a sus alumnos qué entienden por agente estresor o episodio de estrés. Mencione algunos ejemplos de agentes estresores o pídale que describan alguna situación donde aparezca algún agente estresor que pudiera provocar una respuesta. Pregúnteles qué sensación física sienten cuando tienen una prueba importante, o cuando se sienten amenazados. Amplifique la discusión poniendo ejemplos de otros organismos. Puede mencionar la relación predador-presa, donde la presa se enfrenta a un agente estresor (predador). En muchos casos, es posible que se confundan las diferencias en cuanto a la naturaleza de un agente estresor, y particularmente con las ideas populares en cuanto al estrés, que lo circunscriben a una afección meramente psicológica. Oriente a los estudiantes en su diferenciación, haciendo hincapié en las situaciones que están en el origen del estímulo. Como ayuda para comprender los conceptos, puede pedirles que realicen un glosario con los términos: estrés, agente estresor, situación amenazante.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Coloquialmente, el término estrés se asocia a un trastorno causado por situaciones sociales donde el individuo se siente presionado o emocionalmente afectado. Esta afirmación es parcialmente acertada, por lo que es importante orientar a los estudiantes en el sentido amplio del término, que implica no solo alteraciones conductuales, sino también un comportamiento fisiológico innato que consiste en una respuesta defensiva o adaptativa que tiene por finalidad controlar la conducta de la persona frente a una amenaza o situación llamada agente estresor.
2. De acuerdo al gráfico, entre 2 y 3 personas, dependiendo del sexo, están en condiciones de sufrir estrés permanente.
3. De acuerdo al gráfico, se puede deducir que son las mujeres las que evidencian una mayor frecuencia de cuadros de estrés. Las explicaciones son variadas y hay que considerar distintos aspectos de la realidad social de las mujeres en las sociedades occidentales, como el ser parte importante del campo laboral, además de asumir, en muchos casos, buena parte de la responsabilidad parental.
4. Las respuestas son variadas y dependerán de las experiencias de los estudiantes. En general, han de destacar conductas estereotipadas que son observables, como aparición de tics, problemas anímicos, irritabilidad, etc. Sin embargo, es importante señalar que el estrés no solo tiene que ver con estados psicológicos, sino que también con respuestas fisiológicas al ambiente.
5. Las respuestas son variables y dependen de la experiencia de los estudiantes, así como de sus inclinaciones personales.
6. Las respuestas son variables y es esperable que la respuesta de los estudiantes esté orientada a la generación de condiciones de convivencia armoniosa. Ampliar esta idea considerando que debe ser una condición armoniosa psicológica, social y ambiental, en donde el medio interno del organismo se encuentre también en un relativo equilibrio. Entre las conductas habrá que considerar una alimentación equilibrada, un consumo adecuado de agua, ejercicio físico para la mantención del tono muscular y del funcionamiento cardiaco, entre otras.



## Sugerencias de desarrollo de lección

- Para trabajar con el organizador gráfico de la página 40, que grafica de manera resumida la respuesta neuroendocrina frente al estrés, pregunte a sus estudiantes: ¿qué acción ejerce la adrenalina?, las respuestas pueden ser: aumento de la frecuencia cardiaca, del estado de vigilia, de la irrigación sanguínea a cerebro y músculos, disminución de la irrigación a piel y riñones. Luego pregunte: ¿quién la produce?; espere respuestas como: el sistema nervioso simpático y las glándulas suprarrenales. Complemente la asociación del esquema con: ¿qué diferencia hay en la acción de una y otra? La respuesta correcta es: la adrenalina producida por vía nerviosa es de acción más rápida. Para finalizar, pídeles que elaboren proposiciones utilizando el diagrama de flujo, que expliquen que tanto la vía endocrina como la nerviosa responden ante un agente estresor.
- Si tuviesen alguna duda con respecto al estado de vigilia, coménteles que es un estado que se caracteriza por un alto nivel de actividad, particularmente relacionada con un alto intercambio de información con el medio. El estado de vigilia se expresa en una serie de parámetros como son las sensaciones, las percepciones, la atención, la memoria, los instintos, las emociones, los deseos, el conocimiento y el lenguaje. El efecto integrado de ese conjunto de parámetros representa el substrato de la conciencia.

### Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Psicológico.
  - b. Psicológico.
  - c. Físico.
2. El estrés agudo se relaciona con la aparición del estado de alerta, en tanto que el estrés crónico se produce cuando el organismo no logra responder bien a los requerimientos fisiológicos que este estado le provoca. Estos normalmente se presentan por un estado permanente de estrés que disminuye la respuesta de las funciones fisiológicas, lo que puede ocasionar un daño en órganos y sistemas, e incluso la muerte.
3. El estrés se puede considerar beneficioso cuando se prepara al organismo ante una situación de alerta o de autoprotección. Sin embargo, la presencia continua de un estrés de este tipo, o una pobre reacción fisiológica del organismo a pesar de gatillarse el estado de estrés, puede llevar a la generación de un estado resistencia. Si este se mantiene, el organismo no es capaz de responder fisiológicamente y las exigencias de su organismo pueden no verse suplidas, generando daños que pueden llevar a la muerte.
4. Esto se debe a que la respuesta al estrés es inespecífica, y normalmente tiende a la preparación del organismo a reaccionar ante una situación amenazante; esto es, al aumento del metabolismo, lo que lleva a la sudoración, la sequedad de mucosas, el aumento del ritmo respiratorio y de la frecuencia cardiaca, etc.
5. Las respuestas son variables y dependerán de los factores que los estudiantes reconozcan como estresantes. Es importante poder separar los estresantes físicos de aquellos denominados nerviosos o psicológicos.

## Actividad 5 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen que el sistema nervioso entrega una respuesta más rápida ante un agente estresante, puesto que se estimula directamente la liberación de adrenalina, en tanto que el sistema endocrino, entre sus respuestas, y luego de un estímulo hormonal del hipotálamo a las glándulas suprarrenales, libera adrenalina. Es importante que los estudiantes reconozcan que la respuesta del sistema nervioso es mucho más rápida, pero de menor duración en relación con la respuesta del sistema endocrino.
2. Los estudiantes deducen y refuerzan la afirmación de que el hipotálamo es el punto en donde el sistema nervioso y el sistema endocrino se unen. En este aspecto, el hipotálamo es la glándula maestra del sistema endocrino, controlando las secreciones producidas a su vez por la hipófisis.
3. Los estudiantes infieren que el aumento de la glicemia, esto es, la concentración de glucosa en la sangre, aumenta el metabolismo, puesto que la catálisis de la glucosa o glucólisis es una de las vías más rápidas de obtención de energía. Este aumento de la disponibilidad de "combustible" permite que la frecuencia cardiaca se mantenga elevada e incrementa la irrigación de los músculos y cerebro.

### Sugerencias de cierre de lección

- Complemente la información de la respuesta neuroendocrina frente al estrés con el siguiente cuadro, que presenta las acciones efectuadas por el sistema nervioso simpático en el funcionamiento metabólico frente a una situación de estrés.

#### Acciones del sistema nervioso simpático durante la respuesta a un agente estresor

1. Aumento hepático y muscular de la glucogenólisis.
2. Aumento de la degradación del tejido adiposo (provee una fuente de glicerol para la gluconeogénesis).
3. Disminución de la fatiga de los músculos esqueléticos.
4. Redirección de sangre desde los órganos internos hacia los músculos esqueléticos.
5. Aumento de la ventilación pulmonar.
6. Aumento de la coagulabilidad de la sangre (a través del aumento del número de plaquetas y del aumento de factores plasmáticos que estimulan la coagulación).

Fuente: Widmaier E., Raff, H. y Strang, K.T. (2001). *Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*. 8ª edición. Boston: McGraw-Hill.

## **Minitaller (Estilos de aprendizaje: teórico y pragmático)**

### **Respuestas esperadas**

1. A mayor tiempo dedicado al acicalamiento y cuidado de las crías por parte de la madre, menores son los niveles de cortisol secretados, lo que indicaría una respuesta de estrés menor.
2. Una relación inversamente proporcional implica que cuando una variable en un gráfico aumenta, la otra disminuye proporcionalmente. En este caso, a valores altos de cortisol, se relaciona una baja dedicación al acicalamiento de la cría en minutos, y viceversa.
3. La respuesta es variable; sin embargo, la idea principal es que la inmunización al estrés consiste en una disminución a la susceptibilidad de sufrir estrés ante un agente estresor específico, el que puede ser medido empíricamente por la producción de cortisol.
4. Respuesta variable. Esta dependerá del análisis del enunciado por parte de los alumnos. Como posible problema podría sugerir: ¿cómo influye la exposición al estrés en la etapa temprana con las conductas en la adultez? La hipótesis, sobre la base de este problema, podría ser: mientras mayor exposición al estrés exista en las primeras etapas del desarrollo, mayor condicionamiento habrá en las respuestas a estos estados durante la etapa adulta.

### **Antes de seguir**

#### **Respuestas esperadas**

5. Los estudiantes reconocen al sistema nervioso simpático como el subsistema de relación que entrega respuestas al estrés rápidas y momentáneas, en comparación al sistema endocrino, encargado de las respuestas lentas y prolongadas.
6. Las respuestas son variadas y dependerán del grado de comprensión de los estudiantes sobre la información entregada en la lección. De todos modos, deben señalar que el estrés agudo implica una respuesta momentánea. Estímulos de este tipo pueden ser la aparición de un perro agresivo dirigiéndose a la persona. En el caso del estrés crónico, se ha de considerar que es un estímulo permanente que impide el adecuado funcionamiento del organismo. Un estímulo de este tipo puede ser, por ejemplo, el sufrir un periodo de ayuno prolongado que lleve a daño de órganos y sistemas.
7. Los estudiantes identifican las funciones de las dos principales hormonas que participan en la respuesta al estrés, y consideran las funciones que cumple cada una. En este sentido, han de reconocer que el cortisol es el que mejor evidencia si un organismo se encuentra en estado de resistencia.
8. El daño se genera porque el cuerpo no es capaz de mantener permanentemente el estado de alerta, además de que la mantención de estos estados implica un alto consumo de recursos energéticos, así como una disminución de la respuesta inmune.
9. La respuesta es variable. Sin embargo, es esperable que los estudiantes consideren que en el caso del ser humano, la gran parte de los estímulos que causan estrés no están relacionados con la sobrevivencia, sino que a factores sociales y psicológicos. En este sentido, es importante que destaquen la mantención de un ambiente armónico para evitar las condiciones de estrés. Asimismo, deben indicar que la exposición a agentes estresores leves en cierto grado permite el mejoramiento de la respuesta ante agentes estresores de mayor gravedad.

## Trabajo científico (páginas 42-43)

El método científico es el paradigma bajo el cual se organiza el desarrollo de la investigación en ciencias. Discuta con sus estudiantes las distintas fases del método científico, el cual se trabaja como **Trabajo científico** en el texto, describiendo sus diferentes características y funciones.

Los resultados pueden ser diversos de acuerdo a si los estudiantes reconocen las variantes consideradas en el estudio. Una vez estas hayan sido reconocidas, el proceso inductivo debería llevarlos a elaborar hipótesis semejantes.

De manera general, se espera que los estudiantes reconozcan e identifiquen los diferentes pasos relativos al desarrollo de una actividad experimental, considerando factores que podrían afectar los resultados, como problemas que emergen de la metodología de toma de datos y que pueden modificar o predisponer los resultados del estudio.

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. En ambos géneros, hubo aumento de la secreción de cortisol (vía urinaria) ante la situación de estrés (examen).
2. Existe un mayor aumento (en números absolutos) de la secreción de cortisol en mujeres que en hombres ante la situación de estrés. Sin embargo, es importante señalar que puede tratarse de un error de muestreo dado que existe un número 1,5 veces mayor de mujeres que de hombres en el estudio.
3. No se pueden hacer inferencias en cuanto a edad dado que no existe información sobre esta variable en el gráfico, por lo que no fue estudiada.
4. No es posible hacer tal aseveración, ya que para realizar una comparación sobre la base del género, es necesario realizar la misma prueba en ambos y cuantificar la variación, si la hubiere.
5. Los resultados de esta actividad dependerán de la hipótesis elaborada. Siendo que esta fue desarrollada sobre la base de los resultados y no *a priori*, en general debería ser concordante con los resultados. Si desarrollaron hipótesis nulas para validar su hipótesis de investigación, la primera debería ser rechazada, mientras que la segunda, aprobada. Hipótesis propuestas en forma de una negación deberían ser rechazadas.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 44-45)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes organizan los conceptos desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y la jerarquía del organizador serán variables y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, pueden agregar nuevos conceptos que no estén considerados en el listado entregado y que ellos consideren que guardan relación con los contenidos de la unidad.

## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

1.
  - a. El aumento de la temperatura puede llevar a una pérdida de agua del medio interno, dado que será utilizada para producir sudor. Esto puede modificar el gradiente electroquímico entre la célula y el medio interno, dificultando el transporte pasivo. (2 puntos).
  - b. Los estudiantes pueden entregar variadas respuestas, pero han de considerar que las reacciones metabólicas se pueden acelerar para permitir, por ejemplo, el aumento de la temperatura corporal. (2 puntos).
2. Entre las hormonas que participan está la adrenalina, producida por la médula de las glándulas suprarrenales. Sin embargo, la principal responsable es la tiroxina, secretada por la glándula tiroides. (2 puntos).
3. Los estudiantes describen el mecanismo de regulación de la temperatura. Una forma alternativa es la elaboración de un organizador gráfico como el presentado en la página 33 del texto del estudiante. En principio, los estudiantes deben tener en cuenta que la corteza cerebral implica una respuesta voluntaria, mientras que el hipotálamo genera una respuesta involuntaria. (4 puntos).
4. Las respuestas son variables y dependerán del grado de comprensión de los estudiantes de la información entregada en la lección. De todos modos, se debe señalar que el estrés agudo implica una respuesta momentánea. En el caso del estrés crónico, es un estímulo permanente que impide el adecuado funcionamiento del organismo.
5.
  - a. El estrés hiperagudo genera un aumento de la secreción de cortisol; de este modo, permite al organismo mantenerse en un acelerado metabolismo y en estado de alerta. (2 puntos).
  - b. El cortisol disminuye la respuesta inmune, representado por la baja en la proliferación de linfocitos T. Una exposición prolongada puede llevar a la generación de estados de resistencia, y posteriormente, a cuadros de estrés crónico. (3 puntos).
  - c. Los gráficos indican que los niveles de cortisol y de proliferación de linfocitos T vuelven a la normalidad una vez superado el episodio de estrés, por lo que se puede afirmar que sus efectos son transitorios. (3 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 46-47)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador construido y complementan la información.

# Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 48-51)

## Respuestas esperadas

1.

	Sistema			
	Sistema circulatorio	Corazón	Arteria coronaria	Glóbulo rojo
<b>Elementos</b>	Órganos que constituyen el sistema: venas, arterias, vasos sanguíneos, etc. (1 punto).	Músculos, tejido nervioso, arterias, venas, etc. (1 punto).	Células internas de la pared, musculatura, etc. (1 punto).	Membrana celular, citoplasma, etc. (1 punto).

2. Los estudiantes reconocen que cada una de estas estructuras, independiente de su nivel de complejidad, está organizada por otros componentes que le permiten su mantención. (2 puntos).
  3. La respuesta es variable y depende del grado de comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes. De todos modos, han de destacar relaciones con el ambiente; por ejemplo, en la ingesta de alimentos y agua, pérdida de calor por sudoración, etc. (Cada ejemplo vale 1 punto).
  4. En el primer ejemplo se presenta comunicación endocrina. La célula emisora es la generadora de hormonas; el primer mensajero es la hormona y la receptora es la efectora. En el segundo caso, es comunicación nerviosa, con las neuronas como células emisoras, primer mensajero neurotransmisores, y las células diana pueden ser otras neuronas o glándulas.
  5. Los estudiantes dan una concisa visión de la importancia del transporte en el intercambio con el medio interno, considerando el transporte activo y pasivo. Asimismo, reconocen la importancia en la mantención de la homeostasis de la comunicación entre las células para permitir la realización de respuestas coordinadas.
- 6.
- a. Medio interno.
  - b. Homeostasis.
- 7.
- a. Glicemia, esto es, la concentración de glucosa en el plasma sanguíneo. (1 punto).
  - b. Los estudiantes reconocen al páncreas como centro de integración. (1 punto).
  - c. En un aumento de la glicemia, se libera insulina desde el páncreas para que la glucosa sea almacenada en el hígado como glucógeno. Ante una baja en la glicemia, se produce glucagón en el páncreas, el que estimula la liberación de glucosa al catalizar glucógeno desde el hígado. (2 puntos).
  - d. En el hígado, en tanto que otros tejidos también son sensibles a la insulina. (1 punto).
  - e. Viajan por la sangre y estimulan la síntesis o catálisis de glucógeno en las células del hígado. (2 puntos).
  - f. Los estudiantes reconocen que se trata de un sistema de retroalimentación negativa. (2 puntos).
8. La estructura indicada es el hipotálamo.
- a. Los estudiantes indican las funciones del hipotálamo en el control de la homeostasis al funcionar como centro integrador, además de relacionar la respuesta nerviosa con la endocrina. (2 puntos).
  - b. El hipotálamo recibe información sobre la presión sanguínea y la distensión estomacal, la temperatura de la piel, las condiciones de la luz y la oscuridad, el balance iónico y la temperatura de la sangre. (2 puntos).

- c. Los estudiantes pueden generar diversos organizadores dependiendo del grado de conocimiento que tengan de los contenidos tratados en la unidad. Es esperable que desarrollen un organizador que explicita el control directo del hipotálamo sobre la hipófisis, principal glándula y generadora de múltiples factores estimulantes e inhibidores de control del sistema endocrino. (5 puntos).

9. Los estudiantes generan una tabla como la siguiente considerando los aspectos mencionados:

Aspecto	Respuesta nerviosa	Respuesta endocrina
Forma en la que se transmite la información entre las células.	Secreción de neurotransmisores e impulso nervioso.	Secreción de hormonas.
Medio por el cual se propaga la información.	Axón y terminales axónicos.	Sangre y matriz extracelular.
Rapidez con la que se transmite la información y se genera una respuesta.	Mayor (milisegundos).	Menor (segundos, horas).
Concentración de la molécula que transmite la información en el medio de propagación.	Los neurotransmisores pueden alcanzar altas concentraciones en la sinapsis: hasta $5 \times 10^{-4}$ M.	Las hormonas viajan muy diluidas en la sangre: comúnmente $< 10^{-8}$ M.
Permanencia del efecto.	Corta duración.	Larga duración.

10. Los estudiantes evidencian que al ser poiquilotermo, el reptil no gasta energía en la mantención de su temperatura interna, a diferencia del conejo, que necesita consumir gran cantidad de alimento como fuente de energía para poder mantener su metabolismo.
11. Los estudiantes destacan que en el ambiente A, cálido, se estimulará la vasodilatación periférica, el aumento de la sudoración, etc. En el ambiente B, se estimulará la contracción de la musculatura lisa de las arteriolas ubicadas cerca de la superficie del cuerpo, evitando la pérdida de calor a través de la piel; se activará la piloerección y se estimulará la secreción de adrenalina desde la médula de las glándulas suprarrenales, acelerando el metabolismo. Alternativamente, los estudiantes pueden responder utilizando un organizador gráfico. (5 puntos para cada caso).
12. Los estudiantes describen cómo es la respuesta al estrés ante ambas situaciones, destacando la calidad reversible del primer caso, en tanto que el segundo corresponde a un estado de estrés crónico. Identifican que el estrés agudo se relaciona con la aparición del estado de alerta, en cambio el estrés crónico se produce cuando el organismo no logra responder bien a los requerimientos fisiológicos que este estado le provoca. Normalmente, estos se presentan por un estado permanente de estrés, el que disminuye la respuesta de las funciones fisiológicas, lo que puede llevar a un daño en órganos y sistemas, e incluso a la muerte. Han de indicar, además, cómo los sistemas nervioso y endocrino, a través de la producción de testosterona y cortisol, actúan en cada caso. (5 puntos para cada caso).
- 13.
- Permiten aumentar el metabolismo y mejorar las condiciones aeróbicas y de irrigación para los músculos esqueléticos. (2 puntos).
  - Permiten su utilización como fuente de energía en tejidos que no los almacenan. (2 puntos).
  - Permiten optimizar la mantención o pérdida de calor si se relacionan con las capas periféricas del cuerpo. (2 puntos).
  - Permite la liberación de glucosa al plasma sanguíneo y, con esto, aumentar la glicemia. (2 puntos).

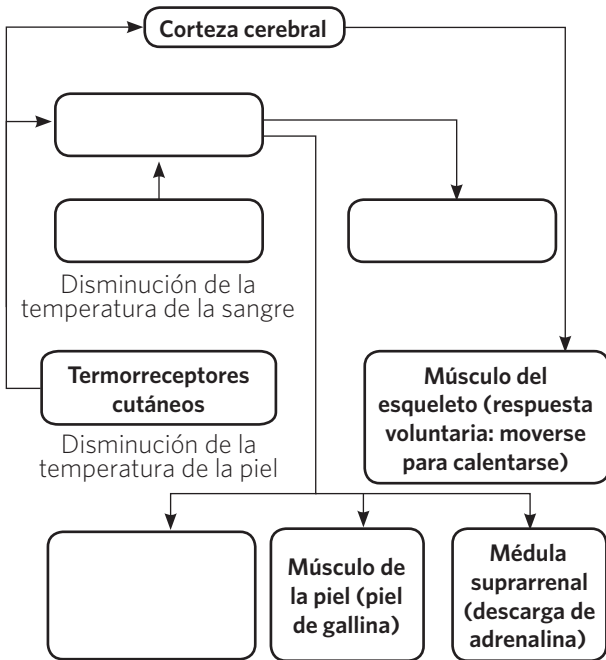


## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Completa el siguiente esquema con los conceptos del recuadro. Luego escribe una breve descripción del proceso representado.

Músculos del esqueleto - Hipotálamo - Arteriolas cutáneas - Termorreceptores centrales.



2. ¿Cuál(es) de las siguientes afirmaciones es(son) correcta(s) con respecto a los episodios de estrés?
  - I. La fase adaptativa se presenta cuando un individuo percibe una amenaza inmediata.
  - II. El estrés psicológico lo sufren los animales y es producido por una agente estresor que pone en riesgo la vida del individuo.
  - III. La fase de agotamiento ocurre debido a la permanencia de la amenaza aunque el agente estresor cambie.
  - IV. El estrés nervioso afecta a los seres humanos y es el más común en nuestra sociedad.
  - A. Solo I.
  - B. I y II.
  - C. I, III y IV.
  - D. II, III y IV.

3. Los organismos vivos corresponden a sistemas:
  - A. cerrados.
  - B. semicerrados.
  - C. aislados.
  - D. abiertos.
4. Entre las funciones de la membrana plasmática, destacan:
  - I. Comunicación entre células adyacentes.
  - II. Comunicación local.
  - III. Comunicación endocrina.
  - IV. Comunicación nerviosa.
  - A. Solo II.
  - B. I y II.
  - C. I, II, III y IV.
  - D. III y IV.
5. Los agentes estresores determinan que:
  - I. se active a la médula suprarrenal por medio de impulsos nerviosos.
  - II. se active a la corteza suprarrenal por medio de señales hormonales.
  - III. la médula suprarrenal active la respuesta lenta al secretar cortisol.
  - IV. la corteza suprarrenal responda al estrés a corto plazo secretando adrenalina y noradrenalina.

Son correctas:

  - A. I y III.
  - B. II y IV.
  - C. I y IV.
  - D. II y III.
  - E. I y II.
6. ¿Por qué en episodios de estrés el organismo inhibe la respuesta inflamatoria a corto plazo?
7. En relación con la pregunta anterior, ¿qué efectos tendría la falta de inhibición de la inflamación si el estrés cambia de agudo a crónico?





## Taller de ciencias

### Control de la temperatura

#### Antecedentes

Nuestro organismo regula nuestra temperatura interna para mantener nuestro metabolismo en correcto funcionamiento, pero ¿qué ocurre durante el ejercicio físico?

En esta actividad van a medir la variación de la temperatura de una persona en reposo y después de realizar ejercicio físico.

#### Materiales

- 3 termómetros tradicionales, pueden ser de mercurio o eléctricos.

#### Estrategias de contrastación y resultados

1. Mide la temperatura de uno de tus compañeros en estado de reposo, registrando tus observaciones en una tabla. Para eso usa los 3 termómetros al mismo tiempo: un en la boca, bajo la lengua, que indicará la temperatura interna del cuerpo; un termómetro bajo un brazo; y un termómetro en la parte trasera de la rodilla.
2. Calcula la temperatura de la piel con el promedio de las temperaturas bajo el brazo y de la pierna.
3. Repite la medición.
4. Pide a tu compañero que corra por 10 minutos.
5. Vuelve a medir la temperatura justo después de pasados los 10 minutos de ejercicio.
6. Pasados 5 minutos, mide la temperatura corporal cada 2 minutos hasta que haya llegado a la temperatura inicial.
7. Repite el proceso 3 veces.

Calcula la temperatura media corporal de tu compañero en cada una de las mediciones con la siguiente fórmula:  
Temperatura corporal media =  $(0,4 \times \text{temperatura de la piel promedio}) + (0,6 \times \text{temperatura interna})$ .

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. Prepara un gráfico de las temperaturas corporales medias donde se observen las 4 repeticiones de la actividad.
2. A partir de los datos obtenidos, ¿cuál es la temperatura basal de tu compañero?
3. ¿Hay un cambio en la temperatura corporal media de las personas durante y después del ejercicio físico? Explica.
4. ¿Hay cambios en la temperatura media de tu compañero entre mediciones después del ejercicio físico?
5. Repite la actividad con un segundo compañero, ¿son las respuestas iguales?



## Lectura complementaria

### Prurito psicogénico, ¿comezón psicológica?

Los factores psicológicos implicados en los episodios de estrés se relacionan con un complejo mecanismo de control en el que participan varios sistemas, como el nervioso, el endocrino y el inmune, entre otros.

La comezón es una sensación específica de la piel y de algunas mucosas. El término “prurito psicogénico” se designó en 1967 y se refiere específicamente a la picazón relacionada con alteraciones emocionales, inadecuado manejo de las tendencias agresivas, ansiedad, limpieza exagerada y miedo a la enfermedad.

El sistema nervioso está relacionado, de una manera u otra, con la mayor parte de los padecimientos dermatológicos (trastornos de la piel), particularmente con aquellos en los que se presenta inflamación y reacción inmunológica.

El prurito es una afección bastante incómoda y específica, que genera el deseo de rascarse. Aunque este síntoma se relacione con una enfermedad somática (relativa a alteraciones corporales), el prurito psicogénico y los factores psicosociales tienen una relevancia fundamental en las causas que lo provocan. Los factores psicológicos del prurito se asocian en muchas ocasiones a la depresión y la ansiedad, lo que disminuye la calidad de vida de las personas que lo padecen.

Además, acrecienta la sensación de picazón, lo que origina “prurito inducido mentalmente”.

Como la piel tiene una relación íntima con el sistema nervioso, el paciente con prurito psicogénico dice tener “los nervios a flor de piel”. Esto ocurre debido a que la inervación de las células dérmicas y epidérmicas constituye la red de conexión nerviosa más densa del ser humano.

Hasta hoy es difícil precisar cuál es la incidencia y prevalencia real de los casos de prurito psicogénico, pues los pacientes acuden al médico solo cuando el síntoma de la comezón se convierte en una molestia persistente o incapacitante.

Fuente: Poletti, E. Muñoz, M. (febrero de 2012). Prurito psicógeno: diagnóstico ineludible del internista. Medicina Interna de México. 23(6) 517-523. Recuperado de: [www.nietoeditores.com.mx/download/med%20interna/noviembre-diciembre%202007/Med%20Int-517-23.pdf](http://www.nietoeditores.com.mx/download/med%20interna/noviembre-diciembre%202007/Med%20Int-517-23.pdf) (Adaptación).

### Trabaja con la información

1. ¿Qué factores psicosociales pueden provocar la aparición de prurito psicógeno?
2. ¿Con qué enfermedades psicológicas se asocia el prurito?
3. ¿Cómo crees tú que este síntoma afecta la calidad de vida de las personas que lo padecen?

## Bibliografía sugerida

---

- Audesirk, T. y Audesirk, G. (2008). Biología. La vida en la Tierra (8 ed.). México: Prentice Hall Internacional/Pearson Educación.
- Berne, R. y Levy, M. (2001). Fisiología (6 ed.). Madrid: Editorial Mosby-Year.
- Curtis, H. (2006). Biología (6 ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Guyton, A. y Hall, J. (1998). Tratado de Fisiología Médica (9 ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Miller, K. y Levine, J. (2004). Biología (5 ed.). Boston: Prentice Hall Internacional/Pearson Educación.
- Purves, W. y otros (1997). Life: The Science of Biology (5 ed.). EEUU: Sinauer Associates.
- Solomon, E., Berg, L. y otros (2008). Biología de Villee (8 ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- West, J. (1992). Bases Fisiológicas de la Práctica Médica (13 ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.

## Solucionario Prueba

---

1. Los estudiantes reconocen que se trata del control nervioso de la temperatura a nivel del hipotálamo y la corteza cerebral como centros de integración.
2. C
3. D
4. C
5. E
6. Para evitar que la respuesta inflamatoria disminuya la movilidad del organismo en situaciones de riesgo.
7. Podría llevar a una disminución de la respuesta inmune, e incluso a situaciones de autoinmunidad ante ciertos estímulos o contra ciertos tejidos.

# Unidad 2

# Organización y función del sistema nervioso

## Propósito de la Unidad

Se pretende que los estudiantes conozcan y comprendan la organización del sistema nervioso, para reconocer su importancia en la supervivencia de los diversos grupos de organismos. Además, se espera que identifiquen a la neurona como la unidad básica estructural y funcional del sistema nervioso, desde la perspectiva de cómo se transmite la información a través de ella y de la procedencia de dicha información.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Conocer la organización del sistema nervioso y su función en la regulación, coordinación e integración de las funciones sistémicas y la adaptación del organismo a las variaciones del entorno.
- Comprender que los organismos han desarrollado mecanismos de funcionamiento sistémico y de interacción integrada con el medio exterior, de manera de mantener un ambiente interno estable, óptimo y dinámico que le confiere cierta independencia frente a las fluctuaciones del medio exterior.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Descripción del control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio, por ejemplo, el estrés, los cambios transitorios o estacionales de la temperatura ambiente.

- Identificación de la neurona como la unidad estructural y funcional del sistema nervioso, su conectividad y su participación en la regulación e integración de funciones sistémicas como, por ejemplo, la circulación y la respiración.
- Explicación de la transformación de información del entorno (por ejemplo, luz, vibración) en un mensaje nervioso de naturaleza electroquímica comprensible por nuestro cerebro y cómo esta transformación puede ser perturbada por sustancias químicas (por ej. tetrahidrocanabinol, alcohol, nicotina).

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Promover el desarrollo de hábitos de higiene personal y social; desarrollo físico personal en un contexto de respeto y valoración de la vida y el cuerpo humano; cumplimiento de normas de prevención de riesgos.
- Promover el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.
- Desarrollar las habilidades de análisis, interpretación y síntesis de información y conocimiento, conducentes a que alumnos y alumnas sean capaces de establecer relaciones entre los distintos sectores de aprendizaje; de comparar similitudes y diferencias; de entender el carácter sistémico de procesos y fenómenos; de diseñar, planificar y realizar proyectos; de pensar, monitorear y evaluar el propio aprendizaje; de manejar la incertidumbre y adaptarse a los cambios en el conocimiento.
- Ejercer de modo responsable grados crecientes de libertad y autonomía personal y realizar habitualmente actos de generosidad y solidaridad, dentro del marco del reconocimiento y respeto por la justicia, la verdad, los derechos humanos y el bien común.
- Valorar la vida en sociedad como una dimensión esencial del crecimiento de la persona y capacitarse para ejercer plenamente los derechos y deberes personales que demanda la vida social de carácter democrático.
- Buscar y acceder a información de diversas fuentes virtuales, incluyendo el acceso a la información de las organizaciones públicas.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.</li> <li>• Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>• Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.</li> <li>• Identificación de la neurona como la unidad estructural y funcional del sistema nervioso, su conectividad y su participación en la regulación e integración de funciones sistémicas como, por ejemplo, la circulación y la respiración.</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Qué células forman el tejido nervioso?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tejido nervioso.</li> <li>• Estructura, función y tipos de neuronas.</li> <li>• Tipos y función de células gliales.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 2:</b> ¿Cómo se organiza y funciona nuestro sistema nervioso?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización del sistema nervioso.</li> <li>• Organización y funciones específicas del SNC.</li> <li>• Organización y funciones específicas del SNP.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 3:</b> ¿Por qué las neuronas pueden conducir un impulso nervioso?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación y conducción del impulso nervioso.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 4:</b> ¿Cómo se comunican las neuronas?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación y tipos de sinapsis.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 5:</b> ¿Cómo se producen los reflejos?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arco reflejo.</li> <li>• Control reflejo de la respiración.</li> <li>• Control reflejo de la presión sanguínea.</li> </ul>	

Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 54).</li> <li>Antes de seguir (pág. 57).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir las células que constituyen al tejido nervioso.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 58).</li> <li>Antes de seguir (pág. 67).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 1 y 2 (pág. 70).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la organización y función de los órganos y estructuras que componen al sistema nervioso humano.</li> </ul>	<b>3</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 72).</li> <li>Antes de seguir (pág. 75).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar el conocimiento de las cualidades de la membrana plasmática en la explicación de los fenómenos eléctricos que se producen en las neuronas.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 76).</li> <li>Antes de seguir (pág. 79).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir cómo se conectan las neuronas en los diferentes tipos de sinapsis.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 80).</li> <li>Antes de seguir (pág. 83).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 3 a 5 (pág. 86).</li> <li>Evaluación final de la unidad (pág. 90).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la organización y función de un arco reflejo, aplicado en la regulación e integración de funciones sistémicas.</li> </ul>	<b>1</b>

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de estas páginas es que los estudiantes reconozcan la neurona como la unidad funcional del sistema nervioso, y que cumple un papel clave en la organización y funcionamiento integrado de este sistema. Utilice la página inicial para incentivar el interés de los alumnos y alumnas por el contenido de la lección y de la unidad.
- Pida a sus estudiantes que definan en sus propias palabras qué es un tejido, un órgano y un sistema. Recuerde que corresponden a los distintos niveles de complejidad en la organización de muchos seres vivos y del cuerpo humano en particular.
- Recoja los conocimientos que tienen sus estudiantes sobre el sistema nervioso preguntando qué órganos o estructuras lo forman. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar y activar los conocimientos previos de los estudiantes antes de empezar a avanzar en la unidad. En esta actividad se espera que reconozcan las células funcionales del sistema nervioso (neuronas y células gliales), y los procesos celulares básicos necesarios para comprender el funcionamiento del impulso nervioso.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1.

- a. Identifican las formas de las células de la imagen. En algunos casos, podrán identificarlas como las células fundamentales del sistema nervioso (neuronas).
- b. Los estudiantes describen los procesos que ocurren en estos organoides. En el caso del nucléolo, está el ensamblaje y generación de los componentes de los ribosomas, en tanto que los ribosomas participan en la síntesis de polipéptidos tras leer la información del ADN transcrita en el ARN mensajero.
- c. Se espera que los estudiantes evidencien la formación de un tejido, entendido como una agrupación estructurada de células diferenciadas. En este caso, tejido encefálico o cerebral.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

2. Los estudiantes podrían inferir que la inteligencia de A. Einstein estaba relacionada con el gran número de células gliales. Orientar las respuestas de los estudiantes indicando que estas células tienen funciones auxiliares a las neuronas, apoyando fisiológica y estructuralmente a estas.
3. Los alumnos debieran reconocer que la evidencia presentada es insuficiente para determinar la causa de la inteligencia de A. Einstein. Se debe destacar que junto con la anatomía, se han de evidenciar diferencias en la fisiología de sus células, y el entorno en el cual sus habilidades se desarrollaron.



## Sugerencias de desarrollo de lección

- Es relevante que los alumnos entiendan que las estructuras celulares se relacionan directamente con las funciones que cumplen; es por esto que, en el caso de las neuronas, su forma es fundamental para la transmisión de señales, que es la base para captar estímulos y emitir respuestas. Aclare que, en la transmisión de la información entre neuronas, son sus membranas plasmáticas las que generan fenómenos electroquímicos capaces de conducir información en forma de impulso nervioso, y no sus citoplasmas. De acuerdo a lo señalado anteriormente, las neuronas se conocen como transductores de energía, ya que son capaces de transformar la energía del estímulo en excitación neuronal, la cual pueden transmitir, a su vez, a otras neuronas. De este modo, la presencia de las vainas de mielina, al aislar las membranas plasmáticas de los axones, pueden aumentar la velocidad del impulso.
- Al comenzar el estudio del contenido sobre la clasificación de las neuronas, enfatice que pueden clasificarse según forma y función; es decir, cada neurona tendrá dos categorías. Trabaje utilizando las ilustraciones e indíqueles que estas muestran diferentes tipos de neuronas, su forma característica, su ubicación y clasificación. Por ejemplo, aquellas ubicadas en la retina, corresponden, por su forma, a neuronas bipolares, y por su función, al tipo aferentes.

### Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Las partes a identificar son las dendritas, axón y terminal axónica, respectivamente.
2. La velocidad de la transmisión del impulso nervioso a través del axón depende de la presencia y densidad de la vaina de mielina a lo largo de este.
3. Los estudiantes debieran reconocer ambas funciones, sensitiva y motora, considerando lo ya planteado en la lección. En la función sensitiva está la captura del sonido en el oído y en la respuesta motora la contracción muscular, que permite el movimiento.

## Sugerencias de cierre de lección

- Compare las funciones de las células gliales en la mantención fisiológica y estructural de las células neuronales. Es común que los estudiantes confundan las células gliales con las neuronas, en el sentido de que tiendan a homologar su función. Sin embargo, es importante destacar que estas células apoyan a la mantención de las neuronas, tanto estructural como fisiológicamente.
- Pídale a sus estudiantes que generen un cuadro comparativo donde se presenten las principales características y funciones de las distintas células gliales indicadas.
- Como una manera de reforzar los contenidos de esta lección, realice la **Actividad complementaria 1**.

### Actividad complementaria 1

Lee la siguiente información y contesta las preguntas que aparecen a continuación.

Las neuronas del sistema nervioso central son células permanentes de diferenciación terminal que pierden casi por completo su capacidad de proliferar. Su ciclo queda parcialmente detenido en G0. La proliferación es poco frecuente; es por eso que cuando ocurren lesiones cerebrales, los astrocitos comienzan a multiplicarse, constituyendo una cicatriz glial.

1. Basándote en los antecedentes planteados, ¿qué tipo de célula nerviosa tiene una mayor incidencia en el desarrollo de tumores cerebrales?
2. ¿Qué consecuencias podría tener la incapacidad de las neuronas para dividirse en la recuperación de una lesión en el sistema nervioso central?

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes debieran reconocer las diversas estructuras relacionadas con la recepción, conducción y transmisión del impulso nervioso en una célula neuronal. Los estudiantes han de comparar sus respuestas con aquellas de la **Actividad 2**.
2. La sustancia gris está formada por los somas de las células neuronales, en tanto que la sustancia blanca y los nervios están formados por sus axones.
3. Se espera que los alumnos reconozcan las semejanzas, tanto morfológicas como funcionales, evidenciando la especialización que poseen estas células para la función que cumplen en el organismo.
4. Los estudiantes debieran indicar las diversas funciones de las células gliales considerando la información de la tabla de la página 53 del texto.
5. Los astrocitos. Esta barrera es muy importante en el funcionamiento normal de las neuronas, evitando el paso de sustancias nocivas, al tiempo que controlan el medio externo de las neuronas. Además, favorecen el paso de sustancias necesarias para el funcionamiento de estas, como azúcares simples, etc.
6. Oligodendrocitos y células de Schwann, respectivamente.

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 58-67)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es reconocer las principales estructuras del sistema nervioso. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes reconozcan que las funciones que cumple el sistema nervioso guardan relación con su estructura y las relaciones entre sus diferentes partes.
- Invite a sus estudiantes a leer la introducción relacionada con la importancia y organización del sistema nervioso. Motívelos a recordar algunas de las funciones del sistema nervioso humano, las estructuras que lo forman y su organización (SNC y SNP). Para esto, realice una lluvia de ideas y pídale a sus estudiantes que las anoten y que construyan un organizador gráfico que reúna las más importantes. A medida que avancen en la unidad, podrán comparar sus respuestas con los esquemas que organizan el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. El esquema representa la actividad de diferentes zonas del encéfalo relacionadas con diferentes acciones. Es importante que reconozcan las diferentes zonas del cerebro activadas: ver-lóbulo occipital; escuchar-lóbulo temporal; pensar-lóbulo frontal. Pídale que guarden sus respuestas, las que podrán comparar con la información presentada en la página 63.
  - b. Los estudiantes debieran indicar que esto se debe a que existe especialización de las funciones de las diferentes áreas cerebrales, lo que permite la realización de diferentes actividades al mismo tiempo.
2. Se espera que los estudiantes recuerden que el hipotálamo regula la presión hidrostática en la sangre, y que ante una disminución en la cantidad de agua en la sangre, la respuesta es la generación de la sensación de sed. Deben caracterizar la homeostasis como un proceso de autorregulación, reconociendo que estos procesos son necesarios para la mantención del funcionamiento de nuestro organismo.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Enfaticé la importancia de las estructuras protectoras del sistema nervioso central. Para esto, organice a los estudiantes en grupos y pídale que investiguen sobre diferentes enfermedades o afecciones que impidan el correcto funcionamiento de estas estructuras, como meningitis o malformaciones óseas.
- Para profundizar en el entendimiento de la organización del sistema nervioso central, pídale que desarrollen la **Actividad complementaria 2**. Alternativamente, diferentes grupos pueden construir modelos de los distintos órganos que forman parte del sistema nervioso central, utilizando materiales como plastilina o arcilla.

## Actividad complementaria 2

Confecciona un modelo del sistema nervioso en el que se observe claramente la conexión entre el sistema nervioso central y el periférico. Para la elaboración de este modelo puedes usar diversos materiales, como plastilina y bombillas. Además, debes incluir los rótulos correspondientes para las estructuras del SNC y del SNP.

## Sugerencias de cierre de lección

- Destaque las relaciones estructurales entre los sistemas nerviosos centrales y periféricos utilizando el modelo construido por los estudiantes. Mencionar que, estructuralmente, el sistema nervioso periférico se asemeja a una red telefónica. En ella el encéfalo, procesador de las respuestas, funciona como una hipotética central de llamados, en tanto que los músculos o glándulas funcionan como los aparatos telefónicos que requieren llamadas. Funcionalmente, este símil sirve para ejemplificar también el flujo de información que ocurre entre el sistema nervioso periférico y el sistema nervioso central.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Se espera que mencionen su función en el control de la homeostasis y en captar y procesar la información ambiental.
2. Las respuestas son variables. En principio, deben considerar los organizadores gráficos ya presentes en la lección. Junto con esto, podrán agregar más conceptos en tanto guarden relación con la organización del sistema nervioso.
3. El recorrido de la información es desde una vía aferente sensitiva hasta la médula ósea (raíces dorsales), en donde se activa el reflejo de alejarse del dolor, en este caso, levantar el pie. Para esto, la respuesta viaja a los músculos de la pierna a través de una vía eferente (raíces ventrales).
4. Al comparar el sistema nervioso central y periférico deben indicar que se diferencian en su función, en tanto que el primero es eminentemente un procesador de información y el segundo es un receptor y efector de las respuestas generadas en el sistema nervioso central. En el caso de los sistemas somático y autónomo, deben destacar principalmente la relación que tienen con la corteza cerebral y, mientras el primero participa en respuestas voluntarias, el segundo lo hace en respuestas involuntarias. Al comparar los sistemas simpático y parasimpático, se espera que destaquen las diferencias en su efecto: ambos actúan sobre los mismos órganos, pero el efecto es antagónico; el primero reacciona frente a situaciones de estrés o alerta, el segundo lleva al organismo a un estado de reposo.
5. Esto se debe a que regula la secreción hormonal de la hipófisis, y con esto, al sistema endocrino en general. Asimismo, regula al sistema nervioso autónomo.

## Trabajo científico

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. Los estudiantes destacan diferencias morfológicas importantes entre los encéfalos. El lóbulo olfatorio está más desarrollado en la lamprea, la rana y el caballo; el cerebelo está más desarrollado en el pez, el ganso y el caballo; el cerebro alcanza su mayor desarrollo en el caballo y el menor desarrollo en el pez; el lóbulo óptico está muy poco desarrollado en la lamprea y alcanza el mayor desarrollo en el pez y el ganso.
2. Se espera que los estudiantes detecten que efectivamente existe una relación entre la estructura encefálica y las características de los organismos estudiados. Estas relaciones se evidencian por el mayor desarrollo (y potencial complejidad) de aquellas zonas que guardan relación con conductas o capacidades de percepción más desarrolladas. Tangencialmente, los estudiantes pueden evidenciar las ventajas de cada uno de estos niveles de complejidad en relación con la supervivencia del organismo considerado.
3. Respuesta variable, dependiendo de la hipótesis planteada.

Oriente a los estudiantes en la escritura de sus conclusiones, haciendo hincapié en que estas deben responder claramente a las preguntas emanadas del problema de investigación.

En el resumen, se espera que consideren que se deben presentar de manera concisa los antecedentes, las preguntas de investigación, una presentación somera de los resultados y una estipulación clara de las conclusiones.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 70-71)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, los estudiantes pueden incluir nuevos conceptos que consideren importantes y que no estén considerados en el listado original.

## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

1. En la siguiente tabla se detallan las respuestas esperadas. (1 punto para cada función correcta).

	Funciones		Funciones		Funciones
SNC	Integrador de respuestas. Recibe, procesa y transmite información.	Encéfalo	Elaborador de respuestas reflejas, voluntarias y procesos superiores.	Cerebro	Controla la mayoría de las funciones voluntarias e involuntarias del cuerpo, principal centro de procesamiento de la información sensitiva.
				Cerebelo	Coordina la actividad de los músculos esqueléticos en el movimiento, participa en la mantención de la postura y en el movimiento ocular.
				Tronco encefálico	Recibe información de gusto, oído, equilibrio. Además, puede producir algunas respuestas motoras.
		Médula espinal	Centro elaborador de reflejos y conductor de impulsos desde y hacia el encéfalo.	Sustancia gris	Procesa y transmite información sensitiva y motora.
				Sustancia blanca	Conduce información sensitiva y motora desde y hacia el encéfalo.
SNP	Su función es transmitir información sensitiva hacia el SNC e información motora desde el SNC hacia músculos y glándulas.	SN somático	Responsable de las respuestas voluntarias, además de algunas respuestas reflejas.	Nervios craneales	Conduce impulsos desde el SNC hacia la musculatura estriada para los movimientos voluntarios.
				Nervios espinales	Transmite información sensitiva desde el cuerpo hacia el SNC.
		SN autónomo	Controla el movimiento de vísceras y de la musculatura lisa, así como la actividad de las glándulas exocrinas.	SN entérico	Controla la actividad muscular del tubo digestivo.
				SN simpático	Se relaciona con las respuestas al estrés y a los estados de alerta.
				SN parasimpático	Se relaciona con el restablecimiento de los estados de reposo y descanso.

- 2.
- a: dendritas, permiten la comunicación entre células nerviosas al captar señales provenientes de otras neuronas; b: soma, cuerpo funcional de la célula, encargado del metabolismo; c: axón, encargado de la conducción del impulso nervioso; d: terminal axónica, permite la comunicación con otras células, al transmitir el impulso nervioso conducido por la neurona; e: nódulos de Ranvier, permiten la conducción del impulso nervioso; f: vaina de mielina, permite la conducción saltatoria del impulso nervioso a lo largo del axón. (3 puntos).
  - b. Corresponde a una neurona de tipo multipolar. (1,5 puntos).
  - c. Corresponde a una neurona de tipo motora o eferente. (1,5 puntos).
3. Los estudiantes reconocen las células gliales relacionadas a cada una de las funciones siguientes: soporte-oligodendrocitos; nutrición-astrocitos; producir vaina de mielina-oligodendrocitos y células de Schwann; regular la composición del líquido cefalorraquídeo-astrocitos; eliminación de restos celulares-microglías. (4 puntos).

## Orientaciones de trabajo Lección 3 (páginas 72-75)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es comprender el mecanismo mediante el cual las neuronas pueden conducir un impulso nervioso. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para activar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección.
- Esquematice en la pizarra una membrana plasmática típica, destacando sus propiedades y cualidades. Incluya en su esquema aquellas características propias de la membrana plasmática del axón de las células neuronales, tal y como se presentan en estas páginas. Mantenga este esquema en la pizarra mientras se explican los mecanismos celulares mediante los cuales se conduce el impulso, introduciendo cambios graduales a medida que se representan los cambios de carga a lo largo de la membrana plasmática de una neurona durante la transmisión de una señal.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Facilitan el paso de sustancias de gran tamaño molecular o en menores concentraciones en el medio externo a través de la membrana plasmática.
  - b. Podrían mencionar sustancias de gran peso molecular, como polipéptidos complejos y ácidos grasos, compuestos con carga y sustancias que se encuentran en menor concentración en el medio externo en relación con el medio interno.
  - c. Una sustancia es transportada pasivamente cuando su concentración es menor en el exterior que en el interior de la célula. El transporte activo ocurre cuando la concentración de soluto es mayor en el exterior que en el interior de la célula.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Mencióneseles que el potencial de membrana es la diferencia natural de carga que existe entre los medios intracelular y extracelular, y que las rápidas variaciones de estas diferencias se reconocen como potenciales de acción.
- Utilice la ilustración de la página 69 para ejemplificar las características de la membrana plasmática de una neurona en potencial de reposo. Destaque las diferencias entre las cantidades de partículas positivas del medio externo en comparación con las del medio interno. Comente preguntas como:
  - ¿Qué diferencias existen entre los medios intracelular y extracelular?
  - ¿Qué movimientos iónicos son los que se realizan en el potencial de reposo?
  - ¿La membrana plasmática se mantiene en estado de “reposo”?
  - ¿Qué intercambios ocurren en el potencial de reposo?
  - ¿Qué proteínas se acumulan en el medio intracelular y qué característica le otorgan al medio?
- Para explicar el potencial de acción, señale que puede definirse como el brusco y repentino cambio de las polaridades entre ambos lados de la membrana.

## Sugerencias de cierre de lección

- Destaque que el impulso nervioso ocurre siempre en máxima intensidad, una vez se supere el umbral de acción. Ejemplifique esta regla representando una célula como el neumático inflado de una rueda, donde la liberación de aire desde la válvula de inflado corresponde al potencial de acción. Independiente de la velocidad con que se presione la válvula de inflado, la salida de aire desde el neumático, al presionar esta válvula, ocurrirá únicamente cuando se haya presionado al máximo, siendo este punto el denominado potencial de umbral.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1.

- Bomba sodio-potasio: transporte activo.
- Canales iónicos sin puerta: transporte pasivo.
- Canales iónicos con puerta: transporte pasivo (el transporte se inicia una vez el voltaje ha cambiado, pero el paso de sustancias es pasivo).

2.

	Canales con puerta activados por voltaje para el Na <sup>+</sup>	Canales con puerta activados por voltaje para el K <sup>+</sup>
Membrana polarizada	Cerrados	Cerrados
Membrana despolarizada	Abiertos	Cerrados
Membrana repolarizada	Cerrados	Abiertos

3. Los estudiantes deben reconocer que la velocidad de conducción en el axón dependerá de su grosor, que se relaciona con la superficie para la rápida despolarización-repolarización, y de la presencia de nódulos de Ranvier, los que hacen que el impulso sea saltatorio.



## Orientaciones de trabajo Lección 4 (páginas 76-79)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es el de comprender el mecanismo mediante el cual las neuronas pueden comunicarse entre sí. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

Al tratar el contenido de la página, recuerde a sus estudiantes el proceso de meiosis, el entrecruzamiento de las cromátidas hermanas de los cromosomas homólogos y la importancia que tiene este fenómeno en la variabilidad. Utilice la Información complementaria adjunta.

#### 1.

- a. La exocitosis regulada es un proceso en el que la eliminación de sustancias al exterior de la célula está mediado por la recepción de una señal en la membrana plasmática. La exocitosis constitutiva es la que ocurre normalmente en la célula para eliminar metabolitos y sustancias de desecho fuera de la célula.
- b. La exocitosis regulada, B, es la más controlada y es la más compleja. Indique a los estudiantes que este tipo de exocitosis ocurre únicamente en aquellas células especializadas en la secreción, como células glandulares y neuronas.
- c. Podrían indicar que este compuesto es una sustancia señal, como por ejemplo, una hormona. Mencionar a los estudiantes que, en muchas ocasiones, la exocitosis regulada está controlada por la presencia de iones calcio en el medio.
- d. Los estudiantes reconocen que se puede tratar de mensajeros químicos. Entre los ejemplos pueden indicar neurotransmisores y hormonas.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Destaque las diferencias entre las sinapsis química y eléctrica. Discuta con sus estudiantes las semejanzas y diferencias. Posteriormente, esquematice un diagrama de Venn en la pizarra e indique de manera gráfica las semejanzas y diferencias entre ambos procesos.

## **Minitaller (Estilo de aprendizaje: teórico)**

### **Respuestas esperadas**

- 1.** Se espera que los estudiantes, una vez estudiados los contenidos de la lección, reconozcan la presencia de una sustancia disuelta en el medio que gatille la disminución del ritmo cardíaco. Los estudiantes han de reconocer la sustancia como un neurotransmisor.
- 2.** El gráfico que mejor representaría los datos de un experimento de este tipo es un gráfico lineal, aunque es posible elaborar gráficos de otra naturaleza siempre y cuando se clarifique su representación. Por ejemplo, gráficos de barras que representen el total de latidos del corazón de una rana en 1 minuto. Al construir sus gráficos, los estudiantes debieran considerar como la variable dependiente los latidos; y como la variable independiente, el tiempo.

### **Sugerencias de cierre de lección**

- Organice a los estudiantes en grupos de 2 o 3 y pídale que desarrollen un diagrama de flujo en el que se representen los procesos que ocurren durante la sinapsis química utilizando la información de la lección. Alternativamente, grupos de estudiantes pueden realizar un diagrama de flujo señalando los procesos que ocurren en una unión neuromuscular.

## **Antes de seguir**

### **Respuestas esperadas**

- 1.** La sinapsis química es un proceso que implica la liberación de un neurotransmisor al medio, que permite la estimulación de una neurona, glándula o músculo de manera espaciada en el tiempo. Asimismo es unidireccional, puesto que la neurona que libera los neurotransmisores ya ha sido estimulada y que en ella el impulso se traduce en la liberación de un neurotransmisor.
- 2.** Los neurotransmisores permiten la comunicación célula a célula entre neuronas u otros tipos de células, y su función es la de producir cambios en el potencial eléctrico en las membranas de las células receptoras.
- 3.** La acetilcolinesterasa y la recaptura de neurotransmisores evitan que las neuronas y el tejido muscular estén en un estado continuo de excitación.

## Orientaciones de trabajo Lección 5 (páginas 80-83)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es comprender el mecanismo a través del cual se producen los reflejos. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para activar y recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección. Sugiera el uso del organizador gráfico que generaron en la Lección 2 de esta unidad.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

Al tratar el contenido de la página, recuerde a sus estudiantes el proceso de meiosis, el entrecruzamiento de las cromátidas hermanas de los cromosomas homólogos y la importancia que tiene este fenómeno en la variabilidad. Utilice la información complementaria adjunta.

1.
  - a. Los estudiantes reconocen que los cambios en la frecuencia respiratoria y el ritmo cardíaco son respuestas involuntarias ante el ejercicio físico.
  - b. Es esperable que los estudiantes tengan la noción de que el aumento de la frecuencia respiratoria y el ritmo cardíaco guardan relación con los requerimientos de oxígeno que tienen los músculos, su distribución y la disminución de la temperatura corporal producto de la actividad física.
  - c. El bulbo raquídeo y los nervios raquídeos participan en el control de la frecuencia respiratoria y . Se espera que los estudiantes respondan correctamente. En caso contrario, pídale que revisen las páginas donde se explicitan estas funciones en la Lección 2.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Es importante destacar que las conductas reflejas son elaboradas a nivel de la médula espinal, y que al ser rápidas y automáticas, permiten reaccionar frente a situaciones que amenazan la sobrevivencia. Es por esto que en el mundo animal existen conductas que se asemejan a los reflejos; estos son los llamados tactismos, que son típicos de los organismos invertebrados y contribuyen, al igual que los reflejos en los vertebrados, a la mantención de la sobrevivencia.

## Sugerencias de cierre de lección

- Pídale a sus estudiantes que expliquen distintos arcos reflejos a través de un organizador gráfico, tomando en consideración los contenidos tratados en la unidad.
- Pida a sus estudiantes que completen la tabla que se presenta en la **Actividad complementaria 3**.

### Actividad complementaria 3

Completa la siguiente tabla a partir de lo estudiado sobre actos reflejos y contrasta cada aspecto con los actos voluntarios.

Características	Acto reflejo	Acto voluntario
Estructuras que participan		
Velocidad de la respuesta		
Estructura donde se elabora la respuesta		
División del sistema nervioso que transmite la respuesta al efector		
Dos ejemplos de cada respuesta		

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes deben mencionar las siguientes diferencias:
  - Reflejo-arco reflejo: un reflejo es una respuesta muscular rápida e involuntaria, en tanto que el arco reflejo corresponde al circuito que permite el reflejo.
  - Receptor-efector: el receptor es la estructura nerviosa que detecta el estímulo, en tanto que el efector es el que ejecuta o efectúa la respuesta al estímulo.
  - Nervio periférico aferente-nervio periférico eferente: el primero es el que transmite el impulso desde el receptor al centro de integración, en tanto que el nervio eferente es el que transmite el impulso de respuesta desde el centro de integración hacia el efector.
2. Los reflejos permiten la mantención de la homeostasis al volver involuntario el control del equilibrio interno, activándose cada vez que este equilibrio es modificado. Pueden ejemplificar utilizando cualquiera de los ejemplos mencionados en el texto.
3. Tos-bulbo raquídeo; dilatación de la pupila-mesencéfalo; vómito-bulbo raquídeo; movimiento de los ojos-mesencéfalo y cerebelo; tiritar cuando hace frío-hipotálamo.
4. Este sistema es el encargado del control de la mayoría de los actos reflejos y de homeostasis y actúa independiente del control de la corteza cerebral, puesto que a él se encuentran asociados la mayoría de los centros integradores de los reflejos.
5. Se trata de una sinapsis eléctrica, dada la velocidad de la respuesta generada ante el estímulo.

## Sugerencias para Divulgación científica (páginas 84-85)

### Actividad

#### Respuestas esperadas

1. Considerando los datos, es esperable que los estudiantes deduzcan que, dada la tendencia del llamado círculo de la violencia, los niveles de violencia y maltrato deberían ir en aumento.
2. Los estudiantes infieren que las mejores condiciones para el buen desarrollo del sistema nervioso corresponden a aquellas donde no exista ningún tipo de maltrato. Los estudiantes indican características que favorecerían el buen desarrollo del sistema nervioso del niño, con especial referencia al cuidado durante la crianza y la generación de conductas responsables por parte de padres y encargados de infantes.
3. Tomando la información entregada, junto con información tomada de otras fuentes, en particular la prensa, los estudiantes pueden responder de manera variada, pero en general han de considerar los potenciales efectos negativos que puede tener en la afectividad y el rendimiento académico episodios de violencia que haya sufrido un adolescente.
4. La respuesta es variada, y dependerá de la experiencia personal de cada estudiante. Invítelos a que se comprometan con los cambios que proponen y que, por ejemplo, tomen acuerdos grupales para detener el potencial maltrato psicológico o físico presente entre ellos. Destacar que los cambios personales en muchos casos no son grandes y que pasan en principio por el respeto y valoración mutua.

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes organizan los conceptos desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y la jerarquía del organizador serán variables y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, pueden agregar nuevos conceptos que no estén considerados en el listado entregado y que ellos consideren que guardan relación con los contenidos de la Unidad.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

#### 1.

- a. Los estudiantes reconocen las diferencias entre potencial de acción, entendido como el cambio de polaridad de las partes internas y externas de las membranas plasmáticas de los axones, y su retorno a la condición de reposo, en tanto que el impulso es la transmisión de la señal a lo largo del axón. De este modo, el potencial de acción permite el impulso nervioso. (1 punto).
- b. Esto implica que cuando se produce un impulso, para poder transmitirse, este debe llegar a un umbral, conocido como umbral de acción. Una vez logrado este umbral, el cambio del potencial de membrana no es graduado, sino que se efectúa en toda su intensidad. (1 punto).
- c. Se espera que mencionen en su respuesta; potencial de reposo, umbral de acción, potencial de acción, despolarización y repolarización. (1 punto).
- d. La bomba sodio potasio consume ATP al transportar selectivamente iones sodio fuera del citoplasma al tiempo que transporta activamente iones potasio al exterior. Esto permite que exista una distribución desigual de cargas eléctricas en la membrana plasmática de los axones, favoreciendo la generación de un potencial de acción. (1 punto).
- e. En el caso de que los canales de  $\text{Na}^+$  con puerta estuvieran bloqueados o inhibidos, no se produciría la despolarización y con esto tampoco el potencial de acción, a pesar de que se logre el umbral de acción. (1 punto).
- f. En el estado polarizado hay más iones  $\text{Na}^+$  fuera que dentro del citoplasma, al tiempo que hay más iones  $\text{K}^+$  dentro de la membrana. En el estado repolarizado, hay más iones  $\text{K}^+$  fuera de la membrana que dentro de esta, en tanto que hay más iones  $\text{Na}^+$  dentro de la membrana que fuera de esta. (1 punto).

2.

- a. Los estudiantes explican el paso del impulso nervioso desde que este llega y permite la apertura de canales  $\text{Ca}^{2+}$ , los que desencadenan la liberación de neurotransmisores. Luego, estos se unen a receptores específicos en la membrana de la neurona postsináptica, los que generan la apertura de canales iónicos y con esto la generación de un potencial de acción inhibitor o excitador. Alternativamente, pueden responder esquemáticamente utilizando un organizador gráfico como el generado para comprender la sinapsis química en la Lección 4. (3 puntos).
  - b. El principal neurotransmisor es la acetilcolina. Este neurotransmisor, al unirse a la membrana plasmática de la fibra muscular, produce la apertura de canales  $\text{Na}^+$ , los que permiten generar un potencial de acción. Si no es degradado, la fibra pierde la capacidad de estimularse, puesto que no se produciría la repolarización de la membrana plasmática. (2 puntos).
3. En el primer caso, reconocen que la presión parcial de oxígeno es el estímulo, en tanto que los receptores son quimiorreceptores centrales o aquellos que están fuera del sistema nervioso central. El estímulo es conducido por los nervios aferentes hacia el centro de integración, el centro respiratorio en el bulbo raquídeo. La respuesta sale por un nervio eferente, en este caso el nervio frénico, hacia el diafragma que actúa como efector. Para responder al cambio de presión parcial de oxígeno, el organismo puede aumentar la frecuencia respiratoria. (3 puntos).

En el segundo caso, los receptores son barorreceptores, quimiorreceptores y neuronas del centro vasomotor, el centro de integración es el centro vasomotor y los centros superiores, y el efector es el músculo liso de las arterias y el corazón. (3 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 88-89)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador e incluir más información en él.

# Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 90-93)

## Respuestas esperadas

1. Sistema nervioso periférico: nervios craneales, nervios raquídeos, nervios simpáticos y parasimpáticos. Sistema nervioso central: hemisferio cerebral, diencefalo, médula espinal, tronco encefálico, cerebelo.
2. En la siguiente tabla se detallan las respuestas esperadas (2 puntos para cada función correcta).

Estructura	Funciones	Estructura	Funciones
Corteza cerebral	Control de las funciones voluntarias complejas, relacionado con la habilidad numérica y de razonamiento lógico, sentido artístico, entre otras.	Sistema nervioso somático	Responsable de las respuestas voluntarias, además de algunas respuestas reflejas.
Diencefalo	En el diencefalo se concentran las funciones homeostáticas, así como la recepción y distribución de impulsos motores y sensitivos desde otras estructuras del SNC.	Sistema nervioso entérico	Controlar la actividad muscular del tubo digestivo, además de actuar en conjunto con el sistema límbico en la percepción de sensaciones.
Tronco encefálico	Recibe información de gusto, oído, equilibrio. Además, puede producir algunas respuestas motoras.	Sistema nervioso simpático	Se relaciona con las respuestas al estrés y a los estados de alerta.
Médula espinal	Centro elaborador de reflejos y conductor de impulsos desde y hacia el encéfalo.	Sistema nervioso parasimpático	Se relaciona con el restablecimiento de los estados de reposo y la reducción del consumo energético.

3. Los estudiantes completan una tabla como la siguiente. (5 puntos).

Estructura neuronal	Función
Axón	Especializada en la conducción del impulso nervioso.
Dendritas	En estas estructuras se perciben las señales de otras neuronas o células al tener en sus extremos los botones postsinápticos.
Soma	Es el cuerpo de las neuronas, es en él donde se forman los neurotransmisores. Para esto, cuenta con una gran cantidad de polirribosomas o cuerpos de Nissl.
Nódulos de Ranvier	Son áreas libres de vaina de mielina y permiten la conducción rápida del impulso nervioso a lo largo del axón.
Terminal axónica	Región de donde se transmiten las señales a otras células. En sus extremos están los botones presinápticos, los que liberan neurotransmisores.



- a.** Se espera que mencionen que la forma de las neuronas guarda directa relación con su función. Por ejemplo, las neuronas bipolares normalmente se caracterizan por formar parte de las vías aferentes al contar con una gran red de dendritas. Las neuronas pseudounipolares, dada su morfología, facilitan la asociación entre distintos tipos de neuronas, en tanto que las neuronas multipolares favorecen la conducción de los impulsos a través de su largo soma, participando en las denominadas vías eferentes o motoras. (2 puntos).
- b.** Las neuronas se clasifican tanto por su forma como por su función. (1 punto).
- 4.** Las neuroglías o células gliales son fundamentales en la mantención del tejido nervioso, ya que apoyan estructural y funcionalmente a las neuronas, dado que estas están altamente especializadas en la conducción. De este modo, las neuroglías ayudan a suplir las necesidades de las neuronas para que estas puedan ejercer sus funciones de manera eficiente. Los estudiantes pueden entregar diferentes clasificaciones, pero de todas formas han de considerar tanto su forma como su función. (4 puntos).
- 5.** En el primer caso (A), se trata de transporte activo, como el que ocurre con la bomba sodio potasio en la membrana plasmática de las neuronas. Su función es la de retornar las cargas de la membrana plasmática a su estado potencial de reposo. En el segundo caso (B), se trata de transporte pasivo a través de canales con puerta. Este sería el caso de los canales de  $\text{Na}^+$  presentes en la membrana plasmática de neuronas que se activan con los cambios de voltaje. (6 puntos).
- 6.**
- a.** Variable dependiente: voltaje; variable independiente: tiempo. (2 puntos).
- b.** Gráfico 1: Potencial de membrana en reposo; Gráfico 2: Impulso nervioso; Gráfico 3: Despolarización inicial, sin alcance de umbral. (2 puntos).
- c.** Porque el estímulo no fue lo suficientemente intenso, por lo tanto el potencial de receptor no superó el umbral. (3 puntos).
- d.** En el primer gráfico, los canales se encuentran cerrados. En el segundo, los canales se encuentran abiertos y en el tercer gráfico, los canales se encuentran parcialmente cerrados. (3 puntos).
- 7.**
- a.** a: botón presináptico/neurona presináptica; b: vesícula sináptica; c: espacio sináptico/neurotransmisores; d: receptores; e: canales iónicos; f: neurona postsináptica. (2 puntos).
- b.** En el esquema se ilustra una sinapsis química. Se distingue de la sinapsis eléctrica ya que esta última necesita que las paredes de la neurona presináptica y de la célula postsináptica estén en contacto directo. (2 puntos).
- c.** La excitación continua de la neurona o célula postsináptica es evitada a través de la reabsorción e inactivación de los neurotransmisores en el espacio sináptico. (2 puntos).
- 8.**
- a.** En un arco reflejo participa un receptor, una vía aferente, un centro de procesamiento o control, una vía eferente y un efector. (3 puntos).
- b.** Las respuestas desencadenadas por un arco reflejo son rápidas e involuntarias. (3 puntos).
- c.** Estas respuestas guardan relación con la mantención del equilibrio interno u homeostasis, al tiempo que protegen al organismo y facilitan su respuesta al ambiente. (3 puntos).
- d.** Los estudiantes podrían mencionar que una persona con una sensibilidad deficiente en estos receptores puede tener problemas en el control de su presión sanguínea. Entre ellos está el control de la producción de adrenalina, contracción del músculo liso y control de la frecuencia cardíaca. (3 puntos).



## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Indica si la afirmación es verdadera o falsa, según corresponda. Justifica las falsas.
  - A. \_\_\_\_\_ El tejido nervioso solo es capaz de transmitir un impulso nervioso.
  - B. \_\_\_\_\_ La complejidad del tejido nervioso se debe a los múltiples tipos celulares que lo conforman.
  - C. \_\_\_\_\_ Captar, procesar y coordinar respuestas ante estímulos del medio son funciones del tejido nervioso.
  - D. \_\_\_\_\_ El tejido nervioso cumple funciones tan específicas que sus células no poseen los mismos organelos que los demás tipos celulares.
  - E. \_\_\_\_\_ Las vías sensitivas aferentes son parte del sistema nervioso central, ya que envían la información desde el exterior hacia el encéfalo.
  
2. Escribe el tipo de neurona o neuroglia que corresponde a la definición.
  - A. Sirven de soporte a las neuronas. \_\_\_\_\_
  - B. Cubren el axón de las neuronas del SNC formando la vaina de mielina. \_\_\_\_\_
  - C. Previenen enfermedades infecciosas en el sistema nervioso. \_\_\_\_\_
  - D. Tienen un axón con muchas dendritas; transmiten información sensorial al sistema nervioso.  
\_\_\_\_\_
  - E. Se regeneran formando cicatrices cuando se daña el tejido nervioso. \_\_\_\_\_
  - F. De su soma nace solo una prolongación; llevan información sensorial a la médula espinal.  
\_\_\_\_\_
  - G. Interviene en la comunicación de las neuronas sensitivas con las motoras. \_\_\_\_\_
  - H. Rodea los axones de las neuronas del SNP, sintetizando mielina. \_\_\_\_\_
  
3. Si una patología hiciera que las células de Schwann comenzaran a degenerarse en el SNP, ¿cuáles serían algunas de las consecuencias?
  - I. Sobreestimulación de los músculos eferentes.
  - II. Problemas en el envío de la respuesta refleja.
  - III. Alteraciones en el procesamiento de los estímulos a nivel cerebral.
  - IV. Disminución de la velocidad del impulso nervioso en los nervios periféricos.
    - A. Solo I.
    - B. Solo III.
    - C. I y III.
    - D. II y IV.
    - E. II, III y IV.



4. En relación al tejido nervioso, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?
- A. Está compuesto por una gran variedad de células especializadas.
  - B. Está conformado por células individuales que se conectan entre sí para conformar circuitos de envío de información.
  - C. Es una trama cerrada de estructuras, como un circuito, que conecta a todo el organismo.
  - D. Todas sus células se dividen y regeneran durante su ciclo celular.
  - E. Los distintos tipos celulares tienen la capacidad de estimular a las células vecinas.
  - F. La capacidad de estimular a la siguiente neurona mediante los neurotransmisores.
5. Si un organismo presenta constantemente infecciones que afectan su sistema nervioso, ¿qué tipo de célula nerviosa está funcionando de manera deficiente?
- A. Astrocitos.
  - B. Microglías.
  - C. Neuronas aferentes.
  - D. Oligodendrocitos.
  - E. Células de Schwann.
6. ¿Cuál es el cambio en la membrana de la neurona, después del ingreso de los primeros iones de  $\text{Na}^+$  al interior del axón?
- A. Aumento de cargas negativas en el interior del axón, aumentando la diferencia de potencial.
  - B. Se igualan las cargas desapareciendo la diferencia de potencial, para luego tornarse negativo el interior del axón.
  - C. Se igualan las cargas y luego el medio extracelular se vuelve con carga parcial positiva con respecto al medio intracelular.
  - D. No se produce alteración en las cargas; el medio intracelular se mantiene negativo con respecto del medio extracelular.
  - E. Se igualan las cargas intra y extracelularmente y luego el medio extracelular queda cargado de forma negativa.
7. ¿Cuál es la función de los canales de  $\text{K}^+$  sensibles al voltaje en la repolarización?
- A. La salida de los iones  $\text{K}^+$  desde el interior del axón, lo que disminuye las cargas positivas.
  - B. El ingreso de los iones  $\text{K}^+$  al interior del axón, lo que aumenta las cargas positivas intracelulares.
  - C. La salida e ingreso de los iones  $\text{K}^+$ , con lo que se igualan las cargas positivas y negativas.
  - D. El ingreso de los iones  $\text{Na}^+$  para retornar a las cargas iniciales del potencial de reposo.
  - E. La salida de los iones  $\text{Na}^+$  para lograr la diferencia de potencial y alcanzar la polaridad negativa del interior del axón.
8. Una persona retira rápidamente su mano al ponerla en contacto con la llama de una vela. Con respecto a esta situación, ¿cuál de las siguientes alternativas es falsa?
- A. Es un acto reflejo.
  - B. El receptor es un exteroceptor de temperatura.
  - C. La orden del cerebro para retirar la mano es muy rápida.
  - D. El efector de la respuesta es un músculo cardíaco.
  - E. La información se transfiere en la médula espinal.
9. En un movimiento intencional, ¿cuál es el centro elaborador?
- A. Corteza motora.
  - B. La médula espinal.
  - C. Neurona aferente.
  - D. El bulbo raquídeo.
  - E. La neurona eferente.



# Magnitud e intensidad del impulso nervioso

### Antecedentes

Cuando se genera un impulso nervioso, el sistema nervioso central lo recibe y lo traduce a una sensación. Todo impulso nervioso responde a la ley del todo o nada, es decir, se activa o no se activa y la intensidad del impulso propagado es siempre la misma.

### Problema de investigación

Al comparar dos estímulos como un toque suave y un golpe, sabemos que su intensidad es diferente. Pero ¿cómo es percibida esta diferencia por el sistema nervioso, generando sensaciones también distintas?, ¿qué ocurre con la transmisión del impulso nervioso asociada a cada tipo de estímulo?, ¿qué características del potencial de acción varían con estímulos de diferentes intensidades?

### Estrategias de contrastación y resultados

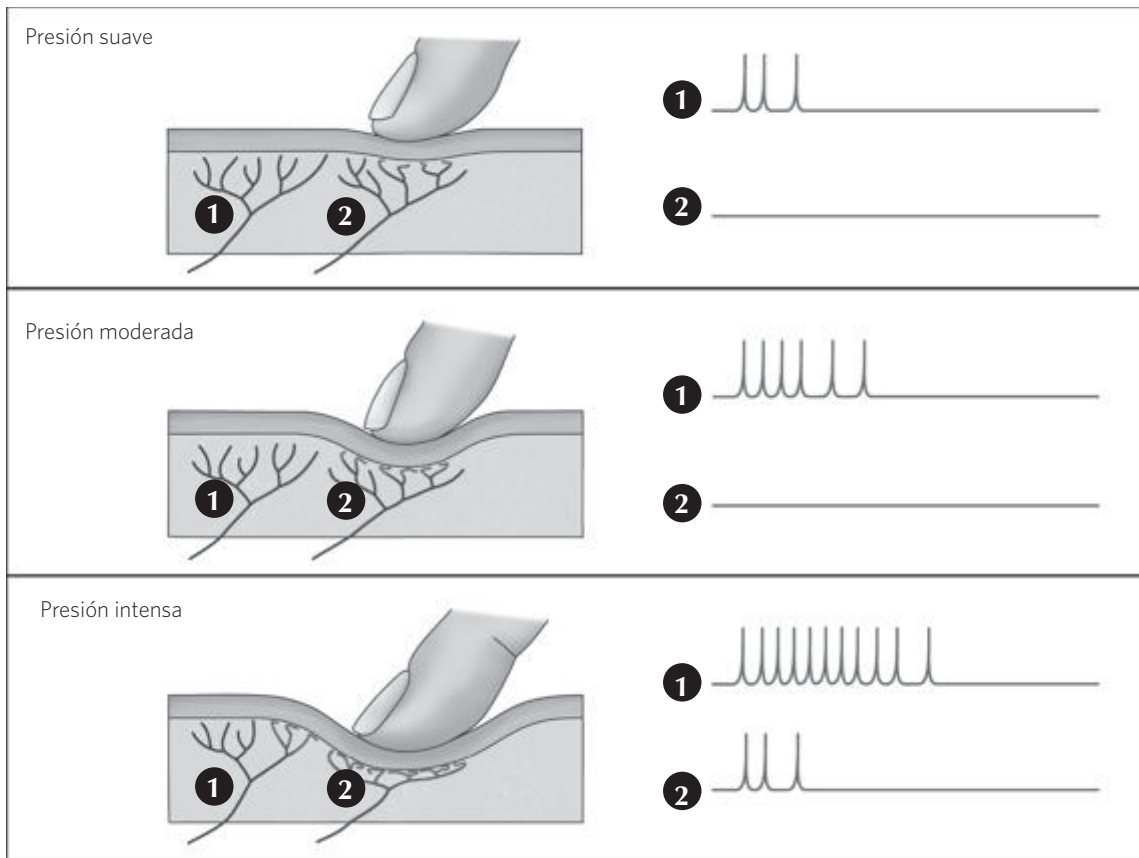
1. Para verificar de manera empírica cómo se perciben estímulos similares pero de diferente intensidad, trabajen en parejas; uno debe presionar con la yema de su dedo la palma de la mano de la otra persona con tres intensidades distintas: un toque suave, un toque moderado y uno de presión mayor, aplicados aleatoriamente.
2. La persona que recibe el estímulo no debe mirar, para así identificar cada una de las intensidades solo a través de la sensación percibida. Posteriormente, el que recibe los estímulos debe describir lo percibido completando una tabla como la que se presenta a continuación. Luego intercambien los roles.

Intensidad del estímulo aplicado	Descripción de la sensación
Presión suave	
Presión moderada	
Presión intensa	

3. A continuación, observen los esquemas de la página derecha, que ilustran lo que sucede bajo la piel en tres situaciones distintas en cuanto a la intensidad del estímulo aplicado. Observen los gráficos que representan potenciales de acción desencadenados y comparen las tres situaciones.



## Taller de ciencias



### Análisis e interpretación de evidencias

Discutan en torno a las siguientes preguntas y escriban en sus cuadernos las respuestas del consenso.

- A. ¿Cómo se relaciona la frecuencia de los impulsos nerviosos generados con la intensidad del estímulo de presión?
- B. ¿Varía la intensidad del potencial de acción de un estímulo a otro? Expliquen.
- C. En relación con todo lo analizado, ¿qué características del impulso nervioso varían al modificar la intensidad del estímulo?
- D. De acuerdo con la respuesta anterior, ¿se verifica la hipótesis planteada? Expliquen.

### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Comenten y respondan en conjunto las siguientes preguntas:

- A. ¿Qué conclusiones se obtienen después de analizar las relaciones: intensidad del estímulo-frecuencia del potencial de acción, intensidad del estímulo-magnitud del potencial de acción e intensidad del estímulo-intensidad de la sensación?
- B. ¿Por qué la generación de impulsos se detiene en un momento?, ¿es posible que cesen los impulsos aunque se esté aplicando un estímulo?



## Lectura complementaria

### El envejecimiento y sus efectos en el sistema nervioso central

Los animales, incluyendo al ser humano, presentan alteraciones cognitivas al envejecer que, si bien no alcanzan a producir los problemas asociados a una demencia, dificultan el funcionamiento de muchas actividades. Existe la duda de si los procesos degenerativos asociados a la edad pudiesen ser los mismos que se observan en patologías neurodegenerativas, como el Alzheimer, aunque ocurran en menor grado. Esta distinción no es fácil, pero estudios en animales sugieren que la alteración cognitiva del envejecimiento se debe a cambios funcionales y bioquímicos a nivel de ciertos circuitos neuronales sin que se produzca una muerte neuronal importante. Si bien la edad es uno de los factores de riesgo más importantes, estudios clínicos han demostrado que el envejecimiento y el Alzheimer son procesos fisiopatológicos diferentes, de manera que no constituyen dos estadios dentro de la progresión de una única patología, indicando que el Alzheimer es evitable con la edad.

Entre los factores influyentes se presentan cambios de tipo degenerativo en el envejecimiento normal, tales como modificaciones cerebrales típicas de personas con Alzheimer. Asimismo, se ha observado que el envejecimiento normal va acompañado del aumento de astrocitos y microglías activadas, existiendo amplia documentación sobre el impacto de las inflamaciones en enfermedades degenerativas en el sistema nervioso, aunque no se ha determinado que tenga un papel específico en el envejecimiento. Por otro lado, la producción de radicales de oxígeno, producto de nuestro metabolismo, además de factores ambientales como la polución y el tabaquismo, daña lípidos, proteínas e incluso el ADN, y estas moléculas dañadas se acumulan durante el envejecimiento.

Estos cambios no generan muerte neuronal sino que generan cambios degenerativos de tipo funcional. Así, se observan cambios asociados al envejecimiento que inciden en la regulación del calcio, el estrés oxidativo y la respuesta inflamatoria, los que modifican la reactividad de la glía y la función neural. Los límites entre envejecimiento normal y patológico no están claramente diferenciados y parecen estar influenciados por innumerables factores biológicos, involucrando influencias genéticas, pero también dependientes de factores ambientales como la dieta, el uso de drogas, el historial de enfermedades o los daños que se hayan generado en el tejido neuronal.

Fuente: von Bernhardt, R. (2005). Envejecimiento: cambios bioquímicos y funcionales del Sistema Nervioso Central. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría* 43(4): 297-304.

#### Trabaja con la información

1. Explica con tus palabras por qué crees que se hace la separación entre modificaciones anatómicas y funcionales.
2. ¿Qué formas celulares participan en el envejecimiento normal? Considerando lo que sabes sobre diferentes tipos de células neuronales, ¿qué efectos tendría el aumento de estos tipos celulares?
3. ¿Qué factores ambientales pueden influenciar en el envejecimiento neuronal?

## Bibliografía sugerida

---

- Curtis, H. y Barnes, N. (2008). Biología. (7 ed). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Hernández R. (1997). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Purves, W. (2009). Vida. La Ciencia de la Biología. (8 ed). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Villee, C.A. (1996). Biología. (8 ed). México: McGraw-Hill.

## Solucionario Prueba

---

1. A. Falso. Varios impulsos simultáneamente. B. Falso. Se debe a la multiplicidad de conexiones y estructuras que lo componen. C. Verdadero. D. Falso. Sus células poseen una estructura y una función (diferenciación) de acuerdo con el rol que deben cumplir, requiriendo los mismos organelos que otros tipos celulares. E. Falso. Las vías sensitivas aferentes son parte del sistema nervioso periférico.
2. A. Astrocitos. B. Oligodendrocitos. C. Microglías. D. Neurona multipolar. E. Astrocitos. F. Neurona pseudounipolar. G. Neuronas asociativas. H. Células de Schwann.
3. D
4. B
5. B
6. E
7. A
8. D
9. A

# Unidad 3

# Sensación y percepción

## Propósito de la Unidad

Se pretende que los estudiantes conozcan y comprendan la capacidad de los órganos de los sentidos de informar al organismo sobre las variaciones del entorno, permitiéndole adaptarse a los cambios. Esta capacidad puede alterarse debido al consumo de drogas, lo que deriva en modificaciones del comportamiento. Asimismo, se busca que conozcan los factores de riesgo y las estrategias de prevención en relación con el consumo de estupefacientes.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Comprender que los organismos han desarrollado mecanismos de funcionamiento sistémico y de interacción integrada con el medio exterior, de manera de mantener un ambiente interno estable, óptimo y dinámico que le confiere cierta independencia frente a las fluctuaciones del medio exterior.
- Conocer la organización del sistema nervioso y su función en la regulación, coordinación e integración de las funciones sistémicas y la adaptación del organismo a las variaciones del entorno.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.
- Descripción de la capacidad de los órganos de los sentidos de informar al organismo sobre las variaciones del entorno, permitiéndole a este adaptarse a los cambios, reconociendo, por ejemplo, esta capacidad en la estructura y función de un receptor sensorial como el ojo.



- Explicación de la transformación de información del entorno (por ejemplo, luz, vibración) en un mensaje nervioso de naturaleza electroquímica comprensible por nuestro cerebro y cómo esta transformación puede ser perturbada por sustancias químicas (por ej. tetrahidrocanabinol, alcohol, nicotina).

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Promover el desarrollo de hábitos de higiene personal y social; desarrollo físico personal en un contexto de respeto y valoración de la vida y el cuerpo humano; cumplimiento de normas de prevención de riesgos.
- Promover el conocimiento de sí mismo, de las potencialidades y limitaciones de cada uno.
- Fomentar la autoestima, confianza en sí mismo y sentido positivo ante la vida.
- Promover el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Desarrollo de las habilidades de investigación, que tienen relación con identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.
- Perfeccionar habilidades comunicativas, que se vinculan con exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.
- Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio ético que reconoce que todos los "seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, dotados de razón y conciencia, deben comportarse fraternalmente los unos con los otros" (Declaración Universal de Derechos Humanos, Artículo 1º). En consecuencia, conocer, respetar y defender la igualdad de derechos esenciales de todas las personas, sin distinción de sexo, edad, condición física, etnia, religión o situación económica.
- Ejercer de modo responsable grados crecientes de libertad y autonomía personal y realizar habitualmente actos de generosidad y solidaridad, dentro del marco del reconocimiento y respeto por la justicia, la verdad, los derechos humanos y el bien común.
- Apreciar la importancia social, afectiva y espiritual de la familia y del matrimonio para el desarrollo integral de cada uno de sus miembros y toda la sociedad.
- Comprender y valorar la perseverancia, el rigor y el cumplimiento, por un lado, y la flexibilidad, la originalidad, la aceptación de consejos y críticas y el asumir riesgos, por el otro, como aspectos fundamentales en el desarrollo y la consumación exitosa de tareas y trabajos.
- Utilizar aplicaciones que resuelvan las necesidades de información y comunicación dentro del entorno social inmediato.
- Utilizar aplicaciones para representar, analizar y modelar información y situaciones para comprender y/o resolver problemas.
- Utilizar aplicaciones para presentar y comunicar ideas y argumentos de manera eficiente y efectiva aprovechando múltiples medios (texto, imagen, audio y video).
- Hacer un uso consciente y responsable de las tecnologías de la información y la comunicación.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.</li> <li>• Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>• Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.</li> <li>• Descripción de la capacidad de los órganos de los sentidos de informar al organismo sobre las variaciones del entorno, permitiéndole a este adaptarse a los cambios, reconociendo, por ejemplo, esta capacidad en la estructura y función de un receptor sensorial como el ojo.</li> <li>• Explicación de la transformación de información del entorno (por ejemplo, luz, vibración) en un mensaje nervioso de naturaleza electroquímica comprensible por nuestro cerebro y cómo esta transformación puede ser perturbada por sustancias químicas (por ej. tetrahidrocannabinol, alcohol, nicotina).</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Cómo captamos la información del medio?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Función, clasificación, cualidades de los receptores sensoriales.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 2:</b> ¿Qué estructuras componen nuestros ojos?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de ojos: compuestos y en cámara.</li> <li>• Componentes del ojo humano y estructuras anexas.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 3:</b> ¿Cómo se produce la visión?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capas de la retina.</li> <li>• Tipos y características de los fotorreceptores.</li> <li>• Vía visual.</li> <li>• Enfermedades de la visión.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 4:</b> ¿Cómo podemos escuchar?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sonido y sus propiedades.</li> <li>• Descripción de la estructura y función del oído.</li> <li>• Fisiología de la audición.</li> <li>• Enfermedades de la audición.</li> <li>• El sentido del equilibrio.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 5:</b> ¿Cómo actúan las drogas en el sistema nervioso?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto y clasificación de las drogas.</li> <li>• Descripción de los efectos de las drogas en la actividad neuronal.</li> <li>• Alteraciones conductuales derivadas del consumo de drogas.</li> <li>• Estadísticas del consumo de drogas en Chile.</li> <li>• Factores de prevención.</li> </ul>	

Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 96).</li> <li>Antes de seguir (pág. 101).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la función, tipos y cualidades de los receptores.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 102).</li> <li>Antes de seguir (pág. 105).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir los tipos de ojos y las estructuras que los componen.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 106).</li> <li>Antes de seguir (pág. 109).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 1 a 3 (pág. 112).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar cómo la organización de las estructuras oculares y las vías nerviosas asociadas a ellas, hacen posible la visión.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 114).</li> <li>Antes de seguir (pág. 119).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la función y organización de las estructuras auditivas, y cómo sus receptores transforman la energía del sonido en un impulso nervioso.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 120).</li> <li>Antes de seguir (pág. 127)</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 4 y 5 (pág. 130).</li> <li>Evaluación final de la unidad (pág. 134).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar cómo las drogas actúan en la sinapsis y, como consecuencia, producen alteraciones en la actividad del sistema nervioso y, por lo tanto, en las capacidades, en la conducta y en la inserción social del individuo.</li> </ul>	<b>3</b>

# Orientaciones de trabajo Lección 1 (páginas 96-101)

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de estas páginas es que los estudiantes conozcan los procesos mediante los cuales podemos percibir el ambiente que nos rodea. Utilice la página inicial para incentivar el interés de los alumnos por el contenido de la unidad.
- Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de los estudiantes para avanzar en esta unidad. En esta actividad se espera que los estudiantes recuerden el funcionamiento de un arco reflejo.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen los componentes de un arco reflejo. Estos son a: receptor; b: vía aferente; c: centro procesador; d: vía eferente.
2. Los estudiantes reconocen que los receptores permiten la percepción de los estímulos del medio, permitiendo al organismo responder a los cambios que se presenten en el ambiente. Los estudiantes indican diferentes receptores, entre ellos los relacionados con los sentidos, como ojos, oídos, etc.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Explíqueles a sus estudiantes que las modalidades sensoriales son fundamentales para la sobrevivencia, puesto que informan acerca de las variables que se modifican dentro del organismo, así como también de los cambios producidos en el exterior. Estas condiciones de cambio podrían afectar de manera negativa, al pasar desapercibidas, si no existieran receptores que captan este tipo de información. Indíqueles también que los receptores se han especializado a lo largo del tiempo evolutivo para captar un tipo de estímulo particular y no otro. Esto es muy importante, puesto que la luz, las diferentes texturas o, incluso, el cambio de orientación de la cabeza son cambios que responden a señales percibidas por estructuras especializadas, las que captan, por ejemplo, cambios de temperatura y de presión.
- Explíqueles a sus estudiantes que la clasificación de las vías aferentes guarda relación con las grandes modalidades de receptores; es decir, si estos captan señales desde el interior del cuerpo, desde el exterior o si detectan cambios en el aparato locomotor. Esto significa que en cada una de estas vías se pueden discriminar, a su vez, distintos tipos de receptores aún más específicos. Esto es muy importante, puesto que los estudiantes deben ser capaces de comprender que un receptor de tacto o un receptor que detecte cambios en la postura pertenecen a diferentes clasificaciones.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes infieren que son los receptores los que están alterados en su funcionalidad.
2. Los estudiantes infieren que el desarrollo de las personas no se produce únicamente en términos biológicos, sino también en el ámbito social e individual. Los diversos cuidados que sus padres tomen implicarían algún grado de aislamiento social.

## Minitaller (Estilo de aprendizaje: activo y pragmático)

### Respuestas esperadas

- a. Los estudiantes evidencian que los receptores sensoriales se encuentran en diferente proporción en la piel, con zonas con mayores receptores que otras, las que relacionan con su uso. Por ejemplo, señalan que en las manos y la cara hay, aparentemente, más receptores que en la espalda.
- b. Los estudiantes explican que esta incapacidad se debe a la adaptación del receptor al estímulo. Esta varía dependiendo de las necesidades del organismo. Por ejemplo, en la espalda no se necesita el número de receptores que hay en las manos, dado que estas se encargan de la manipulación de objetos, a diferencia de la piel de la espalda.
- c. Los estudiantes deducen que diferencias en la profundidad pueden derivar en una exposición a daño innecesaria en ciertas condiciones, en donde las capas superficiales de la piel se pueden ver afectadas previo a la recepción de la señal. Asimismo, indican que la presencia de receptores de frío (corpúsculos de Krause) permitiría sentir de mejor manera este estímulo, activando las respuestas del organismo y evitando una pérdida de temperatura. En el caso de las señales de aumento de temperatura, estos se encuentran a mayor profundidad en la piel para evitar la sobreestimulación. Otra explicación es que la ubicación más superficial de los receptores encargados del frío obedece a que nuestra especie evolucionó en un ambiente cálido, por lo que el frío, más que el calor, es una amenaza a la sobrevivencia.
- d. Los estudiantes identifican los receptores estimulados. Estos son los corpúsculos de Meissner, corpúsculos de Pacini y, potencialmente, terminaciones nerviosas libres (nociceptores).

## Sugerencias de cierre de lección

- Enfátice a sus estudiantes que los receptores sensoriales poseen varias características que explican su funcionamiento; es decir, cada uno de ellos es específico para un tipo de estímulo, además de poseer un límite en la capacidad de desencadenar potenciales de acción (adaptación). Destaque este último aspecto, ya que es importante que los alumnos sepan que las señales sensoriales pueden adaptarse y disminuir la percepción sensorial hasta hacerla desaparecer. En el caso del dolor no ocurre lo mismo, puesto que las sensaciones dolorosas informan acerca de los posibles daños que está sufriendo el organismo, lo que desencadena respuestas conductuales basadas en el bloqueo de ese daño.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

**1.**

- a.** Los estudiantes dan variadas respuestas, pero pueden considerar la visión, audición, equilibrio, tacto, presión, calor, gusto, olfato, tensión, glucosa, oxígeno arterial.
- b.** Los estudiantes asocian los receptores de las modalidades seleccionadas; por ejemplo, en el caso del gusto, se trata de quimiorreceptores exteroceptores. Para la audición, se trata de mecanorreceptores exteroceptores.

**2.**

- a.** Órgano tendinoso, mecanorreceptor propioceptor. Destaque que en la vejiga urinaria existe un tipo especial de receptor, denominado receptor de estiramiento de la pared vesical.
  - b.** Los receptores son la piel y el hipotálamo, son termorreceptores exteroceptores e interoceptores.
  - c.** El órgano tendinoso y el huso muscular; ambos son mecanorreceptores propioceptores.
  - d.** El cuerpo carotídeo, que es un quimiorreceptor interoceptor.
  - e.** La piel, a través de sus nociceptores exteroceptores.
- 3.** La diferencia radica en que la sensación se produce cuando los receptores son estimulados, pero la percepción ocurre cuando estos estímulos sobrepasan el umbral de excitación, generando un potencial de receptor que transmite la señal hacia el centro integrador asociado a ese receptor.
- 4.** Esto ocurre porque los receptores se adaptan a los estímulos de acuerdo a su frecuencia. Así, la presión ejercida por la ropa sobre el cuerpo genera una frecuencia de estímulo a la que el receptor momentáneamente no responde. Cualquier presión sobre la presión ya ejercida será percibida.
- 5.** Los estudiantes indican que si estos receptores se adaptaran, la percepción del dolor desaparecería, lo que podría llevar a que se dañe al organismo. En el caso del cuerpo carotídeo, la adaptación podría llevar a una disminución de la presión de oxígeno arterial, lo que podría dañar a todos los órganos del cuerpo, en tanto que el oxígeno es esencial para mantener las funciones del organismo.
- 6.** Esto se debe a que se estimulan diferentes receptores, los que actúan de manera específica sobre diferentes estímulos.

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 102-105)

### Sugerencias de inicio de lección

- En esta lección los estudiantes conocerán el modo en que funciona la visión, con la descripción de diferentes tipos de ojos y las estructuras que los componen. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de sus estudiantes en relación con los diferentes tipos de receptores, su funcionamiento y sus propiedades.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican cuál de los dos organismos, según su opinión, tiene un órgano visual más complejo. Es esperable que indiquen que la avispa presentada es la que lo posee, dado que tiene múltiples unidades receptoras dispuestas superficialmente que le permite percibir luz y movimiento, a diferencia de la planaria (Platelmintos), que presenta aparatos oculares que solo le permite percibir luz.
2. Es esperable que los estudiantes deduzcan que la planaria percibe luz y su intensidad, en tanto que las avispas, junto con esto, también perciben movimiento.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Es importante que el docente detalle las estructuras del ojo para que los estudiantes comprendan los fenómenos que ocurren durante la formación de la imagen. Explique a sus alumnos y alumnas que la conformación interna del ojo posee estructuras que facilitan la convergencia de los rayos de luz en el órgano sensorial del globo ocular: la retina, la que a su vez posee varias capas que contribuyen a conducir las señales nerviosas hasta el cerebro, para luego interpretarlas como imágenes. Indíqueles también que el sentido de la visión responde a un estímulo específico (la luz) que es captado por células especializadas, fotorreceptores, que se diferencian y dan origen a la visión diurna y nocturna o en penumbra.

### Sugerencias de cierre de lección

- Pida a sus estudiantes que construyan un modelo de globo ocular en el que representen todas las estructuras internas y externas que posee. Sugiera que lo organicen de tal forma que parezca un corte longitudinal; esto les servirá para que observen la disposición de cada una de sus partes. Finalmente, pídeles que rotulen cada una de las estructuras con banderas que señalen la ubicación y el nombre de cada una de las partes que forman este órgano.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

- 1.** Los ojos compuestos están formados por la unión de muchos omatidios independientes entre sí en relación con la señal que captan y que permiten la formación de una imagen en mosaico. Los ojos en cámara tienen un único sistema de lentes y permiten la formación de una sola imagen. Estos ojos están formados por una estructura en forma de cámara.
- 2.** Es correcto afirmar esto puesto que los ojos solo perciben la señal, la que es procesada en nuestro cerebro para formar la imagen.
- 3.** El humor vítreo y el humor acuoso permiten mantener la forma del ojo, así como la capa esclerótica.
- 4.** Los lentes del ojo son la córnea y el cristalino. Estos lentes permiten la convergencia de la luz hacia la retina para formar la imagen.
- 5.** Los fotorreceptores se encuentran en la capa llamada retina. Estos fotorreceptores se llaman conos y bastones.
- 6.** Esto ocurre por la ausencia de fotorreceptores en el punto de salida de los axones de los fotorreceptores, formando el nervio óptico.
- 7.** Las explicaciones de los estudiantes son tendientes a explicar que la posición de los ojos guarda relación con los modos de vida de los animales. Así, la posición de los ojos de las liebres les permite tener un mejor campo visual, en tanto que la posición de los ojos en las rapaces les permite tener una mejor percepción tridimensional, por lo que pueden calcular mejor las distancias y el movimiento.



## Orientaciones de trabajo Lección 3 (páginas 106-109)

### Sugerencias de inicio de lección

- En esta lección los estudiantes comprenderán cómo la organización del ojo permite la percepción de imágenes y cómo sus defectos pueden ser la causa de patologías visuales. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de sus estudiantes en relación con las estructuras que forman el ojo.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. La luz atraviesa la cornea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo.
  - b. Los lentes del ojo que atraviesa la luz son la córnea y cristalino.
2. La imagen se ve aumentada porque se condensa la luz que proviene de ellos, dando la impresión de que se magnifica la imagen.
3. Porque permiten facilitar la condensación de la luz que proviene de los objetos, facilitando la acción de los lentes naturales de los ojos para permitir el enfoque de la imagen sobre la retina.
4. La corteza visual primaria se encuentra en el lóbulo occipital, donde se integra la información visual.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Mencione a sus estudiantes que la visión del ser humano se origina en tres dimensiones y se le denomina visión estereoscópica. Este fenómeno está dado por la captación parcial del campo visual por ambos ojos, por lo que ambas imágenes se superponen y originan la amplitud o imagen completa del campo visual. Para complementar el tema de la visión estereoscópica, realice la **Actividad complementaria 1**.

### Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes construyen tablas donde consideran características como las siguientes: tipo de pigmento fotosensible que tienen, tipo de luz que perciben, función que cumplen, número en la retina, número de fotones que necesitan para activarse, etc.

### Minitaller (Estilo de aprendizaje: activo y pragmático)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que el disco óptico corresponde a la zona de la retina por donde emerge el nervio óptico, y donde no hay fotorreceptores.
2. El punto de mayor enfoque en la retina es la fóvea, punto donde hay un mayor número de conos y donde converge la luz refractada por la córnea y el cristalino.

## Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: pragmático)

### Respuestas esperadas

1. La presbicia, o vista cansada, se produce por la pérdida progresiva a través del tiempo de la plasticidad del cristalino, y con esto su capacidad de curvarse, lo que deriva en una pérdida progresiva de la vista lejana. El astigmatismo se produce por problemas en la curvatura de la cornea, lo que impide que la refracción de la luz permita el enfoque en la retina de los objetos cercanos. El glaucoma es una enfermedad que se caracteriza por una pérdida progresiva de las fibras nerviosas de la retina, produciendo una pérdida progresiva de la visión. Se le llama cataratas a opacidades parciales o totales en el cristalino provocadas normalmente por la acumulación en el tiempo de células muertas, lo cual impide el correcto paso de la luz. El daltonismo es un defecto genético relacionado con una incapacidad de percibir colores, puesto que existen problemas en la producción de los pigmentos de los conos.
2. Los resultados son variables y dependerán en muchos casos de la edad de los encuestados. De este modo, será común encontrar más adultos con miopía o hipermetropía que niños con estas afecciones. Lo mismo con la incidencia de cataratas y glaucoma. En el caso del daltonismo, de estar presente en la familia, será más común en hombres que en mujeres.
3. Los gráficos de los estudiantes dependerán del universo encuestado. Invítelos a que combinen sus datos con los de otros compañeros y compañeras para aumentar el número de encuestados.
4. Es esperable que los resultados sean semejantes y puedan hacer generalizaciones sobre los grupos que sufren de estas afecciones. Entre ellos, que la mayoría de los afectados con problemas visuales son adultos, particularmente, sobre 35 años.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Menciónese a sus estudiantes que el fenómeno físico que permite la convergencia de los rayos de luz sobre la retina se denomina refracción, la que está dada por la combinación de las funciones que cumplen los medios transparentes y el cristalino. Indíqueles también que entre las anomalías de la visión existen algunas que no se relacionan con la longitud del globo ocular, sino que se originan por una anomalía en la curvatura de la córnea o del cristalino (astigmatismo), la opacidad del cristalino producto de la edad (cataratas), entre otros ejemplos.

### Antes de seguir

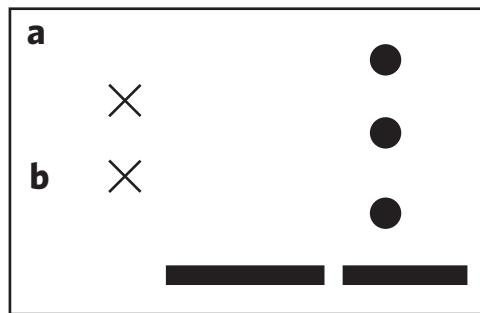
#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes explican que los bastones son muy sensibles y que generan en umbrales bajos potenciales de receptor. En presencia de un cambio brusco de luminosidad, estos receptores se saturan hasta que logran adaptarse a la cantidad de luz. Asimismo, si la fuente de luz se mantuviera, son los conos, que poseen umbrales más altos, los que permitirían ver en condiciones de mucha luz.
2. Una hipermetropía en forma de astigmatismo.
3. La rodopsina y conopsina son los pigmentos fotosensibles de bastones y conos, respectivamente, y son los responsables de iniciar los potenciales de receptor de estos tipos celulares.

- Esto se produce por el cruce de los haces conductores de cada ojo hacia el centro de procesamiento y su separación por lóbulos en el interior del ojo. Así, los estímulos del lóbulo nasal de un ojo son percibidos en el lóbulo occipital opuesto, en tanto que el lóbulo temporal de la retina es percibido en el lóbulo occipital del mismo hemisferio.
- La correcta prescripción de anteojos es necesario para corregir o suplir de manera apropiada las necesidades de cada persona. La utilización de lentes no prescritos o recetados por un especialista puede llevar al acrecentamiento de las afecciones de los usuarios.

### Actividad complementaria 1

Observa la imagen, sigue las instrucciones señaladas y responde las preguntas.



- Coloca esta hoja a 10 o 12 cm de distancia de tu cuerpo, aproximadamente.
- Cierra el ojo izquierdo y concentra la vista en la X con el ojo derecho. Cuando lo hagas, el punto del centro debería desaparecer.
- Realiza el mismo procedimiento para la letra b); es decir, cierra el ojo izquierdo y concentra la visión del ojo derecho en la X. En unos instantes la línea ya no será discontinua, sino que continua.

- ¿Qué ocurre al realizar los procedimientos anteriores, si además mueves la hoja acercándola y alejándola de tu cuerpo lentamente?
- Averigua qué es el punto ciego y da una posible explicación a lo ocurrido en el procedimiento que realizaste.

## Trabajo científico (páginas 110-111)

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

- Los resultados de esta pregunta son variables y dependerán del grado de comprensión de los contenidos de los estudiantes. Invítelos a que preparen un informe con sus resultados, el que tiene que tener una introducción y un desarrollo que incluya el paso a paso de la actividad, así como una mención a los problemas que hayan encontrado para su realización. Asimismo, han de incluir resultados donde se presente la tabla solicitada aquí, junto con las respuestas a las preguntas planteadas en las secciones d, f y g.
- La preparación de la presentación debe considerar los elementos señalados para el informe; esto es, una presentación de los antecedentes de manera introductoria, presentación del procedimiento, resultados y conclusiones. Se ha de destacar, además, la claridad de los elementos, así como una presentación clara de la información de fácil comprensión, con preponderancia de imágenes y expresiones gráficas por sobre el texto.

## Organiza lo que sabes

### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos desde los más a los menos inclusivos. Los organizadores variarán entre estudiantes y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo.

## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

#### 1.

- a. Los receptores permiten captar estímulos o perturbaciones del medio. Esto, a su vez, permite que el organismo responda acorde a ello, evitando el daño o manteniendo las condiciones del medio interno. (1 punto).
- b. Es necesario que el estímulo sea lo suficientemente intenso para sobrepasar el umbral de excitación, el que genera cambios en la permeabilidad de las membranas de los receptores, generando un potencial de receptor. (1 punto).
- c. Los estudiantes indican que la intensidad de las sensaciones depende de la energía y del número de receptores que son estimulados. (1 punto).
- d. Los estudiantes explican que el percibir es una función superior del cerebro, mediante la que se logra seleccionar y organizar las sensaciones que se reciben. Es por esto, que en adaptación a un estímulo, la percepción se reduce, aunque la sensación continúe. (1 punto).

2. Los estudiantes completan la tabla del siguiente modo:

Modalidad	Estímulo	Tipo de receptor según la:		Tejido u órgano receptor
		Naturaleza del estímulo	Funcionalidad	
Visión	Luz	Fotorreceptor	Exterorreceptor	Retina
Audición	Ondas de presión del aire	Mecanorreceptor	Exterorreceptor	Cóclea
Equilibrio	Movimiento de la cabeza	Mecanorreceptor	Propiorreceptor	Órgano vestibular
Tacto	Mecánico	Mecanorreceptor	Exterorreceptor	Piel
Dolor	Varios	Nociceptor	Exterorreceptores e interorreceptores	Piel y órganos
Gusto	Químico	Quimiorreceptor	Exterorreceptor	Lengua y faringe
Glucosa	Químico	Quimiorreceptor	Interorreceptor	Hipotálamo

- 3.** Los estudiantes esquematizan un ojo compuesto como el presentado en la página 102, destacando que la imagen generada es compuesta y en mosaico. Para el ojo en cámara, esquematizan un ojo como el presentado en la página 105, indicando que en este caso se genera una sola imagen. (6 puntos).
- 4.** Entre las características, los estudiantes pueden indicar que la córnea no posee vasos sanguíneos y que funciona como lente. En el caso del cristalino, este es biconvexo y funciona como lente de aumento. El humor vítreo es un fluido gelatinoso que permite mantener la forma del ojo. La retina está formada por varias capas de células neuronales, además de conos y bastones, y es en donde se estimula a los fotorreceptores. La coroides es una capa intermedia que absorbe parte del espectro de luz, además de estar fuertemente vascularizada. La esclerótica es la capa más externa del ojo, muy fibrosa y de color blanco. (1 punto por cada característica correcta).
- 5.**
- a.** El iris se encuentra cerrado, limitando el paso de luz; el cristalino se encuentra estirado para favorecer el enfoque; los conos son los principales fotorreceptores asociados a la percepción del objeto, dado que los bastones se encuentran en gran medida adaptados a la gran cantidad de luz.
  - b.** En este caso, el iris se encuentra abierto, favoreciendo el mayor paso de luz; el cristalino se encuentra relajado y los bastones son los principales fotorreceptores en uso, ya que se estimulan incluso con pequeñas intensidades lumínicas.
- 6.**
- a.** Para llegar a la retina, la luz ha debido pasar la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo. (2 puntos).
  - b.** La capa pigmentada es la capa basal más cercana a la coroides. Es la encargada de nutrir a los fotorreceptores, además de absorber el exceso de luz. Los conos y bastones son los encargados de percibir los estímulos lumínicos, los que son transferidos en forma de un potencial de excitación a las neuronas ganglionares, cuyos axones forman el nervio óptico. (3 puntos).
- 7.** Esto se debe a que los haces del nervio óptico de cada ojo se dividen, pasando parte de la información de cada ojo a ambos hemisferios, de modo de combinar las imágenes del hemisferio temporal del ojo izquierdo con las del hemisferio nasal del ojo derecho y viceversa. (2 puntos).

## Orientaciones de trabajo Lección 4 (páginas 114-119)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es comprender cómo los receptores auditivos perciben y transmiten las vibraciones mecánicas sonoras. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios y así poder comenzar el estudio de la lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

Al tratar el contenido de la página, recuerde a sus estudiantes el proceso de meiosis, el entrecruzamiento de las cromátidas hermanas de los cromosomas homólogos y la importancia que tiene este fenómeno en la variabilidad. Utilice la información complementaria adjunta.

1.
  - a. Los estudiantes identifican que la mayor frecuencia se produce cuando la regla tiene la menor longitud. La menor frecuencia la observan con la longitud inicial de 18 cm sobresaliendo de la mesa.
  - b. Los estudiantes relacionan que a mayor frecuencia, más agudo es el sonido. Esto se vincula con la relación inversa entre longitud de onda y frecuencia.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Desarrolle con sus estudiantes la idea de que el oído es un órgano de los sentidos que posee dos funciones; es decir, además de ser el encargado de la audición, es el órgano del equilibrio, ya que posee estructuras especializadas en detectar la posición del cuerpo en el espacio. Es por ello que los estudiantes deben conocer en detalle la estructura del oído externo, medio e interno, debido a que la audición se origina por el movimiento mecánico de los órganos involucrados en esta función, mientras que el equilibrio está mediado por el movimiento de los cilios inmersos en un líquido presente en el aparato vestibular.

### Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Las frecuencias máximas audibles en humanos bordean los 20 000 ciclos por segundo, en tanto que las mínimas son cercanas a los 20 ciclos por segundos, con intensidades entre 0 y 130 decibeles aproximadamente.
2. Entre los 100 y 10 000 ciclos por segundo.
3. El umbral mínimo de audición humana es cercano a los 20 ciclos por segundo.
4. Entre 120 y 140 decibeles, porque sobre ese nivel el mecanismo que transforma la energía mecánica de las vibraciones del aire puede generar daño, por lo que el dolor se transforma en un mecanismo de defensa para evitar que se produzca un efecto nocivo.

## Sugerencias de cierre de lección

- Con el objetivo de generar la toma de conciencia del cuidado del aparato auditivo, pídeles a sus alumnos que lean la sección **Reflexiona**, presente en esta página. Invítelos a responder las preguntas asociadas y a discutir acerca de los problemas que conlleva la exposición a ruidos intensos de manera frecuente o continua. Destaque, además, los problemas asociados al uso de audífonos y al aumento de volumen cuando existe ruido en el exterior, para que identifiquen los potenciales peligros que implica escuchar con el volumen exagerado un dispositivo de audio.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes deducen que de las dos gráficas que representan sonidos, la curva **B** corresponde al sonido más grave, puesto que la onda es más larga, con una frecuencia más baja. Por otro lado, la amplitud de la onda es mayor en **A**, así como su intensidad, por lo que este sonido será percibido como más fuerte.
  - b. Para la gráfica **A**, los receptores están en el extremo distal del caracol, en tanto que los receptores para el ejemplo **B** se encuentran en la parte basal más ancha del caracol.
2. En el diagrama, los estudiantes incluyen el estímulo, la captura de la vibración en el oído externo, el paso por el oído medio, la transmisión de la vibración del aire por el tímpano hacia los huesos del oído medio, que amplificarán las vibraciones y las transmitirán a la ventana oval, que a su vez mueve el líquido dentro del caracol en el oído interno. Esto estimula los cilios del órgano de Corti, el cual transformará el estímulo en un impulso nervioso que será enviado por los nervios auditivos a la corteza auditiva en el lóbulo temporal.
3. Los estudiantes explican medidas de prevención para diferentes afecciones. Por ejemplo, un aseo apropiado de los canales auditivos externos limita la proliferación de microorganismos. Asimismo, la utilización de auriculares conciliadores del ruido en personas que trabajan en ambientes con una alta frecuencia o intensidad de ruido, limitan el daño auditivo.
4.
  - a. Los estudiantes estiman que el sonido de un trueno es 100 000 veces más intenso que el de un automóvil en marcha. Para el cálculo, explíqueles a sus estudiantes que la escala de decibeles es una escala basada en las potencias de 10. De este modo, la diferencia se calcula restando al valor de intensidad de sonido de un trueno ( $10^{11}$ ) a la intensidad del sonido de un automóvil en movimiento ( $10^5$ ).
  - b. Normalmente, los reproductores de música portátiles tienen un tope máximo cercano a los 90 dB. Destacar entre los estudiantes que el uso prolongado y frecuente de auriculares con el volumen muy alto puede afectar la capacidad auditiva de los usuarios en el corto a mediano plazo.

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer y comprender el efecto de las drogas en el sistema nervioso central. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección.
- Manifieste a sus estudiantes que no todas las sustancias químicas que se consideran drogas actúan de la misma forma en el sistema nervioso, por lo que han surgido categorías de clasificación que permiten agruparlas. También es importante que comprendan que cada país posee sus propias leyes con respecto a la legalidad del consumo de sustancias psicoactivas, por lo que no se puede generalizar cuando se analizan los ejemplos de drogas legales e ilegales propuestos por el texto.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes recuerdan que durante la sinapsis química, el impulso nervioso de la neurona presináptica alcanza el botón sináptico y provoca la apertura de canales de  $\text{Ca}^{2+}$ ; estos iones ingresan a la zona terminal y desencadenan la exocitosis de neurotransmisores. Los neurotransmisores liberados al espacio sináptico se unen a receptores específicos que se encuentran en la membrana de la neurona postsináptica. La unión neurotransmisor-receptor produce la apertura de canales iónicos en la membrana postsináptica, generando potenciales postsinápticos que pueden tener un efecto excitador o inhibitorio. Luego, los neurotransmisores son recapturados por la neurona presináptica, mediante endocitosis, o son desintegrados por enzimas especializadas, lo que evita la excitación constante de la neurona postsináptica.
2. Paso 1: si se altera la liberación de las vesículas que contienen neurotransmisores, entonces no ocurrirá la transmisión del impulso nervioso a la neurona postsináptica.  
Paso 2: la inhibición de la recaptación de un neurotransmisor desde la sinapsis hacia la neurona presináptica lleva a un incremento de las concentraciones extracelulares de este y, por lo tanto, un aumento en la neurotransmisión.  
Paso 3: si se inhibe la unión del neurotransmisor a su receptor en la neurona postsináptica, no ocurrirá el ingreso de iones, por lo que no se producirá un impulso nervioso.
3. Cambios o variaciones en la transmisión sináptica podrían generar una respuesta inadecuada del organismo o un bloqueo de la conducción de la señal neuronal, así como la sobrestimulación de los receptores postsinápticos.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Incorpore en la revisión de estos contenidos los medicamentos de prescripción médica que son alteradores de la función neuronal. Al margen de que son utilizados con supervisión de un profesional de la salud, estos podrían provocar alteraciones si el individuo que los consume no controla la ingesta del medicamento o practica la automedicación.



- Explíqueles que tanto el tabaco como la cafeína son sustancias que se consumen en todo el mundo, por lo que corresponden a una conducta habitual que se ha masificado en la población. Sin embargo, es clave que los alumnos y alumnas comprendan que fumar cigarrillos y tomar café (formas más comunes del consumo de tabaco y cafeína) pueden originar alteraciones tanto en el sistema nervioso como en otros órganos, las que pueden ser momentáneas o a largo plazo. Esto último se explica debido a que estas sustancias también son consideradas psicoactivas, además de gatillar, en algunos casos, enfermedades severas. Para complementar este contenido, junto con tomar conciencia de la masificación de esta conducta, invite a sus estudiantes a realizar la **Actividad complementaria 2**.

## Actividad 5 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes elaboran una tabla como la siguiente:

Droga	Lícita o ilícita	Tipo de droga según su efecto	Alteración en la conducta
Etanol	Lícita	Depresora	Inhibe el efecto excitador del glutamato, ya que se une a los receptores para este neurotransmisor en la neurona postsináptica, bloqueando la propagación del potencial de acción.
Cocaína	Ilícita	Estimulante	Bloquea los transportadores para la reabsorción de dopamina por parte de la neurona presináptica, haciendo que la dopamina actúe una y otra vez. Esto sobrestimula a la neurona postsináptica, originando potenciales de acción que se propagan una y otra vez.
Marihuana	Ilícita	Alucinógena	Bloquea la inhibición de la dopamina, puesto que se une a los receptores para canabinoides, lo que impide la salida de GABA hacia el espacio sináptico. Esto genera a su vez la liberación de dopamina desde otra neurona presináptica, que se une a receptores específicos ubicados en la neurona postsináptica e inhibe la transmisión del impulso nervioso.
Anfetaminas	Ilícita	Estimulante	Estimula la liberación de las reservas de dopamina y noradrenalina desde las vesículas presinápticas hacia el espacio sináptico. Además, inhibe la recaptación de dopamina y noradrenalina en la neurona presináptica, debido a que se une a los canales de recaptación. Esto aumenta la frecuencia de la transmisión del impulso nervioso.
Nicotina	Lícita	Estimulante	Estimula la liberación del neurotransmisor dopamina en algunas zonas cerebrales. El estado de alerta y atención se asocia a la liberación de otros neurotransmisores, como acetilcolina y norepinefrina.
Cafeína	Lícita	Estimulante	Origina pérdida de sueño, trastornos ansiosos como ataques de pánico o síntomas de trastorno obsesivo compulsivo.

2. Los estudiantes profundizan sobre los efectos de otras drogas en el cuerpo humano. Se pueden apoyar con información obtenida del Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol (SENDA) en la dirección [www.senda.gob.cl](http://www.senda.gob.cl).

## Actividad 6 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

Los estudiantes preparan gráficos como los siguientes utilizando la información de las tablas propuestas:

Gráfico de consumo de alcohol durante el año en población escolar, separando entre hombres y mujeres.

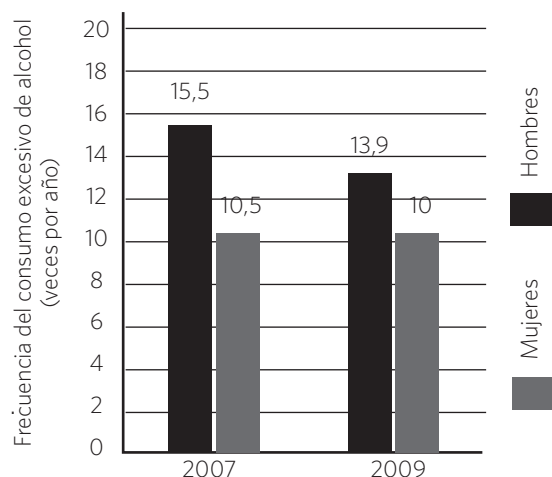
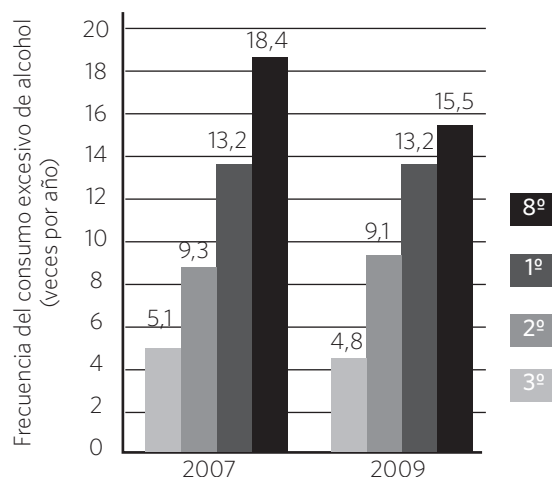


Gráfico de consumo de alcohol durante el año en población escolar, separando por año de educación media que cursan.



### Respuestas esperadas

1. De acuerdo con las gráficas elaboradas por los estudiantes, el consumo de alcohol en hombres y mujeres, entre los años 2007 y 2009, ha disminuido.
2. Existe una relación directa entre el consumo excesivo de alcohol y el nivel que cursan, lo que quiere decir que, a mayor edad del adolescente, mayor es el consumo excesivo de alcohol.

## Sugerencias de cierre de lección

- Proponga a sus estudiantes que analicen las principales ideas que les surjan al leer el contenido, para luego identificar qué conductas o factores consideran como un riesgo potencial para el consumo de drogas. Luego, solicíteles que se agrupen y que generen un listado con los riesgos que lograron reconocer. Otórgueles un tiempo prudente para que discutan sus resultados y puedan compartir sus opiniones. Al finalizar el tiempo, solicítele a cada grupo que nombre tres factores considerados como riesgos importantes, y anótelos en la pizarra. Finalice su actividad analizando los aspectos de la sección **Reflexiona** de esta página. Para ampliar este contenido y reforzar la comprensión de los factores de riesgo asociados a las drogas, discuta con sus estudiantes el aspecto sociocultural como modelador de las conductas de abuso de sustancias.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que los efectos de la liberación de dopamina son el incremento de la lucidez, la sensación de bienestar y la euforia, además de aumentar la energía y la actividad motora. El bloqueo de su reabsorción determina que la dopamina liberada actúe una y otra vez sobre la neurona postsináptica, sobrestimulándola.

2. Los estudiantes completan la tabla de la siguiente forma:

Efecto en la sinapsis	Droga	Efectos en el sistema nervioso
Inhibe la recaptación de dopamina.	Cocaína	Estimulante
Estimula la liberación de dopamina.	Anfetaminas	Estimulante
Bloquea los inhibidores de la dopamina.	Marihuana	Depresor
Inhibe el efecto estimulador del glutamato.	Alcohol etílico	Depresor

3.

- Los estudiantes preparan diversas hipótesis, pero estas han de indicar que mientras mayor es el involucramiento de los padres con las actividades de sus hijos e hijas, la prevalencia del consumo de marihuana y cocaína disminuye en la población escolar de 8º Básico a 4º Medio.
- El desconocimiento por parte de los padres de los lugares en los que se encuentran sus hijos.
- Los estudiantes proponen diversas medidas que tienden a prevenir el consumo de drogas. Entre ellas, se puede mencionar la necesidad de potenciar en la escuela el trabajo con los padres, promoviendo aquellas conductas que son favorables en la prevención del consumo de drogas y entregándoles herramientas para tratar con sus hijos las problemáticas del consumo de narcóticos. El orientador del colegio puede hacerse cargo de la implementación de estos talleres.

### Actividad complementaria 2

Analiza la tabla y responde las siguientes preguntas:

País	Consumo per cápita de cigarrillos	Prevalencia de tabaquismo (%)			
		Adultos		Jóvenes	
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Argentina	1495	46,8	34,4	25,7	30,0
Bolivia	274	42,7	18,1	31,0	22,0
Chile	1202	26,0	18,3	34,0	43,4
Perú	1849	41,5	15,7	22,0	15,0
México	754	51,2	18,4	27,9	16,0
China	1791	66,9	4,2	14,0	7,0
Indonesia	1742	59,0	3,7	38,0	5,3

Fuente: OMS. (2005). Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas. Washington DC: OPS (Adaptación).

- ¿En qué país hay mayor consumo de cigarrillos per cápita?
- ¿Qué diferencias puedes establecer en la prevalencia de tabaquismo en hombres y en mujeres de los países presentados?
- ¿Qué diferencias observas en la prevalencia de tabaquismo en adultos y en jóvenes?
- Plantea una hipótesis que explique los datos de la tabla.

### Actividad

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes identifican que las mayores diferencias se encuentran en la percepción de problemas de visión, particularmente en los criterios de autorreporte de uso de lentes y autorreporte de mala visión. Las explicaciones de los estudiantes son variadas para este patrón, pero se ha de orientar a los estudiantes explicando que evolutivamente, entre los primeros homínidos, eran los varones los encargados de la cacería, en tanto que las mujeres se encargaban del cuidado y crianza de la progenie. Por esto, los varones desarrollaron visión y oído más sensibles en relación con los de las mujeres. Destaque entre sus estudiantes que, sin embargo, las mujeres tienen una mejor percepción de los ruidos de tono alto, como los que hace un bebé al llorar.
2. Las respuestas de los estudiantes son variadas, pero a la luz de la evidencia, es esperable que los estudiantes respondan afirmativamente.
3. Los estudiantes destacarán que el adolescente estimulado tendrá una mejor percepción de su entorno, a la par de tener habilidades sociales mejor desarrolladas. Entre sus argumentos, los estudiantes indican que una adecuada estimulación de los sentidos permite la adaptación a estímulos continuos, aumentando o calibrando los umbrales del receptor.
4. Los estudiantes indican diferentes características, pero siempre han de destacar condiciones generales de bienestar, como por ejemplo, que tenga un apropiado aislamiento acústico para evitar ruidos molestos del exterior, una apropiada iluminación, un tamaño apropiado al número de estudiantes que utilizan la sala, etc.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 130-131)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes organizan los conceptos desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y la jerarquía del organizador serán variables y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, pueden agregar nuevos conceptos que no estén considerados en el listado entregado y que ellos estimen que guardan relación con los contenidos de las lecciones de la unidad.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que la cadena de huesos del oído permite la transmisión y amplificación de las vibraciones captadas por el tímpano hacia la ventana oval; los canales semicirculares están relacionados con la percepción de la posición del cuerpo; en el caracol están las células receptoras de la audición encargadas de transformar las vibraciones en potenciales de receptor; el oído externo es el encargado de captar y dirigir las vibraciones del aire que forman el sonido hacia el tímpano; el oído interno es la parte del oído donde se transforma la

vibración en un impulso neuronal; el oído medio es donde se produce el traspaso y amplificación de la vibración del aire hacia el aparato auditivo formado por los canales semicirculares, la cóclea y el nervio auditivo; el tímpano es una membrana encargada de recibir y transmitir las vibraciones del aire hacia la cadena de huesos del oído medio; y la trompa de Eustaquio es un canal que se conecta con la faringe y que permite igualar las presiones de aire a ambos lados del tímpano. (1 punto por cada función correctamente indicada en cada estructura correctamente señalada).

2.
  - a. Son percibidos los sonidos B y C, dado que estos sobrepasan el umbral de excitación de las células auditivas humanas. (2 puntos).
  - b. El sonido B de 20 Hz, dada su frecuencia menor. (2 puntos).
3. Las células ciliadas, que forman el órgano de Corti, perciben las vibraciones de la perilinfa dentro del caracol al entrar en contacto con la membrana tectorial, lo que despolariza a las células ciliadas. Los axones de estas células forman luego el nervio auditivo. (2 puntos).
4. Los estudiantes completan la tabla de la siguiente forma. (6 puntos).

Droga	Clasificación	Acción en la sinapsis
	Legalidad	Efectos en el SNC
Alcohol	Legal	Depresor
Marihuana	Ilegal	Depresor
Cocaína	Ilegal	Estimulante

5.
  - a. Los estudiantes entregan diversas respuestas sobre cambios conductuales característicos, basados tanto en el texto como en su experiencia personal, pero estos deben hacer referencia a instancias que indiquen una adicción a las drogas, tolerancia a las drogas y una dependencia a las drogas. (1 punto).
  - b. Esto ocurre porque ante el consumo continuo, su cuerpo sufre una adaptación celular, esto es, una modificación del umbral de excitación ante un estímulo para sobrellevar la sobrestimulación y permitir la sobrevivencia. A este estado se le denomina tolerancia. (1 punto).
  - c. Los estudiantes indican que un entorno de buena comunicación familiar, con respeto mutuo y una valoración de las personas, además de un entorno social donde no haya consumo, son factores que permiten prevenir el uso de drogas. (2 puntos).
  - d. Las respuestas de los estudiantes son variadas, pero destacan que la dependencia de drogas cambia la escala valórica de las personas; en muchos casos el consumo se vuelve preponderante por sobre todas las otras necesidades de las personas, tanto básicas como sociales. (2 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad

(páginas 132-133)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador construido y complementan la información.

# Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 134-137)

## Respuestas esperadas

1.

- a. Los receptores están especializados en captar estímulos o perturbaciones del medio que son relevantes para la sobrevivencia. (1 punto).
- b. Significa que los receptores transforman la energía de los estímulos en potenciales de acción. (1 punto).

2. Los estudiantes completan la tabla como se presenta a continuación. (7puntos).

Tejido u órgano receptor	Clasificación según su :		Estímulo	Modalidad
	Funcionalidad	Tipo de estímulo		
Órgano de Corti	Exterorreceptor	Mecanorreceptor	Ondas de presión del aire	Audición
Retina	Exterorreceptor	Fotorreceptor	Luz	Visión
Mucosa olfatoria	Exterorreceptor	Quimiorreceptor	Químico	Olfato
Cuerpo carotídeo	Interorreceptor	Quimiorreceptor	Químico	Oxígeno arterial
Lengua y faringe	Exterorreceptor	Quimiorreceptor	Químico	Gusto
Hipotálamo	Interorreceptor	Quimiorreceptor	Químico	Glucosa

3.

- a. El umbral de excitación corresponde al punto en el eje X donde se inicia la gráfica. Esto porque es el punto a partir del cual el impulso es medible en los nervios; es decir, se ha sobrepasado el umbral de excitación y se ha generado un impulso neuronal. (2 puntos).
- b. La respuesta de los estudiantes debe ser negativa, argumentando que la adaptación implicaría un retorno a los estados basales de frecuencia de impulsos, lo que se observaría en la gráfica como una estabilización de la curva. (2 puntos).
- c. Los estudiantes deducen que los receptores estimulados serían nociceptores, puesto que estos receptores no se adaptan ante la presencia frecuente del estímulo. (3 puntos).

4. En el primer caso, los estudiantes identifican que se trata de un ojo compuesto, caracterizado por captar en gran eficiencia el movimiento y generar visión en mosaico; en tanto que el segundo caso corresponde a un ojo en cámara, el que se caracteriza por generar una sola imagen. (3 puntos).

- 5.** Los estudiantes indican características como las siguientes: córnea: lente externo del ojo, transparente; iris: estructura formada por músculo liso, es pigmentada y regula el paso de luz a la retina; cristalino: lente biconvexo que permite el enfoque de la luz que entra al ojo en la retina; humor vítreo: fluido gelatinoso que ayuda a mantener la forma del ojo; cuerpo ciliar: formado por musculatura lisa, su función es sostener el cristalino mediante los ligamentos suspensorios, además de permitir la contracción o estiramiento del cristalino y, con esto, el enfoque; coroides: capa del ojo altamente vascularizada que permite la mantención de las células que forman la retina, además de absorber el exceso de luz; retina: capa del ojo donde se encuentran los fotorreceptores, formada por varias capas de células neuronales; esclerótica: capa más externa del ojo, muy fibrosa y de color blanco, protege al ojo y su proyección anterior forma la córnea; fovea: zona más sensible a la luz donde hay una gran cantidad de conos. (9 puntos).
- 6.** Los estudiantes explican que en la visión cercana o lejana las funciones las cumple el cristalino. Cuando está relajado, su curvatura permite el enfoque de objetos cercanos. Cuando está estirado por el cuerpo ciliar, permite el enfoque de objetos lejanos. En cuanto al paso de la luz, los estudiantes indican que es el iris el que regula la entrada de luz a la cámara del ojo. Cuando está abierto, se permite un gran paso de luz, que es útil en lugares oscuros. Cuando está cerrado, se limita el paso de luz, que es útil en lugares muy iluminados. (3 puntos).
- 7.**
- a.** Disminución de la visión en la mitad temporal del ojo izquierdo y la mitad nasal del ojo derecho. (1 punto).
  - b.** Pérdida de la visión del ojo derecho. (1 punto).
  - c.** Dificultades para el enfoque de objetos lejanos. (1 punto).
  - d.** Incapacidad para percibir la luz en el ojo izquierdo. (1 punto).
  - e.** Alta sensibilidad a la luz que entra a los ojos. (1 punto).
  - f.** Dificultad para mover el globo ocular del ojo izquierdo, potencialmente resultando en estrabismo. (1 punto).
  - g.** Miopía, donde el enfoque de los objetos se produce antes de llegar a la retina. (1 punto).
  - h.** Hipermetropía, donde el enfoque de los objetos se realiza después de la retina. (1 punto).
  - i.** Dificultad de los bastones de captar la luz, con una disminución de la percepción de esta, además de una disminución de la visión nocturna. (1 punto).
  - j.** Problemas para la percepción de colores, además de disminución de la visión diurna (1 punto).

- 8.**
- a.** En cuanto a la cantidad, los bastones son los más abundantes. En cuanto a su sensibilidad, los bastones son más sensibles a la luz, dado su bajo umbral de receptor. En cuanto a su ubicación, conos y bastones se distribuyen uniformemente, a excepción de la zona llamada fóvea, donde se concentra una gran cantidad de conos. Finalmente, los bastones perciben pequeñas variaciones de luminosidad y permiten la visión nocturna, en tanto que los conos utilizan intensidades lumínicas mayores y permiten la percepción de colores, además de permitir la visión diurna. (2 puntos).
  - b.** Las células ganglionares son las encargadas de transmitir el impulso generado por los fotorreceptores, el que transmiten al cerebro a través del nervio óptico formado por sus axones. Las células amacrinas permiten la comunicación entre los fotorreceptores y las neuronas ganglionares. (1 punto).
- 9.** Los estudiantes indican que en **A** se captan los cambios de presión generados por vibraciones en el aire, las que son transmitidas al tímpano, **B**, que percibe estas vibraciones. En **C**, las vibraciones del aire hacen que la rampa vestibular transmita las vibraciones a la membrana tectorial, **D**, la que estimula a las células ciliares, generando un potencial de receptor. (6 puntos).
- 10.** Los estudiantes explican que las células ciliadas del extremo del caracol se estimulan con vibraciones de alta frecuencia, las que son percibidas como sonidos agudos, en tanto que las células ciliadas de la base son estimuladas por vibraciones de baja frecuencia, las cuales son percibidas como sonidos graves. (3 puntos).
- 11.**
- a.** Los estudiantes deducen que diferentes personas no presentan una misma reacción ante cantidades idénticas de alcohol. (3 puntos).
  - b.** Los estudiantes deben indicar que la dependencia puede variar dependiendo de cómo, a nivel metabólico, el etanol inhibe el efecto estimulador del neurotransmisor glutamato. Esto ocurre si las células neuronales pasan por un proceso de adaptación celular. (3 puntos).
  - c.** Se considera una droga porque el alcohol modifica la conciencia, el estado de ánimo y modifica los procesos de pensamiento de las personas. (1 punto).
- 12.** En el primer caso, los estudiantes reconocen que se esquematiza el efecto de la marihuana sobre las neuronas. El tetrahidrocanabinol (THC) se une a los receptores para cannabinoides, bloqueando la inhibición del neurotransmisor dopamina. Cuando el THC llega a las neuronas, se une a los receptores para cannabinoides y potencia la liberación de la dopamina, debido al bloqueo de la liberación del neurotransmisor GABA. Esto origina la inhibición del impulso nervioso. El THC disminuye la cognición y la memoria, además de alterar el control de las funciones motoras. En el segundo caso, los estudiantes reconocen el efecto de la cocaína. Uno de los mecanismos con que actúa se relaciona con la inhibición de la recaptación de la dopamina luego de haber actuado. Esto significa que la cocaína bloquea los transportadores para la reabsorción, haciendo que la dopamina actúe una y otra vez, sobreestimulando la neurona postsináptica. Entre sus efectos más visibles están el incremento de la lucidez, la sensación de bienestar y la euforia, además de aumentar la energía y la actividad motora. (4 puntos).







## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Indica si la afirmación es verdadera o falsa. Fundamenta las falsas.
  - A. \_\_\_\_\_ El sentido del olfato, a diferencia del gusto, corresponde a un proceso quimiosensorial.
  - B. \_\_\_\_\_ El nervio óptico corresponde a las fibras nerviosas que transmiten la información desde la retina hasta la corteza cerebral.
  - C. \_\_\_\_\_ Un hombre con el tímpano dañado podría escuchar a través de los huesecillos del oído medio.
  - D. \_\_\_\_\_ Todos los receptores sensoriales poseen como característica la adaptación al estímulo.
  - E. \_\_\_\_\_ Los exteroceptores se ubican en el interior del organismo, en músculos y vasos sanguíneos.
  - F. \_\_\_\_\_ Los nociceptores son los responsables de la capacidad de sentir dolor.
  - G. \_\_\_\_\_ Los fotorreceptores de la retina se activan debido a los pigmentos que poseen.
2. ¿Qué diferencias existen entre las sensibilidades exteroceptiva, propioceptiva e interoceptiva? Menciona un ejemplo para cada una.
3. Define sensación y percepción. ¿Qué estructuras del sistema nervioso participan en la percepción y complejizan su mecanismo?
4. ¿Qué estructuras del organismo participan en la percepción y la respuesta frente a un estímulo del medio?
5. Lee el siguiente texto y contesta las preguntas:

El sexo y las características genéticas y metabólicas de los individuos que consumen alcohol pueden explicar las diferencias individuales en la permanencia de esta sustancia en la sangre durante un tiempo determinado. Los efectos del etanol difieren mucho de un individuo a otro, debido a la variación genética de las enzimas metabólicas, lo que puede contribuir al hecho de que algunas personas sean más propensas que otras a desarrollar dependencia del alcohol.

Fuente: OMS (2005). Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas. Recuperado 20 de [http://whqlibdoc.who.int/publications/2005/9275325790\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2005/9275325790_spa.pdf) (Adaptación).

  - a. Si varios individuos consumen la misma cantidad de alcohol, ¿presentarán las mismas alteraciones? Fundamenta.
  - b. ¿Qué aspectos pueden hacer variar la dependencia de esta sustancia en los individuos que lo consumen?
  - c. ¿Por qué el alcohol es una droga?



6. ¿Qué diferencia existe entre los conceptos de tolerancia y dependencia a las drogas?
- a. La tolerancia involucra el uso compulsivo de las drogas y la dependencia involucra una adaptación psicológica.
  - b. Tolerancia es una adaptación celular relacionada con la disminución del efecto de la sustancia. En cambio, la dependencia corresponde a la pérdida del control al consumir drogas.
  - c. La tolerancia genera síndrome de abstinencia en la dependencia; la persona necesita consumir más droga para poder lograr los mismos efectos.
  - d. La tolerancia es la necesidad de consumir más droga para alcanzar el efecto y mantenerlo. En cambio, la dependencia es la necesidad de continuar consumiendo una droga para sentirse bien.
  - e. La tolerancia se desarrolla en personas sensibles a las drogas. En cambio, la dependencia se desarrolla en cualquier persona y con cualquier tipo de droga.
7. ¿Cuál de las siguientes características del alcohol es incorrecta?
- a. Es una droga activadora de SNC.
  - b. Su efecto no depende de la dosis consumida.
  - c. Es un depresor del SNC.
  - d. Altera la memoria a corto plazo.
  - e. Es la droga más consumida a nivel mundial.
8. De acuerdo con el concepto de droga es incorrecto afirmar que:
- a. Puede administrarse mediante la inhalación.
  - b. Es de origen endógeno.
  - c. Es de origen natural.
  - d. Es de origen sintético.
  - e. Puede ser consumida como medicamento.
9. ¿Cuál de las siguientes drogas no se considera legal en nuestro país?
- a. Nicotina.
  - b. Cocaína.
  - c. Alcohol etílico.
  - d. Cafeína.
10. Completa la información de la siguiente tabla:

	<b>Función</b>
Termorreceptores	
Fotorreceptores	
Mecanorreceptores	
Nociceptores	
Quimiorreceptores	



## Orientación espacial auditiva

### Antecedentes

El oído interno, junto con ser parte de la recepción auditiva, monitorea la posición del cuerpo en el espacio con ayuda de los canales semicirculares. De esta manera, la audición es fundamental para la orientación espacial del individuo, informando sobre la posición y la distancia, junto con los aportes del ojo y el sistema somatosensorial.

### Problema de investigación

Al oír un sonido, sabemos inmediatamente cuál es su origen. Pero ¿cómo es que podemos percibir la dirección del sonido?, ¿qué efecto tendría para nuestra percepción espacial el tener solo un oído?

### Materiales

- una venda o pañuelo.
- una huincha de medir.
- un juego de tapones para oídos.
- brújula.

### Estrategias de contrastación y resultados

1. Despeje el centro de la sala de clases y marque una X en el suelo.
2. Desde la X, marque a diferentes distancias (1, 2, 3 metros) y en diferentes direcciones otros puntos en el suelo de la sala. Indique la posición de estos puntos en relación a la X con ayuda de la brújula.
3. Uno de los integrantes del grupo es vendado y llevado a la X. Otros miembros del grupo se ponen en los otros puntos marcados en la sala y alternativamente emiten sonidos.
4. El estudiante en el centro indica la posición y distancia de las distintas fuentes de sonido. Luego, se cubre un oído con un tapón.
5. Nuevamente, los estudiantes hacen ruidos de manera aleatoria y el estudiante en el centro indica la posición y distancia de las distintas fuentes de sonido.
6. Repita la experiencia con distintos estudiantes en el centro de la sala, cambiando la posición de los puntos de donde se originará el sonido.
7. Incluyan los resultados de la experiencia en una tabla como la siguiente, indicando separadamente si el sonido y la distancia fueron percibidos correctamente:

	Distancia 1	Distancia 2	Distancia 3	Posición 1	Posición 2	Posición 3
Experiencia 1						
Experiencia 2						

### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Comenten y respondan en conjunto las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencia se observó en el modo en que se percibía la posición y distancia del origen de los sonidos? Explica.
2. ¿Es la capacidad de percibir el origen y distancia del sonido igual en todos los estudiantes? ¿A qué se podría deber esta diferencia?
3. Comenten en grupo cómo la incapacidad auditiva (en uno o ambos oídos) influye en la percepción espacial.
4. Averigua qué es el efecto Doppler y qué relación tiene con la capacidad del oído de percibir la posición y origen de la fuente emisora de sonido.



## Lectura complementaria

### Densidad de neuronas en la corteza visual de dos especies de roedores

Estudios experimentales demuestran que modificaciones medioambientales pueden producir alteraciones en el desarrollo normal de la corteza cerebral visual y sus conexiones en diferentes especies de roedores en el período prenatal y postnatal. Por otra parte, es posible que en condiciones naturales, las especies animales hayan desarrollado adaptaciones a las distintas condiciones de luminosidad en que realizan su actividad. De este modo, después del nacimiento, las exposiciones a estímulos visuales modulan el desarrollo cortical, induciendo numerosos cambios en todos los componentes de la corteza visual. En este sentido, se han evidenciado que ratas criadas en oscuridad, en comparación con ratas que fueron criadas en ciclos de luz-oscuridad, presentan menor densidad vascular en la corteza visual, aunque no está aún claro si estos cambios corresponden a factores de plasticidad o de adaptación genética.

Recientemente, se han observado variaciones significativas en la densidad neuronal cortical del área visual primaria en roedores silvestres con diferentes períodos diarios de actividad y poco emparentados taxonómicamente (*Abrothrix olivaceus* y *Phyllotis darwini*). Para evidenciar si esta tendencia guarda relación con factores externos y no propios de cada organismo, se compararon especies con una mayor cercanía taxonómica para disminuir al máximo esta variable. Se estudió la corteza visual primaria de roedores silvestres nativos de las especies *Octodon degus* (n=5) y *Octodon bridgesi* (n=3), con el propósito de evidenciar cambios de la densidad neuronal. Los investigadores evidenciaron que *O. degus*, que presenta un período de actividad diurna, evidenció una densidad neuronal menor en la corteza visual ( $34,32 \pm 2,51 \times 10^4$  neuronas/mm<sup>3</sup>), que la observada en *O. bridgesi* ( $39,55 \pm 0,64 \times 10^4$  neuronas/mm<sup>3</sup>), especie de período de actividad nocturna. Las diferencias encontradas se podrían relacionar con el tipo de condiciones de luminosidad en que se desenvuelven dichas especies, aunque no se puede descartar la influencia de otros factores.

Fuente: Olivares, R., Ortiz, A., Henríquez, M., Adaro, L. & Aboitiz, F. (2010). Densidad neuronal en la corteza visual primaria (área 17), en dos especies de *Octodon*. *International Journal of Morphology* 28(1): 249-253.

#### Trabaja con la información

1. ¿Qué factores determinan la densidad neuronal en especies del género *Octodon*?
2. ¿Qué efectos tendría la mayor o menor densidad neuronal en especies del género *Octodon*?
3. Explica con tus propias palabras por qué crees que no se puede descartar la influencia de otros factores en la densidad neuronal.

## Bibliografía sugerida

---

- Berne, R. y Levy, M. (2001). Fisiología (6 ed.). Madrid: Editorial Mosby-Year.
- Guyton, A. y Hall, J. (1998). Tratado de Fisiología Médica (9 ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Purves, W. (2009). Vida. La Ciencia de la Biología (8 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Snell, R. (2007). Neuroanatomía clínica (6 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Villee, C.A. (1996). Biología (8 ed.). México: McGraw-Hill.
- Webb, W. y Adler, R. (2010). Neurología para el logopeda (5 ed.). Barcelona: Elsevier.
- Weir, W., Bradley, R. Daroff, G. y cols. (2006). Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento (4 ed.). Madrid: Elsevier.

## Solucionario Prueba

1.

- A.** F. Ambas corresponden a una modalidad quimiosensorial.
- B.** V.
- C.** F. La vibración del tímpano transmite las ondas hacia la cadena de huesecillos, conduciendo la señal hasta el oído interno. Es por esto que un daño en el tímpano disminuye la capacidad auditiva.
- D.** F. Los nociceptores no se adaptan, pues informan acerca de cambios en las condiciones que alteran la sobrevivencia de los organismos.
- E.** F. Los exteroceptores se ubican en la superficie del cuerpo, específicamente en la piel.
- F.** V.
- G.** V.

**2.** La sensibilidad exteroceptiva proporciona información que proviene del medio externo; la sensibilidad propioceptiva proporciona información relacionada con la postura y los movimientos de músculos y huesos. La sensibilidad interoceptiva, en cambio, entrega información sobre cómo se encuentran aquellos órganos que no podemos observar. Los ejemplos son variados: la percepción del cambio de temperatura del ambiente es una sensación exteroceptiva; el cambio que percibimos cuando colocamos la cabeza entre las piernas (sabemos que no es la posición erguida) es una sensación propioceptiva; una sensación interoceptiva es, por ejemplo, cuando el alimento se mezcla en el estómago: existe un movimiento muscular que no percibimos conscientemente, pero cuando comemos mucho notamos una pesadez incómoda.

**3.** Sensación se refiere a la captación de los estímulos por parte de los receptores sensoriales; la percepción, en cambio, es la interpretación de las señales sensitivas en los centros elaboradores superiores (corteza cerebral).

**4.** Esta respuesta es variable, ya que las estructuras que estarán involucradas en este proceso dependerán del tipo de estímulo y de la respuesta que se ejecute.

**5.**

- a.** La conducta varía frente al mismo consumo de alcohol, debido a la variación genética de las enzimas metabólicas de cada individuo, pudiendo esta droga estar más o menos tiempo presente en la sangre. Esto podría potenciar o disminuir su efecto sobre el sistema nervioso central.
- b.** Los aspectos que pueden hacer variar la dependencia del alcohol son la predisposición genética y los factores de riesgo asociados.
- c.** El alcohol es considerado una droga porque al actuar sobre el sistema nervioso central modifica la conducta de los individuos que lo consumen.

**6.** B.

**7.** A.

**8.** B.

**9.** B.

**10.**

Receptores	Función
Termorreceptores	Responden a variaciones de la temperatura.
Fotorreceptores	Detectan estímulos luminosos.
Mecanorreceptores	Responden a variaciones de presión y sonido.
Nociceptores	Detectan estímulos nocivos para el organismo (como fuerzas bruscas o cambios drásticos de la temperatura).
Quimiorreceptores	Captan estímulos químicos (como las variaciones de los gases respiratorios).

# Unidad 4

# Teorías evolutivas

## Propósito de la Unidad

En esta Unidad se espera que los estudiantes comprendan que el desarrollo de la vida en el planeta es dinámico y que la biodiversidad es resultado del proceso evolutivo de los seres vivos y de su adaptación a los cambios que se producen en el ecosistema.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Comprender que la evolución se basa en cambios genéticos y que las variaciones de las condiciones ambientales pueden originar nuevas especies, reconociendo el aporte de Darwin con la teoría de la selección natural.
- Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Identificación de las principales evidencias de la evolución orgánica obtenidas mediante métodos o aproximaciones como el registro fósil, la biogeografía, la anatomía y la embriología comparada y el análisis molecular.
- Análisis del impacto científico y cultural de la teoría de Darwin-Wallace en relación con teorías evolutivas como el fijismo, el creacionismo, el catatrosfismo y el evolucionismo.
- Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas o contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.
- Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.



- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Promover el conocimiento de sí mismo, de las potencialidades y limitaciones de cada uno.
- Promover el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Desarrollar las habilidades de investigación, que tienen relación con identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.
- Desarrollar las habilidades de resolución de problemas, que se ligan tanto con habilidades que capacitan para el uso de herramientas y procedimientos basados en rutinas como con la aplicación de principios, leyes generales, conceptos y criterios; estas habilidades deben facilitar el abordar, de manera reflexiva y metódica y con una disposición crítica y autocrítica, tanto situaciones en el ámbito escolar como las vinculadas con la vida cotidiana a nivel familiar, social y laboral.
- Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio ético que reconoce que todos los “seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, dotados de razón y conciencia, deben comportarse fraternalmente los unos con los otros” (Declaración Universal de Derechos Humanos, Artículo 1º). En consecuencia, conocer, respetar y defender la igualdad de derechos esenciales de todas las personas, sin distinción de sexo, edad, condición física, etnia, religión o situación económica.
- Valorar el carácter único de cada persona y, por lo tanto, la diversidad de modos de ser.
- Respetar y valorar las ideas y creencias distintas de las propias, en los espacios escolares, familiares y comunitarios, con sus profesores, familia y pares, reconociendo el diálogo como fuente permanente de humanización, de superación de diferencias y de acercamiento a la verdad.
- Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- Buscar y acceder a información de diversas fuentes virtuales, incluyendo el acceso a la información de las organizaciones públicas.
- Utilizar aplicaciones para representar, analizar y modelar información y situaciones para comprender y/o resolver problemas.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas o contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Cuál es el origen de la diversidad biológica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ideas clave del fijismo y del evolucionismo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.</li> <li>Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> </ul>	<p><b>Lección 2:</b> ¿Cómo sabemos que existe la evolución biológica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de las evidencias de la evolución: pruebas paleontológicas, anatómicas, embriológicas y bioquímicas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.</li> <li>Identificación de las principales evidencias de la evolución orgánica obtenidas mediante métodos o aproximaciones como el registro fósil, la biogeografía, la anatomía y la embriología comparada y el análisis molecular.</li> </ul>	<p><b>Lección 3:</b> ¿Cómo ocurre la evolución?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antecedentes de la teoría de la evolución mediante selección natural de Darwin y Wallace.</li> <li>Teoría de la evolución mediante selección natural: ideas centrales, ejemplos, impacto científico y aplicaciones.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis del impacto científico y cultural de la teoría de Darwin-Wallace en relación con teorías evolutivas como el fijismo, el creacionismo, el catastrofismo y el evolucionismo.</li> </ul>	<p><b>Lección 4:</b> ¿Han cambiado las teorías evolutivas?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoría sintética de la evolución.</li> <li>Teoría del equilibrio puntuado.</li> </ul>	

Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 140).</li> <li>Antes de seguir (pág. 141).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar las principales explicaciones del fenómeno de la diversidad biológica.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 142).</li> <li>Antes de seguir (pág. 147).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 1 y 2 (pág. 150).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar e interpretar las evidencias que prueban que los seres vivos han cambiado en el tiempo.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 152).</li> <li>Antes de seguir (pág. 159).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opinar acerca del impacto cultural que ocasionó la teoría de la evolución de Darwin y Wallace.</li> <li>Explicar las ideas centrales de la teoría de la evolución mediante selección natural.</li> </ul>	<b>3</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 160).</li> <li>Antes de seguir (pág. 161).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 3 y 4 (pág. 164).</li> <li>Evaluación final de la unidad (pág. 168).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar las ideas centrales de la teoría sintética de la evolución y del equilibrio puntuado.</li> </ul>	<b>2</b>

# Orientaciones de trabajo Lección 1 (páginas 140-141)

## Sugerencias de inicio de lección

- Utilice la página inicial para incentivar el interés de los alumnos y alumnas por el contenido de la unidad. Reflexionen sobre la importancia de todos los seres vivos en el ecosistema y su relevancia en el equilibrio ecológico.
- Con la actividad **Trabaja con lo que sabes**, destaque y recupere los conocimientos de los estudiantes para avanzar en esta unidad. En esta actividad se espera que los estudiantes reconozcan diversos organismos animales y vegetales de su entorno. Es importante, además, orientarlos en el reconocimiento de otros organismos no observables o poco evidentes a simple vista, como bacterias y hongos.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. La respuesta es variable. Es importante que los estudiantes reconozcan elementos de la diversidad que los rodea.
2. La respuesta es variable. Se espera que los alumnos y alumnas infieran que la biodiversidad del planeta se ha modificado a lo largo del tiempo geológico y que se modifica continuamente. Potenciales fuentes de evidencia provendrán de la actual discusión mundial sobre el cambio climático.
3. La respuesta es variable. Sin embargo, debe destacar la importancia de las características ecológicas de un sitio (geomorfología, temperatura, pluviometría, etc.) en la cantidad y características de los organismos que habitan en él. Destacar, además, que asociaciones de especies favorecen en muchos casos la presencia de otras especies, por ejemplo, algunas plantas con flores favorecen la presencia de un cierto tipo de polinizadores, etc.
4. La respuesta es variable y dependerá del grado de conocimiento que los estudiantes tengan de este grupo de organismos. En general, se hipotetiza que la gran diversidad de insectos no depende de una sola característica, sino de un ensamble de estas. Entre las más destacables y que aportan más a la adaptabilidad de este grupo, están el desarrollo de un exoesqueleto, el pequeño tamaño, la habilidad de volar, un gran potencial reproductivo reflejado en una progenie numerosa y presentar distintos estados a lo largo de su ciclo de vida, fenómeno conocido como metamorfosis.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Señale que, si bien el concepto biológico de especie es el más utilizado, existen otras aproximaciones que dan cuenta de la singularidad de un grupo de organismos, que son de orden tipológico, evolutivo y ecológico de especie.
- Destaque las diferencias entre las distintas corrientes de pensamiento en relación con la evolución, considerando la opinión de sus estudiantes y sus creencias. Explique que el fijismo nació como una corriente científica fuertemente influenciada por el pensamiento cristiano y que el cambio de las interpretaciones de los fenómenos fue en parte determinado por las creencias propias de su tiempo. Su influencia en la actualidad se ve disminuida por la

búsqueda de la objetividad en el quehacer científico, sin embargo nunca está completamente ausente.

## Conexión con la historia

Las visiones evolucionistas siempre han tenido un duro encuentro con las visiones de distintas religiones, tanto así que en diversos lugares de Estados Unidos se han promulgado o se han propuesto leyes que prohíben la enseñanza de la evolución en las escuelas. Un caso interesante se muestra en la película de 1999 (*remake* de una película de 1960) *Inherit the wind* (Heredarás el viento), de Daniel Petrie. Este film está basado en un hecho real ocurrido en 1925, cuando dos abogados se enfrentan en el juicio de un profesor procesado por enseñar la teoría de la evolución.

## Sugerencias de cierre de lección

- Haga un paralelo entre la introducción de las ideas evolucionistas con el cambio en el modo en que se comprendía la organización del universo visible en los siglos XV al XVII. Haga hincapié en cómo estos cambios fueron cimentados en la acumulación de evidencia objetiva.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes deben destacar las características clave de cada corriente de pensamiento. Respecto del fijismo, señalar que las especies no cambian al ser creaciones inmutables de Dios y aludir a la fuerte influencia del cristianismo de la época en este pensamiento. Respecto del evolucionismo, que las especies están en un continuo cambio y su formulación se basó en la observación e interpretación de fenómenos naturales.
2. Actualmente, la biodiversidad se entiende como toda la variación biológica en distintos niveles: genético entre individuos, taxonómico y ecosistémico. Su origen es producto de la evolución de los organismos.
3. Las respuestas pueden variar, pero deben considerar la idea de que son cambios que permiten la continuidad de los organismos en el tiempo.
4. Se espera que los estudiantes reconozcan la influencia de las creencias y la visión del mundo de la sociedad en el desarrollo del pensamiento científico.

### Actividad complementaria

- Organice a los estudiantes en grupos para que investiguen las Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocidas como Cumbres de la Tierra. Deben escribir un breve texto donde resuman las principales conclusiones que se han alcanzado en estas conferencias y cómo han sido acogidas por la opinión pública y las agencias de protección ambiental. En ese texto, deben señalar la importancia de la ciudadanía en la toma de decisiones referentes a la protección del medioambiente, de especies y ecosistemas. Invítelos a visitar la página web del Ministerio del Medio Ambiente, donde encontrarán una copia digital del libro *Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos*.

([www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/channel.html](http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/channel.html)).

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 142-147)

### Sugerencias de inicio de lección

- Destacar entre los estudiantes la manera en que se efectúa el **trabajo científico**, basado en la observación y comprobación de evidencias, que generan hipótesis. Las hipótesis, por lo tanto, indican lo que se está buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas o proposiciones del fenómeno investigado.
- Ejemplifique utilizando la información de las diferentes evidencias de la evolución que se presentan en estas páginas como modelo del proceso intelectual de generación de hipótesis, apoyándose en las **Actividades 1 y 2** (páginas 145 y 147).

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Las respuestas son variadas. Los estudiantes deben recordar que los fósiles son restos de organismos o señales de su actividad, conservados por cientos de años en rocas. Existen tres tipos de fosilización: por compresión, por impresión y las huellas o trazas. En este caso, se trata de fósiles de compresión, puesto que ambos corresponden a tejidos o partes que se han fosilizado.
2. Las respuestas son variables y dependerán de los conocimientos que posean los estudiantes.
3. Las respuestas son variables, pero en el caso de Ammonites se puede hipotetizar que su desaparición se produjo al mismo tiempo que la de los dinosaurios, probablemente por el impacto de un meteorito masivo en la Tierra. En el caso de Gliptodonte, se puede hipotetizar que las condiciones ambientales donde vivían estos organismos cambiaron durante el último período glacial, que finalizó hace cerca de 10 000 años, provocando su desaparición.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Retome conceptos sobre la conservación de los organismos y destaque que la biodiversidad también incluye los ecosistemas. Con esto reforzará entre los estudiantes la conciencia respecto de la protección del medioambiente, considerando la dimensión del daño patrimonial, tanto nacional como natural, de la extracción de fósiles. (Reflexiona, pág. 143). Tener una actitud responsable no solo es obligación de científicos y profesionales, sino también de todas las personas. Si bien el quehacer científico implica un cierto rango de daño a la diversidad (al recolectar distintas muestras biológicas), siempre se trata de minimizar. Señale también la importancia y aporte de naturalistas no profesionales o ajenos a la academia en el conocimiento de la diversidad de nuestro país.
- Recalque que los organismos representados en las ramas terminales de un árbol filogenético (pág 146) no son más o menos evolucionados que otros, sino que representan diferentes estados de una historia evolutiva.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: teórico)

### Respuestas esperadas

- a. Las respuestas deben coincidir con los contenidos ya planteados. La especiación es el proceso de formación de nuevas especies y la adaptación es el cambio en un rasgo (morfológico, fisiológico, conductual, etc.) que mejora las opciones de sobrevivencia de un organismo.
- b. Se espera que los estudiantes asuman que los dinosaurios protegían sus huevos de un modo similar al que lo hacen reptiles y aves.
- c. Deben señalar que el ser humano está mejor preparado para sobrevivir en ambientes cálidos y que su capacidad de colonizar distintos ambientes se incrementa con el desarrollo tecnológico.
- d. Explican los conceptos de acuerdo con las definiciones entregadas y reconocen la diferencia entre ellos. Los ejemplos dependerán del grado de conocimiento que los estudiantes tengan en relación con distintos grupos biológicos (animales, vegetales, hongos, protistas, etc.).
- e. Responden de acuerdo con la información entregada en la página. Puede ejemplificar la evolución ramificada utilizando el esquema de diversificación de los pinzones de Darwin (pág. 146).
- f. Es posible asumir que el ratón desarrollaría ojos fasciculados semejantes a los de una mosca. Si bien esta interpretación es correcta en su lógica interna, es importante que el estudiante entienda que la mayoría de los caracteres de un organismo dependen de más de un gen y que una mutación de este tipo podría derivar, con mayor probabilidad, en un desarrollo defectuoso de los ojos en el ratón.

## Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: teórico)

### Respuestas esperadas

1. La alternativa **b** explica de mejor manera la situación, ya que al descender directamente del Neanderthal, compartiríamos una proporción mayor del genoma.
2. Los neandertales eran un grupo de homínidos que habitaron Europa hasta hace cerca de 30 000 años. La no posesión de ADN de Neanderthal en poblaciones subsaharianas implica que estas poblaciones no coexistieron físicamente con estos homínidos.

## Sugerencias de cierre de lección

- Haga un paralelo entre las distintas evidencias de la evolución mencionadas en estas páginas con el avance tecnológico en diversas disciplinas. Explique cómo la técnica ha afectado el modo en que comprendemos los procesos y cómo han facilitado la observación de diversas características, desde los microscopios y lupas más rudimentarias hasta los microscopios electrónicos para observar la ultraestructura de las células, o el uso de rayos X y resonancia magnética para el estudio de estructuras fosilizadas; y de qué manera el descubrimiento de la estructura del ADN y el desarrollo de diferentes técnicas de secuenciación han facilitado el avance del estudio de la evolución.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. En la tabla se evidencian pruebas de tipo paleontológico y bioquímico, respectivamente, que se pueden interpretar, en el primer caso, como una evidencia de que el desierto de Atacama se levantó desde un lecho marino y, en el segundo caso, la utilización del citocromo c da cuenta de la estrecha relación de parentesco entre el chimpancé y el humano.
2. Cada posición debe estar fundamentada, e incluso, la actividad puede derivar en un debate en que dos grupos adopten una postura a favor y otro en contra de la evolución. El profesor puede actuar como mediador, y el resto del curso aportar opiniones y pareceres en relación con los argumentos que se presenten.

## Trabajo científico

### Respuestas esperadas

#### Interpretación de datos y conclusiones

Esta actividad, como se explica en su introducción, es una simulación de un proceso natural. Los tiempos deben ser respetados y el estudiante que actúe como depredador no debe participar en el conteo entre las capturas, para evitar una selección *a priori* de los círculos. Si esta decisión es tomada por el estudiante, sin conocer los resultados entre episodios de captura, es importante que lo manifieste al momento de responder las preguntas.

Al término de la actividad, es necesaria una globalización de los datos de todos los grupos para destacar que la repetibilidad del patrón de resultados es una comprobación sencilla de su veracidad.

- a. Los estudiantes deben interpretar los círculos de colores como organismos de diferentes especies o con diferentes adaptaciones (colores), mientras los fondos de colores corresponden a diferentes ambientes.
- b. Las respuestas pueden ser variables y corresponder a suposiciones *a priori* de los resultados.
- c. La repetición evidencia que la relación de un carácter está determinada por las diferencias entre los ambientes. Cada color de fondo representa un conjunto de variables ambientales, el nicho ecológico, mientras los colores implican diferentes adaptaciones de especies o individuos a dichas variables. El estudiante depredador, en el tiempo que tiene, capturará probablemente aquellos círculos diferenciados del fondo, que en principio representan a los organismos menos adaptados a ese ambiente, y en menor cantidad a los del mismo color del fondo, que serían los más adaptados. En términos naturales, esto se puede asociar a mimetismo o camuflaje en situaciones de depredador-presa.



## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 150-151)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los organizadores gráficos y mapas conceptuales son herramientas visuales para sistematizar y representar conocimientos jerárquicamente. De esta manera, los conceptos más inclusivos anteceden a los conceptos menos inclusivos y están unidos con líneas, flechas o frases conectoras que permiten dar sentido a la información que se presenta.
- Oriente a los estudiantes en la elaboración de un organizador de este tipo, ordenando los conceptos desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

#### 1.

- a. Los estudiantes exponen los fundamentos de ambas corrientes sobre el origen de la biodiversidad de manera concisa y clara. (2 puntos).
- b. Los estudiantes exponen las evidencias que sustentan a ambas corrientes de manera concisa y clara. (2 puntos).
- c. Los estudiantes completan las preguntas asumiendo las posiciones intelectuales de los científicos mencionados. Las respuestas han de considerar las propuestas de cada científico de manera clara y argumentada. (cada respuesta correcta tiene 1,5 puntos).

#### 2.

- a. Se espera que los estudiantes indiquen que las huellas de dinosaurios son estudiadas por la paleontología y las segundas por la biología molecular. (2 puntos).
- b. Las respuestas varían en su formulación; sin embargo, se deben incluir las diferencias entre las extremidades de dinosaurios y las del ser humano, por un lado, y por otro, las semejanzas entre el ADN humano y el del chimpancé. (3 puntos).

### Sugerencias de inicio de lección

- Identifique qué entienden sus estudiantes por evolución. Se espera que los estudiantes manejen ciertas ideas básicas del proceso.
- Con los conocimientos adquiridos en las lecciones anteriores, discuta con ellos el contexto histórico de la formulación de la teoría de la evolución de Darwin y Wallace. Invítelos a situarse en el lugar de los investigadores para explicar ciertas características que observan en el ambiente. También deben identificar el naturalismo-la observación de los organismos vivos en su medio natural-como la base del conocimiento biológico.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Se espera que los estudiantes propongan explicaciones basadas en las observaciones. Sus respuestas pueden variar, aunque deben señalar que una hipótesis es una explicación de un fenómeno comprobable. Esto se evidenciará mientras elaboran un diseño experimental que permita la comprobación de los resultados observados en el gráfico.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Como introducción y motivación para desarrollar el contenido sobre el viaje de Darwin, mencione anécdotas de su viaje y señale su motivación para viajar, los países y lugares que recorrió, además de los tipos de organismos que fue identificando. Para esto, puede consultar la siguiente página: [www.muyinteresante.es/racs/minisites/2009/darwin/beagle.html](http://www.muyinteresante.es/racs/minisites/2009/darwin/beagle.html), y si tiene proyector, compártala con sus estudiantes.
- Puede destacar su paso por el país con la ayuda de la página [www.memoriachilena.cl/temas/index.asp?id\\_ut=charlesdarwin%281809-1882%29](http://www.memoriachilena.cl/temas/index.asp?id_ut=charlesdarwin%281809-1882%29) de la Biblioteca Nacional Digital de Chile.

Discuta con sus estudiantes sobre la importancia de la evolución en la sobrevivencia de las especies. Identifique los conceptos previos erróneos en relación con la evolución y comente las preguntas y respuestas presentadas en la página 157.

### Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: teórico)

#### Respuestas esperadas

La característica mencionada es adquirida y de acuerdo con el entendimiento que tenemos de estos caracteres, esta cualidad no sería heredada a su descendencia. Sin embargo, según el lamarckismo, esta característica sería transmitida a la descendencia.

## Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

- a. Según el caso anterior, Chile estaría en una situación de vulnerabilidad semejante a la sufrida en Irlanda durante la gran hambruna.
- b. Debido a que la papa (*Solanum tuberosum*), vegetal de la familia Solanaceae, es propia de América y fue conocida en el mundo europeo por la llegada de los colonos españoles en el siglo XV. Otros ejemplos de Solanaceae de alta importancia en la actualidad con origen en el continente americano son el tomate (*Solanum lycopersicum*) y el tabaco (*Nicotiana tabacum*).

## Minitaler (Estilo de aprendizaje: activo y pragmático)

### Respuestas esperadas

1. Dirija a los estudiantes en la selección de las características. La actividad debe desarrollarse en un marco de respeto, porque las características corporales deben desmarcarse de un contexto despectivo o discriminatorio. Oriente asimismo a sus estudiantes en la mejor forma de graficar sus resultados. Para las características continuas es recomendable hacer dos tipos de gráficos, uno de líneas, indicando todas las observaciones, y otro de barras, agrupando datos dentro de rangos.

Las respuestas son variables y dependerán de los datos considerados, así como de su naturaleza. En la pregunta **c**, se espera que los estudiantes perciban una perturbación en la población hipotética, la que podría dar origen a la separación en dos poblaciones que difieren en ese carácter.

## Sugerencias de cierre de lección

- Profundice con sus estudiantes en los efectos sociales que ha tenido la teoría de la evolución de Darwin y Wallace en las sociedades modernas. Asimismo, destaque las aplicaciones fuera del ámbito de la evolución que ha tenido esta teoría.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1.

Pregunta	Teoría lamarckista o transformista	Teoría de la evolución mediante selección natural
¿El ambiente influye en la evolución?	Sí	Sí
¿Una especie puede formar otra?	Sí	Sí
¿Los organismos evolucionan hacia la perfección?	Sí	No
¿Utiliza fundamentos supernaturales?	Sí	No

2. Las respuestas son variables, pero los estudiantes deben incluir conceptos e ideas aprendidos a lo largo de esta unidad.
3. Las respuestas son variables, pero el resultado propuesto debe considerar las ideas de la selección natural.
4. Las respuestas pueden ser variables y dependerán de la posición personal de los estudiantes.

#### **Actividad complementaria**

Con la información de las páginas de esta lección, junto con los contenidos de la Lección 2, pida a sus estudiantes que elaboren una línea de tiempo que muestre los avances en el entendimiento de la biodiversidad y la evolución.

## Orientaciones de trabajo Lección 4 (páginas 160-161)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de estas páginas es que los estudiantes reconozcan que el conocimiento científico se mejora a través de la acumulación continua de evidencias y su reevaluación. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de los estudiantes para avanzar en esta lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

Al tratar el contenido de la página, recuerde a sus estudiantes el proceso de meiosis, el entrecruzamiento de las cromátidas hermanas de los cromosomas homólogos, y la importancia que tiene este fenómeno en la variabilidad. Utilice la Información complementaria adjunta.

1.
  - a. Hojas redondeadas y flores amarillas.
  - b. 1 y 2, hojas redondeadas y flores amarillas; 2 y 4, hojas redondeadas y flores rojas; 3 y 4, hojas redondeadas y flores amarillas.
2. Se vincula con el principio de la segregación independiente de alelos.
3. Los estudiantes explican con sus palabras el principio probabilístico detrás de la segregación libre de alelos durante la formación de células hijas por meiosis.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Reafirme la naturaleza cambiante del conocimiento científico señalando los avances en la comprensión de los procesos evolutivos y cómo son observados y estudiados.
- Refuerce el contenido de estas páginas con ayuda de la actividad complementaria propuesta.

#### Actividad complementaria

Organice a los estudiantes en grupos para preparar un informe sobre el aporte de los siguientes procesos (temas) en la variabilidad de las especies y en la comprensión de la evolución tal como se entiende en nuestros días:

Mutaciones.

Recombinación génica.

Flujo génico.

Deriva génica.

Selección sexual (en organismos con dimorfismo sexual).

## Información complementaria

### Meiosis

Meiosis: es un mecanismo de división celular que permite la obtención, a partir de células diploides ( $2n$ ), de células haploides ( $n$ ) con diferentes combinaciones de genes. Sus objetivos son reducir el número de cromosomas para generar células germinales y permitir el intercambio de información génica.

Mecanismos: consta de dos divisiones sucesivas de la célula, con una única replicación del ADN. El producto final son cuatro células con  $n$  cromosomas. Durante la meiosis I, los cromosomas homólogos se ubican en el plano ecuatorial de la célula, uniendo las cromátidas, las que se aparean intercambiando genes. Esto supone una redistribución cromosómica del material genético (*crossing over*). Al finalizar la meiosis II, encontramos como producto cuatro células haploides, las cuales presentan fragmentos de ADN distintos entre sí. Por esto, se necesitan dos organismos para reproducirse, ya que al unirse los gametos se restablece la diploidia de la especie y aumenta la variabilidad génica.

Fuente: [www.iespando.com/web/departamentos/biogeo/web/departamento/2BCH/Diapositivas\\_pdf/18\\_MEIOSIS.pdf](http://www.iespando.com/web/departamentos/biogeo/web/departamento/2BCH/Diapositivas_pdf/18_MEIOSIS.pdf)

## Sugerencias de cierre de lección

- Pida a sus estudiantes que indaguen en diversas fuentes sobre otras teorías evolutivas que hayan surgido a partir de los trabajos de Darwin y Wallace. Alternativamente, solicíteles que investiguen sobre la vida y obra de connotados biólogos evolutivos de nuestro tiempo, como Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Edward O. Wilson, entre otros.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes pueden dar variadas respuestas, la peor sería que reconozcan la teoría de equilibrio puntuado como la que engloba de mejor manera la evidencia presentada.
2. Los estudiantes deben postular diferentes explicaciones, considerando los enunciados principales de la teoría sintética de la evolución presentes en esta lección. Entre las potenciales propuestas, los estudiantes pueden indicar que grupos de insectos parásitos han desarrollado genotipos resistentes a los insecticidas y que esta característica se ha traspasado a su descendencia.

## Sugerencias para Divulgación científica (páginas 162-163)

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

En general, se espera que los estudiantes reconozcan las aplicaciones del conocimiento evolutivo.

1. La respuesta debe basarse en la información de estas páginas y, eventualmente, complementarse con información de las lecciones anteriores.
2.
  - a. Los estudiantes proponen que el consumo diferencial de carbohidratos en la dieta moderna en comparación con la dieta de un homínido del Paleolítico es una razón.
  - b. Los estudiantes resaltan en sus respuestas el consumo diferencial de alimentos ricos en calcio (carnes rojas y otros) en etapas tempranas del desarrollo en la dieta moderna en comparación con la dieta de un homínido del Paleolítico.
  - c. Los estudiantes incluyen en sus respuestas patrones conductuales diferenciales entre hombres y mujeres bajo un prisma de grupos de homínidos cazadores y recolectores, donde la mujer normalmente ejercía el papel de la crianza en la que la acumulación de grasas era ventajosa para su supervivencia y para contrarrestar el estrés físico que implicaba la gestación y alumbramiento.
3. Los estudiantes han de relacionar contenidos de unidades anteriores con la mantención de una dieta adecuada. Se dan cuenta no solo de la importancia de regular el consumo excesivo de alimentos, sino también de mantener una dieta que incluya diversos grupos alimenticios, así como vincular una alimentación sana con un estilo de vida sano, en la que se incluya de manera regular una rutina de ejercicios.

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes organizan los conceptos desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y la jerarquía del organizador serán variables y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes deben considerar los enunciados de la teoría de la evolución por selección natural de Darwin a la hora de establecer las relaciones temporales entre las distintas imágenes. Asimismo, pueden responder considerando un cambio conductual en las poblaciones de peces y que determinó las modificaciones en las garzas.
2.
  - a. Los estudiantes deben destacar las implicancias de la teoría de la evolución y el modo en que ha afectado nuestra visión de la realidad. (2 puntos).
  - b. La respuesta es variable, aunque deben utilizar conceptos e ideas desarrolladas a lo largo de las lecciones de esta unidad. (2 puntos).
3. Los estudiantes pueden discutir caso a caso la importancia del neodarwinismo en los procesos enunciados, sin embargo han de destacar que permiten el aumento de la variabilidad de los caracteres, esto es, el rango de respuestas que tienen los individuos de una población a las variaciones ambientales, o presiones adaptativas. (1 punto en relación con cada proceso).
4.
  - a. Los estudiantes destacan la variación que existe en la diversidad en tiempo geológico considerando el registro fósil actual, el que evidencia los cambios fluctuantes en el número de especies, proceso que Darwin había considerado como gradual. (1,5 puntos).
  - b. Los alumnos destacan que en la teoría de equilibrio puntuado, si bien se considera que los cambios evolutivos son graduales, los ritmos varían y pueden aumentar bruscamente. (1,5 puntos).



## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 166-167)

- Solicite a los estudiantes que lean el contenido presentado en las páginas de síntesis. De la información que se presenta, pídale que seleccionen 20 a 25 conceptos y que desarrollen un mapa conceptual, donde relacionen los contenidos principales de cada lección.
- Se espera que los estudiantes entiendan la evolución como un proceso continuo y que su comprensión ha estado de la mano del desarrollo de nuevas técnicas de estudio y del cambio de paradigmas intelectuales.

## Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 168-171)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen las diferencias entre una teoría fundada en la observación, que tiene supuestos o hipótesis que pueden ser comprobables, y otra fundada en una inferencia, es decir, en una creencia más que en una evidencia. Los argumentos deben abordar esta diferencia, lo que denota comprensión del concepto conocimiento y de las ideas a evaluar. (Cada afirmación debidamente fundamentada tiene 1 punto).
2.
  - a. El gráfico muestra variaciones en el número de familias de insectos, con disminuciones temporales, seguidas por fuertes aumentos de la diversidad. (1,5 puntos).
  - b. El gráfico apoya teorías evolucionistas, en particular las relacionadas con la teoría de equilibrio puntuado. (1,5 puntos).
3. Según la información, se puede deducir que de los dos primates mencionados, el chimpancé se encuentra más emparentado con el humano. (2 puntos).
4. Diversas ideas pueden surgir, entre ellas que compartían un ancestro común y que, al desplazarse una población de un territorio a otro, las especies divergieron. Este desplazamiento pudo ser forzado, por ejemplo durante la separación de las masas continentales de África y Sudamérica en el rompimiento del supercontinente Gondwana. La fundamentación debe considerar las ideas discutidas a lo largo de la unidad. (2 puntos).
5. Las respuestas pueden ser variadas dependiendo de la estructura a comparar (estructura 2). (Cada comparación correcta entre estructuras equivale a 0,5 puntos).
6.
  - a. El primero corresponde a un fósil por compresión, en tanto que el segundo a una huella o impresión. (2 puntos).
  - b. Las respuestas deben dar cuenta de un ambiente tropical, donde los insectos no han modificado en gran medida su forma hasta nuestros días. (1,5 puntos).

- c.** Las respuestas son variadas y estarán marcadas por el conocimiento que los estudiantes tengan de la huella. En general, se pueden indicar características como que era de gran tamaño, su desplazamiento era bípedo, tenía grandes garras que le otorgarían tracción al correr. (1,5 puntos).
- 7.** El desarrollo es variable, pero se ha de destacar el correcto uso de los conceptos descritos en la unidad, así como la claridad en las ideas que se propongan. (4 puntos).
- 8.**
  - a.** Describen, en primer lugar, la comunidad heterogénea de insectos con colores semejantes al del ambiente donde están y otros con coloración diferente; luego, la presión selectiva ejercida por el depredador y, finalmente, una población de formas homogéneas en cuanto al color. (1 punto).
  - b.** Los estudiantes reconocen los diversos pasos mencionados, los explican y contextualizan con el ejemplo. En primer lugar, la variabilidad natural de la población de escarabajos genera múltiples fenotipos, los que bajo la presión de selección dada por la predación que ejerce el ave, se ven reducidos a aquellos más difíciles de observar y estos pueden transmitir su fenotipo a la siguiente generación. (2 puntos).
  - c.** Los estudiantes indican que la selección natural es una parte del proceso evolutivo, y que las presiones de selección pueden reducir la variabilidad en una población al disminuir el rango de variación de caracteres. (2 puntos).
  - d.** Los estudiantes argumentan sus respuestas considerando las ideas y supuestos descritos en la unidad. En este caso, los estudiantes reconocen el rasgo color como un rasgo de valor adaptativo. Asimismo, reconocen que es un rasgo que podría modificarse en el futuro al aparecer una presión de selección distinta. Por ejemplo, un ave que consume solo escarabajos de una coloración semejante a la de la corteza, entre otros. (2 puntos).
- 9.**
  - a.** Darwin la interpretaría como resultado, por ejemplo, de la selección natural sobre formas de la bacteria que ya poseían la resistencia. (2 puntos).
  - b.** La explicaría como resultado de un proceso de variabilidad genética, junto a la supuesta presión de selección del antibiótico sobre la bacteria patógena. (2 puntos).
- 10.**
  - a.** Existe un marcado aumento de la diversidad. (1 punto).
  - b.** Rápidamente. (1 punto).
  - c.** Los estudiantes fundamentan siguiendo las ideas y supuestos presentados en la unidad, destacando el rango de explicación a este fenómeno que aportan ambas teorías. En concreto, los estudiantes pueden mencionar que visto de manera completa, el gráfico permite observar un aumento relativamente continuo del número de especies; sin embargo, hay momentos donde la diversidad cae abruptamente, caída que es seguida por un casi igual de rápido crecimiento de la biodiversidad en número de familias, dando evidencias tanto para el cambio gradual como para el equilibrio puntuado. (2 puntos).

- d.** Los estudiantes fundamentan siguiendo las ideas y supuestos presentados en la unidad, destacando el rango de explicación a este fenómeno que aportan las diversas fuentes de variabilidad. Sin embargo, es esperable que los estudiantes reconozcan que los tres procesos aportan al aumento de la variabilidad en las especies, lo que sumado a la generación de nuevos ambientes, puede llevar al establecimiento de nuevas especies. (2 puntos).

**11.**

- a.** Los estudiantes deben comprender que la evolución no es un proceso voluntario, sino que causal. Se espera que reconozcan que los enunciados no son correctos en la forma en que están mencionados, aunque corresponden a potenciales explicaciones a fenómenos observables. (2 puntos).
- b.** Los estudiantes entregan variadas respuestas en donde replantean las observaciones de diferente manera, bajo las ideas y supuestos del neodarwinismo. En este sentido, los estudiantes pueden señalar que aquellos guepardos que lograban mayor velocidad eran los que podían en mayor medida conseguir presas y así alimentarse, por lo que su fenotipo fue seleccionado y traspasado a las generaciones siguientes. En el caso de las plantas con flores, aquellas que tenían fenotipos que atraían insectos eran polinizadas con mayor frecuencia que aquellas que no atraían insectos, por lo que la descendencia de las plantas con flores que atraían insectos era más abundante que la de plantas que no atraían insectos. (2 puntos).



## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuáles son los niveles de variación de la biodiversidad?
  - A. Genética.
  - B. Taxonómica.
  - C. Ecosistémica.
  - D. Todas las anteriores.
  - E. Ninguna de las anteriores.
2. ¿Cuál de los siguientes enunciados es parte de la teoría de selección natural planteada por Darwin?
  - A. Los recursos naturales son limitados.
  - B. Las poblaciones tienden a crecer exponencialmente.
  - C. Los individuos de una población presentan variaciones entre ellos.
  - D. La lucha por la sobrevivencia determina qué rasgos son favorables.
  - E. Entre los organismos de una población hay variaciones que se heredan.
3. En el fijismo se afirma que:
  - A. Los organismos fueron creados y cambiaron hasta llegar a su estado actual.
  - B. Los organismos se han modificado desde su creación.
  - C. Los organismos no se han modificado desde su creación.
  - D. La biodiversidad no ha sido la misma.
4. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones no es un sustento del fijismo?
  - A. Las especies son creaciones inmutables de Dios.
  - B. La existencia de fósiles no soporta la existencia de un solo evento de creación.
  - C. Se basa en una interpretación metódica de los hechos.
  - D. El catolicismo entregaba un sustento a la teoría fijista.
5. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones apoyan las ideas evolucionistas?
  - I. Se basan en la interpretación científica de los hechos.
  - II. El catastrofismo explica la aparición y desaparición cíclica de especies.
  - III. El conocimiento geológico afirma que la tierra tiene más de 6000 años de antigüedad.
  - IV. El uniformismo establece que la tierra cambia continua y gradualmente.
  - A. I y II
  - B. I y III
  - C. III y IV
  - D. I, II y III
  - E. I, III y IV



6. Entre las evidencias de la evolución se considera:
- I. El registro fósil.
  - II. La distribución geográfica de las especies.
  - III. La presencia de genes que regulan el desarrollo embrionario.
  - IV. La presencia de órganos homólogos.
  - V. El cálculo de la edad de la Tierra en 6 000 años.
- A. I, II, III y V
  - B. I, II, III y IV
  - C. I, II, III, IV y V
  - D. II, III y V
  - E. II, III y IV
7. La definición "rasgo anatómico, fisiológico o conductual que mejora las opciones de sobrevivencia de reproducción de un organismo" corresponde al concepto de:
- A. Linaje evolutivo.
  - B. Simetría.
  - C. Adaptación.
  - D. Selección.
  - E. Novedad evolutiva.
8. Indica si la afirmación es verdadera o falsa. Justifica las falsas
- A. Órganos homólogos son aquellos que poseen la misma estructura interna, con forma y función diferente.
  - B. El registro fósil incluye todo indicio o resto que permita inferir la presencia de seres vivos.
  - C. Los órganos vestigiales son aquellos similares en función, pero están presentes en especies sin un ancestro reciente.
  - D. Los genes homeóticos están encargados de regular el desarrollo embrionario.
  - E. Las llamadas novedades evolutivas surgen producto de la modificación de los genes homeóticos o de su regulación.
  - F. La divergencia evolutiva es cuando dos especies no emparentadas se relacionan con el ambiente de modo similar o desarrollan estructuras análogas.
  - G. Órganos vestigiales son aquellos que están atrofiados y no tienen una función específica.
  - H. Las relaciones filogenéticas entre especies indican el grado de semejanza entre las secuencias de ADN o de aminoácidos de proteínas de dos o más especies.
  - I. El proteoma corresponde al conjunto de genes del organismo.



### Selección natural

#### Antecedentes

Las características de las poblaciones cambian producto de presiones selectivas, las que operan sobre varias generaciones. Estas presiones de selección corresponden a un conjunto de factores ambientales que son responsables de la eliminación no aleatoria o no azarosa de algunos individuos de la población.

#### Materiales

- 1 puñado de lentejas
- 1 reloj o cronómetro
- 1 puñado de arroz
- 1 puñado de porotos
- 1 cuchara de sopa
- 1 cuchara chica
- 1 tenedor
- 1 pinza

#### Estrategias de contrastación y resultados

1. Organizados en grupos de 5 estudiantes, despejen una parte de la sala de clases.
2. Uno de los estudiantes reparte entre los compañeros cada uno de los utensilios.
3. En el suelo de la sala diseminan las semillas.
4. Utilizando solo los instrumentos que poseen, sin ayudarse de las manos, los estudiantes recogen todas las semillas que puedan en 1 minuto.
5. Cuenten el número de semillas recogidas por cada instrumento. El instrumento que colectó menos semillas no se utilizará más.
6. Repitan la actividad 3 veces.
7. Preparen un gráfico donde se presenten los resultados de la actividad.

#### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Comenten y respondan en conjunto las siguientes preguntas:

1. ¿Qué representan los objetos utilizados para recoger las lentejas?, ¿qué implica el que las personas que tenían esos instrumentos ya no puedan recoger semillas?
2. ¿Qué representan las diferentes semillas, asumiendo que todas pertenecen a la misma especie?
3. ¿Se observa alguna tendencia en el tamaño y color de las semillas colectadas?
4. ¿Qué implicancias tendría para la selección natural si las semillas de mayor tamaño fueran tóxicas?



## Lectura complementaria

### La selección natural y las nuevas teorías de evolución

Los 200 años del nacimiento de Charles Darwin han provocado las reacciones más vividas tanto en el público general como dentro de la comunidad académica. En muchos círculos, se ha vuelto común oír afirmaciones erróneas acerca de la biología evolutiva moderna. De hecho, existe preocupación entre los especialistas respecto a la visión común de que la evolución es solo selección natural, además de sugerir que la disciplina necesita ser reconstruida desde sus principios. El biólogo evolucionista Michael Lynch sintetizó la opinión de muchos académicos indicando que “mucho ha ocurrido en los últimos 150 años pero la base de la biología evolutiva sigue siendo sólida. No hay una sola observación en células, biología molecular o biología del desarrollo que haya provocado un cambio significativo en nuestra comprensión de los principios evolutivos. Por supuesto, esto no quiere decir que biólogos moleculares, biólogos celulares y biólogos del desarrollo no son necesarios para completar el entendimiento del proceso evolutivo, de hecho son más necesarios que nunca, pero indicar que hay elementos sin resolver sería un error ignorante”.

De todas maneras, los avances recientes en genómica, genética del desarrollo y tecnologías de la información aplicadas a la biología evolutiva han revelado una amplia variedad de asociaciones recíprocas entre genes y fenotipos en organismos, poblaciones y ecosistemas. Sin embargo, sería erróneo afirmar que estas nuevas formas de entender la biología evolutiva niegan en alguna medida las afirmaciones originales de la teoría sintética. En otras palabras, los genes aún son los más importantes determinantes del fenotipo; la recombinación genética, deriva génica, tamaño poblacional y flujo génico son aún fuerzas básicas detrás de las frecuencias génicas observadas en las poblaciones; y la selección natural nunca ha sido seriamente puesta en duda como el más importante mecanismo detrás de la aparición de adaptaciones.

La tarea de explicar la enorme variedad de mecanismos que las nuevas vías de la ciencia y tecnología abrieron en biología evolutiva es compleja, especialmente cuando los antiguos paradigmas creados por la teoría de Darwin y sus sucesoras son aún apropiados en una gran cantidad de casos. Sin embargo, estos viejos paradigmas pueden coexistir con los nuevos modelos que explican fenómenos biológicos exóticos. Una de las formas más sencillas de ver la necesidad de una nueva teoría evolutiva extendida es hacer un listado de los fenómenos que no fueron considerados en la teoría sintética de evolución, entre ellos que 1) los genes pueden ser transmitidos fuera del eje generacional, 2) algunos genes tienen efectos de gran escala, que afectan a otros genes, 3) otras fuentes de herencia diferentes a genes, 4) mecanismos de mantención/liberación de variación genética diferente a mutación de genes y recombinación, 5) la capacidad de algunos organismos de modificar sus hábitat a tal punto que es de importancia evolutiva en futuras generaciones y, 6) otras formas de herencia fuera de los organismos que son relevantes en el proceso evolutivo.

Fuente: Nespolo, R.F. (2010). Is the evolutionary theory still usefull? A review with examples. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 479-495.

#### Trabaja con la información

1. Explica en tus propias palabras la teoría sintética de la evolución.
2. ¿De acuerdo al texto, se hace necesaria la creación de una nueva teoría evolutiva? Fundamenta.
3. ¿Se puede considerar que los principios establecidos en la teoría de evolución por selección natural no son válidos?
4. ¿Qué avances en la ciencia y tecnología han permitido un aumento de la capacidad de resolver problemas relativos a la biología evolutiva?

## Bibliografía sugerida

---

- Curtis, H. y Barnes, N.S. (2008). *Biología* (7 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Futuyma, D.J. (2005). *Evolution*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, Estados Unidos.
- Manríquez, G. y Rothhammer, F. (1997). *Teoría moderna de la evolución*. Santiago de Chile: Amphora Editores.
- Purves, W. (2009). *Vida. La Ciencia de la Biología* (8 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana



**Solucionario Prueba** 

---

1. D
2. D
3. C
4. B
5. E
6. B
7. C
8.
  - A. V
  - B. V
  - C. F. La definición hace referencia a órganos análogos.
  - D. V
  - E. V
  - F. F. La definición corresponde a evolución convergente o convergencia evolutiva.
  - G. V
  - H. V
  - I. F. La definición hace referencia al término genoma.

# Unidad 5

# Causas de la evolución y de la especiación

## Propósito de la Unidad

En esta unidad se espera que los estudiantes comprendan la importancia de las mutaciones y de la recombinación génica en la variabilidad de una población, la influencia de los fenómenos poblacionales en la evolución y el efecto que tienen en la formación de especies los procesos de divergencia génica y el aislamiento de poblaciones.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Comprender que la evolución se basa en cambios genéticos y que las variaciones de las condiciones ambientales pueden originar nuevas especies, reconociendo el aporte de Darwin con la teoría de la selección natural.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.
- Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Descripción de los mecanismos de evolución: mutación y recombinación génica, deriva génica, flujo genético, apareamiento no aleatorio y selección natural.
- Descripción del efecto que tienen en la formación de especies los procesos de divergencia genética de las poblaciones y del aislamiento de estas.

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Promover el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Desarrollar habilidades de análisis, interpretación y síntesis de información y conocimiento, conducentes a que los alumnos sean capaces de establecer relaciones entre los distintos sectores de aprendizaje; de comparar similitudes y diferencias; de entender el carácter sistémico de procesos y fenómenos; de diseñar, planificar y realizar proyectos; de pensar, monitorear y evaluar el propio aprendizaje; de manejar la incertidumbre y adaptarse a los cambios en el conocimiento.
- Valorar el carácter único de cada persona y, por lo tanto, la diversidad de modos de ser.
- Desarrollar la iniciativa personal, la creatividad, el trabajo en equipo, el espíritu emprendedor y las relaciones basadas en la confianza mutua y responsable.
- Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- Utilizar aplicaciones para representar, analizar y modelar información y situaciones para comprender y/o resolver problemas.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.</li> <li>Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.</li> <li>Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>Descripción de los mecanismos de evolución: mutación y recombinación génica, deriva génica, flujo genético, apareamiento no aleatorio y selección natural.</li> <li>Descripción del efecto que tienen en la formación de especies los procesos de divergencia genética de las poblaciones y del aislamiento de estas.</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Cuál es el origen de la variabilidad?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la evolución de poblaciones.</li> <li>Origen de la variabilidad genética.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 2:</b> ¿Cómo influye el azar en la evolución de una población?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujo génico.</li> <li>Deriva génica (efecto cuello de botella).</li> </ul>	
	<p><b>Lección 3:</b> ¿Cuáles son las consecuencias de la selección natural?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La selección natural no es azarosa.</li> <li>Tipos de selección natural (estabilizadora, direccional y disruptiva).</li> <li>Selección sexual.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 4:</b> ¿Cómo se forman las nuevas especies?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especiación y condiciones necesarias (mecanismos de aislamiento reproductivo).</li> <li>Tipos de especiación (simpátrica y alopátrica).</li> <li>Especiación en Chile.</li> </ul>	

Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 174).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 179).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la importancia de las mutaciones y de la recombinación genética para la generación de variabilidad en una población y para el proceso evolutivo.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 180).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 183).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir la influencia de fenómenos poblacionales azarosos, como la deriva génica, en la evolución.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 184).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 189).</li> <li>• Evalúo mi progreso Lecciones 1 a 3 (pág. 192).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir las variantes de la selección natural y sus efectos sobre la evolución de las poblaciones.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 194).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 199).</li> <li>• Evalúo mi progreso Lección 4 (pág. 202).</li> <li>• Evaluación final de la unidad (pág. 206).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el efecto que tienen en la formación de especies los procesos de divergencia genética de las poblaciones y del aislamiento de estas.</li> </ul>	<b>3</b>

# Orientaciones de trabajo Lección 1 (páginas 174-179)

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de estas páginas es que los estudiantes reconozcan que los procesos evolutivos funcionan sobre la base de la variabilidad de las poblaciones. Utilice la página inicial para incentivar el interés de los alumnos por el contenido de la unidad.
- Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de los estudiantes para avanzar en esta unidad. En esta actividad se espera que ellos reconozcan el aporte de la meiosis en el aumento de la variabilidad.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen que el organismo parental tiene flores rojas y bordes lisos en las hojas. Asimismo, pueden indicar que los padres, asumiendo cada cromosoma homólogo como perteneciente a un padre distinto, tenían un fenotipo de flor roja con hojas de borde liso, y flores blancas con hojas de borde aserrado.
2. Los estudiantes explican que con el *crossing over* se ha producido la generación de nuevos genotipos, los que se expresan en diferentes fenotipos. De este modo, evidencian que dentro de cada grupo de organismos existe la potencialidad de generar formas y de aumentar el número de potenciales variaciones de un carácter, el que tendrá más o menos valor en la sobrevivencia del organismo dependiendo de las condiciones ambientales.
3. En 1 y 2, serían plantas con flores rojas y hojas con borde liso. En la combinación de gametos 2 y 4, la planta resultante tendría flores rojas y hojas con borde aserrado. En la combinación de gametos 3 y 4, la planta resultante tendría flores blancas y hojas con borde liso.
4. Las respuestas son variables, pero es esperable que los estudiantes apoyen de manera afirmativa la proposición. Incentive a los estudiantes a que utilicen el ejemplo para representar cómo se produce el aumento de la variabilidad. Incluso algunos pueden utilizar su propia experiencia familiar para ejemplificar diferencias físicas evidenciables entre hermanos de los mismos padres.
5. Las respuestas son variables, pero han de complementar lo que respondieron en la pregunta 4. Incentívelos a que comparen la meiosis con la mitosis en relación con la generación de variabilidad, para que reconozcan el valor del entrecruzamiento y la segregación independiente en el aumento de la variabilidad. Asimismo, haga el ejercicio matemático de permutación para revelar numéricamente las posibles combinaciones de un número  $n$  de caracteres que tengan 2 estados. Si se tienen 2 caracteres, el resultado de combinaciones posibles es 4, si son 3, las combinaciones posibles son 8. Para calcular, siga la fórmula  $2^n =$  número de combinaciones, en donde  $n$  corresponde al número de caracteres con 2 estados posibles. Si quiere aumentar la complejidad, pida a sus estudiantes que evidencien las posibles combinaciones de 4 caracteres con doble estado y 3 caracteres de triple estado. El cálculo será  $2^4 \times 3^3 = 432$  posibles combinaciones.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Pregunte a sus estudiantes qué entienden por mutación. Es importante que internalicen el concepto en forma correcta para que identifiquen que corresponde al cambio en la secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN que puede ser codificante o no, y no una aberración morfológica, como se utiliza comúnmente. Recalque que las mutaciones ocurren espontáneamente y al azar, y que cada región del genoma, sea este codificante o no, posee su propia tasa de mutación, la que puede depender de su posición en el cromosoma, su importancia en la fisiología de un organismo (si es codificante o no) o de su composición de nucleótidos, entre otras.
- Es interesante destacar que, si bien el cromosoma 2 del ser humano corresponde a la fusión del cromosoma 12 y 13 en los chimpancés, la información que conservan no se ha perdido y ha sido posible rastrear esta relación debido a la presencia de genes comunes en ambos cromosomas.
- Para profundizar acerca de los agentes que originan mutaciones, comparta con sus estudiantes la **Información complementaria 1** y pídale que la analicen en grupos. A continuación, pídale que realicen la **Actividad complementaria 1**.

### Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: pragmático)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes esquematizan cromosomas solo con el alelo **A** para el homocigoto dominante, y solo con el alelo **a** para el homocigoto recesivo.
2. Para el homocigoto dominante y para el heterocigoto, el fenotipo tendrá plantas con tallo elongado. En tanto, el heterocigoto recesivo presentará un fenotipo sin elongación del tallo, es decir, plantas pequeñas.
3. Los estudiantes dan respuestas variadas, pero pueden teorizar un punto intermedio entre plantas elongadas y pequeñas, así como que desaparezca la dominancia completa entre los alelos encargados de la síntesis de giberelina.

## Sugerencias de cierre de lección

- Utilizando el esquema de la página 181, ejemplifique el efecto conjunto de una mutación con la recombinación genética. Para esto, a una de las cromátidas de un cromosoma homólogo incorpore una variante de un carácter. Por ejemplo, la producción de melanina es un carácter dominante y está representado por los caracteres **A** (piel oscura), **a** (piel clara) y  $\alpha$ , donde  $\alpha$  es una mutación de **a** que expresa el carácter **A** en situaciones donde hay una gran cantidad de sol. Pida a sus estudiantes que esquematicen un proceso de entrecruzamiento y permutación del carácter y que indiquen el potencial fenotipo de las células hijas en un ambiente donde no existe una gran exposición al sol, como por ejemplo, en un ambiente templado. En este caso, el carácter  $\alpha$  expresará el fenotipo **a**, piel clara. Sin embargo, si ese individuo está en una situación donde hay una gran cantidad de sol, por ejemplo, se ha desplazado a una zona tropical, expresará el fenotipo **A**, con una piel oscura. Pídale que discutan brevemente la potencial ventaja de la presencia de modificaciones de este tipo en el genotipo de las poblaciones..

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen que la evolución y el establecimiento de nuevas formas son dependientes del tiempo, por lo que la diversidad actual es producto de los distintos procesos que aumentan la variabilidad de los organismos a lo largo del tiempo.
2. Ambos procesos permiten el aumento de la variabilidad en el traspaso de material genético entre organismos parentales a la progenie, con una mayor proporción de estados variables cuando hay reproducción sexual producto de la recombinación génica.
3. Los estudiantes observan que el aumento de la variación es producto de que en el entrecruzamiento hay intercambio de segmentos entre los cromosomas homólogos, generando potenciales nuevas combinaciones de caracteres no presentes en el estado parental. En segundo lugar, las permutaciones de cromosomas permiten que estas nuevas combinaciones generadas de los cromosomas homólogos maternos y paternos sean distribuidos al azar entre las células hijas.
4. Los estudiantes identifican que en una situación en donde el carácter es desventajoso, este desaparecerá a lo largo de la historia evolutiva de la especie. Ahora, los estudiantes han de reconocer que la evolución es un proceso dinámico; sin embargo, ciertos procesos tienen una direccionalidad y las poblaciones buscan el equilibrio con el medio. De este modo, la aparición de un genotipo que porte una enfermedad que no sea transmisible desaparecerá a lo largo del tiempo y no habría de afectar a la población, por lo que no se haría evidente un proceso evolutivo, puesto que el carácter no sería transmitido a las generaciones siguientes.

### Actividad complementaria 1

Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál es la principal característica que diferencia a las mutaciones de los procesos de recombinación genética?
2. ¿Cuál es la consecuencia de la radiación en el ADN?
3. Si las mutaciones provocan cambios en el material genético, ¿se puede afirmar que los organismos mutantes corresponden a individuos con síndromes o enfermedades? Fundamenta.



**Actividad complementaria 2**

Existe una gran variedad de agentes físicos y químicos que pueden inducir mutaciones. Algunos grupos son:

Mutágenos químicos: sustancias químicas que dañan y producen cambios a nivel del ADN.  
Agentes intercalantes: son sustancias que se insertan entre dos pares de bases del ADN, separándolas entre sí.

Radiaciones: cualquier tipo de radiación con energía suficiente para producir cambios en el ADN.

Luz ultravioleta: este tipo de luz genera apareamientos de bases nitrogenadas incorrectas, lo que provoca daños al genoma al momento de la replicación y lectura de la información genética.

Radiación ionizante: es una forma de radiación más potente que los rayos UV. Ejemplos de esta son los rayos X, rayos cósmicos y rayos gamma. Estos agentes generan la formación de iones como los radicales libres, los que interactúan con el ADN y generan rupturas en él, provocando importantes mutaciones cromosomales.

Fuente: <http://darwin.usal.es/profesores/pfmg/sefin/MI/tema09MI.html>

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 180-183)

### Sugerencias de inicio de lección

- En esta lección los estudiantes conocerán la influencia que tiene el azar en la variabilidad genética de las poblaciones. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de sus estudiantes en relación con el sistema endocrino y sus hormonas.
- Recuerde a sus estudiantes que en las poblaciones de una misma especie existe flujo o transmisión de genes constantemente, producto de la reproducción entre sus ejemplares, lo que origina una cierta proporción de genes. Sin embargo, esta proporción puede cambiar azarosamente, originando deriva génica. Dé ejemplos de cómo las emigraciones o inmigraciones de una población pueden alterar esta frecuencia. Pídales que anoten en el cuaderno las definiciones de mutación, variabilidad génica, recombinación génica, deriva génica y acervo génico.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes explican que las diferencias en las poblaciones se deben a la expresión diferencial de genes alelos. Las razones para estas expresiones diferenciadas son variadas, pero han de utilizar los conocimientos adquiridos en la **Lección 1** de esta unidad.
2. Los estudiantes evidencian que las poblaciones de la izquierda se asemejan más entre sí, lo mismo las figuras del costado derecho.
3. Los estudiantes explicitan las diferencias observables, como número de individuos con el carácter azul en relación con las otras poblaciones, etc.
4. Los estudiantes consideran que las migraciones permiten el intercambio de material genético entre las poblaciones, por lo que sumado a la posibilidad de aparearse, deberían llevar a una homogeneización de los fenotipos expresados por los individuos de las poblaciones representadas.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Comente con sus estudiantes la importancia de la diversidad cultural. Pídales que lean la información de la sección **Conexión con la Historia** y hágales preguntas como: ¿conoces a alguien que provenga de una familia extranjera?, ¿por qué crees tú que es importante el respeto hacia las personas que provienen de otras regiones?, ¿qué puedes aprender de sus culturas?
- La deriva génica es el resultado de estudios sobre la probabilidad de presencia de alelos en el acervo genético de una población. Debido a ello, buena parte de la comunidad de genetistas de poblaciones le dan una gran importancia a este fenómeno en la evolución de las poblaciones. Invite a sus estudiantes a averiguar acerca de las ideas de Hardy y Weinberg, que establecen que la composición genética de una población permanece en equilibrio mientras no actúe la selección natural ni ningún otro factor y que, además, no se produzca ninguna mutación. Es decir, la herencia mendeliana, por sí misma, no genera cambio evolutivo.

## Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: pragmático)

### Respuestas esperadas

1. Las respuestas son variables y dependerán del grado de conocimiento de los estudiantes de los accidentes geográficos de su zona, así como de la comprensión de la idea de una barrera geográfica. De manera general, deben evidenciar la presencia de cadenas montañosas, como la cordillera de los Andes u otros cordones asociados a la cordillera de la Costa, pero asimismo, a menor escala, han de reconocer la presencia de caminos vehiculares que atraviesen bosques u otros ambientes con una gran cantidad de organismos.
2. La endogamia en poblaciones pequeñas aumenta la presencia de genotipos recesivos. Normalmente, estos se relacionan con la presencia de patologías y con la aparición de síndromes de distinto tipo.
3. Las respuestas son variables y dependerán del grado de conocimiento de los estudiantes. Sin embargo, de manera general, se debe reconocer el aporte de inmigrantes a la cultura actual de nuestro país, a través de los aportes a nuestras costumbres. Por ejemplo, indíqueles que la palabra “küchen”, que se utiliza habitualmente para tartas en nuestro país, corresponde a un término alemán. Este término fue acuñado en nuestro país desde principios del siglo XX, cuando colonos alemanes llegaron a nuestro país huyendo de la Primera y Segunda Guerras Mundiales en Europa.

## Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. En el gráfico 1 no se fijaron cinco alelos, mientras que en el gráfico 2 solo uno; además, desaparecieron doce alelos en el gráfico 1 y solo uno en el gráfico 2.
2. La desaparición de alelos ocurre comúnmente en poblaciones con menos individuos. Esto se debe a que la muerte de uno de ellos o su imposibilidad de reproducirse imposibilita la transmisión de su información genética a la siguiente generación, por lo que se reduce el *pool* génico de la población.
3. Los estudiantes señalan las curvas de los alelos que llegaron a la fijación (100% de expresión). En estos gráficos, están representados por los alelos que llegan al tope del gráfico en el punto 1.0.

## Sugerencias de cierre de lección

- Complemente la base matemática de la deriva génica tratada en esta lección invitando a sus estudiantes a realizar la **Actividad complementaria 2**.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los organizadores desarrollados por los estudiantes son variados, pero es preciso considerar la inclusión jerárquica de los conceptos en el organizador, con aquellos más inclusivos en una categoría más alta que aquellos menos inclusivos.
2. Los estudiantes discuten que la disminución de una población lleva asociada una pérdida de los genes y alelos que portaban esos individuos.
3. Los estudiantes reconocen que en poblaciones pequeñas, la fijación y eliminación de caracteres son más probables, ya que la potencial muerte de un portador de un carácter disminuye fuertemente las posibilidades de ese carácter de ser transmitido. Al mismo tiempo, aumenta las probabilidades de los portadores de otros caracteres de transmitir su información genética a las futuras generaciones.
4. Los estudiantes grafican los alelos de las poblaciones. Para esto, pueden contar con los datos directamente de la figura y utilizar algún *software* para graficar de diferentes maneras. Gráficos potencialmente informativos son gráficos de barra o circulares. Estos últimos permiten observar de manera efectiva las diferentes proporciones en cada una de las poblaciones.

### Actividad complementaria 3

Con respecto a lo que aprendiste de deriva génica, analiza la siguiente información y responde las preguntas asociadas.

En una población de un millón de individuos diploides, el alelo **a** tiene una frecuencia del 1 %.

1. ¿Cuántos alelos de este gen están representados en la población?
2. ¿Cuál es la frecuencia de este alelo en una población de 50 individuos?
3. ¿Qué frecuencia tendría el alelo en una población haploide de 10 000 individuos?

## Orientaciones de trabajo Lección 3 (páginas 184-189)

### Sugerencias de cierre de lección

- En esta lección los estudiantes conocerán cómo la selección natural modifica las cualidades de las poblaciones. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar los conocimientos de sus estudiantes en relación con las condiciones necesarias para que opere la selección natural.
- Destaque los conceptos **fenotipo** y **genotipo**. Indique que estos se relacionan íntimamente. El genotipo representa con exactitud la composición genética del organismo, o sea, es el conjunto de todos los genes que posee. Cuando los organismos difieren, incluso en un solo *locus* (fragmento de ADN en un cromosoma), se dice que tienen diferentes genotipos. El genotipo es heredado a la descendencia y puede expresarse de manera similar o distinta. El fenotipo es el resultado de la expresión del genotipo y del efecto del ambiente. El fenotipo es una propiedad observada en el organismo, como la morfología, el desarrollo o el comportamiento.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes hipotetizan diferentes explicaciones, pero han de considerar que la población ancestral probablemente no necesitaba penetrar mucho la madera para obtener las larvas de insectos de las que se alimentaban.
2. Los estudiantes responden que los procesos de aumento de la variabilidad son azarosos, pero la selección de los genotipos no lo es, puesto que depende de las condiciones ambientales en la que se encuentre el organismo y de si la variación adquirida es beneficiosa para el establecimiento y generación de descendencia por parte del organismo.
3. Los estudiantes explican los diferentes procesos utilizando el ejemplo. Indican que la variabilidad permite la generación de múltiples genotipos, en tanto que la reproducción diferencial, esto es, la reproducción de algunos individuos por sobre otros, permite la transmisión de su línea genética a la generación siguiente, asumiendo que el carácter es heredable y beneficioso para la progenie.
4. Los estudiantes dan múltiples respuestas a la pregunta argumentando condiciones ambientales que pesen en la población, como disminución del número de larvas a poca profundidad en la corteza, etc.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Ejemplifique los distintos tipos de selección natural mediante los siguientes ejemplos: para la selección natural, utilice como ejemplo animales del Ártico; si la población inicial de una especie tiene la piel marrón y la piel blanca, los depredadores verán y cazarán con mayor facilidad a los de piel oscura. Para la selección natural estabilizadora, comente ejemplos como las nidadas de algunas aves, donde tienen más éxito aquellas que ponen menos huevos, ya que una mayor cantidad implica menos albúmina y nutrientes para el desarrollo de cada uno de los polluelos. En cuanto a la selección natural disruptiva, utilice el caso de los pinzones estudiados por Darwin, donde el pico de las aves se fue modificando para comer semillas.
- Una vez que trabaje estas páginas, invite a los estudiantes a desarrollar un cuadro comparativo entre los tipos de selección natural.

## Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes evidencian que los datos sugieren que el rasgo más ventajoso en la población es un ancho de la mandíbula inferior pequeño.
2. Los individuos con tamaños de ancho de mandíbula inferior superior o inferior al ancho seleccionado, en este caso cercano a 12,8 mm.
3. Los estudiantes ofrecen diferentes explicaciones, como, por ejemplo, que anchos menores permiten un mejor acceso a cavidades donde se encuentre alimento, como es el caso de agujeros en la corteza de árboles donde se encuentren larvas de insectos.
4. Los estudiantes evidencian un desplazamiento de la curva de distribución hacia uno de los extremos, por lo que deducen que se trata de una selección de tipo direccional.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Para introducir el concepto de selección sexual, pídeles que describan algunos ejemplos de organismos que conozcan donde exista dimorfismo sexual. Destaque que la selección sexual es un mecanismo que se presenta en organismos animales. Sin embargo, el dimorfismo sexual es posible de encontrar en otros grupos de organismos, como en distintas divisiones de protistas.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes explican que la selección natural no es azarosa, puesto que los organismos sobrevivientes son los que pueden sobrellevar las presiones ambientales y generar descendencia.
2.
  - a. Los estudiantes pueden predecir dos potenciales escenarios. En el primero, la especie nativa puede sobrevivir la competencia accediendo mayoritariamente al alimento o cambiando de fuente de alimento. En segundo lugar, la especie nativa ve reducida su capacidad de acceder a la fuente de alimento puesto que la especie foránea es un mejor competidor. Los estudiantes reconocen un efecto disruptor en este proceso de selección.
  - b. En este caso, el fenotipo más rápido tendrá una mayor sobrevivencia, por lo que es esperable que la progenie de estos individuos conserve la característica. En este caso, los estudiantes reconocen una selección direccional.
  - c. El rango medio de tamaños tiene mayores probabilidades de sobrevivencia y transmisión de su genotipo. Los estudiantes evidencian que se trata de un proceso de selección estabilizadora.
3. Los estudiantes indican que para estimar el éxito reproductivo de un individuo, definido como el número de descendientes que este tiene, se ocupan parámetros como la adecuación absoluta, la supervivencia y la fecundidad.
4. Las respuestas de los estudiantes son variadas, pero consideran que en las especies polígamas las presiones de selección sexual intra e intersexual son más elevadas que en especies monógamas. Estos dimorfismos les permiten a las hembras el seleccionar los potencialmente mejores machos, en tanto que los machos compiten entre ellos por el acceso a las hembras.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 192-193)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, los estudiantes pueden incluir nuevos conceptos, siempre y cuando estos guarden relación con los contenidos tratados en las lecciones anteriores.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

- a. El esquema representa el entrecruzamiento o *crossing over* en la meiosis. (1 punto).
  - b. Los estudiantes reconocen que se relacionan con células de tipo sexual, como los gametos. (1 punto).
  - c. Los estudiantes explican el calor del entrecruzamiento en el aumento de la variabilidad, ya que este proceso permite el intercambio de fragmentos entre cromosomas homólogos, generando combinaciones de caracteres no presentes en el estado parental. (1,5 puntos).
  - d. Los estudiantes identifican las mutaciones y la permutación de cromosomas como otros factores que introducen variabilidad en las poblaciones. (1,5 puntos).
- a. Asumiendo que continuara la caza de la especie por humanos, esta diferencia de tamaño haría más accesibles a estos organismos para los cazadores, por lo que su existencia se vería amenazada. Vale destacar que esta es una situación hipotética, dado que en principio serían precisamente estos fenotipos los que desaparecerían con mayor velocidad, o serían los más fáciles de ubicar por parte de los cazadores. Los estudiantes, en este caso, reconocen que hay un efecto de cuello de botella y que está ocurriendo una selección de tipo direccional. (2 puntos).
  - b. Los estudiantes responden que hay una reducción de los fenotipos más pequeños y más ágiles, determinando la presencia de fenotipos grandes y con movilidad limitada. (2 puntos).
  - c. Los estudiantes reconocen que el tamaño y la movilidad reducida son características que con mayor probabilidad serán transmitidas a la siguiente generación. (2 puntos).
- a. La masa corporal óptima corresponde a 600 gramos. (1,5 puntos).
  - b. Los estudiantes identifican que el intervalo incluye la masa corporal inferior a 200 gramos y superior a 800 gramos. (1,5 puntos).
  - c. Los estudiantes observan que se ha generado una selección normalizadora en la población estudiada. (1,5 puntos).
  - d. Los estudiantes dan diversas respuestas. Entre las potenciales respuestas está la capacidad de obtener alimento. Aquellos individuos con menor masa corporal no pudieron, por ejemplo, resistir un periodo de ayuno prolongado, en tanto que los que tenían una mayor masa necesitaban una mayor cantidad de alimento para sobrevivir y, en su ausencia, desaparecieron. Aquellos individuos que estaban en un equilibrio entre los recursos y su capacidad de resistencia fueron los sobrevivientes. (1,5 puntos).

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es comprender cómo los procesos de selección natural y la evolución pueden llevar a la formación de nuevas especies. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar en los estudiantes los conocimientos necesarios para comenzar el estudio de la lección.
- Focalice la atención de sus alumnos en la ilustración (diferentes tipos de pinzones) de la página. Pregúnteles: ¿qué observan?, ¿por qué se relaciona cada tipo de pinzón con una parte específica del árbol? ¿Qué creen que sucedería si todas las especies de pinzones se alimentaran de las mismas estructuras del árbol? ¿Qué podrían inferir en relación con la competencia por el recurso?
- Complemente la ilustración de la página con la siguiente información: **1.** Pinzón de árboles altos (*Camarhynchus psittacula*); **2.** Pinzón de manglar (*Camarhynchus heliobates*); **3.** Pinzón carpintero (*Camarhynchus pallidus*); **4.** Pinzón curruca (*Certhidea olivacea*); **5.** Pinzón de las islas Cocos (*Pinaroloxias inornata*); **6.** Pinzón pequeño de tierra (*Geospiza fuliginosa*); **7.** Pinzón mediano de tierra (*Geospiza fortis*); **8.** Pinzón grande de tierra (*Geospiza magnirostris*); **9.** Pinzón de tierra de pico afilado (*Geospiza difficilis*); **10.** Pinzón de cactus (*Geospiza scandens*); **11.** Gran pinzón de cactus (*Geospiza coninostris*); **12.** Pinzón vegetariano (*Camarhynchus crassirostris*); **13.** Pinzón de árboles pequeños (*Camarhynchus parvulus*); **14.** Pinzón de árboles medios (*Camarhynchus pauper*); **15.** Pinzón ancestral que se alimentaba de semillas; **A.** Se alimentan de insectos; **B.** Se alimentan de semillas; **C.** Se alimentan de semillas y partes de cactus; **D.** Se alimentan de brotes y frutas.
- Para trabajar la actividad propuesta, promueva que sus alumnos lleguen por sí solos a la relación entre la diversificación de los hábitos alimenticios y la generación de las diferentes especies. Cuando perciba que definen el concepto de especiación, sin conocer el concepto adecuado, puede darles la definición precisa, la cual se consolidará en las páginas siguientes.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- 1.** Los estudiantes responden de manera variada. Sin embargo, es esperable que utilicen los conceptos aprendidos en lecciones anteriores y hablen de presiones selectivas, además de procesos de divergencia génica y aumento de la variabilidad en poblaciones de aves. Entre las presiones de selección han de considerar el alimento, siendo este la principal razón en la modificación del pico de los pinzones.
- 2.** Las distintas formas de pico guardan relación con diferentes hábitos alimenticios, particularmente con el tipo de grano que consumen para su alimentación.



## Sugerencias de desarrollo de lección

- Inicie este tema desprendiendo las ideas concebidas en la Actividad 7. Coménteles que existen diferentes propuestas sobre la velocidad con la que ocurre el aislamiento reproductivo; unos proponen que las presiones selectivas separan las poblaciones y posteriormente, y de forma gradual, surgen las barreras reproductivas; entretanto, otros plantean que las barreras surgen rápidamente, iniciando el proceso de especiación.
- Enfatice en que no todos los procesos evolutivos desembocan en procesos de especiación; una misma especie puede cambiar a lo largo del tiempo, sin generar un cambio de especie. Para reforzar este aspecto pídale a sus estudiantes que realicen la **Actividad complementaria 2**.

### Actividad 5 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen que, en este caso, las especies mencionadas tienen un aislamiento de tipo conductual.
2. En este caso, las especies presentan aislamiento conductual químico.
3. Estas especies presentan aislamiento temporal estacional.

## Sugerencias de cierre de lección

- Indague en el conocimiento de las especies endémicas característica del país, como por ejemplo: el choroy, el picaflor de Juan Fernández, el zorro culpeo. Continúe con preguntas como: ¿de qué forma creen ustedes que surgieron estas especies? ¿Por qué solo se encuentran en Chile y no en otros países? ¿Existirá alguna relación con la geografía? ¿Existirá alguna similitud con lo que ocurrió en Galápagos? ¿La geografía será un factor determinante en las especies que habitan en el país? ¿Qué especies encontramos distribuidas en las zonas norte y sur del país? ¿Qué características debe tener un organismo que habita en el sur de Chile, a diferencia de uno que habita en el norte?
- Pida a sus estudiantes que profundicen en el conocimiento de las especies endémicas del país de distintos grupos, como plantas, animales, hongos, algas marinas, etc. Para esto, puede complementar con la información en línea que puede encontrar en el portal del Ministerio del Medio Ambiente: [www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-channel.html](http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-channel.html).

### Actividad 6 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes han de buscar en diversas fuentes el trabajo del meteorólogo y geofísico alemán Alfred Wegener. En su hipótesis inicial, Wegener conjeturaba que los continentes, considerando evidencias fósiles de la época, la aparente similitud entre flora y fauna entre diversas zonas del mundo y la forma actual de las masas de tierra, debieron estar unidos en el pasado remoto de la Tierra. De su trabajo se desarrolló posteriormente la teoría de la tectónica de placas.
2. Los estudiantes, conociendo el trabajo de Wegener y de la actual visión de la deriva de los continentes, indican que en el pasado, ambas masas de tierra se encontraban unidas y que debieron, en ese tiempo, poseer la misma flora.

## **Minitaller (Estilo de aprendizaje: teórico)**

Para profundizar sobre la especiación en *Liolaemus*, puede trabajar con el siguiente PDF: Diversidad de especies reptiles, de Hernán Nuñez, el que se puede descargar del siguiente [link](http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45205_recurso_1.pdf): [www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45205\\_recurso\\_1.pdf](http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45205_recurso_1.pdf)

Pida a sus estudiantes que investiguen sobre las especies de *Liolaemus* que estén presentes cerca de las zonas donde ellos viven y que con esto complementen la información del **Minitaller**.

### **Respuestas esperadas**

1. Los estudiantes infieren que el problema de investigación guardaba relación con las potenciales razones que dieron origen al elevado número de especies de este reptil presentes en el país.
2. Ellos propusieron que el proceso de especiación y radiación adaptativa se produjo debido a las glaciaciones que han existido en el territorio nacional.
3. Los estudiantes reconocen la especiación alopátrica como el mecanismo, dado que los cambios de hábitat y el aislamiento geográfico producto de la presencia de glaciares impidieron el flujo génico entre poblaciones.

## **Antes de seguir**

### **Respuestas esperadas**

1. Esto porque permiten la generación de nuevas especies a lo largo del tiempo.
2. La especiación simpátrica se relaciona con mecanismos de aislamiento reproductivo postcigóticos y precigóticos. En el caso de los mecanismos precigóticos, casos específicos pueden ser de tipo ecológico, temporal o estacional, mecánico o conductual. En la especiación alopátrica, los mecanismos de aislamientos son precigóticos y guardan relación con el aislamiento geográfico.
3. Los estudiantes explican cómo la selección natural opera en la especiación simpátrica, donde tenemos aislamiento reproductivo en poblaciones que comparten el mismo espacio, pero difieren en otras variables, como tiempo de reproducción, afinidad sexual, etc. En tanto, en la especiación alopátrica, la selección natural opera en el aislamiento geográfico y el escaso flujo génico entre poblaciones de una especie.
4. Estos procesos favorecen la aparición de nuevas variaciones genotípicas que pueden otorgar mejores posibilidades de sobrevivencia en un ambiente dado, al tiempo que aíslan reproductivamente a una población o grupo de organismos de otros de la misma especie.

### **Actividad complementaria 4**

Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Con cuál de los dos tipos de especiación se relaciona el aporte de la biogeografía como evidencia de la evolución? Explica.
2. Existe un tercer tipo de especiación llamada parapátrica. Averigua en qué consiste y explica a cuál de los dos tipos de especiación se asemeja más.

## Trabajo científico (páginas 200-201)

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. Los estudiantes indican que el problema que se busca responder es la proporción ancestral del factor Rh en las poblaciones prehispánicas de América.
2. Esto sirve para dimensionar el cambio producido en las frecuencias alélicas por la incorporación de los nuevos genotipos debido al proceso de deriva dado por la llegada de inmigrantes europeos.
3. Los estudiantes calculan los diferentes valores siguiendo el ejemplo dado. Destaque que el cálculo de las frecuencias de los genotipos es el resultado de la amplificación al cuadrado de un binomio, en donde cada término del binomio corresponde a la frecuencia de cada uno de los alelos y que la suma de sus proporciones ha de ser igual al 1 % o el 100 %.
4. Los estudiantes reconocen que esto se produce porque hay un cambio en las proporciones de cada alelo presente, el que ven representado como un evento de flujo génico entre poblaciones.
5. Los estudiantes evidencian que el flujo génico lleva a la homogeneidad entre poblaciones y que la incorporación de los nuevos individuos solo ha aumentado la frecuencia de su expresión, pero este ya estaba presente en la población.
6. Es importante dar un formato claro para la entrega de los informes en donde se explicita el problema y los objetivos del trabajo, se indique claramente la metodología y los resultados y las conclusiones sean claras y estén en directa relación con los objetivos planteados.

## Sugerencias para Divulgación científica (páginas 190-191)

### Actividad

#### Respuestas esperadas

3. La intolerancia a la lactosa es la incapacidad del organismo de catalizar la lactosa en sus componentes básicos, glucosa y galactosa. No se considera una enfermedad, puesto que es una condición que se acrecenta con el tiempo y guarda relación con una predisposición genética.
4. Los estudiantes explican cómo operaría la selección natural en cada situación, en donde, en ambos procesos, se favorece a los individuos que pueden consumir leche proveniente de otros organismos, dado que en ambos casos, la capacidad de consumir leche habría implicado un factor importante en la sobrevivencia de los individuos y su progenie.
5. Los estudiantes reconocen un proceso de selección natural direccional, en donde aquellos que presentaban el carácter fueron seleccionados por sobre otros miembros de la población que no presentaban el carácter.
6. Los estudiantes proponen diversas medidas, pero destacan la importancia de un alto consumo de este alimento en la infancia para favorecer la absorción de calcio en la formación apropiada de los huesos. Asimismo, los estudiantes indican la presencia en el mercado de formas tratadas de leche que están libres de lactosa, lo que permitiría el consumo sin los malestares propios en adultos que tengan hipolactasia.

## Organiza lo que sabes

### Respuestas esperadas

- Los estudiantes organizan los conceptos desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y la jerarquía del organizador serán variables y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, pueden agregar nuevos conceptos que no estén considerados en el listado entregado y que ellos consideren que guardan relación con los contenidos de la unidad.

## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes completan la tabla del siguiente modo:

Modo de acción	Tipo de aislamiento: Precigótico/postcigótico
Interrupción del desarrollo del híbrido.	Postcigótico
Especies emparentadas de una misma localidad explotan recursos distintos.	Precigótico
Los órganos copuladores de especies similares son incompatibles.	Precigótico
Los híbridos presentan esterilidad, por lo que no pueden reproducirse.	Postcigótico
Los gametos de especies distintas no pueden unirse, a pesar de que se encuentren.	Precigótico

- 2.

- a. En el caso de la especiación simpátrica, los estudiantes reconocen que se trata esencialmente de un aislamiento por barreras ecológicas, el que puede estar asociado a otros factores. En el caso de la especiación alopátrica, los estudiantes indican que se trata principalmente de un aislamiento geográfico, al que se le pueden sumar otros tipos de aislamientos. (2 puntos).
- b. Los estudiantes responden que esto puede ocurrir como resultado de una selección disruptiva, en donde un factor ecológico modifica el ambiente, generando que los fenotipos extremos diverjan entre sí y llevando, potencialmente, a la generación de nuevas especies. (2 puntos).
- c. Los estudiantes reconocen que la especiación ocurre como resultado del aislamiento reproductivo y la divergencia génica. De este modo, mientras no haya aislamiento reproductivo, no habrá divergencia génica, de manera que no se puede considerar la presencia de un proceso de especiación en tanto se considere el concepto biológico de especie en donde diferentes poblaciones aún pueden reproducirse y mantener un flujo génico entre ellas. (2 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 204-205)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador construido y complementan la información.

## Orientaciones para Evaluación final de la Unidad (páginas 206-209)

### Respuestas esperadas

#### 1.

- a. En el caso de la planta **A**, los estudiantes identifican su ambiente como un lugar donde hay poca luz, pero con temperaturas relativamente altas. (2 puntos).
- b. Las mutaciones de **B** resultan ventajosas cuando la planta está en condiciones donde hay mucha luz; sin embargo, la temperatura no es lo suficientemente alta para forzar la evaporación, por lo que no es necesaria la presencia de una cubierta de cera, puesto que el tamaño ya reducido de las plantas disminuye la pérdida de agua por transpiración. (2 puntos).
- c. La planta presentará el fenotipo típico de **B**, es decir, ausencia de cera y hojas delgadas. (2 puntos).
- d. Los estudiantes deducen que, potencialmente, las características de ambos padres se mezclarán generando múltiples combinaciones genotípicas que se expresarán en fenotipos distintos. Asimismo, estas permutaciones permitirán la multiplicación de ambos genotipos. (2 puntos).
- e. Estos procesos permiten el aumento de la variabilidad de las poblaciones, permitiendo la aparición de nuevas características que pueden ser beneficiosas o no para la supervivencia de los individuos y, con esto, de las poblaciones. (2 puntos).

#### 2.

- a. Las frecuencias se han modificado desde la llegada de la población inmigrante. (2 puntos).
- b. En este caso se evidencia un mecanismo de la evolución, el flujo génico. (1 punto).
- c. No, puesto que las poblaciones seguirían aisladas reproductivamente, aunque compartiendo una zona geográfica. (2 puntos).

**3.**

- a.** Los estudiantes indican que la caza de lobos generó un cuello de botella poblacional, en donde un reducido número de genotipos pudieron transmitir su información genética a su progenie. (2 puntos).
- b.** Los estudiantes caracterizan el evento como la disminución forzada del número de genotipos, donde se asume que solo aquellos que sobrevivieron la presión de selección, por ser más aptos, pudieron generar descendencia. (2 puntos).
- c.** Los estudiantes explican que esto es improbable dado que, por deriva génica, es esperable que algunos genotipos se fijaran, mientras que otros desaparecieran, puesto que pocos individuos portaban todo el bagaje génico de la especie. (2 puntos).

**4.**

- a.** Los estudiantes reconocen que a una baja o alta masa corporal existe una mayor mortalidad infantil. (1 punto).
- b.** De acuerdo al gráfico, los estudiantes deben reconocer el bajo peso o masa corporal como el carácter menos ventajoso. (1 punto).
- c.** Este tipo de selección es estabilizadora. Los estudiantes observan que los fenotipos que se escapan de la media tienen mayores presiones de selección. Los estudiantes pueden agregar potenciales causas para esto, como problemas de formación y maduración de órganos internos, etc. (2 puntos).

**5.**

- a.** El grupo **C**, con machos con colas de 64 centímetros. (1 punto).
- b.** Dan cuenta de selección intersexual, puesto que son los miembros del género opuesto los que generan la presión de selección sobre los machos. (2 puntos).
- c.** Los estudiantes reconocen esta selección como una selección direccional, puesto que se seleccionan aquellos individuos que salen de la media en relación con el largo de sus colas, en tanto que los con tamaños promedio y bajo el promedio son menos seleccionados. (2 puntos).
- d.** Los estudiantes pueden proponer diferentes escenarios, pero es esperable que propongan que, en ausencia de individuos con colas sobre 50 cm, también haya una selección direccional hacia los individuos con colas de 50 cm. (2 puntos).

**6.**

- a.** Han surgido dos poblaciones porque las han aislado reproductivamente de manera forzada, lo que ha generado una deriva génica, evidenciable en la proporción de genotipos. (2 puntos).
- b.** Era esperable que el flujo génico hubiera operado homogeneizando las proporciones de los fenotipos, a menos que apareciera otra presión de selección. (2 puntos).
- c.** Potencialmente, encontraríamos proporciones génicas de alelos responsables del tiempo de maduración en diferente proporción entre ambas poblaciones. (2 puntos).
- d.** Las respuestas son variables, pero es esperable que, en general, consideren posible esta propuesta, puesto que el aislamiento reproductivo se da dentro del mismo espacio físico, producto de una selección que es disruptiva en la población. (2 puntos).





## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

- 1.** ¿Qué características se requieren para que ocurra la biodiversidad de las especies?
  - A.** Que ocurra proceso evolutivo.
  - B.** Que exista variabilidad genética entre los organismos.
  - C.** Que exista recombinación genética en la meiosis.
  - D.** Que en una misma población existan organismos fenotípicamente diversos.
  - E.** Todas las anteriores.
  
- 2.** Si se comparan organismos con una gran capacidad de dispersión (desplazamiento) versus organismos sésiles, ¿cuál de los siguientes procesos debería ser más intenso?
  - A.** Mutación.
  - B.** Coadaptación.
  - C.** Recombinación genética.
  - D.** Deriva génica.
  - E.** Flujo genético.
  
- 3.** De las siguientes barreras de flujo génico, ¿cuáles corresponden a mecanismos postcigóticos?
  - I.** Diferencias estructurales de los órganos reproductores.
  - II.** Generación de organismos infértiles.
  - III.** Variaciones del comportamiento en época reproductiva.
  - IV.** Muerte del cigoto antes de llegar a término.
    - A.** Solo I.
    - B.** Solo II.
    - C.** Solo III.
    - D.** II y III.
    - E.** II y IV.





4. ¿Qué características son parte de la selección natural?
- Es un mecanismo no azaroso.
  - Requiere de diferencias solo en el fenotipo.
  - Los caracteres deben ser heredables.
  - Es un mecanismo que funciona al azar.
- Solo I.
  - Solo II.
  - Solo III.
  - I y III.
  - I, II y III.
5. ¿Cuál de las siguientes características no corresponde a la selección sexual?
- Es un tipo de selección natural.
  - Opera entre organismos de distinto sexo.
  - Tiene relación con la obtención de pareja para el apareamiento.
  - Se reconocen dos tipos: intrasexual e intersexual.
  - No se relaciona directamente con la supervivencia de los organismos.
6. Lee el texto y responde:
- En una pradera habita una población de cabras silvestres. Para la característica del tamaño de sus ubres existen dos alelos: ubres pequeñas y ubres grandes (ambos tipos cumplen la función de amamantar a sus crías). Al momento de escapar de los depredadores, las cabras de ubres grandes tienen problemas para movilizarse, al contrario de las cabras con ubres pequeñas.
- ¿Qué característica se transmitirá con mayor probabilidad a las generaciones futuras?, ¿por qué?
  - ¿De qué manera actúa la variabilidad genética en este caso?
  - ¿Cómo manipularías la descendencia de las cabras, si tu objetivo fuera la producción de leche?; ¿sería un proceso de selección natural?, ¿por qué?
7. En relación al concepto de selección natural, ¿Cuál de las siguientes alternativas es correcta?
- La selección natural opera al azar, según el medioambiente en el cual habita una población.
  - La selección natural favorece a los organismos más viejos y resistentes de una población.
  - La selección natural puede actuar solo sobre las características fenotípicas de los organismos que conforman una población.
  - La selección natural hace que una población se adapte a un ambiente estable.
  - La selección natural opera directamente sobre los genes de una población.



## El efecto cuello de botella

### Antecedentes

Un fenómeno relacionado con la deriva génica es el denominado efecto cuello de botella. Este sucede cuando una población disminuye su variación genética debido a eventos de disminución en su número de miembros. El cuello de botella simboliza algún factor que reduce el tamaño poblacional.

### Pregunta problema

Luego de una disminución del tamaño poblacional, solo un grupo de los individuos sobrevive, y con ellos, su información genética. ¿Es posible cuantificar el efecto de cuello de botella?

### Materiales

- un puñado de lentejas
- un puñado de arroz
- un puñado de porotos
- un puñado de garbanzos
- una botella plástica limpia

### Estrategias de contrastación y resultados

1. Organícense en grupos y cuenten el número de cada tipo de semillas que utilizarán.
2. Pongan las distintas semillas dentro de la botella y mezclen su contenido.
3. Rápidamente, volteen la botella por 1 o 2 segundos.
4. Cuenten cuántas semillas de cada tipo salieron.
5. Registren sus resultados en una tabla como la siguiente:

	Primera tirada (Generación 1)	Segunda tirada (Generación 2)	Tercera tirada (Generación 3)
Arroz			
Porotos			
Garbanzos			
Lentejas			

6. En la botella vacía, coloquen el doble de la cantidad de cada una de las semillas que contaron.
7. Vuelvan a voltear la botella y cuenten las semillas que salieron dos ocasiones más.
8. Repitan todo el procedimiento tres veces.
9. Grafiquen sus resultados.

### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Comenten y respondan en conjunto las siguientes preguntas:

1. En este ejercicio, ¿qué representan las diferentes semillas?, ¿y la botella?
2. ¿Qué ocurre con el número de semillas de cada tipo al término de las repeticiones?, ¿hay semillas en mayor número que otras?, ¿hay algún tipo de semilla que no haya salido de la botella?
3. ¿Cómo explicarías los resultados en el contexto de la evolución de la población y la deriva génica?



## Lectura complementaria

### Dimorfismo sexual y uso del espacio del lagarto *Microlophus atacamensis*, una especie del norte de Chile

En la mayoría de los grupos de animales, las diferencias morfológicas entre diferentes géneros, o dimorfismo sexual, particularmente en el tamaño del cuerpo, son un fenómeno común. Además, de esta diferencia, si machos o hembras son de mayor tamaño, difiere entre grupos de animales: en vertebrados los machos constituyen normalmente el sexo de mayor tamaño.

Se han propuesto varios mecanismos que expliquen estas diferencias, como la mortalidad diferencial entre sexos y tasas de crecimiento diferentes. Sin embargo, selección natural y selección sexual continúan siendo los mecanismos que mejor explican el dimorfismo sexual.

*Microlophus atacamensis* es un lagarto que vive en la zona intermareal de Chile, entre Antofagasta y Huasco, alimentándose de algas, pequeños crustáceos, moluscos e insectos. Entre sus características destaca el tener una organización social de tipo poligínica: un macho se aparea con varias hembras. Observaciones previas indicaban que existía dimorfismo sexual y que había una segregación espacial de los individuos en relación con su rango etario y su sexo. En este sentido, se observó que aparentemente los machos usaban microhabitats altos sobre roqueríos o acumulaciones de piedras de mayor tamaño y, por lo tanto, mayor disponibilidad de luz solar y mayor cercanía a las fuentes de alimento.

Para verificar si existía dimorfismo sexual y si individuos del mismo sexo segregaban espacialmente de la misma manera, los investigadores midieron en el campo especímenes de esta especie, en diversos puntos de la costa norte de Chile y evaluaron si estos pertenecían a adultos o juveniles, además de calcular un índice de dimorfismo, identificando su distribución espacial en las zonas costeras. De los datos obtenidos, los investigadores concluyeron que los machos eran significativamente más grandes que las hembras. Asimismo, observaron que solo el grupo etario determinaba la distribución espacial: los juveniles se encontraban únicamente en la arena, en tanto que los adultos de ambos sexos no usaban este sustrato normalmente; sin embargo, se observan hembras adultas en periodo de ovoposición en este sustrato. Finalmente, los autores argumentan que las diferencias morfológicas entre machos y hembras no están relacionadas con el uso del espacio, por lo que la selección sexual parece ser la mejor explicación para estas diferencias.

Fuente: Vidal, M., Ortíz, J.C. y Labra, A. (2002). *Sexual and age differences in ecological variables of the lizard Microlophus atacamensis* (Tropiduridae) from northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 283-292.

#### Trabaja con la información

1. Define en tus propias palabras qué es la selección sexual y qué potenciales alcances tiene en organismos sociales.
2. ¿Qué estrategias llevarías a cabo para probar que la selección sexual es la mediadora del dimorfismo sexual en *Microlophus atacamensis*?
3. Con este trabajo, ¿se comprobó la observación de la distribución espacial de los sexos para esta especie?

## Bibliografía sugerida

---

- Curtis, H. y Barnes, N.S. (2008). *Biología* (7 ed.). Edición. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Futuyma, D.J. (2005). *Evolution*. Estados Unidos: Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Manríquez, G. y Rothhammer, F. (1997). *Teoría moderna de la evolución*. Santiago de Chile: Amphora Editores.
- Purves, W. (2009). *Vida. La Ciencia de la Biología* (8 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Villee, C.A. (1996). *Biología* (8 ed.) México: McGraw-Hill.

**Solucionario Prueba** 

---

1. A
2. E
3. E
4.
  - A. Se transmitirá con mayor probabilidad el alelo de las ubres pequeñas, ya que las cabras con grandes ubres tienen problemas para escapar de los depredadores.
  - B. Hay una disminución de la variabilidad genética, porque se reduce el número de cabras de ubres grandes con la consecuente reducción en la presencia del alelo en la población.
  - C. Se favorecería el cruzamiento de cabras de ubres grandes para generar un mayor número de individuos con esta característica. No es un proceso de selección natural, sino artificial, dado que no habría una presión selectiva actuando sobre el alelo.
5. B
6. D
7. C

# Unidad 6

# ADN y biotecnología

## Propósito de la Unidad

En esta unidad se espera que los estudiantes conozcan los fundamentos químicos de la información genética que origina, mantiene y perpetúa la vida. A través del desarrollo de la unidad, los estudiantes reconocerán, entenderán y explicarán las relaciones existentes entre genes, proteínas y fenotipo. Además, los estudiantes conocerán las investigaciones científicas acerca del genoma en los distintos seres vivos y, particularmente, del ser humano. Utilizando la indagación científica, a través de toda la unidad, se darán cuenta del impacto que tiene sobre los seres humanos la manipulación del material genético y sus connotaciones bioéticas. Se espera que los estudiantes sean capaces de desarrollar respuestas éticas integradas, con base científica confiable.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Analizar y argumentar sobre controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel, identificando las posibles razones de resultados e interpretaciones contradictorias.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Comprender la naturaleza y estructura molecular del material genético, el tipo de información que contiene, cómo esta se expresa a nivel celular y del organismo completo, y las implicancias sociales y ético-morales de las aplicaciones de la ingeniería genética.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Elaboración de informes de investigación bibliográfica con antecedentes empíricos y teóricos sobre debates actuales de interés público (por ejemplo, el calentamiento global o la clonación).
- Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.

- Descripción del modelo de la doble hebra del ADN de Watson y Crick, la universalidad del código genético y su relevancia en la replicación y transcripción del material genético desde el gen a la síntesis de proteínas.
- Establecimiento de relaciones entre mutación, proteínas y enfermedad, analizando aplicaciones de la ingeniería genética en la salud, tales como la clonación, la terapia génica, y la producción de hormonas.

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Promover el desarrollo de hábitos de higiene personal y social, el desarrollo físico personal en un contexto de respeto y valoración de la vida y el cuerpo humano, y el cumplimiento de normas de prevención de riesgos.
- Incentivar el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Promover las habilidades de investigación, que tienen relación con identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.
- Desarrollar las habilidades comunicativas, que se vinculan con exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.
- Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio ético que reconoce que “todos los seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, dotados de razón y conciencia, deben comportarse fraternalmente los unos con los otros” (Declaración Universal de Derechos Humanos, Artículo 1º). En consecuencia, conocer, respetar y defender la igualdad de los derechos esenciales de todas las personas, sin distinción de sexo, edad, condición física, etnia, religión o situación económica.
- Respetar y valorar las ideas y creencias distintas de las propias, en los espacios escolares, familiares y comunitarios, con sus profesores, familia y pares, reconociendo el diálogo como fuente permanente de humanización, de superación de diferencias y de acercamiento a la verdad.
- Buscar y acceder a información de diversas fuentes virtuales.
- Utilizar aplicaciones para representar, analizar y modelar información y situaciones para comprender y/o resolver problemas.
- Evaluar la pertinencia y calidad de la información de diversas fuentes virtuales.
- Interactuar en redes virtuales de comunicación, con aportes creativos.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.</li> <li>Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>Elaboración de informes de investigación bibliográfica con antecedentes empíricos y teóricos sobre debates actuales de interés público (por ejemplo, el calentamiento global o la clonación).</li> <li>Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.</li> <li>Descripción del modelo de la doble hebra del ADN de Watson y Crick, la universalidad del código genético y su relevancia en la replicación y transcripción del material genético desde el gen a la síntesis de proteínas.</li> <li>Establecimiento de relaciones entre mutación, proteínas y enfermedad, analizando aplicaciones de la ingeniería genética en la salud, tales como la clonación, la terapia génica, la producción de hormonas.</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Cómo es la molécula de ADN?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composición y estructura del ADN y las investigaciones que permitieron su descubrimiento.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 2:</b> ¿Cómo se hereda el ADN?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos moleculares involucrados en la replicación del ADN y sus etapas.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 3:</b> ¿Cómo se expresa la información del ADN?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de la expresión del fenotipo por parte del ADN. Transcripción del ADN.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 4:</b> ¿Cómo se sintetiza un polipéptido?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis de polipéptidos producto de la traducción del ADN.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 5:</b> ¿Qué es el Proyecto del Genoma Humano?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antecedentes, desarrollo y principales conclusiones del Proyecto Genoma Humano, incluidas sus potenciales consecuencias.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 6:</b> ¿Qué puede ocurrir si se altera tu ADN?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de mutaciones que pueden afectar la expresión génica.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 7:</b> ¿Qué es la biotecnología?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicaciones y efectos del conocimiento de la expresión génica y la universalidad del código genético.</li> </ul>	



Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 212).</li> <li>Antes de seguir (pág. 215).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la composición química, estructura y función del ADN.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 216).</li> <li>Antes de seguir (pág. 221).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar la importancia de la replicación del ADN y el rol de las enzimas que participan en el proceso.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 222).</li> <li>Antes de seguir (pág. 227).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar el proceso de transcripción y su regulación.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 228).</li> <li>Antes de seguir (pág. 231).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 1 a 4 (pág. 234).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir el proceso de traducción y la universalidad del código genético.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 236).</li> <li>Antes de seguir (pág. 237).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los alcances biológicos y éticos del Proyecto Genoma Humano basándose en conocimientos científicos.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 238).</li> <li>Antes de seguir (pág. 241).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir y clasificar, según diferentes criterios, las mutaciones y sus efectos.</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 242).</li> <li>Antes de seguir (pág. 247).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 5 a 7 (pág. 250).</li> <li>Evaluación final de la unidad (pág. 254).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar las aplicaciones de la ingeniería genética y opinar acerca de su impacto en la sociedad, basándose en datos científicos.</li> </ul>	<b>1</b>

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer la estructura de la molécula de ADN como contenedora de la información que organiza y forma a los seres vivos. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden características funcionales del ADN en las células.
- Contextualice el trabajo de Griffith explicando que las bacterias, además de su membrana plasmática, están cubiertas de una pared celular compuesta de azúcares y que es producida por la membrana plasmática. Funcionalmente, ayuda a las bacterias a adherirse a su sustrato y las protege de la desecación y de ser fagocitadas por otros organismos. Comente a los estudiantes que los neumococos con paredes producen colonias lisas y brillantes; en cambio, los que carecen de ella producen colonias rugosas de apariencia opaca. Las letras S y R se utilizan para identificar cada cepa de bacterias. Estas letras son las iniciales de liso y rugoso en inglés (*smooth* y *rough*, respectivamente).

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen diferentes estructuras de la célula representada, entre ellos el núcleo, los mitocondrias, las vesículas asociadas al retículo endoplasmático, el aparato de Golgi, la membrana plasmática, el citoesqueleto, etc.
2. Los estudiantes deben considerar en sus respuestas que no solo hay ADN en el núcleo, sino también en mitocondrias y en plastidios de células vegetales.
3. Los estudiantes indican que el ADN es la molécula encargada de almacenar la información esencial del organismo, tanto para su organización como para su mantención.
4. Los estudiantes deben recordar que los cromosomas solo son visibles durante la condensación del material genético en la mitosis y la meiosis.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

- a. En **A** se inyecta un extracto de cultivo de células S vivas a una rata. Esta muere. Este es un experimento control de la toxicidad de las cepas S. En **B**, se inyecta un extracto de cultivo de células R vivas a una rata; la rata permanece viva. Este es un experimento control de la inocuidad de la cepa R. En **C**, se inyecta un extracto de cultivo de células S muertas a una rata, la que sobrevive. Este experimento demuestra la inocuidad de las cepas S muertas. En **D**, se inyecta un extracto de cultivo de células R vivas y células S muertas; la rata muere, y ella se encuentran células S vivas. Con este experimento, se espera demostrar la existencia de una sustancia que transforma las células, la que se denomina principio transformante.
- b. En este caso, los estudiantes reconocen que es alguna propiedad de la célula S viva la que causa la muerte de la rata, por lo tanto cuando esta célula muere, no hay efecto dañino para el hospedero.

- c. Los estudiantes dan diversas respuestas; entre ellas, pueden indicar que se esperaba que las células R fueran encontradas en la rata muerta, puesto que estas fueron anteriormente caracterizadas como inocuas en el experimento **B**.
- d. Los estudiantes dan diversas respuestas; pueden señalar que las células S no revivieron, sino que algo transformó las células R vivas en células S. Es esperable que concluyan que si un cambio de este tipo se produjo en las células R, probablemente será transmitido a la descendencia.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Sugiera a sus estudiantes que modelen la estructura de un nucleótido con plastilina y palitos de fósforos. Indíqueles los colores que deben utilizar para cada molécula, por ejemplo: amarillo para la pentosa, blanco para el grupo fosfato y cuatro colores distintos para las bases nitrogenadas. La idea es que esta simbología sea común para todo el curso y que desarrollen modelos semejantes. Siguiendo los modelos presentados en el texto, pida a cada estudiante que elabore diferentes bases nitrogenadas con el fin de representar diferentes nucleótidos.

## Sugerencias de cierre de lección

- Ejemplifique la forma en que se enrolla el ADN, elaborando junto con sus estudiantes una escalera hecha de alguna fibra, como lana o cordel, y trozos de madera. Cada una de las hileras corresponderá a una hebra de ADN, y en sus extremos indique si es 5' o 3'; en tanto los trozos de madera cruzados corresponderán a los enlaces de los nucleótidos. Una vez hecho esto, pida a dos estudiantes que sostengan los extremos, mientras enrolla la escalera. Pida a otros dos estudiantes que sostengan el otro extremo de la escalera, explicando la disposición de las bases en la doble hélice.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes dibujan los probables pasos seguidos por Avery para llegar a dilucidar que es el ADN el agente transformante del estudio de Griffith. Entre los pasos, consideran la inclusión de grupos control, los que son utilizados para controlar que la variable cambiada es la que efectivamente generó la respuesta. Los estudiantes pueden esquematizar diferentes placas con cultivos de neumococos de cepa R, a los que separadamente agregaron la solución de proteínas, y otro donde agregaron el ADN de las cepas S, en tanto una tercera placa ha de mantenerse sin agregar nada, o agregando una solución en la que no hay ni ADN ni proteínas de la cepa S.
2.
  - a. Los estudiantes reconocen que el ADN está formado por dos hebras de nucleótidos, las cuales son complementarias entre sí. Sin embargo, las direcciones de cada hebra son contrarias.
  - b. Los estudiantes explican que las uniones entre G y C están formadas por 3 puentes de hidrógeno, lo que hace que se requiera más energía para la separación de esas bases. Por su parte, las uniones entre A y T están mediadas por solo 2 puentes de hidrógeno, por lo tanto se requiere menos energía.

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 216-221)

### Sugerencias de inicio de lección

1. El objetivo de esta lección es conocer la replicación del ADN y su relación con la mantención de la continuidad de la información genética. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden elementos esenciales del ciclo celular relacionados con la duplicación y replicación del ADN.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen en el gráfico que G1 corresponde al estado de crecimiento celular normal, que S es la fase de síntesis donde se duplica el material genético y G2 la fase donde se continúa la síntesis de proteínas y ARN, la que finaliza en la fase M o de mitosis.
  - a. La cantidad de ADN esperada al término de S es el doble de la normal de la célula, en este caso 4c.
  - b. Los estudiantes reconocen que el ADN se duplica durante la fase S.
  - c. Porque se produce la generación de dos células hijas que tienen la cantidad necesaria de ADN para regular sus funciones y permitir su supervivencia.
2. En todos los organismos sirve para la reproducción de la célula parental. En organismos unicelulares puede significar la única forma de transmisión del material genético, en tanto que en organismos pluricelulares permite la generación de tejidos y crecimiento de órganos u otras estructuras complejas.
3. Los estudiantes describen la capacidad de las enzimas de activar y acelerar procesos que si bien ocurrirían de manera natural, necesitan ser ejecutados de manera rápida y continua en las células.

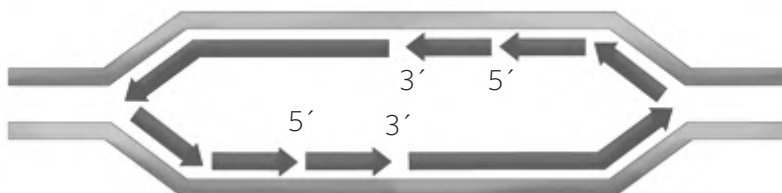
### Sugerencias de desarrollo de lección

- Explique que, si bien la hebra de ADN sintetizada es complementaria a la hebra molde, la copia de esta generará una réplica de la original. Como ambas hebras se replican a la vez, cada hebra molde quedará apareada con su copia. Por este motivo, se dice que la replicación es un proceso semiconservativo.
- Indíqueles que para extender el ADN, la ADN polimerasa requiere el extremo 3'-OH del nucleótido. La ADN polimerasa utiliza un nucleósido 3-P, el cual libera un pirofosfato (Ppi) del cual deriva un nucleótido que establece un enlace fosfodiéster con el carbono 3'.

## Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que las células hijas no serían factibles porque no contarían con toda la información genética necesaria para ser viables en el tiempo.
2. Los estudiantes indican que la replicación es semidiscontinua puesto que una de las hebras, la retrasada, se replica de manera intermitente dentro de la burbuja de replicación, en tanto la hebra conductora se replica de manera continua. Es bidireccional, porque la hebra es copiada en ambas direcciones, y dependiendo del punto de origen y del modo en que se vea, una hebra puede ser tanto discontinua como continua. Finalmente, se dice que la replicación es semiconservativa ya que las hebras originales forman parte de cada una de las dobles hebras resultantes de la replicación.
3.
  - a. El evento esquematizado, la replicación, ocurre durante la fase S del ciclo celular.
  - b. Los estudiantes deben identificar una burbuja de replicación con sus dos horquillas.
  - c. Los estudiantes indican que se trata de una replicación en eucariontes, ya que es posible considerar la presencia de varios orígenes de replicación. En comparación, procariontes solo tienen un origen de replicación.
  - d. Los estudiantes completan el esquema de la siguiente manera:



## Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que esto se debe a que los fármacos genotóxicos bloquean la replicación de células que tienen una alta tasa de replicación, como ocurre con las células cancerígenas. Sin embargo, estos también pueden afectar otras células que normalmente tienen una alta tasa de recambio, como las células del epitelio del tracto digestivo o las células relacionadas al sistema inmunológico que se originan en la médula ósea.
2. Al bloquear la replicación de células sanas se pueden generar respuestas de compensación, como la sobreproducción de glóbulos blancos, los que en una gran cantidad pueden comenzar a reconocer células sanas como células dañinas, por lo que se puede gatillar una respuesta autoinmune.
3. Los estudiantes dan diversas respuestas y es esperable que compartan su propia experiencia con personas enfermas de cáncer y el modo en que este tipo de afecciones pueden modificar la calidad de vida. Sin embargo, es importante que consideren la importancia del autocuidado en relación al consumo de alcohol y tabaco y los efectos que estos pueden tener.

## Sugerencias de cierre de lección

- Para profundizar en el proceso de replicación, invite a sus estudiantes a que investiguen sobre la acción específica de las ADN polimerasas I, II y III. Asimismo, apoye los contenidos de la lección mediante la **Actividad complementaria 1**.

### Minitaller (Estilo de aprendizaje: activo y pragmático)

- Es importante indicar que si bien el material obtenido a simple vista no luce como los modelos discutidos en estas lecciones, el producto resultante corresponde a una forma condensada de ADN en donde, si pudieran hacer una observación mucho más cercana y aumentada, podríamos observar la estructura de la doble hélice de manera muy compactada. (Ver taller pág. 196)

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1.

- a. Los estudiantes destacan la importancia de la replicación en la transmisión de la información genética desde las células parentales a las células hijas. En el caso de organismos unicelulares, corresponde normalmente a la única forma de reproducción, en tanto que, en organismos pluricelulares, permite el desarrollo, crecimiento y reparación de tejidos.
- b. Los estudiantes indican que esto sucede por la incorporación de nuevos nucleótidos desde los extremos 5' a 3'. Una de las cadenas solo puede ser completada de manera saltatoria, mientras que la otra, desde el origen de replicación, puede ser copiada de manera continua.
- c. Los estudiantes utilizan la clave presentada en la página 226 y completan la cadena continua con los siguientes nucleótidos: G-T-C-G-A-A-C-G. Es importante destacar que esta es una clave gráfica que solo tiene fines didácticos y que en ningún caso corresponde a una representación fidedigna de la apariencia de los nucleótidos en la naturaleza.

2. El orden correcto es: girasa - helicasa - proteína SSB - ADN primasa - ADN polimerasa - ADN ligasa.

#### Actividad complementaria 1

Investiga acerca de uno de los siguientes temas y prepara una breve presentación de lo aprendido:

1. Formación e importancia de los fragmentos de Okazaki.
2. Replicación en las bacterias termófilas y su empleo en biotecnología.
3. Genes homeóticos: ¿qué son y qué puede pasar si mutan?
4. Mutaciones: ¿de qué depende que sean positivas o negativas?

## Orientaciones de trabajo Lección 3 (páginas 222-227)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer la expresión de la información contenida en el ADN. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden diferencias entre células eucariontes y procariontes, así como características y funciones de ribosomas y ácidos nucleicos.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes dan múltiples características que diferencian a estos organismos. Entre las más destacables está la ausencia de una pared celular en procariontes. Además, estos organismos normalmente poseen su ADN formado por una doble hebra covalentemente cerrada, carecen de organelos membranosos, como mitocondrias o cloroplastos y tienen una constitución diferente de ribosomas en relación a los presentes en organismos eucariontes.
2. Los ribosomas son los encargados de sintetizar polipéptidos a partir de la información genética del ADN que les es transmitido por el ARN mensajero.
3. Los estudiantes deben indicar que las unidades moleculares de los ácidos nucleicos son los nucleótidos, los cuales están formados por una pentosa, que es un azúcar de 5 carbonos, un grupo fosfato y una base nitrogenada.
4. Los estudiantes destacan entre las semejanzas que ambas están formadas por nucleótidos y que se encuentran en hélice, con uniones 5' -3'. Entre las diferencias, pueden indicar que el ADN es de doble hélice, en tanto el ARN es de hélice simple, y que los nucleótidos que las forman se diferencian en una pirimidina (timina en ADN por uracilo en el ARN).
5. Los estudiantes indican que los pares asociados son C-G (citosina - guanina) y A-T (adenina - timina).
6. El ADN, en células eucariontes, es posible de ser encontrado en el núcleo, así como dentro de mitocondrias, las que tienen su propio ADN, o en cloroplastos en las células vegetales. En estas células, el ARN normalmente está presente en el citosol, pero también se encuentra en el núcleo, mitocondrias, cloroplastos, citosol, etc. En células procariontes, el ADN se halla de manera libre en el citosol, al igual que el ARN.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Pida a sus estudiantes que observen la ilustración de la página 223 e intenten explicar lo que entienden de ella; dirija la observación con preguntas tales como: ¿qué indicará que las esferas de precursores se observen primero en el núcleo celular y luego en el citoplasma? Luego de realizado este ejercicio, lea la página en conjunto con el curso y pregúnteles: ¿por qué en el experimento de pulso y caza se usó uracilo radiactivo?
- Recuérdeles que, a partir del experimento de pulso y caza, se descubrió que existía un intermediario entre el ADN y las proteínas: el ARN. Con este y otros descubrimientos se establece posteriormente el dogma central de la biología molecular, el que es tratado en la siguiente lección.

## Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes observan que los puntos rojos del esquema corresponden al nucleótido uracilo, específico de ARN, marcados con radioactividad.
2. La secuencia transcrita será 5'ACGACAGUA3'.
3. Los estudiantes indican que la girasa permite la liberación de la tensión de torque de la doble hebra de ADN, en tanto que la helicasa separa las hebras, permitiendo la acción de la ARN polimerasa II, que se encarga de la síntesis del ARN mensajero.
4. El promotor es una secuencia de ADN que permite la unión de un factor de transcripción, el que facilita la unión de la ARN polimerasa con el sitio de inicio, que a su vez es el punto donde se une la polimerasa y comienza la transcripción.
5. Los estudiantes responden que una mutación en estas secuencias puede significar que la transcripción continúe, puesto que no existiría una señal de término. Del mismo modo, algunos pueden señalar que es posible que, siendo la secuencia de término en cierto grado variable, esta mutación sea inocua en el proceso, es decir, no afecte la señal de término de la transcripción.
6. Las combinaciones pueden ser: exón 2-exón 3; exón 1-exón 2-exón 3; exón 3 - exón 1, etc. Es importante indicarles que el cambio en el orden de los exones pueden determinar cambios en el polipéptido que se genere finalmente.

### Sugerencias de cierre de lección

- Un error frecuente es que en el lenguaje corriente se confunda el genoma con el código genético. Destaque que el código genético es la forma en que son interpretados los codones en la síntesis de polipéptidos por los ribosomas.
- Elabore otras secuencias de ADN que deban ser transcritas por los ribosomas. Asegúrese de incluir codones de término en las secuencias generadas, para constatar si los estudiantes reconocen la importancia de estos fragmentos.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que durante la maduración del ARNm ocurre el corte de intrones y el empalme de exones. Este proceso permite cortar los intrones, que no codifican, y el empalme de exones en diferentes combinaciones para permitir la transcripción de diferentes polipéptidos. Luego, para que el ARNm pueda salir del núcleo de células eucariontes, se le añade una cola de nucleótidos de adenina, denominada cola poli-A.
2. La membrana plasmática de la célula diana es permeable a las hormonas esteroidales, estas se unen a un receptor citoplasmático con el que pueden llegar hasta el núcleo y mediar en la acción de los factores de transcripción, o bien actuar como tales.



- 3.** Los estudiantes indican que el código genético es universal pues casi todos los organismos utilizan la misma combinación de nucleótidos que se codifican para un mismo aminoácido. Además, se caracteriza como degenerado pues de todas las posibles combinaciones de nucleótidos, solo se codifican 20 aminoácidos.
- 4.** Los estudiantes infieren que es la combinación de aminoácidos la que da la caracterización propia a cada proteína.
- 5.**
  - a.** 5' AAU GGC AAC UGG ACG ACA GUA 3'
  - b.** Asn - Gly - Asn - Trp - Thr - Thr - Val.
- 6.** Los estudiantes pueden indicar que la transcripción en procariontes es un proceso más sencillo, puesto que no implica el proceso de inclusión de una cola de adeninas en el ARNm ya que no necesita traspasar membranas. Por otro lado, en procariontes tampoco hay un corte de intrones. Finalmente, los estudiantes pueden destacar que no existe especialización celular en procariontes, por lo que toda célula es totipotencial y la regulación general de la transcripción es en cierto grado más simple.

## Orientaciones de trabajo Lección 4 (páginas 228-231)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer la traducción de la información contenida en el ADN, desde nucleótidos hasta la formación de un polipéptido. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden la estructura de proteínas y ribosomas.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes reconocen la presencia de 4 cadenas polipeptídicas.
  - b. Los estudiantes observan que se necesitaron 2 ARNm maduros diferentes para su síntesis, dado que la hemoglobina está formada por 2 tipos de subunidades, las que están en doble copia.
2. Los estudiantes indican que, si bien todas las proteínas están formadas por aminoácidos, su diferenciación está en el orden que estos tengan. Este, además, permite organizaciones tridimensionales más complejas, lo que se denomina estructura terciaria. Finalmente, la unión de diferentes polipéptidos puede entregar una funcionalidad distinta a la cadena de polipéptidos. La unión de diferentes cadenas de polipéptidos con estructura terciaria es lo que se denomina estructura cuaternaria.
3. Los estudiantes indican que las proteínas son fabricadas en el citoplasma, que es donde es posible encontrar a los ribosomas, encargados del proceso.
4. Los estudiantes, utilizando el cuadro del código genético presentado en la lección anterior, responden que la posible secuencia de ADN de la cual se transcribieron estos aminoácidos sería 5' - AGA(o G)ACA (o G)ATA(o C, G, T) -3'. Con este ejercicio, los estudiantes podrán verificar la degeneración o redundancia del código genético, en donde, por ejemplo, la combinación de los nucleótidos UC puede codificar, independiente de la tercera posición, en el aminoácido serina (Ser).

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Señale que el ARN ribosomal se sintetiza y madura en el nucléolo y que entre un gen y el siguiente puede haber miles de bases. Destaque que hasta hace un tiempo se creía que solo cerca del 3% del genoma transcribía para genes codificantes, en tanto que al ADN restante se le denominaba "ADN basura". Enfatice que actualmente esta noción ha cambiado pues existen múltiples evidencias que indican que no todo el ADN está codificando al mismo tiempo y que dependiendo de las necesidades del organismo, distintas zonas son activadas. Asimismo, indique que existen zonas del ADN que sirven como marcadores para la unión de promotores o inhibidores de la transcripción o replicación y que su ausencia pueden bloquear o hacer mucho más lenta la respuesta de los organismos.
- Pida a sus estudiantes que desarrollen un diagrama de flujo que represente la transformación de la información contenida en el ADN hasta la síntesis de un polipéptido. Deben mencionar pasos y elementos importantes como la traducción y la replicación, y la complementación de anticodones en el ARN de transferencia en el ARN mensajero.

## Sugerencias de cierre de lección

- Invite a los estudiantes a visitar la siguiente página en la que podrán aplicar el código genético, transcribiendo y traduciendo una secuencia de ADN hasta la síntesis de una cadena peptídica. <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/dna/transcribe/>

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes entregan definiciones para cada uno de los conceptos solicitados. El enlace peptídico lo definen como el enlace que se genera entre diferentes aminoácidos formando un polipéptido. El codón corresponde a la secuencia de ARN mensajero de 3 bases que codifica para un aminoácido específico. El anticodón corresponde a la secuencia de ARN complementaria al ARN del codón y permite la unión del ARN de transferencia al ARN mensajero. Los sitios A y P corresponden a los sitios en la estructura cuaternaria de los ribosomas que permiten la unión del ARN de transferencia al ARN mensajero para así facilitar la traducción.
2. La secuencia de ADN complementaria es 3' - TACTCCCTCTACAGT - 5'. Y la secuencia de anticodones, UAC ACC GUC UAC AGU.
3. El cloranfenicol se une a la subunidad mayor de los ribosomas bacterianos, impidiendo la iniciación de la transcripción.
4. Los estudiantes señalan que la transcripción permite la síntesis, de ADN a ARN. Asimismo, señalan que en el caso de los retrovirus, el proceso puede ser inverso, a partir de ARN se pueden transcribir ADN. La traducción tiene como resultado la generación de polipéptidos que pueden tener una función biológica.
5. Las aminoacil - ARNt - sintetasas permiten la unión específica de los aminoácidos a los sitios aceptores de aminoácidos de los ARNt.

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. Los estudiantes deben señalar que el objetivo de la investigación es determinar si la replicación del ADN era conservativa, semiconservativa o dispersa.
2. Los estudiantes indican que la utilización del nitrógeno es necesaria para la elaboración de las bases nitrogenadas que forman parte de los nucleótidos en las moléculas de ácido desoxirribonucleico y ribonucleico.
3. Los estudiantes reconocen al tubo control como un elemento necesario en la interpretación de los datos, dado que permite la comparación de los datos obtenidos al modificar una de las variables; en este caso, el paso de una generación a otra en presencia de nitrógeno 14 y 15.
4. La ventaja radica en la velocidad del ciclo celular de estos organismos, así como la aparente simplicidad de su aparato de replicación.
5. Los estudiantes indican que los resultados hubieran sido distintos, debido a los sistemas de autorreparación de las ADN polimerasas presentes en células eucariontes.
6. Los estudiantes completan el cuadro dibujando 4 doble hebras de ADN, dos de ellas completamente azules, lo que representa la presencia de uno de los isótopos de nitrógeno utilizado.
7. Los estudiantes advierten que si se tratara del modelo dispersivo, deberían observarse una o varias bandas de ADN, en lugar de solo dos: de acuerdo al modelo dispersivo, las nuevas hebras tienen, en parte de su longitud, fragmentos de las secuencias modelo parentales, por lo que la incorporación variable de fragmentos iniciales, implicaría la incorporación variable de nucleótidos nuevos marcados con los isótopos de nitrógeno.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 234-235)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos seleccionados desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Para comprobar el grado de comprensión de los estudiantes, pida que describan procesos como la traducción o la transcripción utilizando su organizador.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

#### 1.

- a. Los estudiantes reconocen los diferentes elementos solicitados en la figura. Consideran la conformación de los grupos carbonados en purinas y pirimidinas, así como el número de enlaces que tienen los nucleótidos para formar pares complementarios (C y G, A y T). (1 punto).
- b. Los estudiantes indican que se refiere a la cualidad de que cada una de las hebras está formada por la unión de nucleótidos en sentidos inversos, es decir, las uniones de una de las hebras es en dirección 5' a 3', en tanto que la hebra complementaria es 3' a 5'. (1 punto).
- c. La secuencia complementaria es AATCGACGT. (1 punto).

#### 2.

- a. Frederick Griffith: sus experimentos con ratas y cepas de *Streptococcus pneumoniae* permitieron el descubrimiento de la transformación bacteriana. (1 punto).
- b. Oswald Avery: descubrió que es el ADN el principio transformante descubierto por Griffith, dilucidando que era esta molécula la que permitía la transmisión del material genético. (1 punto).
- c. Rosalind Franklin y Maurice Wilkins: sus trabajos en el estudio de la molécula de ADN, con ayuda de rayos X, permitió a Watson y Crick el desarrollo de su modelo de doble hélice del ADN. (1 punto).
- d. Erwin Chargaff: cuantificó las purinas y pirimidinas de distintas especies y determinó que la cantidad de nucleótidos de pirimidinas es igual que la de nucleótidos de purinas,  $(T+C) = (A+G)$ , es decir, que la cantidad de T es igual a la de A y la de G igual a la de C en todas las especies que investigó. (1 punto).
- e. James Watson y Francis Crick: postularon el actual modelo de la doble hélice del ADN, con sus uniones covalentes entre A y T, y G y C. (1 punto).

**3.**

- a.** Los estudiantes advierten que la replicación es semiconservativa porque las hebras originales sirven de molde para las doble hebras resultantes, siendo cada una de las hebras originales parte de las resultantes. Se considera bidireccional porque la replicación avanza en ambas direcciones cuando se abre una burbuja de replicación. (1 punto).
- b.** Los estudiantes señalan que la replicación ocurre durante la fase S del ciclo celular y su importancia radica en que permite la transmisión del material genético a las células hijas resultantes de la mitosis. (1 punto).
- c.** Los estudiantes indican que la girasa permite la liberación de la tensión de torque de la doble hebra de ADN, en tanto que la helicasa separa las hebras, permitiendo la acción de las ADN polimerasas, que se encargan de la inclusión de nuevos nucleótidos a medida que se copia la hebra modelo del ADN. Finalmente, las primasas permiten la incorporación de secuencias partidoras al inicio de las horquillas de replicación, permitiendo la acción de las ADN polimerasas. (2 puntos).

**4.**

- a.** En la célula eucarionte el proceso ocurre en el citoplasma, y se produce un polipéptido. (1 punto).
- b.** La principal enzima que participa es la ARN polimerasa II. (1 punto).
- c.** Son proteínas que regulan la transcripción al activar o inhibir la transcripción, permitiendo que la ARN polimerasa reconozca el sitio de inicio de la transcripción. (2 puntos).
- d.** En células eucariontes, la fase de maduración permite el corte de las zonas no codificantes del ARN transcrito, posibilitando una correcta traducción posteriormente. (2 puntos).

**5.**

- a.** La traducción del ARN mensajero ocurre en los ribosomas del citoplasma. (1 punto).
- b.** El ARNr es constitutivo de los ribosomas, que son las estructuras citoplasmáticas que actúan como catalizadores de la unión de aminoácidos. Los ARNt son los encargados de traducir la información del ARNm. Finalmente, las aminoacil-ARNt-sintetasas permiten la unión específica de aminoácidos con sus respectivos ARNt para efectuar la traducción del ARNm. (1 punto).
- c.** Se dice que es redundante porque de las 64 posibles combinaciones de 3 codones usando los 4 nucleótidos del ARN, solo se asocian 20 aminoácidos. Esto permite que más de una combinación codifique para un aminoácido, lo que provoca que mutaciones o variaciones en la secuencia de ARNm, con relación al ADN original, no modifiquen el polipéptido resultante. (2 puntos).
- d.** Los estudiantes elaboran diferentes combinaciones utilizando el código genético presentado en las lecciones anteriores con relación a los aminoácidos mencionados, teniendo en cuenta que los anticodones de ARN se unen a los codones de ARN de manera complementaria, siendo los nucleótidos A, U, C y G. Por otro lado, los nucleótidos de los tripletes de ADN han de tener timina en lugar de uracilo. (2 puntos).

## Orientaciones de trabajo Lección 5 (páginas 236-237)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer los antecedentes y desarrollo del Proyecto del Genoma Humano. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden contenidos relativos a genoma, genes y proteínas.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.

- a. Los estudiantes señalan que el genoma es toda la información genética de un organismo contenida en su ADN o ARN.
- b. Los estudiantes indican que en eucariontes, los genes se pueden encontrar en el núcleo y en mitocondrias. En células vegetales, también se pueden encontrar en los plastidios.
- c. Los estudiantes señalan que el genoma es el conjunto de los genes de un organismo, los que codifican para proteínas (polipéptidos) que permiten la expresión del fenotipo en su relación con el ambiente.
- d. Los estudiantes indican que no existe una proporcionalidad directa entre el número de genes y el tamaño del genoma. Como ejemplo, pueden tomar a *D. melanogaster* y *C. elegans*. Este último tiene un tamaño genómico menor que *D. melanogaster*, pero casi un tercio más de genes codificantes.
- e. Los estudiantes reconocen que si bien el tamaño del genoma se relaciona con una supuesta mayor complejidad en los organismos, la mayor relación se basa en el número estimado de genes que codifican en estos organismos y, a partir de ellos, el número de proteínas que potencialmente interactúan en el organismo.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Coménteles que, a partir del Proyecto Genoma Humano (PGH), se desarrollaron dos nuevas disciplinas: genómica y proteómica, que tienen como tarea dar sentido a la información del genoma humano estudiando los genes, sus funciones y las proteínas que se generan a partir de ellos.
- Propóngales que investiguen acerca de estas dos disciplinas y muestren algunos de sus descubrimientos.

### Sugerencias de cierre de lección

- Organice un debate, eligiendo estudiantes que defiendan una postura a favor del proyecto y otro grupo de estudiantes en contra, actuando usted como mediador. Es más desafiante para los estudiantes si los destina a un grupo opuesto a su opinión, o invierte la posición que le corresponde defender a cada grupo pasado un tiempo del debate.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

- 1.** Los estudiantes deben indicar que la expresión significa identificar las secuencias de cada una de las bases nitrogenadas que forman parte del ADN humano, tanto del nuclear como del mitocondrial.
- 2.** Los estudiantes observan que el conocimiento de la secuencia del genoma permitiría la identificación de los genes que codifican para proteínas y, posteriormente, la caracterización de las funciones de estas en el organismo.
- 3.** Las respuestas de los estudiantes son variables. Es importante generar posiciones valóricas responsables en relación al conocimiento y potencial uso de la información genética de las personas.
- 4.** Los estudiantes señalan que al conocer el genoma, es posible conocer las diferentes proteínas encargadas de diferentes procesos, lo que permitiría encontrar curas para diferentes enfermedades, además de mejorar las capacidades de los medicamentos que se elaboran actualmente.
- 5.** Los estudiantes infieren que la información sobre el genoma permitiría bloquear la división descontrolada de las células cancerígenas, además de facilitar la reparación del tejido dañado.



## Orientaciones de trabajo Lección 6 (páginas 238-241)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer los tipos de mutaciones y algunas de sus causas. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar conocimientos relacionados.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Una mutación es cualquier cambio aleatorio en el ADN de un organismo.
2.
  - a. Los estudiantes argumentan que la radiación solar está relacionada directamente con la aparición de cáncer a la piel, producto del efecto de la radiación ultravioleta en la cadena de ADN, ya que esta es absorbida por las bases pirimidinas generando dímeros de estos nucleótidos, normalmente timina.
  - b. A partir del gráfico, los estudiantes sostienen que la tasa de cáncer a la piel aumenta con la edad, por lo que se puede asumir un efecto acumulativo de la radiación ultravioleta en la piel.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Refuerce la idea de que una mutación ocurre producto de un daño o error no reparado de la información genética y que, si afecta al material genético de los gametos, se transmite a través de las generaciones. Este cambio puede ocurrir espontáneamente o puede ser inducido por agentes físicos, químicos o biológicos.
- Pregunte ¿cómo es que ciertos componentes del humo del cigarrillo producen cáncer?, ¿cómo podemos disminuir el riesgo de contraer cáncer?

### Sugerencias de cierre de lección

- Pida a sus estudiantes que junto con un compañero, investiguen sobre distintos tipos de cáncer y confeccionen una cartilla de información para compartirla con el curso o exhibirla en el diario mural. Indíqueles que deben incluir las medidas y conductas de prevención posibles de adoptar para evitar la ocurrencia de estas afecciones.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Secuencia de bases normal: CAC; secuencia de bases mutada: CTC.
2.
  - a. I. ARNm: UAUCGUGGUGAGAU A, aminoácidos: Tyr-Arg-Gly-Glu-Ile.  
II. ARNm: UAUCGUCCUGAGAU A, aminoácidos: Tyr-Arg-Pro-Glu-Ile.  
III. ARNm: UAUCGUGGUGAAAU A, aminoácidos: Tyr-Arg-Gly-Glu-Ile.
  - b. Los estudiantes deben señalar que las mutaciones en la secuencia II sí tendrán un efecto en el fenotipo, con un potencial cambio en la actividad o capacidad de actuar del polipéptido resultante. En el caso de la mutación III, esta es inocua porque no se cambia la secuencia de aminoácidos transcritos.
  - c. Mutaciones puntuales inocuas.
3.
  - a. Los estudiantes indican que este tipo de mutación no es transmitido a la descendencia.
  - b. La mutación fue causada por la radiación ultravioleta sobre el ADN de las células de la piel, a modo de un agente mutagénico físico.
4.
  - La fenilcetonuria es una enfermedad hereditaria resultado de una mutación perjudicial y puntual. Síndrome de Turner es una enfermedad genética causada por una mutación genómica en donde la persona tiene un solo cromosoma sexual X.
  - Síndrome de Klinefelter es una enfermedad genética, genómica, que corresponde a la presencia de más de una copia del cromosoma X o Y en hombres, generando cariotipos del tipo 47 XXY, 48 XXXY, 48 XYY, y 49 XXXXY.
  - Hemofilia es una enfermedad genética causada por una mutación cromosómica en el cromosoma X que impide la elaboración de un factor de coagulación de la sangre. Las distintas formas de hemofilia se relacionan con la incapacidad de codificar diferentes factores.

## Orientaciones de trabajo Lección 7 (páginas 242-247)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es entregar antecedentes sobre los potenciales usos del conocimiento que se tiene del ADN y de la expresión de los genes. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden contenidos relacionados a procesos de replicación, transcripción y traducción del ADN en procariontes y eucariontes.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes explican el proceso de la recombinación genética, es decir, la inclusión de ADN de una especie en el genoma de otra. En el proceso mostrado, se ejemplifica la generación de insulina animal por células bacterianas.
  - b. Los estudiantes, recordando contenidos de unidades anteriores, señalan que la baja producción de insulina es una de las causas de la diabetes, por lo que un proceso como este podría ayudar a la producción de insulina en personas que sufren de esta enfermedad.
  - c. Los estudiantes indican que sí se puede considerar como un experimento biotecnológico.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Coménteles que en la actualidad existen múltiples técnicas de manipulación del material genético; entre ellas está la reacción en cadena de la polimerasa (PCR): esta técnica permite amplificar *in vitro* pequeños segmentos de ADN específicos, obteniendo miles de millones de copias del segmento de ADN en pocas horas. La PCR se ha empleado, por ejemplo, en el Proyecto Genoma Humano y en el proceso de creación de organismos transgénicos.
- La ingeniería genética ha sido siempre fuente de inspiración para la ciencia ficción, destacando en muchos casos los potenciales problemas éticos relacionados al mejoramiento genético o la segregación entre personas con “mejores” o “peores” genes. Invítelos a ver películas como *Gattaca*, de Andrew Niccol (1997), o *La Isla*, de Michael Bay (2005), para discutir las implicancias de la biotecnología en el diario vivir, así como el respeto por las diferencias.

### Sugerencias de cierre de lección

- Profundice los contenidos de la lección con ayuda de la **Actividad complementaria 2**. En la corrección del informe considere indicadores como los siguientes: que la información contenida sea conceptualmente correcta; que contenga introducción, marco referencial, conclusiones y bibliografía; que sea presentado con orden y limpieza.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes preparan una lista de los productos que consuman, tomando como ejemplos los nombrados en la lección. Es esperable que indiquen gran cantidad de alimentos, vegetales y animales, así como subproductos (leche sin lactosa, yogurt, queso, manjar, mermeladas, etc.).
2. Los estudiantes identifican que la universalidad del código genético permite la incorporación de genes foráneos en el genoma de otros organismos, dado que si no fuera así, la traducción de las cadenas polipeptídicas no sería igual a las originales, lo que derivaría en que perderían su funcionalidad.
3. La biotecnología tradicional abarca técnicas empíricas sin fundamentos científicos. En tanto, la biotecnología moderna está basada en los actuales conocimientos de biología molecular, la estructura y la función del ADN, y la universalidad del código genético.
4. Entre las razones que los estudiantes entreguen están: la simplicidad de su mecanismo de transcripción y traducción, en donde no necesitan un marcado especial (cadena poli-A) para que los ARNm salgan del núcleo; su cultivo a gran escala no requiere de grandes espacios; forman parte de una serie de procesos tradicionales, como la coagulación de la leche para la producción de yogurt.
5. Los estudiantes deducen que el conocimiento del genoma permite identificar las zonas de los cromosomas y los genes que participan en diferentes procesos en las células del organismo. De este modo, es posible generar copias de estos genes que permitan la corrección de la enfermedad causada por las copias presentes en el individuo.
6. Los estudiantes consideran tanto los ejemplos mencionados en la lección, así como los de la pregunta 1. Por ejemplo, la resistencia a herbicidas de algunas plantas, lo que permite que, ante la presencia de estos compuestos, no mueran, lo que es útil durante el crecimiento, porque así los agricultores pueden rociar los cultivos para evitar el crecimiento de otras plantas y así darles exclusividad de los recursos.
7. Los estudiantes entregan variadas respuestas, pero estas han de considerar riesgos para la biodiversidad, como pérdida de especies nativas por no poder competir o la transferencia horizontal de genes. Por otro lado, han de considerar los peligros económicos que podría generar el uso indiscriminado de estos productos.
8. Los estudiantes indican que la clonación reproductiva busca obtener individuos genéticamente idénticos entre sí, mientras que la reproducción terapéutica busca producir tejidos u órganos para trasplantes.

9. Los estudiantes discuten las diferentes proposiciones teniendo en consideración los contenidos discutidos en esta lección. Importante es destacar la importancia del respeto por las personas que puedan estar aquejadas de alguna enfermedad y que esto no las hace diferentes del resto, destacando el principio de la igualdad universal de los seres humanos. Asimismo, presente las posiciones de diferentes grupos activistas que promueven el no consumo de organismos transgénicos, así como la limitación de su uso. En oposición, destaque el aumento de la producción de ciertos alimentos que ha evitado hambrunas o la aparición de enfermedades en grandes poblaciones humanas. Alternativamente, invite a sus estudiantes a que profundicen en estos temas utilizando diversas fuentes y que generen un debate en donde opongan posiciones, actuando como mediador entre las opiniones.
10. Los estudiantes generan un listado en donde comparan los pro y contra presentados. Hacer hincapié en los aspectos valóricos relativos a los temas planteados y los potenciales peligros que puedan tener asociados.

### Actividad complementaria 2

Constituye un grupo con otros estudiantes e investiguen qué organismos han sido modificados genéticamente, qué genes se les han incorporado y con qué finalidad. Elaboren un informe que considere las técnicas empleadas para conseguir la transferencia de genes.

## Sugerencias para Divulgación científica (páginas 248-249)

### Actividad

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes redactan diversas maneras de explicar estos procesos, considerando siempre la correcta presentación de los conceptos. Es esperable que utilicen diferentes comparaciones y símiles para dar a entender el tema. Los estudiantes deben destacar que es un proceso complejo y que permite un rango de posibilidades, pero que no cura todas las afecciones de una persona.
2. Los estudiantes reconocen que son los hombres de 19 a 25 años de estratos económicos bajos los que tienen mayores probabilidades de desarrollar una adicción al alcohol. En sus hipótesis deben integrar variables que expliquen lo observado que sean medibles u observables.
3. Las posiciones de los estudiantes son variadas, pero de manera general han de reconocer los efectos positivos que tendría en la sociedad la utilización de técnicas de este tipo para mejorar la calidad de vida de las personas, además de evitar la propagación de problemas de salud pública. Asimismo, es posible que destaquen los potenciales problemas valóricos y religiosos relacionados a la utilización de este tipo de técnicas y destacar que su uso no está orientado al "mejoramiento" de las personas, sino que a evitar las afecciones ocasionadas, por ejemplo, por el consumo crónico de alcohol.

## Organiza lo que sabes

### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen su organizador gráfico categorizando los conceptos presentados desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y jerarquía del organizador será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Los estudiantes pueden incluir nuevos conceptos relacionados a las últimas lecciones, complementando del listado.

## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

#### 1.

- a. Las respuestas son variables, pero los estudiantes deben tener en consideración los alcances técnicos necesarios para cumplir con este proyecto, así como los potenciales problemas éticos y valóricos relacionados, siempre en el marco de reconocer la igualdad entre todas las personas, independientes de su origen, religión o pensamiento. (3 puntos).
- b. Los estudiantes reconocen la importancia de tener comités de esta índole para que regulen proyectos en donde el uso de estas técnicas pueda ser beneficioso solo para un grupo o que busquen la segregación entre personas. Proyectos de este tipo siempre deben ser elaborados en el marco del beneficio mayor para las personas y de fomentar la igualdad entre los individuos. (3 puntos).

#### 2.

- a. Los estudiantes indican que las mutaciones permiten el aumento de la variabilidad de los individuos, permitiendo la creación de nuevas variaciones en los genotipos, que codifican en fenotipos, los que pueden ser potencialmente beneficiosos para la descendencia de estos individuos. (1 punto).
- b. Los estudiantes pueden dar un listado de afecciones, tomando en consideración los diferentes tipos de mutaciones discutidas. Pueden incluir mutaciones puntuales, cromosómicas o genómicas. (2 puntos).
- c. Entre los agentes mutagénicos físicos pueden mencionar las radiaciones UV, rayos X; entre los químicos ciertos preservantes y colorantes usados en los alimentos, el alcohol y componentes del humo del tabaco; y entre los biológicos mencionan virus y transposones. Entre las medidas de prevención pueden mencionar el uso de bloqueadores solares, evitar el consumo de alcohol y tabaco, entre otros. (2 puntos).

**3.**

Situación	Según sus efectos en el fenotipo	Según el tipo celular afectado	Según la extensión de material afectado
El cariotipo de una mujer con síndrome de Turner es 45, X.	Perjudicial	Germinal	Genómica
Los hijos de una mujer hemofílica son hemofílicos.	Perjudicial	Germinal	Puntual
Una joven tiene una proteína que impide la acumulación de colesterol en sus arterias.	Beneficiosa	Somática	Puntual

**4.**

- a. La biotecnología tradicional abarca técnicas empíricas sin fundamentos científicos, en tanto que la biotecnología moderna utiliza el conocimiento que se ha adquirido en las últimas décadas sobre la expresión y regulación de la información genética. (2 puntos).
- b. Su importancia radica en que permite la inclusión de genes de una especie en otra sin que haya problemas en su traducción a una secuencia de aminoácidos y, por lo tanto, sin perder su funcionalidad. (2 puntos).
- c. Los estudiantes dan múltiples ejemplos en el mejoramiento de la calidad de vida humana. Entre ellos pueden destacar ejemplos relacionados a la generación de alimentos más resistentes, la creación de sustitutos a compuestos producidos en el organismo para personas con deficiencias y de curas para enfermedades o síndromes causados por fallas en la transcripción de genes codificantes. (2 puntos).
- d. Los estudiantes destacan potenciales riesgos para la biodiversidad, como la desaparición de variedades de plantas o la transferencia horizontal de genes; también riesgos económicos, como dependencia permanente de los agricultores de las semillas producidas por compañías biotecnológicas, el pago de patentes, o la incompatibilidad con el desarrollo de una agricultura limpia u orgánica. (2 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 252-253)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador construido.

# Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 254-257)

## Respuestas esperadas

1.
  - a. A- corresponde a un grupo fosfato del nucleótido, en tanto que C- corresponde a una base nitrogenada. (1 punto).
  - b. Pirimidinas y purinas. (1 punto).
  - c. Adenina y citosina corresponden a purinas, en tanto que timina y guanina corresponden a pirimidinas. (1 punto).
2. Los estudiantes eligen la opción de flechas antiparalelas, una doble hebra y la complementariedad entre A-T y G-C. (3 puntos).
3. Los estudiantes explican que el ADN contiene de manera codificada la información que lleva a la generación de proteínas y enzimas, las que catalizan las reacciones necesarias para mantener, desarrollar y reproducir a los organismos. Los estudiantes explican de manera somera la replicación, transcripción y traducción del ADN. (4 puntos).
4. Los estudiantes completan la tabla con la siguiente información (7 puntos):

Característica	Transcripción	Replicación
Lugar de la célula donde ocurre	Citosol	Núcleo
Cantidad de hebras copiadas	1	2
Etapas del ciclo celular en que ocurre	G1, S y G2	S
Enzima principal del proceso	ARN polimerasa II	ADN polimerasa
Enzimas comunes	Helicasa y girasa	Helicasa y girasa
Producto del proceso	ARN de simple hebra (ARNm)	Doble hebra de ADN
Importancia del proceso	Permite la expresión de la información contenida en los genes.	Permite la transmisión de la información genética.

5. Son proteínas reguladoras que permiten el reconocimiento del sitio de iniciación por parte de la ARN polimerasa, promoviendo o inhibiendo la transcripción. (2 puntos).
6.
  - a. No, la maduración del ARN ocurre solo en eucariontes.
  - b. Los exones poseen secuencias codificantes de aminoácidos, a diferencia de los intrones, que no poseen estas secuencias. Solo los exones son posteriormente traducidos.
  - c. En eucariontes, permite la salida de los ARNm desde el núcleo al citosol.
  - d. Esta capacidad permite que un gen codifique para más de una proteína, por lo que hace más eficiente su codificación.
  - e. Los estudiantes grafican múltiples combinaciones. Estas combinaciones pueden ser independientes de la posición de los exones; pudieron partir por el exón 3, continuar con el 1 y terminar con el 2.



- 7.** Los estudiantes indican que los ribosomas son los encargados de realizar la traducción, mientras que los ARNm llevan desde el núcleo la información codificada en el ADN. Estos elementos son leídos por los ribosomas, los cuales asocian a las cadenas de ARNm fragmentos conocidos como ARNt, que a su vez están asociados a aminoácidos específicos. Estos aminoácidos dentro de los ribosomas se unen formando cadenas de polipéptidos. Los sitios P y S permiten la unión de un anticodón sobre un codón del ARNm. La aminoacil ARNt sintetasa es la enzima que permite la unión de los ARNt con su aminoácido específico. (5 puntos).
- 8.**
- Los estudiantes, primero, traducen la secuencia de ADN en ARN para poder encontrar el codón de inicio AUG, que codifica para Metionina. (1 punto).
  - Los estudiantes, en la secuencia traducida, encuentran uno de los codones de término, en este ejemplo UAG. (1 punto).
  - La secuencia de aminoácidos es Met-Phe-Pro-Thr-Ile-Met-Pro-Leu-Ser-Arg-Leu-Phe-Asn. (2 puntos).
  - AUG UUC CCG ACC AUC AUG CCG CUG UCC CGU CUG UUC GAC UUC. (1 punto).
- 9.**
- Los estudiantes afirman que el resultado de la transcripción en la especie de mosca considerada sería la misma secuencia de aminoácidos, partiendo de la base de la universalidad del código genético. De este modo, la misma secuencia de nucleótidos debería codificar para la misma secuencia de aminoácidos. (2 puntos).
  - Existen dos opciones, si la mutación cambia la base G por A, la mutación es nula. Pero si el cambio es T por C, se cambia al aminoácido, de fenilalanina a leucosina, lo que puede implicar una pérdida de la funcionalidad de la proteína. (2 puntos).
- 10.** En su narración, los estudiantes deben tomar en cuenta el principio de que todos las personas son iguales en sus derechos, independiente de su origen, creencia o pensamiento. En esta actividad puede asociarse con el profesor de lenguaje para ayudar a los estudiantes en la redacción de sus trabajos. Estos pueden tener diversos estilos, pero siempre considerar de manera correcta la información contenida. (5 puntos).
- 11.** Los afiches o textos de los estudiantes deben estar orientados, en el primer caso, a la prevención del consumo de tabaco y sus efectos en el organismo. En el segundo caso, el afiche o texto debe estar orientado al fomento del respeto de las personas con síndrome de Down, informando de las causas de la afección. (5 puntos).
- 12.** Los estudiantes seleccionan una de las aplicaciones de la ingeniería genética más riesgosas y beneficiosas de acuerdo a su visión. Su elección debe estar fundamentada no solamente por el conocimiento técnico que tengan de estas, sino también por las implicancias sociales y biológicas de la manipulación genética. (7 puntos).



## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. La síntesis de proteínas está determinada por la información contenida en los genes, puesto que:
  - I. las proteínas están formadas por ADN.
  - II. la síntesis de proteínas ocurre en los cromosomas.
  - III. la secuencia de aminoácidos de una proteína depende de la secuencia de nucleótidos del gen.
  - IV. el cambio en la secuencia de nucleótidos de un gen modifica la secuencia de aminoácidos.
  - A. I y III.
  - B. II y IV.
  - C. I, III y IV.
  - D. II, III y IV.
  - E. III y IV.
2. Si un carácter fenotípico está determinado por la presencia del aminoácido glicina en la posición 120 de una proteína, entonces es correcto afirmar que este carácter:
  - A. se hereda de manera recesiva.
  - B. se hereda de manera dominante.
  - C. se hereda de manera codominante.
  - D. es hereditario.
  - E. no es hereditario.
3. Una mutación en un gen puede dar origen a:
  - A. la alteración funcional de una proteína.
  - B. la modificación en la forma de una proteína.
  - C. el bloqueo de una vía metabólica.
  - D. una enzima inactiva.
  - E. todas las alternativas anteriores.
4. Las enfermedades hereditarias se pueden originar de diferentes maneras. Sin embargo, no se puede heredar de los padres:
  - A. Una mutación que afecta la actividad de una enzima.
  - B. Un cromosoma menos.
  - C. Un cromosoma extra.
  - D. El quiebre de un cromosoma en una célula de la piel.
  - E. El quiebre de un cromosoma en una célula gamética.



5. La enzima peptidil transferasa cataliza la síntesis de enlaces entre aminoácidos, conocidos como enlaces peptídicos. Una mutación en el gen codificante de esta enzima provocaría un deterioro en el proceso de:
- A. transcripción.
  - B. traducción.
  - C. replicación.
  - D. corte de intrones y empalme de exones.
  - E. reparación del ADN.
6. Para conocer la secuencia exacta de una molécula de ARNm maduro, basta con conocer la secuencia de:
- I. el gen que lo codifica, incluyendo los intrones.
  - II. la proteína que es codificada por el ARNm.
  - III. el gen que lo codifica, excluyendo los intrones.
- A. Solo I.
  - B. Solo II.
  - C. Solo III.
  - D. I y II.
  - E. I, II y III.
7. Si un intrón no es eliminado durante el proceso de maduración del ARN en una célula del páncreas, tendría como consecuencia:
- I. la síntesis de un gen mutado.
  - II. un ARNm de secuencia diferente a la normal.
  - III. la síntesis de una proteína diferente.
  - IV. el origen de una enfermedad hereditaria.
- A. I y II.
  - B. II y III.
  - C. III y IV.
  - D. I y IV.
  - E. II y IV.
8. Dada la siguiente secuencia de aminoácidos: lisina-lisina-arginina-arginina. Una secuencia de ADN que codifica este polipéptido es:
- A. AAATTTAAATTT
  - B. TTTTTTGCGGCG
  - C. AAACCCGGGTTT
  - D. ATCATCATCGCGGCGGCG
  - E. AATT



### Biotecnología casera: fermentación de la levadura

#### Antecedentes

El mundialmente distribuido hongo unicelular *Saccharomyces cerevisiae* es el organismo que forma lo que conocemos normalmente como levadura. Esta puede ser tanto aeróbica como anaeróbica. Cuando está en presencia de oxígeno y de una fuente de carbohidratos, produce una gran cantidad de biomasa, liberando  $\text{CO}_2$  en el proceso. Sin embargo, en ausencia de oxígeno y en presencia de carbohidratos, reduce la producción de biomasa liberando grandes cantidades de  $\text{CO}_2$  y etanol, en un proceso conocido como fermentación alcohólica.

#### Materiales

- 1 termómetro
- 1 cucharada de levadura seca
- 1 cucharada de azúcar
- 1 globo
- 1 botella pequeña de vidrio de boca ancha
- 1 fuente

#### Estrategias de contrastación y resultados

1. Llena la botella con agua a  $37\text{ }^\circ\text{C}$  hasta la mitad y disuelve la levadura y el azúcar en ella.
2. Coloca la botella dentro de la fuente, la que tiene agua a  $37\text{ }^\circ\text{C}$  para mantener la temperatura del medio.
3. Conecta el globo a la boca de la botella. Asegúrate de que no se escape el aire.
4. Registra los resultados.

#### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Comenten y respondan en conjunto las siguientes preguntas:

1. ¿Qué gas es el que llena el globo?
2. ¿El globo comenzó a inflarse rápidamente cuando lo pusiste en la botella? Explica.
3. Indica los pasos que llevó a cabo la levadura para provocar la generación del gas que llenó el globo.
4. ¿Qué usos industriales y tecnológicos se realizan a partir de las capacidades aeróbica y anaeróbica de las levaduras?



## Taller de ciencias

### Protocolo de extracción de ADN de frutas y levaduras

#### Antecedentes

El ADN es la molécula fundamental de traspaso y mantención de la información genética. Sin embargo, esta molécula no se encuentra libre en la célula, ya que está normalmente asociada a diferentes proteínas que protegen su estructura.

#### Materiales

- el centro de una fruta, sin cáscara y sin semillas (plátano, manzana, kiwi, frambuesas u otra)
- alcohol de 96 ° (debe ser conservado frío en un refrigerador o enfriado en hielo)
- agua destilada
- detergente líquido
- sal de cocina
- una varilla de vidrio
- dos vasos de precipitado
- tubo de ensayo
- un colador
- un trozo de gasa
- pipeta

#### Estrategias de contrastación y resultados

1. Muele el centro de la fruta junto con un poco de sal. Mezcla un poco de agua con la pulpa molida y colócala en el vaso de precipitado.
2. Vierte 50 cc de agua destilada a la mezcla.
3. Agrega el detergente líquido y una pequeña cantidad de sal a la mezcla y agita sin generar espuma.
4. Pasa la mezcla de un vaso de precipitado a otro a través del colador, eliminando todos los fragmentos de mayor tamaño. Repite el procedimiento, pero esta vez usando la gasa.
5. Con ayuda de la pipeta, toma 10 cc de la solución y traspásala al tubo de ensayo.
6. Con la pipeta limpia, vierte 10 cc de alcohol frío sobre la solución del tubo de ensayo. Verás que se forman dos fases. Deja reposar por 10 minutos.
7. Con la ayuda de la varilla de vidrio, toma la sustancia de aspecto viscoso que se acumula en la zona de contacto de las dos fases en el tubo de ensayo.
8. El ADN aglutinado y deshidratado se condensa sobre sí mismo formando largas hebras, que es lo que le da el aspecto filamentososo al aglomerado de ADN que se acumula en el tubo.

#### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

1. Comenta y responde las siguientes preguntas:
2. ¿Qué función cumplen el detergente líquido y la sal en la extracción de ADN?
3. ¿El ADN obtenido es puro? Explica.
4. Prueba el protocolo con diferentes frutas, considerando proporciones semejantes de material inicial. ¿Se obtienen las mismas cantidades de ADN con todas ellas? Explica.



## Lectura complementaria

### Animales transgénicos: pasado, presente y futuro

Desde la demostración del primer animal transgénico en 1980, la ingeniería genética ha revolucionado todos los aspectos de la investigación biológica y biomédica. Desde entonces, se han generado de varios tipos de animales transgénicos, incluyendo vacas, cerdos, ovejas, cabras y conejos. Sin embargo, los primeros pasos hacia la generación de animales transgénicos ocurrió hace más de 30 años cuando se comenzó con la microinyección de ADN viral en estados embrionarios iniciales (2-8 células) de ratón. Las dificultades de esta técnica radicaban en que no todas las células resultantes integraban el ADN viral modificado en su genoma, lo que llevaba a la generación de organismos mosaico que expresaban parcialmente la característica deseada y raras veces podían transmitirla a su descendencia.

Hasta fines del siglo pasado, la generación de animales transgénicos involucraba la microinyección de pequeñas cantidades de ADN en el pronúcleo de un embrión de dos células, técnica conocida como microinyección pronuclear. En esta técnica se utilizaba un plásmido bacteriano modificado que contenía información específica sobre un gen de valor o que permitía bloquear una función. El problema con esta técnica era que la posibilidad de que la inserción de ADN foráneo en una célula que genera descendencia era bastante baja. Entre los genes que se esperaba introducir estaban genes que controlaban la productividad animal, por ejemplo, estimulando la producción de la hormona del crecimiento, o la búsqueda de soluciones biotecnológicas a problemas médicos humanos, como la producción de lisozima humana en la leche de bovinos.

A partir de 1952 se tenía en conocimiento la posibilidad de transferir el núcleo de una célula no adulta de una especie a un óvulo anucleado de la misma especie. Durante la década de los ochenta esta técnica se desarrolló exitosamente en diferentes animales al transferir el núcleo de una célula embrionaria a un óvulo anucleado. Pero no fue hasta el nacimiento de la oveja Dolly en 1997, que se desarrolló la técnica que permitiría la transferencia nuclear de una célula adulta a un óvulo anucleado. Uno de los grandes valores de haber desarrollado esta técnica de núcleos, es que vuelve más sencilla la potencial incorporación de material genético foráneo en otros organismos. Así, la incorporación de ADN foráneo con algún valor para el humano en los núcleos, previo a la introducción en el óvulo anucleado, aumentaría las posibilidades de que el carácter deseado sea expresado por el organismo.

El desarrollo de estas técnicas podría tener importantes implicaciones en mejorar características productivas de los animales o en la clonación de cerdos como fuentes de órganos para trasplantes. Aunque por el momento muchas de las aplicaciones de esta tecnología están orientadas principalmente a la industria farmacéutica y al mejoramiento agropecuario, es posible vislumbrar que rasgos tan complejos de manipular, como una mayor eficiencia en la conversión de alimentos y la resistencia a enfermedades, serán abordados con mayor facilidad gracias a esta tecnología.

Fuente: Felmer, R. (2004). *Animales transgénicos: pasado, presente y futuro*. Archivo de de medicina veterinaria 36(2): 105-117.

#### Trabaja con la información

1. ¿Qué efecto crees que ha tenido en la calidad de vida de las personas la utilización de las técnicas discutidas en el texto?
2. ¿Qué aspectos éticos crees que están asociados al uso de animales transgénicos como fuente de alimentación o como fuente de órganos para trasplante?
3. Aparte de los riesgos inherentes al uso de organismos transgénicos, ¿qué aspectos beneficiosos tiene el desarrollo de estas técnicas?

## Bibliografía sugerida

---

- Alberts, B., Bray, D., Lewia, J., Raff, M., Roberts, K. y Watson, J. (2004). *Biología molecular de la célula* (4 ed.). Barcelona: Ediciones Omega.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. (2008). *Biología* (7 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Lodish, H., Berk, A. y otros. (2003). *Biología celular y molecular* (4 ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Manríquez, G. y Rothhammer, F. (1997). *Teoría moderna de la evolución*. Santiago de Chile: Amphora Editores.
- Nelson, D. y Cox, M. (2000). *Leningher Principles of Biochemistry* (3 ed.). New York: Worth Publishers.
- Vilee, C.A. (1996). *Biología* (8 ed.). México: McGraw-Hill.

## Solucionario Prueba

---

1. E
2. D
3. E
4. D
5. B
6. C
7. B
8. B

# Unidad 7

# Inmunidad

## Propósito de la Unidad

El objetivo de esta unidad es estudiar los problemas de salud causados por infecciones. Se considera el análisis del mecanismo de acción de los antibióticos y el desarrollo de la resistencia bacteriana, así como también las principales características de algunas enfermedades virales: el hanta y el sida. Asimismo, se tratan los trastornos del sistema inmune, como las alergias, el rechazo a las transfusiones y trasplantes, y la autoinmunidad.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Analizar y argumentar sobre controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel, identificando las posibles razones de resultados e interpretaciones contradictorias.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Comprender las características esenciales de los mecanismos de defensa del organismo contra microorganismos y virus, sus alteraciones y el desarrollo y utilización de terapias preventivas y curativas para la erradicación y tratamiento de las principales enfermedades que afectan actualmente a la humanidad.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.
- Establecimiento de relaciones entre mutación, proteínas y enfermedad, analizando aplicaciones de la ingeniería genética en la salud, tales como la clonación, la terapia génica, la producción de hormonas.



- Análisis comparativo del sistema inmune innato (inespecífico) y del adaptativo (específico): origen, propiedades y componentes, incluyendo los anticuerpos, la selección clonal, la tolerancia inmunológica, la memoria y la especificidad.
- Explicación del funcionamiento de los mecanismos defensivos en el SIDA, las alergias, la autoinmunidad, los trasplantes de órganos y la inmunización artificial (vacunas), valorando el desarrollo de estas aplicaciones terapéuticas.

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Desarrollar hábitos de higiene personal y social en un contexto de respeto y valoración de la vida y el cuerpo humano; cumplimiento de normas de prevención de riesgos.
- Promover el conocimiento de sí mismo, de las potencialidades y limitaciones de cada uno.
- Fomentar el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Desarrollar las habilidades de investigación, que tienen relación con identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.
- Desplegar las habilidades comunicativas, que se vinculan con exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.
- Desarrollar las habilidades de análisis, interpretación y síntesis de información y conocimiento, conducentes a que los alumnos sean capaces de establecer relaciones entre los distintos sectores de aprendizaje; de comparar similitudes y diferencias; de entender el carácter sistémico de procesos y fenómenos; de diseñar, planificar y realizar proyectos; de pensar, monitorear y evaluar el propio aprendizaje; de manejar la incertidumbre y adaptarse a los cambios en el conocimiento.
- Valorar el carácter único de cada persona y, por lo tanto, la diversidad de modos de ser.
- Ejercer de modo responsable grados crecientes de libertad y autonomía personal y realizar habitualmente actos de generosidad y solidaridad, dentro del marco del reconocimiento y respeto por la justicia, la verdad, los derechos humanos y el bien común.
- Comprender y apreciar la importancia que tienen las dimensiones afectiva, espiritual, ética y social, para un sano desarrollo sexual.
- Participar solidaria y responsablemente en las actividades y proyectos del establecimiento, en la familia y en la comunidad.
- Buscar y acceder a información de diversas fuentes virtuales.
- Utilizar aplicaciones para representar, analizar y modelar información y situaciones para comprender y/o resolver problemas.
- Evaluar la pertinencia y calidad de información de diversas fuentes virtuales.
- Hacer un uso consciente y responsable de las tecnologías de la información y la comunicación.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.</li> <li>Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>Elaboración de informes de investigación bibliográfica con antecedentes empíricos y teóricos sobre debates actuales de interés público (por ejemplo, el calentamiento global o la clonación).</li> <li>Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.</li> <li>Análisis comparativo del sistema inmune innato (inespecífico) y del adaptativo (específico): origen, propiedades y componentes, incluyendo los anticuerpos, la selección clonal, la tolerancia inmunológica, la memoria y la especificidad.</li> <li>Explicación del funcionamiento de los mecanismos defensivos en el sida, las alergias, la autoinmunidad, los trasplantes de órganos y la inmunización artificial (vacunas), valorando el desarrollo de estas aplicaciones terapéuticas.</li> </ul>	<b>Lección 1:</b> ¿Cuáles son los principales microorganismos patógenos?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de los principales tipos de microorganismos patógenos (bacterias, virus, hongos, protozoos y priones).</li> </ul>	
	<b>Lección 2:</b> ¿Cuáles son nuestras defensas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías de ingreso.</li> <li>Defensas del organismo. Comparación entre inmunidad innata y adaptativa.</li> <li>Descripción de los componentes generales de la inmunidad innata y adaptativa</li> </ul>	
	<b>Lección 3:</b> ¿Qué hacen las células y moléculas del sistema inmune?	<ul style="list-style-type: none"> <li>La respuesta inmunológica. Participación de células y moléculas.</li> </ul>	
	<b>Lección 4:</b> ¿Cómo se desarrolla la respuesta inmune adaptativa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de la respuesta inmune adaptativa (respuesta humoral, respuesta celular).</li> <li>Memoria inmunológica.</li> </ul>	
	<b>Lección 5:</b> ¿Cómo podemos prevenir y tratar las enfermedades infecciosas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfermedades infecciosas (desarrollo, transmisión y prevención).</li> <li>Vacunación y tratamiento.</li> </ul>	
	<b>Lección 6:</b> ¿Qué sucede cuando se altera el sistema inmune?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipersensibilidad (alergias) y enfermedades autoinmunes.</li> <li>Inmunodeficiencias.</li> </ul>	
	<b>Lección 7:</b> ¿Cómo se puede evitar el rechazo de los tejidos trasplantados?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trasplante de órganos y rechazo inmune (transfusiones sanguíneas).</li> </ul>	

	<b>Instrumentos de evaluación</b>	<b>Indicador de evaluación</b>	<b>Tiempo estimado (horas pedagógicas)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 260).</li> <li>Antes de seguir (pág. 267).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterizar las principales categorías de agentes patógenos.</li> </ul>	<b>1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 268).</li> <li>Antes de seguir (pág. 275).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la interacción entre los agentes patógenos y los sistemas defensivos del organismo.</li> </ul>	<b>1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 276).</li> <li>Antes de seguir (pág. 283).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar en qué radica nuestra identidad molecular y las funciones de las principales células y moléculas que participan en la respuesta inmune.</li> </ul>	<b>1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 284).</li> <li>Antes de seguir (pág. 291).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 1 a 4 (pág.292).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar la correspondencia entre las cualidades de la respuesta adaptativa con las características del agente patógeno.</li> </ul>	<b>2</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 296).</li> <li>Antes de seguir (pág. 301).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la utilización de terapias preventivas y curativas para la erradicación y tratamiento de las enfermedades infecciosas.</li> </ul>	<b>1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 302).</li> <li>Antes de seguir (pág. 309).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar el funcionamiento de la respuesta inmune en las alergias, la autoinmunidad y el sida.</li> </ul>	<b>1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja con lo que sabes (pág. 310).</li> <li>Antes de seguir (pág. 313).</li> <li>Evalúo mi progreso Lecciones 5 a 7 (pág. 316).</li> <li>Evaluación final de la unidad (pág. 320).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar el funcionamiento de los mecanismos defensivos en los trasplantes de órganos y de sangre.</li> </ul>	<b>1</b>

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es identificar las principales categorías de microorganismos, describir su estructura básica y conocer los mecanismos que les otorgan la capacidad de producir enfermedades. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden características de las células eucariontes y procariontes, y de la estructura básica de los virus.
- Discuta con sus estudiantes que 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.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que las células eucariontes se caracterizan por tener organelos dentro de membranas, como las mitocondrias, el núcleo y, en el caso de las células vegetales, los plastidios, siendo los cloroplastos los más comunes. Los estudiantes, además, responden que los ribosomas de ambos tipos de células son diferentes, y que los procesos de replicación y transcripción operan de manera distinta.
2. Los estudiantes destacan que las células eucariontes comúnmente se multiplican por medio de la meiosis y de la mitosis, a diferencia de las procariontes, que solo lo hacen por fisión binaria. Los estudiantes recuerdan que la meiosis permite el aumento de la variabilidad de las líneas celulares producto de procesos como el entrecruzamiento de las cromátidas hermanas y la distribución al azar de los cromosomas homólogos en las células hijas.
3. Los estudiantes indican que los virus no son seres vivos porque carecen de la capacidad de automantenimiento propio de las células vivas. Junto con esto, señalan que los virus, para sobrevivir, necesitan el aparato molecular y las vías metabólicas de otras células, a las que infectan, por lo que se consideran parásitos intracelulares obligados.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: teórico)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes observan que las condiciones para la propagación de la malaria son la presencia del mosquito que actúa como vector, junto con abundantes precipitaciones y elevadas temperaturas.
2. Los estudiantes advierten que las aguas estancadas, con altas temperaturas, son los lugares ideales para el crecimiento del esporozoo de la malaria. Como en el norte del país se presentan altas temperaturas, pero no abundantes lluvias, los estudiantes deducen que los esporozoos debieron crecer en aguas estancadas, probablemente de origen doméstico. Ante esto, identifican que las campañas de erradicación se debieron haber centrado en la eliminación de aguas estancadas a ese nivel.

3. Los estudiantes consideran que, cuando las condiciones ambientales normales permiten el crecimiento y propagación de la malaria fuera de ambientes domésticos, la erradicación se hace difícil, si no imposible.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Para que conceptualicen el tamaño de los virus, recuérdelos las equivalencias de las unidades de medida de longitud empleadas, señalándoles que un milímetro (mm) contiene 1 000 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) o micras ( $\mu$ ). Pida que tomen una regla y que identifiquen un milímetro y que luego lo imaginen dividido en 1 000 partes iguales.
- Invite a sus estudiantes a que investiguen sobre otras enfermedades que sean causadas por priones, además de la incidencia de encefalopatías espongiformes en la población chilena, junto con sus potenciales causas.
- Profundice en los contenidos con la **Actividad complementaria 1**.

## Sugerencias de cierre de lección

- Ejemplifique la forma en que se enrolla el ADN elaborando junto con sus estudiantes una escalera hecha de alguna fibra, ya sea lana o cordel, y trozos de madera. Cada una de las hileras corresponderá a una hebra de ADN, y en sus extremos indique si es 5' o 3', en tanto que trozos de madera cruzados corresponderán a los enlaces de los nucleótidos. Una vez hecho esto, pida a dos estudiantes que sostengan uno de los extremos, mientras enrolla la escalera sobre sí mismo. Pida a otros dos estudiantes que sostengan el otro extremo de la escalera, explicando al curso la disposición de las bases en la doble hélice.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes diseñan una tabla donde comparan bacterias, protozoos, hongos, virus con ADN y ARN como material genético, y priones. Destacan que los últimos no corresponden propiamente a organismos vivos.
2. Las diferencias entre Gram negativas y positivas radican en cómo reaccionan ante la tinción de Gram, la que está asociada a una estructura de pared distinta. La distinción entre bacterias intracelulares obligadas y extracelulares es que las primeras solo pueden sobrevivir y reproducirse al vivir parasíticamente dentro de una célula hospedera.
3. Las principales diferencias radican en que los virus con ARN deben generar copias de ADN de su material genético, lo que logran con ayuda de la transcriptasa reversa, para que este pueda ser incorporado al ADN del hospedero y luego ser transcrito y traducido por el aparato celular; en cambio, los virus con ADN pueden ser transcritos directamente una vez que su material genético ha sido ligado al del hospedero.

### Actividad complementaria 1

- 1.** ¿Cuál de las siguientes formas bacterianas, cocos o bacilos, tiene una mayor relación superficie/volumen?
- 2.** ¿Cómo afectará a procesos relacionados con el intercambio de sustancias con el ambiente, como la nutrición, la forma de las bacterias?
- 3.** ¿Por qué una agrupación o colonia de bacterias no se considera un tejido?
- 4.** Recuerda la importancia del citoesqueleto para las células eucariontes, ¿por qué las bacterias pueden vivir sin él?
- 5.** Si las bacterias carecen de mitocondrias y de cloroplastos, entonces, ¿dónde realizan la respiración celular y la fotosíntesis?
- 6.** Revisa nuevamente el experimento de Griffith en la página 213 de tu Texto y refiérete a la importancia de la cápsula de las bacterias.
- 7.** ¿Por qué los médicos no recetan antibióticos para combatir enfermedades virales?

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 268-275)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer las funciones de las principales células y moléculas que participan en la respuesta inmune, junto con el reconocimiento de la identidad molecular de las células del cuerpo. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes retomen sus conocimientos sobre comunicación celular y moléculas orgánicas.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que la piel es el medio de defensa para la vía cutánea, señalando algunas de las células que la forman, en su mayoría receptores. En la vía aérea destacan la faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos, y pulmones. En la imagen de la vía digestiva, destacan el esófago, el estómago, el intestino delgado y grueso, el hígado, el páncreas y el apéndice.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Refuerce la idea de que la inmunidad innata o natural comprende los procesos de defensa bioquímicos y celulares presentes en el organismo incluso antes de que se produzca la infección.
- Invite a los estudiantes a que realicen un cuadro resumen con la función de cada uno de los siguientes componentes de la inmunidad innata: piel, membranas mucosas, lágrimas, saliva, sebo, sudor, interferones, sistema del complemento y células asesinas naturales.

### Sugerencias de cierre de lección

- Construya una tabla en la pizarra y pida a los estudiantes que completen en ella las diferencias entre la inmunidad innata y la inmunidad adaptativa.
- Invite a sus estudiantes a que investiguen sobre los efectos que tienen en el sistema inmune las fallas en el funcionamiento de órganos como el bazo, el timo y la médula ósea.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1. Este trabajo es variable y dependerá del grado de conocimiento y comprensión de los estudiantes, junto con la generación de relaciones claras y lógicas entre los distintos conceptos considerados. Indique a sus estudiantes que en el organizador incluyan a lo menos 10 conceptos de los tratados en la lección.
2. Los estudiantes explican que la activación del sistema del complemento y de las proteínas plasmáticas asociadas permite potenciar ciertas reacciones inmunes e inflamatorias, que contribuyen a la defensa del organismo. La activación del complemento puede ocurrir por medio de una respuesta inmunitaria o, de forma más directa, por microorganismos invasores.
3. Los estudiantes afirman que tanto las enfermedades infecciosas como la presencia de bacterias en el organismo corresponden a estrategias de sobrevivencia y que pueden ser explicadas por medio de las teorías evolutivas. Entre sus argumentos consideran que las bacterias asociadas al tracto digestivo han coevolucionado con el ser humano, gracias a los cambios alimenticios de este. Desde este punto de vista, modificaciones en el ambiente en el cual se hallan estas bacterias corresponde a la principal presión de selección.

## Orientaciones de trabajo Lección 3 (páginas 276-283)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer la expresión de la información contenida en el ADN. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden diferencias entre células eucariontes y procariontes, así como características y funciones de ribosomas y ácidos nucleicos.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes responden que la comunicación celular es importante para generar respuestas coordinadas en el organismo. Es esperable que los estudiantes den ejemplos de comunicación entre células neuronales o que mencionen mensajeros químicos, como hormonas.
2. Los estudiantes indican que las células, para comunicarse, necesitan tener un receptor de las señales, junto con un mecanismo que permita la generación de una respuesta.
3. Los estudiantes explican que existen mecanismos eléctricos y químicos. El primer caso, corresponde a la transmisión directa de cambios de polaridad en las membranas, en tanto que el segundo mecanismo es mediado por sustancias químicas que se liberan al espacio extracelular.
4. Los estudiantes señalan que esto se debe a la especificidad de sus receptores.
5. Los estudiantes responden, de acuerdo a lo representado en los esquemas, que se genera una vía de señalización, en la que el receptor se ensambla con otras proteínas presentes en el citosol, para generar un segundo mensajero, el que puede gatillar una cadena de reacciones que genere una respuesta al estímulo captado.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Invite a sus estudiantes a que desarrollen un organizador gráfico que les permita explicar las características de la inmunidad. Utilice conceptos como: inmunidad innata, inmunidad adaptativa, complejo mayor de histocompatibilidad, linfocitos T, linfocitos B, células NK, células dendríticas, macrófagos, Prr, TCR, BCR, sistema de complemento, perforinas, citoquinas, inmunoglobulinas.

### Sugerencias de cierre de lección

- Pida a sus estudiantes que elaboren un modelo de una inmunoglobulina y que caractericen las cadenas livianas y pesadas con colores distintos. Pídales que en la zona hipervariable utilicen letras o números para indicar los motivos que reconocen y que realicen, asimismo, el antígeno específico para el motivo elaborado. Una vez finalizado, pídales que comparen los modelos que han generado. Utilice la experiencia para discutir la importancia que tiene para el organismo la capacidad de generar inmunoglobulinas con zonas hipervariables en el reconocimiento de agentes patógenos.



## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. La identidad molecular está dada por el complejo mayor de histocompatibilidad, el que genera una multiplicidad de receptores específicos que identifican las células propias del organismo.
2. Los estudiantes generan diferentes símiles, pero siempre consideran que el organismo genera su propio código o combinación de receptores, los que son reconocidos por el mismo. Pueden hacer símiles entre modelos tipo llave-cerradura, por ejemplo.
3. Los estudiantes explican que el reconocimiento es la capacidad del organismo y de las células del sistema inmune de distinguir aquellas células que le son ajenas al organismo. En este proceso participan los Prr, presentes en todas las células; los BCR, presentes en los linfocitos B; y los TCR, presentes en los linfocitos T. La activación corresponde a la estimulación de la diferenciación de los linfocitos. Para esto, hay moléculas de coestimulación, junto con la señal dada por el contacto con el antígeno, que estimula la diferenciación. Finalmente, explican que la respuesta efectora es la destrucción de la célula ajena o infectada. Actúa a través de la opsonización producto de la activación del sistema de complemento; la liberación de perforinas y granzina por los linfocitos o la liberación de citoquinas, lo que activa a los macrófagos; y finalmente, por la producción de inmuboglobulinas, las que se unen de manera específica a los antígenos, marcándolos para su destrucción.
4. El organizador debe considerar, para el reconocimiento, a los Prr, BCR y TCR. Para la activación, a la generación de moléculas coestimulantes. Finalmente, para la respuesta efectora, a las moléculas del sistema de complemento, perforinas y granzinas, citoquinas e inmuboglobulinas.
5. En la tabla, los estudiantes comparan las respuestas celular y humoral del sistema inmune. Para el primero, responden que en general, se encargan de vigilar y destruir agentes patógenos, junto con presentar los antígenos a los linfocitos T. Entre los tipos celulares a considerar están los linfocitos T, linfocitos B, células NK, las células dendríticas y macrófagos. Por otro lado, en la respuesta humoral, deben destacar que su función es la de activar las células inmunitarias y destruir los agentes patógenos.
6. Las células en vigilancia son las encargadas de la destrucción de agentes patógenos, de manera específica o inespecífica. Por su parte, las presentadoras profesionales se especializan en sensar agentes patógenos y presentarlos a los linfocitos T, los que posteriormente se encargan de destruir estos agentes.
7. Los linfocitos B son los encargados de producir anticuerpos, los que permiten la destrucción o el marcado de los agentes patógenos para ser destruidos. Entre sus características está la generación de células de memoria, las que se mantienen en el cuerpo una vez que el agente ha sido destruido.

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer las distintas estrategias de respuesta inmune frente a diferentes patógenos y otros antígenos, integrando las respuestas efectoras adaptativas con las de la inmunidad innata. Junto a ello, habrá que explicar en qué consiste la memoria inmunológica. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuperen conocimientos necesarios para el inicio de la lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.

- a. Los estudiantes indican que, al igual que cualquier otro organismo vivo, está formado por las mismas moléculas elementales que forman a los seres vivos, pero que su organización y forma difiere. De este modo, presenta receptores externos que lo distinguen del resto de los organismos.
- b. Los estudiantes responden que presentan epítomos que los hacen reconocibles tanto para receptores BCR como para moléculas del sistema de complemento.
- c. Los estudiantes señalan que los epítomos son específicos de cada especie, lo que permite la generación de una respuesta específica a las células de este patógeno.
- d. Los estudiantes deducen que hace referencia al hecho de que el protozoo posee múltiples antígenos y que cada antígeno posee múltiples epítomos.

2.

- a. Los estudiantes advierten que en el ADN está la información fundamental de todos los organismos. Para expresar esta información, el ADN debe traducirse y transcribirse en una cadena de polipéptidos.
- b. Los estudiantes eligen diferentes zonas, argumentando que estas pueden ser reconocidas por un parátomo, ya sea un receptor BCR de un linfocito B, o por una molécula del sistema de complemento, la que presenta la zona antigénica al receptor TCR de un linfocito T.

### Minitaller (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Para el esquema, los estudiantes deben considerar el paso a paso de los experimentos. Alternativamente, puede indicarles que se agrupen y que cada cual esquematice una de las etapas del experimento.
2. Los estudiantes identifican que para lograr resultados significativos se necesita tener puntos de comparación comunes. En este sentido, la utilización de especies diferentes solo habría indicado que las cepas reaccionan de manera distinta, sin poder clarificar si se trataba de una diferencia por especies o, como se descubrió posteriormente, por la especificidad de los anticuerpos.
3. Teniendo en consideración el tiempo que demora la respuesta inmune adaptativa, los estudiantes reconocen que este tiempo permitió que las ratas logaran inmunización. Vale destacar que esta es una observación a posteriori y en evidencia de los resultados obtenidos, por lo que los estudiantes deben, parcialmente, situarse en la situación de los investigadores.

4. Los investigadores concluyeron que existía una alta especificidad al ver que las líneas celulares inmunizadas para una cepa de la bacteria no reaccionaban con otra cepa de la misma especie.
5. Los estudiantes explican que, dado que la teoría indica que los antígenos seleccionan a los linfocitos con receptores específicos para él, induciendo la formación de clones, la presencia de inmunidad ante la inoculación de nuevas cepas es indicativo de que este proceso es efectivo. Si no fuera así, cada línea celular aislada de las ratas debería reaccionar de manera idéntica, independiente de la cepa bacteriana con la fue inmunizada.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Invite a sus estudiantes a que hagan un resumen de las funciones de las células participantes de la respuesta adaptativa. Pueden construir una tabla en la que se presenten los tipos celulares y sus funciones.
- Solicite a sus estudiantes que investiguen las funciones de los diferentes órganos del sistema inmune, además de la relación de cada uno en la detección de los microorganismos y en la maduración de los linfocitos. Entre ellos destaque las glándulas adenoides, los ganglios linfáticos, los nódulos linfáticos, la glándula timo, el bazo, las placas de Peyer y la médula ósea.

### Sugerencias de cierre de lección

- Presente el gráfico de la página 290 y haga preguntas al curso para su análisis; por ejemplo: ¿cuáles son las variables identificadas en la abscisa (eje X) y en la ordenada (eje Y)?, ¿a qué corresponde la primera y la segunda inmunización?, ¿qué es el primer y segundo antígeno (Ag)?, ¿qué diferencia hay entre la primera y la segunda inmunización?
- Invite a sus estudiantes a investigar a qué corresponde y cuáles son las diferencias entre los probióticos y los prebióticos en los alimentos.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes completan la tabla de la siguiente forma:

	Antígenos exógenos	Antígenos endógenos
Ejemplos		
Péptidos unidos a	CMH II de células presentadoras de antígenos profesionales	CMH I de cualquier célula
Presentado a	TCR de LT CD4+	TCR de LT CD8+
Tipo de respuesta efectora	Respuesta de hipersensibilidad retardada	Respuesta celular citotóxica

2. Las tablas son variables y dependerán del grado de comprensión de los estudiantes. Considerar los tipos celulares asociados a cada respuesta, como las células asociadas a la respuesta celular citotóxica y DTH, así como las células asociadas a la producción de inmunoglobulinas.

3. Los estudiantes explican que esto se debe a que las zonas variables e hipervariables de los anticuerpos están formadas por múltiples genes, y que estos se ordenan de manera variable, de tal modo que se pueden producir múltiples cambios que derivan en anticuerpos que reconocen de manera específica a los antígenos.
4. Los estudiantes indican que una de las evidencias de la selección clonal es el efecto de memoria que se genera, donde la inmunización se vuelve específica y genera copias que mantienen esa información. Así, cuando se ven enfrentadas al mismo antígeno, reaccionan a mayor velocidad y de manera específica.
5. Los estudiantes pueden responder con una tabla como la siguiente:

	<b>LT CD8+</b>	<b>LT CD4+</b>	<b>LB</b>
Receptores de membrana presentes	TCR para CMH I	TCR para CMH II	BCR
Tipo de proteínas secretadas	Perforina y granzina	Citoquinas	Inmunoglobulinas
Efectos sobre la célula diana	Destrucción de la célula infectada	Marcaje y atracción de macrófagos	Reacciones antígeno-anticuerpo

6. La inmunidad innata es la primera respuesta ante la presencia de agentes patógenos. Su presencia permite la generación de señales que estimulan la respuesta adaptativa, además de participar en la presentación de los antígenos a las células encargadas de su destrucción.
7. Los estudiantes explican que durante la diferenciación de los linfocitos, las células que poseen la capacidad de reconocer el antígeno se mantienen en los linfonodos, de modo que ante una nueva estimulación con el mismo antígeno, la respuesta se vuelve más rápida y potente.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 292-293)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos seleccionados desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Alternativamente, pida a sus estudiantes que describan uno de los procesos inmunes a través de su organizador, por ejemplo, el modo de acción y la organización de la inmunidad innata o la inmunidad adaptativa.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican diferencias entre los distintos agentes patógenos, destacando, por ejemplo, que tanto bacterias como virus son agentes patógenos; sin embargo, solo las bacterias pueden ser consideradas organismos vivos, a diferencia de los virus, que son dependientes de sus hospederos. Entre las semejanzas, los estudiantes pueden identificar formas de activar enfermedades, vías de acceso u otros, en tanto que las diferencias radican en la forma específica de su acción, la que se relaciona con la propia organización de los diferentes grupos y moléculas consideradas. (10 puntos).
2. Los estudiantes señalan que en ambos ciclos los virus utilizan el aparato de transcripción y traducción del hospedero para generar copias de sí mismo, al incluir su material genético en el de la célula hospedera. Sin embargo, en el caso de los retrovirus, estos deben hacer una copia de ADN de su material genético en forma de ARN con ayuda de la enzima transcriptasa reversa, antes de la inclusión de su material genético en la célula infectada. (3 puntos).
3. Los estudiantes destacan su ciclo de vida sencillo, receptores de membrana especializados, la presencia de una cobertura externa especializada en bacterias llamada pared, entre otros aspectos. (2 puntos).
4. Los estudiantes afirman que los macrófagos son leucocitos encargados de fagocitar bacterias y restos celulares. El sistema de complemento permite identificar que células presentes en los tejidos no forman parte del organismo, actuando como un sistema de identificación celular. Las células dendríticas captan los Pamps de patógenos, fagocitándolos. Finalmente, las citoquinas son mensajeros químicos que inducen e intensifican la reacción inmune, muchas veces autoestimulando las células inmunológicas para su proliferación. (6 puntos).
5. Participan células fagocíticas como monocitos y macrófagos, junto con las células NK. Entre las moléculas, están las citoquinas y el sistema del complemento. Los estudiantes indican que la respuesta inflamatoria permite una mayor afluencia de sangre y el aumento de las células inmunológicas en el área infectada. (4 puntos).
6. En los órganos linfoides primarios, como el timo o la médula ósea, se desarrollan y maduran los linfocitos, adquiriendo inmunocompetencia. En el caso de los órganos linfoides secundarios, como linfonodos, bazo y amígdalas, se generan las respuestas inmunes efectoras. (2 puntos).
7. El término implica mantener la identidad celular inalterada. Esto lo logra a través del sensado de los receptores del sistema de complemento, el que marca el sentido de identidad celular. (4 puntos).

8. Los estudiantes generan un organizador en donde los conceptos más generales o globales son jerárquicamente superiores a aquellos conceptos que son menos inclusivos. (5 puntos).
9. Las células dendríticas están encargadas de presentar los antígenos a linfocitos T, en tanto que las células NK fagocitan directamente a los antígenos sin necesidad de mediar un segundo mensajero. Los anticuerpos son los encargados de sensar la presencia de antígenos, neutralizándolos o marcándolos para su destrucción, en tanto que las citoquinas permiten la activación de las células que forman el sistema inmune. Los linfocitos T CD4+ responden a patógenos exógenos, en tanto que los LT CD8+ responden a patógenos endógenos. (6 puntos).
10. Los estudiantes explican que la teoría de selección clonal propone que los anticuerpos son seleccionados por el antígeno que se sensa, y que este permite la autoestimulación de la célula que formó ese anticuerpo al azar, generando una línea celular especializada en captar y eliminar al antígeno. (4 puntos).
11. Los estudiantes explican que la respuesta celular se divide en la respuesta citotóxica, donde participan los LT CD8+, y la respuesta DTH, donde participan los LT CD4+. En la respuesta humoral destacan la importancia de las inmunoglobulinas y de los linfocitos B que las generan. (8 puntos).
12. La memoria inmunológica es la capacidad del sistema inmune de recordar y responder a repetidas exposiciones de un mismo patógeno. Esta propiedad es resultado de la respuesta inmune adaptativa, dado que durante la proliferación de líneas celulares con anticuerpos y receptores específicos se generan células que guardan esta información y se almacenan en los linfonodos. Los estudiantes explican que esta propiedad permite al organismo responder con mayor intensidad y mayor velocidad a la exposición repetida de un mismo antígeno. (2 puntos).

## Trabajo científico (páginas 294-295)

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. Por un lado, los autores demostraron la especificidad de la asociación antígeno y anticuerpo. Por otro lado, dan pruebas de la selección clonal, dada la incapacidad de generar anticuerpos para el antígeno A, producto de la destrucción de todos los anticuerpos específicos con radiación. Esto se debe a la destrucción de la línea celular, que podía sensar la presencia del antígeno A, por lo que el organismo, al no tener un sistema inmunológico activo, no puede responder y solo genera respuestas para los antígenos para los cuales sí recibió las líneas celulares de anticuerpos.
2. Los estudiantes reconocen que los controles son las ratas cuyas líneas celulares de linfocitos no fueron afectadas por los antígenos radioactivos, por lo que aún pueden reaccionar y generar una respuesta ante el antígeno A. Los estudiantes deben considerar que el uso de controles permite la comparación de los resultados, además de evidenciar los efectos del cambio de una variable, en este caso, la presencia de líneas celulares de linfocitos capaces de responder al antígeno A.
3. Suprimir los sistemas inmunes de las ratas experimentales para poder evidenciar el efecto específico de los linfocitos inyectados.
4. Los estudiantes afirman que fueron incapaces, dado que su sistema inmunológico estaba disminuido y porque las líneas celulares, incluidas las células de memoria de los linfocitos capaces de sensar al antígeno A, habían sido destruidas.

## Orientaciones de trabajo Lección 5 (páginas 296-301)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer el modo en que se transmiten las enfermedades infecciosas y comprender las principales medidas preventivas y terapéuticas. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden contenidos relativos a agentes patógenos y la respuesta inmune adaptativa.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes explican que la vacunación ha mejorado la calidad de vida de las personas al aumentar la supervivencia a enfermedades comunes.
  - b. Los estudiantes reconocen que las más efectivas son la vacuna contra la viruela, la difteria, la poliomielitis, el sarampión y la rubeola. Entre las menos efectivas están las vacunas contra la tos convulsiva, el tétano y la influenza.
  - c. Los estudiantes identifican que las vacunas se utilizan contra enfermedades causadas por bacterias y virus.

### Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

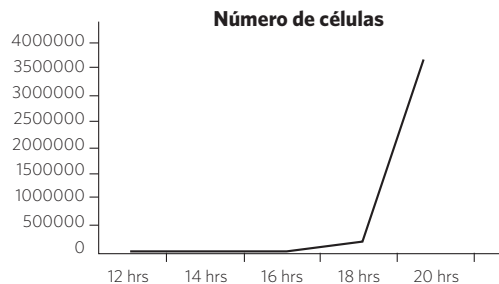
#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes reconocen las infecciones respiratorias agudas como el tipo de afección más preponderante en la población. Es esperable que asocien estas infecciones con la capacidad del agente patógeno de transmitirse por vía respiratoria.
2. Los estudiantes indican que las infecciones respiratorias agudas y las diarreas son las más letales en menores de cinco años.
3. Los estudiantes pueden indicar que los mayores de 5 años no fallecen de sarampión porque ya han sido inmunizados contra esta enfermedad.
4. Los estudiantes sugieren medidas, pero en general deben considerar la permanencia de condiciones sanitarias apropiadas, junto con la inocuidad de alimentos y evitar el contacto con personas que estén evidentemente enfermas. Asimismo, es esperable que señalen la importancia de la vacunación en la prevención de estas enfermedades.

### Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: pragmático)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes preparan un gráfico como el siguiente. Indíqueles que descubran cuántas divisiones han ocurrido entre las 12 hrs y 14 hrs, y entre las 14 hrs y 16 hrs para que calculen el número aproximado de células presentes a las 18 hrs. Los estudiantes explican que la primera parte del gráfico indica una fase de latencia de un par de horas y luego un crecimiento exponencial.



2. Los estudiantes dan diferentes sugerencias, entre ellas, la limpieza de los lugares donde se cocina, mantener alimentos perecibles en ambientes refrigerados y conservar en ambientes frescos aquellos alimentos secos, etc.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Indique a sus estudiantes que James Phipps (1788-1853) fue la primera persona en ser vacunada de manera formal. Infórmeles que el término vacuna viene del latín *vacca*, nombre latino de las vacas.
- Usando el gráfico de la curva de crecimiento de la página 298, y antes de realizar la Actividad 3, haga preguntas a los estudiantes que los lleven a entender cada una de las fases representadas. Pídales que interpreten dicho gráfico y estimúelos a realizar la Actividad 3, guiándolos para que infieran la relación entre velocidad de reproducción bacteriana y la gran cantidad de mutaciones que pueden producirse.
- Considerando la velocidad a la que se reproducen las bacterias, pídale a sus estudiantes que expliquen la importancia del autocuidado, en casos tales como: enfermedades bacterianas e intoxicaciones alimentarias.

### Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. En su organizador gráfico, los estudiantes consideran términos como inmunización pasiva y activa, cada una con la subdivisión natural y artificial.
2. Los estudiantes explican que durante la lactancia se reciben anticuerpos a través de la leche materna. Explíqueles que en la leche materna se encuentran grandes cantidades de inmunoglobulina A, junto con cantidades menores de inmunoglobulinas G y M.
3. Dependiendo del tipo, la inmunidad artificial es menos duradera que la natural, particularmente pasiva. En la inmunización activa, en muchos casos, la vacunación genera anticuerpos contra los antígenos y puede generar memoria inmunológica, aunque esto no ocurre en todos los casos.



## Sugerencias de cierre de lección

- Inicie una discusión grupal sobre la automedicación, preguntando: ¿has tomado algún antibiótico sin consultar a un médico?, ¿en qué ocasión?; ¿sabes del peligro de automedicarse?; ¿lee las instrucciones y advertencias en los envases de estos y otros medicamentos?
- Destaque que el consumo no controlado de antibióticos puede llevar a la resistencia bacteriana, a reacciones alérgicas, a muerte de la flora bacteriana normal, y a distintos grados de toxicidad en el organismo, afectando al hígado, los riñones y el sistema nervioso. Pídales que expliquen la importancia de cumplir cabalmente con los horarios de ingesta de antibióticos, considerando lo visto sobre reproducción y crecimiento bacteriano.
- Enfatice que esta es una práctica muy arraigada en nuestra sociedad; de acuerdo con el estudio “Encuesta nacional de calidad de vida y salud” ([www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/calidad\\_de\\_vida\\_y\\_salud/calidadvida/informefamiliar.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/calidad_de_vida_y_salud/calidadvida/informefamiliar.pdf)), efectuado por el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud. Según este sondeo, la automedicación tiene una prevalencia de un 42,3 % en la población chilena, mientras que las consultas a profesionales de la salud corresponden al 39,1 %.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes afirman que una infección subclínica es cuando una persona es portadora de un agente patógeno sin presentar síntomas, en tanto que una enfermedad infecciosa constituye la patogenia e incluye tanto los mecanismos de infección, como los de respuesta del hospedero.
2. Los estudiantes relacionan las infecciones respiratorias agudas, el sida y las diarreas con las enfermedades infecciosas más virulentas.
3. Los estudiantes asocian las condiciones socioeconómicas privativas como una de las condiciones relacionadas a la propagación de enfermedades infecciosas, dado que permiten la existencia de todas las situaciones de peligro, como una baja disponibilidad de agua corriente, problemas de alcantarillado, mala nutrición, falta de servicios de salud y de atención primaria.
4. La inmunización activa corresponde a la respuesta generada por el organismo ante un agente patógeno; se da de manera natural cuando el organismo reacciona directamente a un agente infeccioso al contraer una enfermedad, y artificialmente cuando el antígeno es inoculado en el organismo para generar una respuesta, como en la vacunación. La inmunidad pasiva se refiere a la recepción de anticuerpos en otro organismo, como en la transferencia durante la lactancia, que se da de manera natural, o la inoculación de inmunoglobulinas, que se da de manera artificial.
5. Las vacunas permiten la estimulación de la respuesta inmune en una persona para estimular la producción de anticuerpos en contra de un antígeno, los cuales están muertos o con su patogenicidad reducida, con el fin de generar memoria inmunológica contra el patógeno.
6. Los estudiantes indican que los antibióticos son compuestos que se utilizan normalmente para el tratamiento de enfermedades causadas por bacterias. Se deben usar con moderación y bajo supervisión médica dado que muchos organismos logran crear resistencia a estos.

## Orientaciones de trabajo Lección 6 (páginas 302-309)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer las alergias y enfermedades autoinmunes en las que el propio sistema inmune produce daño en los tejidos, además de discutir situaciones en las que el sistema inmune es deficiente, padeciendo enfermedades infecciosas recurrentes. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para recuperar habilidades de aplicación del método científico e interpretación de datos.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- a. Los estudiantes responden que las ratas que no fueron expuestas a agentes patógenos presentan una mayor incidencia de diabetes tipo I.
- b. Los estudiantes postulan diferentes hipótesis, pero consideran que la exposición temprana a otros agentes patógenos previene la aparición de diabetes tipo I en ratas. Una de las explicaciones es que si el organismo se especializa en la defensa contra patógenos, no ataca a las células propias.
- c. Los estudiantes proponen diferentes estrategias, como probar este mismo efecto con otras enfermedades autoinmunes.
- d. Los estudiantes deducen que a partir de este tipo de información se logra generar estrategias de tratamiento y prevención en la aparición de estas enfermedades, considerando que no es el aislamiento lo que evita la aparición de la enfermedad, sino una exposición controlada a un patógeno la que permite la generación de respuestas que potencian el reconocimiento de lo propio y la defensa contra lo ajeno.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Para profundizar en los contenidos de la lección, invite a sus estudiantes a que, junto con un compañero, investiguen sobre los tratamientos que en la actualidad se llevan a cabo para mejorar la calidad de vida de los pacientes con enfermedades autoinmunes, como esclerosis múltiple y artritis reumatoide. Comenten en el curso sobre las dificultades que deben enfrentar estos pacientes. Para la investigación puede sugerir la siguiente página web: [www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/autoimmunediseases.html](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/autoimmunediseases.html)

### Actividad 5 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

Los estudiantes preparan su esquema seleccionando conceptos e ideas de las páginas de la lección. Si elaboran un organizador gráfico, este tiene que considerar que los conceptos más inclusivos deben tener una mayor jerarquía que aquellos menos inclusivos. En el caso de realizar un dibujo, pueden presentar los diferentes eventos en forma de un ciclo con un paso a paso de manera ordenada.

## Sugerencias de cierre de lección

- Para trabajar valores relacionados con el respeto por la vida de las personas y la posición de diferentes instituciones sociales frente al problema del VIH/sida, se recomienda organizar un debate grupal. Un tipo de debate grupal es denominado “la pecera”: consiste en que un pequeño grupo de representantes del curso se sientan en círculo al centro de la sala e intercambian opiniones mientras el resto del grupo los observa. Su misión es debatir, durante un tiempo definido, en torno a una pregunta problema, para alcanzar una solución consensuada. Un ejemplo de pregunta problema es: ¿existen diferencias entre personas con más y menos recursos, en cuanto al deber de prevenir o al derecho de ser tratados si padecen sida? El resto de los miembros del curso pueden participar, cada cierto tiempo, aportando a la discusión. Pueden apoyarse en la información presente en la página web del Ministerio de Salud, en la sección CONASIDA. Pida a los estudiantes que, al finalizar el debate, redacten un texto expositivo sobre los aspectos más importantes, además de presentar sus puntos de vista frente a la pregunta problema, haciendo hincapié en la correcta utilización de conceptos biológicos.
- Destaque que el VIH es un retrovirus y que su material genético es ARN, por lo tanto, para su replicación, requiere producir moléculas de ADN a partir de él. Esto lo realiza gracias a la enzima transcriptasa reversa, que no posee la célula que infecta.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que las respuestas de hipersensibilidad y autoinmune están mediadas por las células del sistema inmunológico. Se diferencian en que las reacciones hipersensibles dependen de la exposición reiterativa al alérgeno y normalmente no generan un daño progresivo al organismo. Por su parte, las reacciones autoinmunes implican una reacción contra los propios tejidos del organismo, con potencial daño degenerativo y muerte.
2. Los estudiantes advierten que los padres podrían evitar, en la medida de lo posible, que los hijos se vean enfrentados a los alérgenos a los cuales ellos reaccionan.
3. Los estudiantes indican que esto se debe a que el sistema inmune, al estar en contacto con gérmenes, reconoce lo que es “más” distinto a una célula normal; de este modo, las células que generan antígenos que sean reconocibles por el sistema inmunológico son parcialmente inadvertidas.
4. Los estudiantes responden afirmativamente. Si bien todas las enfermedades autoinmunes son crónicas y congénitas, el momento en que el sistema inmune reconoce los antígenos o se genera un mimetismo molecular con antígenos que active la expresión de una enfermedad, puede ocurrir en la juventud o adultez de las personas.
5. Las inmunodeficiencias congénitas se producen por alteraciones durante el desarrollo intrauterino y conducen a la falta o falla de componentes del sistema inmune. Las inmunodeficiencias adquiridas son las que se transmiten de una persona a otra. Se dividen en transitoria y progresiva, la primera relacionada con las deficiencias post infección viral, y la segunda con enfermedades que generen inmunodeficiencia, como el VIH.
6. Los estudiantes han de hacer este trabajo en un marco de respeto, destacando cuáles son las conductas más riesgosas para el contagio y cómo prevenir. Los estudiantes deben destacar, asimismo, que el sida es la expresión de la enfermedad provocada por el virus de inmunodeficiencia humana.

## Orientaciones de trabajo Lección 7 (páginas 310-313)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer la relevancia del conocimiento acumulado por la inmunología y del desarrollo de la medicina para permitir al ser humano trasplantar órganos y tejidos, sin que el sistema inmune los rechace. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para iniciar el estudio de la lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1.

- a. Los estudiantes dan diversas explicaciones, en las que se consideran, por ejemplo, aspectos religiosos y sociales. Es posible que incluso den propuestas desde su propio punto de vista producto de la experiencia personal de situaciones de donación de órganos.
- b. Los estudiantes reconocen que la donación de órganos permite la sobrevivencia de personas que poseen fallas en sus propios órganos y que su supervivencia depende de la donación de estos.
- c. Los estudiantes indican que el elevado número de trasplantes de riñón se debe a que las personas sanas pueden sobrevivir con un riñón, por lo que la donación de este órgano no modifica profundamente la calidad de vida del donante.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Complemente contenidos sobre trasplantes en nuestro país pidiendo a sus estudiantes que se informen sobre los hitos históricos de estas operaciones en Chile y en el mundo. Destacan, por ejemplo, el primer trasplante de corazón que se realizó en el país en 1968 por el doctor Jorge Kaplán Meyer y su equipo en el Hospital Almirante Nef de Valparaíso.
- Invite a sus estudiantes a que se reúnan en grupos y averigüen sus respectivos grupos sanguíneos considerando el factor Rh. Con los datos, pídale que elaboren una tabla de compatibilidad, destacando grupos compatibles.

### Sugerencias de cierre de lección

- Invite a sus estudiantes a que investiguen sobre la incidencia de la anemia hemolítica en nuestro país y cuáles son las medidas para evitarla.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

- 1.** Dada la utilización de inmunosupresores para evitar reacciones de rechazo, el individuo trasplantado presenta una disminución de la intensidad de la respuesta inmune, por lo que no se encontraría en condiciones de defenderse adecuadamente ante un patógeno.
- 2.** Porque el complejo mayor de histocompatibilidad es generado a partir de combinaciones de genes alelos, por lo que es esperable que familiares cercanos posean combinaciones semejantes.
- 3.**
  - a.** Para un total de 4 grupos sanguíneos, existen 6 combinaciones genéticas (grupo A: AA y OA; grupo B: BB y OB; grupo O: OO; y grupo AB: AB).
  - b.** El dador universal es el grupo O y el receptor universal es el grupo AB.
  - c.** Porque se diluyen en el plasma del receptor.
- 4.** La eritroblastosis fetal ocurre cuando 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. Actualmente, la estrategia utilizada es preventiva y se trata a la madre con un antisuero que contiene anticuerpos contra los glóbulos rojos fetales.

### Actividad

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes indican que menos del 10 % de los casos se diagnostican precozmente. Ante esto, los estudiantes deducen que exámenes rutinarios en búsqueda de bultos en las mamas, señal potencial de presencia de un cáncer de mama, y la visita a un especialista a lo menos una vez al año en mujeres mayores de 15 años, mejoraría esta proporción.
2. Los estudiantes explican el procedimiento para la generación de anticuerpos monoclonales, con sus etapas de inmunización, producción de hibridomas, selección de células híbridas e identificación de células productoras de anticuerpos. Mencione a sus estudiantes que actualmente, para la producción masiva de compuestos de este tipo, se hace uso de biorreactores, que corresponden a cilindros donde se presentan todas las condiciones necesarias para permitir el crecimiento exponencial de grupos celulares.
3. Los estudiantes consideran las recomendaciones de estas fuentes. Para su evaluación, se debe tener en cuenta la validez de contenidos, así como su valor informativo.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 316-317)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen su organizador gráfico categorizando los conceptos presentados desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y jerarquía del organizador es variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Los estudiantes pueden incluir nuevos conceptos relacionados a las últimas lecciones, complementando el listado.

### Evaluación de proceso

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes nombran el aseo personal, disminuir el contacto con personas enfermas, tener actitudes de autocuidado (como evitar el consumo de alcohol y drogas) o tener relaciones sexuales con protección como algunas medidas de prevención contra el contagio de enfermedades. (2 puntos).
2. Los estudiantes indican que las inyecciones corresponden a inmunización pasiva artificial, la producción de anticuerpos se debe a inmunización activa natural, y el traspaso de anticuerpos de la madre al feto corresponde a inmunización pasiva natural. (3 puntos).
3. Cualquier vacuna que considere al antígeno atenuado o muerto, como la vacuna contra el sarampión, tétanos, hepatitis B, etc. (6 puntos).
4. Los alérgenos son los antígenos responsables de las respuestas de hipersensibilidad de tipo I anafiláctico-reagínica. Por su parte, los individuos atópicos son aquellos que tienen una predisposición genética para tener alergias. (4 puntos).
5. Los estudiantes indican que los alérgenos son presentados a linfocitos TCD4 vírgenes; luego, estos se diferencian a linfocitos TCD4 H2, los que interactúan con un linfocito B, el cual mediante la liberación de una citoquina, se transforma en una célula plasmática liberadora de IgE, los que se unen a receptores en las células cebadas. (3 puntos).
6. Los síntomas se producen por la exposición repetida al alérgeno. En un primer contacto, la respuesta del sistema inmune es la creación de anticuerpos contra el alérgeno, y su respuesta se presentará en los siguientes contactos con el alérgeno. (3 puntos).
7. Esto se debe a que las células del sistema inmune reconocen a las células del organismo y no elimina antígenos propios, generando una respuesta de tolerancia frente a ellos. La tolerancia a lo propio se adquiere mediante dos mecanismos: tolerancia central, que se produce por eliminación de linfocitos autorreactivos durante la ontogenia, y tolerancia periférica, que consiste en la no activación de clones autorreactivos inducida por el antígeno o por acción de linfocitos reguladores que inhiben la respuesta efectora. (3 puntos).
8. La respuesta de los estudiantes es variable, pero es probable que seleccionen el sida como la enfermedad autoinmune más grave dado que genera fallas multisistémicas en el organismo. (3 puntos).

- 9.
- a. Es una inmunodeficiencia adquirida. (1 punto).
  - b. Se transmite por contacto con sangre, leche, semen o exudado vaginal de un individuo infectado. (1 punto).
  - c. Infecta a linfocitos TCD4+, células dendríticas y macrófagos. (1 punto).
  - d. La modificación de las conductas de riesgo de la población, tales como las prácticas sexuales no protegidas y la inyección de drogas endovenosas. (1 punto).
10. Las diferencias del CHM, lo que puede generar respuestas de inmunidad en el receptor. Para disminuir el efecto, es recomendable que el trasplante sea entre parientes cercanos, considerando que tendrán CHM más semejantes, junto con el uso de drogas inmunopresoras. (4 puntos).
- 11.
- a. La persona puede tener una reacción de rechazo ante la presencia del factor Rh. Si el receptor también es Rh+, no debería haber respuesta inmune. (2 puntos).
  - b. El receptor puede tener respuesta inmune por los factores A o B, si es que pertenece a uno de estos grupos, o al grupo O, excepto si el receptor es AB. (2 puntos).
  - c. Si el receptor es del grupo A u O se puede generar una respuesta inmune, en tanto que si pertenece al grupo AB no debería haber rechazo. (2 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 318-319)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador construido y así complementar la información.
- Alternativamente, invite a sus estudiantes a que hagan un resumen, con sus propias palabras, de una de las lecciones de la unidad. Pídales que para hacer esto lean de nuevo la lección que seleccionaron y escriban su resumen sin volver a revisar su texto.



# Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 320-323)

## Respuestas esperadas

1.

- a. Los estudiantes indican que la membrana plasmática es común en ambas formas celulares, aunque difieren en que bacterias no poseen organelos con membranas, ya sea cloroplastos, mitocondrias o núcleos. (2 puntos).
- b. Están, principalmente, sobre la pared bacteriana. (2 puntos).

2. Los estudiantes indican que tanto Gram positivas como negativas poseen paredes formadas por peptidoglicanos. Sin embargo, las Gram positivas poseen una gruesa capa, a diferencia de las Gram negativas, que poseen una capa delgada, junto con la presencia de una membrana externa sobre el peptidoglicano. (3 puntos).

3.

- a. El ciclo de vida de un virus que tiene ADN como material genético. (1 punto).
- b. En **1** se produce la unión específica de proteínas ubicadas en la superficie del virus (glicoproteínas) con otras, llamadas receptores, que están en la superficie de la célula infectada. En **2** se fusionan las membranas y la nucleocápside del virus ingresa a la célula. **3**. Se desensambla 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 fusionan las membranas de la vesícula que contiene las glicoproteínas y la célula receptora. **9**. Se ensamblan el 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. (6 puntos).
- c. Porque requieren del aparato molecular del hospedero para completar su ciclo reproductivo. (1 punto).
- d. En principio no; todos los virus presentan variaciones en sus ciclos dependiendo del hospedero. (1 punto).
- e. Pueden acumularse grandes cantidades de copias del virus en el citoplasma del hospedero hasta que este es lisado, en el denominado ciclo lítico. En otras ocasiones, pueden permanecer latentes en ella por largos períodos. En animales, y tal vez en plantas, esta situación puede conducir a la transformación celular maligna originando un cáncer. (1 punto).
- f. Independiente de la vía que tomen, el destino final de la célula infectada es su destrucción. (1 punto).
- g. En el ciclo de un retrovirus, primero el ARN debe ser copiado a ADN por medio de la transcriptasa reversa. (1 punto).

4. Los estudiantes completan la tabla del siguiente modo. (4 puntos).

	Inmunidad innata	Inmunidad adaptativa
Tiempo que tarde en responder	Inmediata	Toma entre 3 a 5 días
Específica o inespecífica	Inespecífica	Específica
Tipos de receptores	Presencia de receptores de reconocimiento de patrones moleculares de patógenos (Prr) codificados en la línea germinal. Esto los hace iguales en todas las células en que se expresan; reconocen moléculas comunes a muchos patógenos.	Presencia de receptores TCR y BCR codificados en la línea somática. Esto los hace diferentes en cada célula; pueden reconocer y discriminar alrededor de $10^{12}$ conformaciones moleculares distintas.
Tiene memoria	No	Sí

5.

- Los estudiantes indican que este caso es inespecífico, y lo asocian a un esquema donde aparezca la primera línea de defensa del organismo, ya sea la piel o mucosas. (3 puntos).
- Responden que este es un caso específico que genera una respuesta inmunitaria de la segunda o tercera línea de defensa. (3 puntos).

6.

- Esto se debe a que los genes que forman el CMH son altamente polimórficos, por lo que sus variaciones son únicas entre diferentes personas. (3 puntos).
- Ambos sistemas se expresan en la membrana celular y se encargan de presentar el antígeno a los linfocitos T, que reconocen la combinación CMH-Ag. La primera clase está en todas las células del organismo, en tanto que la clase II solo en las células presentadoras profesionales de antígenos. (3 puntos).

7. Los estudiantes realizan la tabla de la siguiente forma. (10 puntos):

Estructura	Función
Piel	Cuenta con una capa difícil de atravesar por los patógenos y moléculas bactericidas tales como defensinas y lisozimas. También influyen el pH ácido del sudor y el sebo.
Membranas mucosas	El mucus de la mucosa respiratoria retiene a los patógenos, el movimiento de sus cilios los arrastra y la tos y el estornudo los expulsan. En la mucosa digestiva y vaginal viven otros microorganismos comensales que compiten con los microbios patógenos por nutrientes, se adhieren a receptores de membrana ocupando su sitio de ingreso y secretan productos metabólicos que inhiben su crecimiento.
Citoquinas	Polipéptidos sintetizados y secretados por células sanguíneas y del tejido conjuntivo ante estímulos provenientes de patógenos o de tejidos dañados. Son mensajes químicos que instruyen a las células que participan en las respuestas inmunes.

Interferones	Su acción estimula a las células vecinas a secretar péptidos que interfieren en la replicación viral. También estimulan la actividad de células fagocíticas, aumentando su potencial destructivo contra los microbios.
Sistema del complemento	Formado por proteínas de membranas; complementan y potencian ciertas reacciones inmunes e inflamatorias que contribuyen a la defensa del organismo.
Células dendríticas	Captan Pamps de patógenos mediante receptores de reconocimiento de patrones (Prr), y los fagocitan. Luego viajan a los linfonodos más cercanos y presentan antígenos proteicos a linfocitos T vírgenes en el contexto de CMH clase II.
Linfocitos T	Existen dos subpoblaciones principales, LT CD4+, a cargo de la cooperación con las respuestas humorales de linfocitos B y responsables de activación de macrófagos en la respuesta efectora celular retardada (DTH); y LT CD8+ o citotóxicos, a cargo de la inmunidad celular citotóxica. Los LTCD8+ destruyen células infectadas por patógenos, y para hacerlo unen su membrana a la de la célula que será eliminada y liberan proteínas como la perforina y la granzima que causan la lisis.
Linfocitos B	Recirculan entre los órganos linfoides periféricos, a través de la linfa y la sangre, o están en los linfonodos. Reconocen al epítipo de los antígenos mediante el BCR, lo endocitan y presentan a los linfocitos T, que les ayudan a generar su respuesta humoral. Por lo tanto, reconocen antígeno en forma directa y son también CPA.
Anticuerpos	Son macromoléculas que se unen específicamente a los antígenos, neutralizándolos o marcándolos para ser eliminado por células; también pueden activar al sistema del complemento.
Células asesinas	Son linfocitos de gran tamaño que están permanentemente circulando y vigilando las células. A diferencia de los LT, son inespecíficos, por lo que participan de la inmunidad innata. Si alguna célula se ha vuelto tumoral o está infectada por virus, es eliminada por un proceso semejante al que realizan los LT citotóxicos.

8. Los estudiantes explican que si los antígenos son endógenos o exógenos, la respuesta variará. En el primer caso, los antígenos son reconocidos por los linfocitos T citotóxicos, los que fagocitan a la célula infectada. En el caso de los antígenos exógenos, son reconocidos por los linfocitos T CD4+, que cooperan en una respuesta humoral. (2 puntos).
9. Todas las células nucleadas tienen CMH clase I, en tanto que solo las presentadoras profesionales tienen CMH II. (3 puntos).

**10.**

- a.** La activación requiere de dos señales diferentes. La presencia de antígeno (primera señal), asegura que la respuesta inmune sea específica, mientras que alguna manifestación de la respuesta inmune innata (segunda señal), como, por ejemplo, la secreción de citoquinas, garantiza que la respuesta inmune sea oportuna.
  - b.** Los linfocitos proliferan, multiplicándose por mitosis, en un proceso que se denomina expansión clonal. De esta manera se obtiene un contingente monoespecífico de linfocitos activados.
  - c.** Los linfocitos activados se diferencian en células efectoras y células de memoria.
  - d.** En el caso de las efectoras, su función es responder al antígeno, en tanto que las células de memoria se almacenan en los linfonodos para tener un registro de los patógenos y poder generar respuestas más rápidas ante una nueva exposición.
- 11.** Los estudiantes responden que se logra a través de la selección clonal. En esta teoría el antígeno selecciona a los linfocitos con receptores específicos para él y los induce a formar un clon de células secretoras de ese anticuerpo. Según ello, cada célula debe tener una sola especificidad. (4 puntos).
- 12.** Los estudiantes indican que los anticuerpos generan aglutinación, neutralización, opsonización o activan al sistema de complemento, además de marcar células infectadas y activar células NK para que liberen sustancias que los destruyan. (3 puntos).
- 13.** Las tablas son variables y dependerán del grado de comprensión de los estudiantes. Deben considerar los tipos celulares asociados a cada respuesta, como las células asociadas a la respuesta celular citotóxica y DTH, así como las células asociadas a la producción de inmunoglobulinas. (3 puntos).
- 14.** La memoria inmunológica se obtiene cuando se produce una respuesta inmune adaptativa frente a cualquier antígeno. Durante esta respuesta se generan linfocitos efectores, ya sea T o B, que lo eliminan directa o indirectamente en la denominada respuesta primaria, en la que también participan una serie de linfocitos reguladores. Después de concluida la respuesta, quedan circulando linfocitos T y B de memoria con especificidad para ese antígeno. Ante un segundo o posterior contacto con el mismo antígeno, estos linfocitos de memoria responden con mayor celeridad y eficiencia, en un proceso llamado respuesta secundaria. En el caso de la respuesta de los LB, cambia la clase de inmunoglobulina que predomina. El tiempo que demora en aparecer la respuesta primaria y secundaria varía según el antígeno utilizado, la vía de ingreso y la presencia o ausencia de inflamación.
- 15.** Los estudiantes dan diferentes respuestas, pero coinciden en tener una higiene adecuada. Además, se debe cuidar el correcto lavado de manos antes de preparar alimentos o después de ir al baño o mudar a un bebé, entre otras medidas. Asimismo, señalan la importancia de la inmunización, natural o artificial, activa o pasiva. (3 puntos).
- 16.** Los esquemas de los estudiantes son variables dependiendo del tipo de vacuna que seleccionen. Deben considerar la necesidad de las vacunas de generar una respuesta leve en el individuo, así como los pasos previos para la muerte o inactivación de los antígenos. (8 puntos).
- 17.** Los estudiantes explican que las reacciones alérgicas son producto de la exposición en repetidas ocasiones al alérgeno. En este sentido, la primera exposición no genera la respuesta hipersensible típica de las reacciones alérgicas. (6 puntos).

- 18.** La diabetes tipo I se caracteriza por la escasa o nula producción de insulina, por lo que no ingresa glucosa (energía) a las células. Por su lado, el lupus eritematoso se caracteriza por la inflamación de los glomérulos del riñón, anemia, artritis, lesiones a la piel, alteraciones del sistema nervioso central, del sistema digestivo y otros. En ambas enfermedades autoinmunes los estudiantes argumentan que las causas guardan relación con un sistema inmune cuya tolerancia se ve reducida. (4 puntos).
- 19.** Las causas pueden ser congénitas, y producen alteraciones durante el desarrollo intrauterino que conducen a la falta o falla de componentes del sistema inmune. Se puede afectar la respuesta humoral, la respuesta celular o ambas, generando fallas en los mecanismos propios de la respuesta innata. También pueden ser adquiridas, las que pueden ser transitorias o progresivas. Entre las transitorias se cuentan las deficiencias presentes después de infecciones virales como el sarampión y la varicela, o como consecuencia de tratamientos médicos inmunosupresores. La infección por el VIH que conduce al (síndrome de inmunodeficiencia adquirida) es la inmunodeficiencia progresiva más relevante debido a la alta tasa de mortalidad que presenta. (2 puntos).
- 20.** Los estudiantes explican que la cantidad de linfocitos en cada punto del ciclo es casi inversamente proporcional a la carga vírica en el plasma. Estas variaciones se pueden explicar por la respuesta del sistema inmune a la exposición al virus, donde en la fase aguda la presencia de linfocitos es mayor que la carga vírica; sin embargo, la respuesta se hace, posteriormente, menos efectiva. Es posible considerar que con un recuento de linfocitos T CD4 menor a 200 células por  $\text{mm}^3$ , se puede diagnosticar sida. Por otro lado, la extensión de la fase crónica se puede deber a la capacidad del organismo de continuar su defensa contra la presencia del virus, la que se ve continuamente atenuada. (8 puntos).
- 21.** El éxito del trasplante depende del grado de compatibilidad entre los CMH del receptor y el donante. (4 puntos).
- 22.** Esto porque se evita, de este modo, que el ingreso de glóbulos rojos del feto inmunice a la madre contra el factor Rh, siendo ella Rh- y el feto Rh+, y así, generar una reacción inmune en la madre. Si el segundo hijo también es Rh+, la respuesta inmune de la madre es más rápida y fuerte dada la generación de memoria contra el antígeno, en este caso, la presencia del factor Rh. (4 puntos).



## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Instrucciones

Lee atentamente cada una de las preguntas que aparecen a continuación y sus alternativas. Encierra en un círculo la que consideres correcta.

1. Las bacterias Gram negativas, a diferencia de las Gram positivas, poseen:
  - I. ácido teicoico.
  - II. peptidoglicano.
  - III. lipopolisacáridos (LPS).
  - IV. membrana externa.
  - A. Solo I.
  - B. Solo IV.
  - C. I y II.
  - D. III y IV.
  - E. II, III y IV.
2. En cuanto al material genético viral, se puede afirmar que:
  - A. siempre es ADN de doble hebra.
  - B. siempre es ARN de una sola hebra.
  - C. siempre es ADN circular.
  - D. se encuentra dentro del núcleo celular.
  - E. puede ser ADN o ARN.
3. El orden correcto de los eventos del ciclo viral, es:
  - I. ensamble del ADN con las proteínas de la cápside viral.
  - II. replicación del ADN viral.
  - III. fusión de membranas entre el virus y la célula huésped.
  - IV. transporte de las glicoproteínas hacia la membrana de la célula huésped.
  - A. I-II-III-IV.
  - B. I-III-IV-II.
  - C. III-I-II-IV.
  - D. III-II-IV-I.
  - E. I-II-IV-III.



4. Cuando se dice que los virus son parásitos intracelulares, se está diciendo que:
- I. los virus son formas vivas muy simples, que expresan un metabolismo básico.
  - II. los virus requieren la maquinaria metabólica de la célula huésped para reproducirse.
  - III. los virus solo pueden multiplicarse en el interior de la célula huésped.
- A. Solo I.
  - B. Solo II.
  - C. II y III.
  - D. I y III.
  - E. I, II y III.
5. El ciclo de infección de un virus ARN se diferencia de uno ADN en que en el primero:
- A. debe existir un reconocimiento específico entre el virus y la célula huésped.
  - B. el ARN debe retrotranscribirse a ADN para integrarse al genoma huésped.
  - C. no existe ni vía lisogénica ni lítica durante el proceso de infección.
  - D. las proteínas se sintetizan en el retículo endoplasmático y aparato de Golgi.
  - E. Los receptores a los que se une la cápside están en el citoplasma.
6. La inmunidad innata se diferencia de la adquirida en que esta última:
- I. es altamente selectiva.
  - II. posee memoria.
  - III. se encuentra solo en vertebrados.
- A. Solo I.
  - B. I y II.
  - C. I y III.
  - D. II y III.
  - E. I, II y III.
7. Una sustancia reconocida como extraña por las células del sistema inmune es considerada:
- A. antígeno.
  - B. anticuerpo.
  - C. inmunoglobulina.
  - D. interferón.
  - E. citoquina.
8. En las respuestas alérgicas:
- A. el antígeno se une al anticuerpo en los linfocitos B.
  - B. los linfocitos B producen anticuerpos para la sustancia extraña.
  - C. los anticuerpos se unen al antígeno y a los mastocitos.
  - D. la estimulación de los mastocitos provoca la liberación de histamina.
  - E. Todas las anteriores son correctas.



### Microorganismos en el ambiente

#### Antecedentes

La microbiología es la rama del saber que estudia las características de organismos como bacterias, virus y hongos unicelulares. Una de las formas básicas en que se realiza este proceso es a través del cultivo de colonias de microorganismos para poder reconocer sus características y metabolismos. En el aire es posible encontrar una gran cantidad de esporas de estos microorganismos, incluso en las manos y en la boca.

#### Materiales

- 30 g de gelatina sin sabor
- 250 mL de agua destilada
- 5 g de azúcar
- 10 g de caldo concentrado de carne
- gasa
- recipiente resistente al calor
- vaso de precipitado
- 2 placas Petri
- cotonos

#### Procedimientos

##### Preparación de medios

- a. Hierve el agua. Coloca la jalea y luego agrega el agua hervida caliente, sin dejar de revolver, hasta que la jalea se disuelva. Agrega el azúcar y revuelve.
- b. Disuelve el caldo concentrado de carne en un poco de agua y luego fíltralo. Agrega este caldo a la mezcla anterior.
- c. Vierte la mezcla en las placas de Petri y espera que solidifique. Mantén las cápsulas tapadas.

##### Toma de muestras y siembra

1. Pasa un cotonito humedecido en agua destilada por la piel de tus manos y frótalo suavemente, con un movimiento en zigzag, sobre la gelatina de una de las placas.
2. Con otro cotonito limpio, toma una muestra de los tejidos de tu boca y de la superficie de tus dientes y siembra la segunda placa en un movimiento en zigzag. Deja las placas cerradas en un ambiente cálido por 2 semanas y luego revisa sus resultados sin abrir las placas.

#### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Comenten y respondan en conjunto las siguientes preguntas:

1. ¿Hubo crecimiento de colonias?, ¿qué organismos crees que son?
2. ¿Qué placa tuvo una mayor presencia de desarrollo de colonias de microorganismos?
3. Explica qué función tienen los distintos ingredientes que forman el medio de cultivo.
4. De acuerdo a los resultados de esta experiencia, ¿es necesario lavarse las manos varias veces al día, así como mantener una buena higiene bucal?





## Lectura complementaria

### Inmunoglobulinas y choque séptico

El síndrome séptico es una causa importante de morbilidad y mortalidad, con una letalidad promedio del 40 %, que se incrementa más allá del 60 % en pacientes con choque séptico. En este síndrome, la respuesta inflamatoria sistémica es iniciada por la liberación de componentes microbianos, incluyendo endotoxinas, peptidoglicanos, ácido teicoico y varias exotoxinas. Estos componentes estimulan una respuesta inflamatoria concertada y en cascada, mediada por citoquinas. Varias de ellas, de manera aislada, inducen hipotensión arterial, y en conjunto su acción es más potente. Asimismo, estas citoquinas se encuentran en concentraciones aumentadas en el suero de pacientes con choque séptico. En esta respuesta también participan proteínas sintetizadas en forma natural por los macrófagos, algunas de ellas de efecto anti-inflamatorio.

El advenimiento de inmunoglobulinas purificadas desde un grupo de numerosos donantes (inmunoglobulinas poliespecíficas) y la capacidad de producir anticuerpos monoclonales específicos, ha permitido contar con nuevas herramientas terapéuticas en pacientes con sepsis y choque séptico, las que han tenido como propósito bloquear la cascada inflamatoria en sus inicios o en su desarrollo. En las últimas décadas, se han desarrollado numerosos estudios con estos preparados en pacientes con sepsis obteniendo, sin embargo, resultados discordantes que hacen necesario revisar las virtudes reales de estas intervenciones. Se han explorado cuatro modalidades de intervención: el uso de inmunoglobulinas purificadas, anticuerpos monoclonales contra estructuras bacterianas, anticuerpos monoclonales contra mediadores de la respuesta inmune y antagonistas de receptores de citoquinas.

La utilidad de las inmunoglobulinas monoclonales en pacientes con sepsis o choque séptico continúa siendo un tema polémico a pesar de los numerosos estudios desarrollados en la materia. Solo ocasionalmente estos trabajos han demostrado directamente un beneficio y para ciertos parámetros.

Fuente: Salinas, J y Alberto Fica, C. (2005). *Inmunoblogulinas en sepsis y choque séptico*. Revista chilena de infectología 22(1): 21-31.

#### Trabaja con la información

1. Explica con tus palabras el término choque séptico.
2. ¿Por qué crees que la aplicación de anticuerpos pudiera no generar efectos en pacientes con choque séptico?
3. Las diferentes estrategias usadas en el control de la sepsis y el choque séptico, ¿a qué tipo de inmunización corresponden?



## Lectura complementaria

### Generalidades del sistema inmune

La especificidad de la respuesta inmune deriva de las funciones ejercidas por los linfocitos B y los linfocitos T. En los mamíferos, los sitios primarios de diferenciación y proliferación de estas células son la médula ósea (para los B) y el timo (para los T).

Los principales componentes del sistema inmune humano son la médula ósea y el timo, órganos de diferenciación inicial de los linfocitos B y T, que son los efectores de la respuesta inmune. Otros órganos importantes son los vasos linfáticos, los linfonodos, el bazo y el sistema asociado a mucosas que incluye a las amígdalas, el apéndice, las placas de Peyer y los acúmulos linfoides asociados a los bronquios.

Los vasos linfáticos permiten la recuperación del fluido intersticial, filtrado desde los capilares sanguíneos.

Asociado a estos vasos están los linfonodos, que son masas de tejido esponjoso separadas en compartimentos mediante tejido conectivo o conjuntivo. Los microbios o partículas extrañas y los desechos que derivan de los tejidos y que entran a los espacios extracelulares de cualquier tejido son conducidos y atrapados en los linfonodos, que actúan como filtros. Los linfonodos también atrapan a las células bacterianas y a otros microorganismos y están densamente poblados por linfocitos y macrófagos; y dentro de estas estructuras ocurren las interacciones entre las células que intervienen en la respuesta inmune.

El bazo y el tejido linfoide asociado a mucosas también son ricos en linfocitos y en células fagocíticas que atrapan partículas. Las amígdalas atrapan partículas que ingresan por vía nasal o bucal. En la pared del intestino se encuentran cúmulos de tejido linfoide con folículos linfoides grandes, las placas de Peyer, situadas entre el revestimiento interno de la membrana mucosa y la cubierta muscular externa, y que defienden al resto del cuerpo contra los miles de millones de microorganismos que habitan el tracto intestinal normal.

Fuente: Male, D., Brostoff, J., et col. (2007). *Inmunología*. (7 ed.). Madrid: editorial Elsevier.

### Trabaja con la información

1. ¿Cuáles son las células y órganos del sistema inmune?
2. Describe el aspecto y la función de los linfonodos.



## Lectura complementaria

### Linfocitos B y la formación de anticuerpos

Los linfocitos B son las principales células efectoras de la respuesta inmune humoral e intervienen en la formación de los anticuerpos, proteínas globulares complejas, conocidas también como inmunoglobulinas.

Los anticuerpos presentan en su estructura combinaciones tridimensionales precisas, capaces de interactuar con moléculas que el cuerpo reconoce como propias o no propias. Algunos linfocitos B “patrullan” el cuerpo humano y otros son estacionarios. Se agrupan en los linfonodos, en el bazo y en otros tejidos linfoides, donde están expuestos a la sangre y la linfa. Los linfocitos B son células pequeñas, redondas, que no se dividen. Insertos en su membrana y sobresaliendo de su superficie, se encuentran los anticuerpos con especificidad para reconocer a un antígeno determinado.

Cuando un linfocito B particular se encuentra en un órgano linfoide con el antígeno para el cual es específico, por complementariedad, los anticuerpos de su superficie interactúan con el antígeno. Esto activa al linfocito B, lo que provoca que la célula se agrande, se divida y que las células hijas, o plasmocitos, adquieran la capacidad de producir anticuerpos. La proliferación de linfocitos B activados ocurre frecuentemente en los linfonodos, este es el motivo por el cual se inflaman durante una infección. Las células hijas que resultan de la activación de linfocitos B se diferencian en células plasmáticas y en células de memoria. Estas últimas células conservan la información para producir anticuerpos y siguen circulando por largos períodos, incluso durante la vida completa de un individuo. Así, la segunda vez que un patógeno en particular entra al cuerpo, inmediatamente puede inducirse la producción de anticuerpos en gran escala contra el invasor. Esta respuesta rápida de las células de memoria es la fuente de la inmunidad frente a muchas enfermedades infecciosas, que ocurre después de una primera infección. Es también la base para la vacunación contra varias enfermedades.

Existe una variedad de mecanismos efectores en los que participan los anticuerpos: pueden recubrir a las partículas extrañas y hacer que se aglomeren de modo tal que puedan ser capturadas por las células fagocíticas; pueden combinarse con el agente nocivo e interferir con el mecanismo de penetración celular de un virus o bacteria; pueden también combinarse con otros componentes presentes en el plasma, el sistema del complemento, y así lisar o identificar a las células extrañas. Finalmente, pueden actuar como nexo entre una célula infectada o tumoral y las células natural killers para producir la destrucción a través del mecanismo de citotoxicidad dependiente de anticuerpos.

Cada anticuerpo es una proteína que está formada por cuatro cadenas polipeptídicas: dos cadenas livianas y dos cadenas pesadas. Cada una de las cuatro cadenas tiene una región constante (C), una región común a todos los anticuerpos de su clase y una región variable (V), que difiere de un anticuerpo a otro.

Cuando las cadenas se pliegan, las secuencias variables de aminoácidos se reúnen y forman dos regiones activas de la molécula que se unen a una región determinada del antígeno específico.

Fuente: Male, D., Brostoff, J., et col. (2007). *Inmunología*. (7 ed.). Madrid: editorial Elsevier.

#### Trabaja con la información

1. ¿Cómo los linfocitos B adquieren su capacidad para producir anticuerpos?
2. ¿Cómo se forman y cuál es la importancia de las células de memoria?
3. ¿Qué efectos tienen los anticuerpos sobre los antígenos?

## Bibliografía sugerida

---

- Abbas, A. y Lichtman, A. (2004). *Inmunología celular y molecular* (5 ed.). Madrid: Elsevier España S. A.
- Alberts, B., Bray, D., Lewia, J., Raff, M., Roberts, K., y Watson, J. (2004). *Biología molecular de la célula* (4 ed.). Barcelona: Ediciones Omega.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. (2008). *Biología* (7 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Male, D., Brostoff, J., y otros. (2007). *Inmunología* (7 ed.). Madrid: Editorial Elsevier
- Nelson, D. y Cox, M., Leningher. (2000). *Principles of Biochemistry* (3 ed.). New York: Worth Publishers.
- Vilee, C.A. (1996). *Biología* (8 ed.). México: McGraw-Hill.

## Solucionario Prueba \_\_\_\_\_

1. B.
2. E.
3. D.
4. C.
5. B.
6. E.
7. A.
8. E.

# Unidad 8

# Biodiversidad

## Propósito de la Unidad

Esta unidad se centra en el estudio de las interacciones que se dan en los ambientes naturales, entre los organismos que los habitan, y las consecuencias poblacionales de estas conductas. Se pretende que los estudiantes comprendan las causas que originan el crecimiento de las poblaciones y aborden el tema del impacto que el ser humano causa sobre el ecosistema, adoptando una postura frente a ello. Además, a lo largo de la unidad, se espera que analicen información y formulen explicaciones de procesos biológicos, a partir de ejemplos y de la interpretación de gráficos y tablas.

## Objetivos Fundamentales Verticales

- Analizar y argumentar sobre controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel, identificando las posibles razones de resultados e interpretaciones contradictorias.
- Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.
- Comprender los efectos de problemáticas globales, como el calentamiento de la Tierra y la contaminación ambiental, sobre la biodiversidad y su conservación en el equilibrio de los ecosistemas.

## Contenidos Mínimos Obligatorios

- Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.
- Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.
- Elaboración de informes de investigación bibliográfica con antecedentes empíricos y teóricos sobre debates actuales de interés público (por ejemplo, el calentamiento global o la clonación).
- Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.
- Descripción de los principios básicos de la biología de la conservación y manejo sustentable de recursos renovables.
- Descripción del efecto de la actividad humana en la modificación de la biodiversidad a través de ejemplos concretos en algunos ecosistemas.

- Análisis del problema del crecimiento poblacional humano a nivel mundial en relación con las tasas de consumo y los niveles de vida.
- Descripción de los efectos del calentamiento global en el ambiente y en las relaciones entre los organismos.

## Objetivos Fundamentales Transversales

- Fomentar el desarrollo de hábitos de higiene personal y social; desarrollo físico personal en un contexto de respeto y valoración de la vida y el cuerpo humano; cumplimiento de normas de prevención de riesgos.
- Promover el interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- Estimular las habilidades de investigación que tienen relación con identificar, procesar y sintetizar información de una diversidad de fuentes; organizar información relevante acerca de un tópico o problema; revisar planteamientos a la luz de nuevas evidencias y perspectivas; suspender los juicios en ausencia de información suficiente.
- Desarrollar las habilidades comunicativas, que se vinculan con exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.
- Promover las habilidades de análisis, interpretación y síntesis de información y conocimiento, conducentes a que los alumnos sean capaces de establecer relaciones entre los distintos sectores de aprendizaje; de comparar similitudes y diferencias; de entender el carácter sistémico de procesos y fenómenos; de diseñar, planificar y realizar proyectos; de pensar, monitorear y evaluar el propio aprendizaje; de manejar la incertidumbre y adaptarse a los cambios en el conocimiento.
- Ejercer de modo responsable grados crecientes de libertad y autonomía personal y realizar habitualmente actos de generosidad y solidaridad, dentro del marco del reconocimiento y respeto por la justicia, la verdad, los derechos humanos y el bien común.
- Valorar la vida en sociedad como una dimensión esencial del crecimiento de la persona y capacitarse para ejercer plenamente los derechos y deberes personales que demanda la vida social de carácter democrático.
- Desarrollar la iniciativa personal, la creatividad, el trabajo en equipo, el espíritu emprendedor y las relaciones basadas en la confianza mutua y responsable.
- Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- Utilizar aplicaciones que resuelvan las necesidades de información y comunicación dentro del entorno social inmediato.
- Buscar y acceder a información de diversas fuentes virtuales, incluyendo el acceso a la información de las organizaciones públicas.
- Utilizar aplicaciones para representar, analizar y modelar información y situaciones para comprender y/o resolver problemas.
- Hacer uso de aplicaciones para presentar y comunicar ideas y argumentos de manera eficiente y efectiva aprovechando múltiples medios (texto, imagen, audio y video).
- Evaluar la pertinencia y calidad de información de diversas fuentes virtuales.
- Interactuar en redes virtuales de comunicación, con aportes creativos propios.
- Interactuar en redes ciudadanas de participación e información.

# Planificación de la Unidad

CMO	Lección	Contenido	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.</li> <li>• Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.</li> <li>• Elaboración de informes de investigación bibliográfica con antecedentes empíricos y teóricos sobre debates actuales de interés público (por ejemplo, el calentamiento global o la clonación).</li> <li>• Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando en base a conocimientos científicos.</li> <li>• Descripción de los principios básicos de la biología de la conservación y manejo sustentable de recursos renovables.</li> <li>• Descripción del efecto de la actividad humana en la modificación de la biodiversidad a través de ejemplos concretos en algunos ecosistemas.</li> <li>• Análisis del problema del crecimiento poblacional humano a nivel mundial en relación con las tasas de consumo y los niveles de vida.</li> <li>• Descripción de los efectos del calentamiento global en el ambiente y en las relaciones entre los organismos.</li> </ul>	<p><b>Lección 1:</b> ¿Cuál es nuestra biodiversidad?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles e importancia de la biodiversidad.</li> <li>• Descripción de la biodiversidad de ecosistemas (humedales, terrestres, marinos y costeros).</li> <li>• Descripción de la biodiversidad taxonómica de Chile (<i>hotspot</i> chileno).</li> </ul>	
	<p><b>Lección 2:</b> ¿Está amenazada la biodiversidad?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores que inciden en la pérdida de la biodiversidad.</li> <li>• Estado de conservación de las especies chilenas.</li> <li>• Modelos de desarrollo.</li> <li>• Desarrollo sustentable.</li> </ul>	
	<p><b>Lección 3:</b> ¿Afecta el crecimiento poblacional humano el desarrollo sustentable?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del crecimiento poblacional humano en la historia.</li> <li>• Descripción de la distribución actual de la población.</li> <li>• Economía de los recursos y población humana (huella ecológica y calidad de vida).</li> </ul>	
	<p><b>Lección 4:</b> ¿Cómo el cambio climático afecta a la biodiversidad?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El clima y el aumento del efecto invernadero.</li> <li>• Consecuencias del cambio climático en los ecosistemas (terrestres y acuáticos)</li> <li>• Cambio climático en Chile, efectos en ecosistemas terrestres y marinos.</li> </ul>	



Instrumentos de evaluación	Indicador de evaluación	Tiempo estimado (horas pedagógicas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 326).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 331).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el concepto de biodiversidad y su importancia para diferentes ámbitos humanos.</li> <li>• Describir las características generales de la biodiversidad en Chile.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 332).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 339).</li> <li>• Evalúo mi progreso Lecciones 1 y 2 (pág.342).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las principales amenazas que afronta la biodiversidad.</li> <li>• Explicar el concepto de desarrollo sustentable.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 344).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 351).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el problema del crecimiento poblacional humano a nivel mundial en relación con las tasas de consumo y los niveles de vida.</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja con lo que sabes (pág. 352).</li> <li>• Antes de seguir (pág. 359).</li> <li>• Evalúo mi progreso Lecciones 3 y 4 (pág.362).</li> <li>• Evaluación final de la unidad (pág. 366).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir los efectos del calentamiento global en el ambiente y en las relaciones entre los organismos.</li> </ul>	<b>2</b>

## Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es destacar las dimensiones, importancia y características de la biodiversidad, enfocándose a la biodiversidad local presente en el país. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden conceptos de evolución y biodiversidad.

## Trabaja con lo que sabes

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes señalan que la biodiversidad es producto de todos los niveles de diferenciación, a nivel de genes o genética, especies o taxonómica y ecológica o ecosistémica. De este modo, procesos evolutivos y de especiación aportan al aumento de la biodiversidad.
2. Los estudiantes indican que solo la primera fotografía representa un ecosistema, porque un ecosistema es toda la comunidad biológica, y las relaciones de un lugar y de los factores físicos y químicos que constituyen el ambiente abiótico. En la primera fotografía, el ecosistema es amplio y considera una serie de relaciones y cadenas tróficas en las que se incluyen productores primarios, descomponedores y detritívoros, materia orgánica en descomposición, herbívoros, carnívoros y parásitos junto con el componente abiótico que provee las condiciones para la mantención de la vida y actúa como fuente y sumidero de la materia y energía que circula a través de estas relaciones. Por su parte, la segunda imagen muestra individuos que participan en cadenas tróficas, pero no se incluyen todos los componentes para mantener el flujo de materia y energía activo.
3. Las respuestas de los estudiantes son variadas y dependerán de la zona geográfica donde se encuentren y del grado de conocimiento de la biodiversidad local. Cuando indiquen poblaciones, los estudiantes podrán hacer referencia a un grupo específico, como poblaciones de alguna especie animal, vegetal o fúngica. Por ejemplo, en la zona central, pueden indicar especies vegetales como el quillay (*Quillaja saponaria*), peumo (*Cryptocarya alba*), especies animales como lagartijas esbeltas (*Liolaemus tenuis*), entre otros.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Invite a sus estudiantes a que indaguen más sobre la biodiversidad local. Entre las alternativas está la posibilidad de participar de foros interactivos de naturalistas de todo el país que comparten sus conocimientos y experiencias con flora y fauna del país. Invítelos a visitar páginas como: [www.chilebosque.cl/](http://www.chilebosque.cl/), [www.rutadelbichologo.org/](http://www.rutadelbichologo.org/) o [www.avesdechile.cl/](http://www.avesdechile.cl/) donde podrán conocer más sobre la flora y fauna de su región.

## Minitaller (Estilo de aprendizaje: reflexivo y pragmático)

### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes identifican que se trata de diversidad a nivel genético.
  - b. En este caso se habla de diversidad taxonómica.
  - c. En este caso se habla de diversidad ecosistémica.
  - d. En este caso se habla de diversidad ecosistémica.
  - e. En este caso se habla de diversidad genética.
2. Las preguntas formuladas por los estudiantes dependerán de la zona donde vivan y el grado de conocimiento que tengan de la biodiversidad local. Las preguntas apuntarán a resolver problemas relativos a la distribución de caracteres intra o inter poblaciones de una misma especie, número y distribución de poblaciones de diferentes especies y efectos en el ecosistema de, por ejemplo, el retiro de una o más especies o el cambio de un factor abiótico.
3. Los estudiantes evidencian que resolver preguntas de esta índole nos permiten identificar y medir las características de los ecosistemas, dando cuenta a su vez de las relaciones tróficas que pudieran haber entre los diferentes elementos componentes de los ecosistemas.

### Sugerencias de cierre de lección

- Profundice conocimientos sobre la importancia y características de la biodiversidad invitando a sus estudiantes a que visiten la página del Ministerio del Medio Ambiente, [www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-channel.html](http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-channel.html), donde podrán encontrar un compendio de la biodiversidad de Chile, junto con los problemas asociados a su conocimiento, protección y conservación. Alternativamente, puede organizar a sus estudiantes por grupos e invitarlos a que elaboren un informe donde profundicen en los diferentes grupos taxonómicos tratados en el documento, haciendo hincapié en que informen sobre el estado de conocimiento de los grupos con relación al número de especies y familias presentes en Chile y número de especies endémicas conocidas. Trate de seleccionar aquellos grupos que tengan representantes locales y que permitan el desarrollo de un sentido de localidad en los estudiantes.

## Actividad 1 (Estilo de aprendizaje: pragmático)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes responden dependiendo de la zona geográfica donde habiten y la familiaridad que tengan con los hábitats y biodiversidad de su región. Oriéntelos respecto a la importancia de conocer la biodiversidad como refuerzo de la identidad local, así como base para la protección de las especies, partiendo de la idea de que no se puede proteger lo que no se conoce.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

- 1.** La biodiversidad es una característica de la vida y está relacionada con la variedad y variabilidad de todos los organismos vivos. Tiene tres dimensiones o niveles: diversidad genética, diversidad taxonómica y diversidad ecológica.
- 2.** Los estudiantes listan diferentes usos tomados de las diferentes categorizaciones. Por ejemplo, la producción de alimentos, consumo de agua y su uso para la mantención de cultivos y de alcantarillado. Destacan, además, por su importancia ecológica, el control de la erosión, la regulación de polinizadores; en el mantenimiento de los ecosistemas destacan, por ejemplo, el reciclado de nutrientes, la formación de suelo; y en los servicios culturales señalan los educativos, estéticos o económicos. Relacionan cada uno con su uso personal.
- 3.** La respuesta a esta actividad es variable y dependerá de los resultados obtenidos en la Actividad 1. Se espera que los estudiantes amplíen su visión sobre los organismos presentes en hábitats cercanos a su institución, fomentando así el reconocimiento de la biodiversidad local.
- 4.** Los estudiantes indican que Chile ha sufrido a lo largo del tiempo geológico un aislamiento geográfico en relación a otras zonas de América del Sur. Así, el levantamiento de la cordillera de los Andes y de la Costa han separado al país, lo que ha permitido la generación de nuevos ambientes en donde han surgido nuevas especies. Estas especies, al estar solo presentes en esta zona, se denominan endémicas. Junto con esto, está la característica que estas zonas se encuentran en peligro ecológico, es decir, están en peligro dado un rápido deterioro de sus hábitats.

## Orientaciones de trabajo Lección 2 (páginas 332-339)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer las principales amenazas a la biodiversidad chilena y el concepto de manejo sustentable. Utilice la actividad **Trabaja con lo que sabes** para que los estudiantes recuerden elementos de evolución necesarios para avanzar en la lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes explican que ha habido múltiples eventos evolutivos en donde han ocurrido grandes extinciones, seguidas por un aumento en el número de especies. Esta dinámica daría sustento a la teoría de evolución de equilibrio puntuado.
2. Los estudiantes dan diferentes respuestas, pero en general caracterizan catástrofes naturales, como caídas de meteoritos o similares. Asimismo, pueden destacar eventos de glaciación que mermaron la diversidad de la época.
3.
  - a. Los estudiantes indican que la potencial causa de una nueva extinción masiva sería el aumento de las temperaturas.
  - b. Los estudiantes responden que en las mejores condiciones, al menos un 20 % de las especies conocidas desaparecerá ante un eventual aumento acelerado de las temperaturas.
  - c. La presión de selección será la capacidad de mantener el metabolismo activo a pesar del aumento de temperatura; de este modo, organismos que puedan sobrevivir a mayores temperaturas tendrán una ventaja adaptativa.
  - d. Los estudiantes explican que las especies con mayores probabilidades de extinguirse son aquellas que no puedan sobrellevar el aumento de la temperatura, tanto en la supervivencia de los individuos, como en la generación de descendencia fértil.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Busque información referente a la ley 19 300 Bases Generales del Medio Ambiente, la que promueve el cuidado y protección del medio ambiente en Chile, con lo que establece un marco regulatorio sobre la materia. En ella encontrará definiciones a conceptos claves relativos a esta unidad.
- Organice un debate en el que se plantee el dilema “crecimiento económico/ desarrollo sustentable”. Destaque la utilización de conceptos biológicos adquiridos durante el trabajo en la unidad. Para evaluar el debate, considere como indicador el uso de lenguaje apropiado; el conocimiento del tema tratado; el respeto a los compañeros con los que debaten; el desarrollo de conclusiones producto de un análisis serio; asimismo, considere la participación activa en la actividad.

## Actividad 2 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes investigan sobre las actividades humanas que dañan la biodiversidad local, considerando la importancia que tenga para el mantenimiento de las poblaciones humanas. Por ejemplo, mencionan en la Zona Central de Chile los daños ocasionados por la agricultura; indican que esta es la zona del país donde se produce buena parte del alimento que consumimos, así como también donde se centra la producción agrícola de exportación.

### Sugerencias de cierre de lección

- Invite a los estudiantes a profundizar en temas de conservación e invítelos a que generen estrategias que se puedan aplicar a nivel de su institución, en la que involucren a estudiantes de otros niveles, así como a docentes, directivos y administrativos.

### Antes de seguir

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes señalan que la actual gran extinción es producto de las actividades de modificación ambiental mediadas en buena parte por el ser humano, así como por el cambio en las temperaturas, en lo que se llama actualmente el calentamiento global.
2. La pérdida de una especie implica la pérdida de todo el *pool* genético de esta, con todos los cambios que se han adquirido a lo largo del tiempo evolutivo. Esto afecta a los ecosistemas dado que están formados por cada uno de los individuos presentes en ella y su carga génica, donde la pérdida de cada genotipo es importante.
3. Los estudiantes explican, en sus propios términos, que el modelo de desarrollo sustentable implica la mantención de la sociedad industrializada actual, pero en un crecimiento armónico con el medio ambiente, generando medidas de protección a la vez que se potencia el desarrollo de las sociedades humanas.
4.
  - a. Los estudiantes indican que en las zonas tropicales del mundo es donde se concentra proporcionalmente la mayor biodiversidad mundial, además de ser una suerte de pulmón verde dada la gran tasa de producción de oxígeno, esencial para todos los organismos.
  - b. Los estudiantes reconocen que de este modo se protege la biodiversidad marina, al tiempo de que es parcialmente explotada, permitiendo la mantención y reproducción de las especies.
  - c. Los estudiantes consideran que las sociedades actuales son altamente dependientes de la generación de energía, basando su producción en combustibles fósiles, los que no son renovables. Asimismo, si bien la mayoría de los recursos naturales pueden regenerarse, requieren tiempo y el ritmo acelerado de consumo actual impide su apropiada renovación.

- 5.** Los estudiantes explican que el desarrollo social se relaciona con el desarrollo económico mientras todas las personas se vean beneficiadas. El desarrollo económico se relaciona al medio natural en tanto el primero permite la mantención del medio del cual toma sus recursos, haciendo viable la duración del desarrollo. El medio natural permite una apropiada calidad de vida si se relaciona armónicamente con el desarrollo social.
- 6.** Los estudiantes indican que el desarrollo sustentable implica una utilización apropiada de los recursos para todas las personas, y en este sentido, los que tienen menos recursos también tienen que verse beneficiados por la explotación de los recursos naturales, de modo que su uso pueda ser controlado y graduado.
- 7.** Los estudiantes responden que es esperable que en una condición donde la población crece más rápido que los recursos económicos, estos se vean reducidos para todos, dado que se deben repartir entre todas las personas. Del mismo modo, el aumento de la población deriva en una mayor explotación y en un potencial aumento de la tasa de consumo de los recursos ya reducidos, para tratar de satisfacer sus necesidades. En el caso contrario, es esperable una abundancia de recursos, lo que permite incluso la venta de los excedentes.
- 8.** Los estudiantes indican distintos ejemplos que contribuyen a la protección del medio ambiente, como reducir, en lo posible, el gasto energético, el uso de agua potable, la producción de basura, la utilización de aparatos eléctricos con mayor eficiencia energética, la disminución del uso de vehículos de combustión interna; fomentar el uso de medios de transporte no contaminantes, como la bicicleta, entre otros.

### Actividad

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes responden que las causas de la pérdida de biodiversidad en el país y en el mundo se relacionan con el uso histórico que se ha hecho de los recursos naturales, como la limpieza de vastas áreas de la Zona Central para permitir el desarrollo de la agricultura, la utilización de ambientes donde habitaban otros organismos, entre otros.
2. Los estudiantes discuten las características de las distintas formas generales en que se clasifica la conservación. En la conservación *ex situ*, los estudiantes destacan las ventajas en el caso de organismos animales, vegetales o fúngicos, cuyos ambientes están altamente alterados o donde el número de individuos se ha reducido de manera alarmante. En el caso de la conservación *in situ*, los estudiantes destacan que funciona mejor cuando los ambientes de los organismos a proteger no se encuentran muy alterados y donde aún se pueden encontrar poblaciones naturales.
3.
  - a. Los estudiantes reconocen que helechos (*Pteridophyta*), peces continentales, anfibios y reptiles son los grupos que poseen el mayor porcentaje de organismos comprometidos en su estado de conservación.
  - b. Los estudiantes indican que la mayoría de los organismos pertenecientes al reino animal parece estar relacionada con el cambio del uso de las aguas continentales y su contaminación. Asimismo, la utilización del hábitat de los organismos por asentamientos humanos pudo cambiar el de estos organismos. Es importante destacar que existen diferencias en el grado de conocimiento que se tiene de los diferentes grupos, observando que aquellos con menor número de especies son los más conocidos y de los que se tiene suficiente información como para considerarlos en alguno de los niveles de clasificación de acuerdo a la IUCN.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 342-343)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen un organizador gráfico ordenando los conceptos seleccionados desde los más a los menos inclusivos. La organización de este será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo. Para lograr esto, pida que respondan preguntas relativas a los contenidos de las primeras dos lecciones utilizando su organizador.



## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes definen la biodiversidad considerando sus diferentes niveles, incluyendo la idea de que incluye toda la variedad y variabilidad de organismos vivos. (4 puntos).
2. Los estudiantes describen un ecosistema, considerando los productores primarios, consumidores y degradadores de materia orgánica, herbívoros, depredadores y los factores abióticos propios del lugar. (4 puntos).
3.
  - a. A nivel económico, los estudiantes indican el aporte de la biodiversidad en el aporte de alimentos, agua dulce, materias primas como madera y fibras, y combustible. (2 puntos).
  - b. A nivel ecológico, la biodiversidad ayuda en la mantención del clima, el control de la erosión, la regulación de polinizadores, la purificación del agua, etc. (2 puntos).
  - c. La biodiversidad entrega servicios culturales de tipo estético, espiritual, recreativo, educativo, etc. (2 puntos).
4. Los estudiantes explican que el levantamiento de la cordillera de los Andes y la cordillera de la Costa permitió el aislamiento de las poblaciones de organismos presentes en el territorio nacional. Al mismo tiempo, permitieron la generación de nuevos ambientes, lo que posibilitó la diferenciación de las especies presentes en el territorio nacional, generando múltiples procesos de especiación. (4 puntos).
5. Los estudiantes explican que un *hotspot* es una zona geográfica con una alta diversidad de especies, pero cuyo territorio está en reducción o sufriendo un cambio de utilización. En el caso de Chile, el *hotspot* considera buena parte del territorio nacional, incluyendo tanto ambientes mediterráneos como húmedos templados, presentes en el centro-sur del país. (4 puntos).
6. Los estudiantes destacan que las principales amenazas están relacionadas con la deforestación, el cambio de hábitat dado por la agricultura, la introducción de especies invasoras y la contaminación. (6 puntos).
7. Los estudiantes indican que la extinción de una especie puede modificar la viabilidad de una población humana al afectar el ámbito social o económico. Del mismo modo, la pobreza implica una distribución inapropiada o una escasez de recursos, lo que puede derivar en una sobreexplotación de los recursos actuales, comprometiendo las reservas para futuras generaciones. El desarrollo de la agricultura necesita la utilización de grandes extensiones de suelo, donde son preferibles aquellos más fértiles, destruyendo el hábitat natural de muchas especies. Finalmente, la educación permite manifestar la necesidad de mantener un equilibrio entre el uso que se hace de los recursos y la necesidad de mantener el desarrollo social y económico. (8 puntos).
8. Los estudiantes realizan un esquema tipo diagrama de Venn donde explicitan las dimensiones del desarrollo sustentable, destacando los puntos de concordancia entre las diferentes dimensiones. Se espera que hagan esquemas semejantes a los presentados en la página 338. (5 puntos).

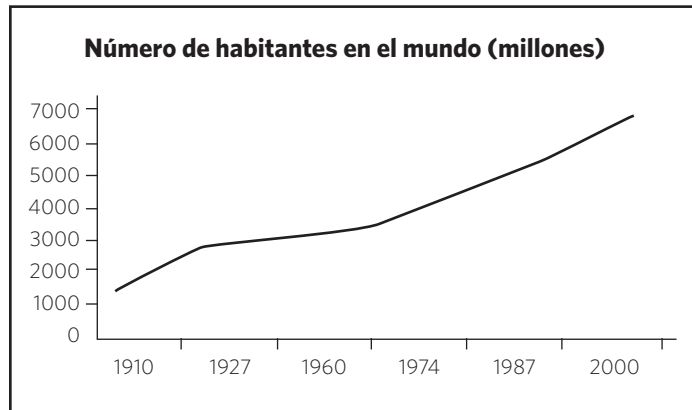
### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es establecer la relación entre el nivel de desarrollo de las sociedades con el uso que se hace de los recursos naturales, y su impacto en el ambiente. Con la actividad **Trabaja con lo que sabes** podrá recuperar conocimientos relacionados al desarrollo sustentable y los factores que determinan el tamaño de una población.
- Pida a los estudiantes que averigüen el tamaño aproximado de la población humana actual y completen la gráfica presentada en la página 346. Indíqueles que la población humana va creciendo exponencialmente, esto es, que en un gráfico se asemeja a una curva que se acerca a la verticalidad.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes construyen un gráfico como el siguiente y responden las preguntas:



- a. Los estudiantes deducen que la población humana está en un continuo aumento.
- b. Los estudiantes observan que el mejoramiento de las condiciones de vida y el desarrollo de la medicina han permitido un aumento de la población, tanto al permitir una mayor longevidad y disminuir el número de muertes prematuras, como al aceptar la mantención de poblaciones mayores.
- c. Los estudiantes advierten que el aumento continuo de la población implica un mayor uso de los recursos naturales, independiente de la capacidad de un hábitat particular para mantener a esa población, lo que va en desmedro de todo el ecosistema.
- d. Responden afirmativamente que el aumento de la población afecta al desarrollo sustentable porque vuelve casi imposible mantener un equilibrio entre una producción que respete el medio ambiente y los tiempos que necesita para recuperarse e introducir materia y energía a los ciclos biológicos.
- e. Los estudiantes señalan que no todos los países crecen poblacionalmente a la misma velocidad. Dependiendo de su grado de conocimiento, indicarán que las poblaciones de países en desarrollo tienen tasas de crecimiento mucho mayores que las de países desarrollados, donde por cuestiones económicas y sociales se retrasa la paternidad y se tiene un número reducido de hijos.

## Sugerencias de desarrollo de lección

- Inicie el tema indicando que, según el censo de 2002 en Chile, la población se incrementó en 1 701 940 personas, con un crecimiento anual de 1,2 personas por cada 100 habitantes, en los últimos 10 años. Pregúnteles: ¿qué importancia tiene este hecho para nuestra población? Pídeles que extrapolen los valores y hagan suposiciones sobre los resultados del censo realizado el año 2012 en cuanto al crecimiento de la población chilena.

### Actividad 3 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes describen la organización que tenía la cultura egipcia, en comparación a la inca, en términos de la jerarquización social. En la primera, existía una clara división entre estratos sociales y en la distribución de recursos y obligaciones, a diferencia de la inca donde, si bien había jerarquización, los recursos eran comunes y se repartían equitativamente.
2. Los cambios de hábitos de vida, así como el desarrollo de asentamientos y modos de acceder a los recursos, cambió la forma en que las poblaciones humanas se mantenían, permitiendo un aumento de su número.
3. Los estudiantes indican que a medida que aumenta la disponibilidad de recursos, los grupos humanos pueden dedicar parte de su tiempo a mejorar sus condiciones de vida. Entre ellas, la ciencia y la medicina, siempre desarrollándose a la par, han permitido aumentar la supervivencia de los individuos y, por consiguiente, aumentar la longevidad de los grupos.
4.
  - a. Los estudiantes evidencian que los países en desarrollo son los que tendrán un mayor crecimiento poblacional en los próximos años.
  - b. Los estudiantes advierten que son los países industrializados, o altamente desarrollados, en donde la edad de la población es homogénea.
  - c. Los estudiantes infieren que potencialmente sí es posible predecir si una población se estabilizará o seguirá en crecimiento; sin embargo, siempre es necesario tener en cuenta la posibilidad de que no se generen patrones continuos en todos los casos.

## Sugerencias de cierre de lección

- El calentamiento global y el desarrollo sustentable son los principales problemas que enfrentan actualmente las economías mundiales, tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo. En 1997, se estableció en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático el llamado **Protocolo de Kioto**, que es un acuerdo internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En este protocolo, se estableció el mecanismo de Bonos de Carbono o Créditos de carbono para permitir la descontaminación. Invite a sus estudiantes a que investiguen qué son los bonos de carbono y de qué modo su intercambio ha afectado a la visión de la industria internacional y nacional, y el impacto que han tenido a nivel social en los países que han utilizado este mecanismo. Invítelos a que revisen diferentes fuentes y que evalúen la información obtenida considerando los diferentes aspectos utilizados para evaluar la huella ecológica de los países.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes observan que las causas del crecimiento fueron el desarrollo de la agricultura y la ganadería en el neolítico; en el siglo XVIII la revolución industrial aumentó la población producto de la mecanización de la producción y los avances científicos en el ámbito de la salud. Posteriormente, el aumento poblacional se debió a la denominada revolución verde, con un mejoramiento de las condiciones de producción de alimentos, con la utilización de herbicidas y pesticidas, además de descubrimientos como la penicilina, que redujeron la mortandad infantil de manera drástica.
2. Los estudiantes indican que entre los factores sociales relacionados al desarrollo sustentable están los relacionados con la huella ecológica de los individuos, de acuerdo a la cantidad de suelo productivo que necesita cada persona para satisfacer sus necesidades alimentarias y los residuos que genera.
3. El economista Robert Malthus señaló que los recursos naturales crecen en menor medida que la población humana, por lo cual llegará un momento en que esta no dispondrá de los recursos necesarios para mantenerse. En la actualidad, esta visión ha variado parcialmente, teniendo en consideración los avances tecnológicos, por lo que el crecimiento poblacional humano y su impacto sobre el ambiente, no solo se explican por parámetros ecológicos, sino que también se deben tener en cuenta las formas de producción y distribución de los recursos.
4. Capacidad de carga corresponde al número máximo de individuos que puede mantener un hábitat indefinidamente sin disminuir la disponibilidad y acceso a los recursos. Por su parte, la biocapacidad es la disponibilidad de recursos en el ambiente, la que se modifica en relación al uso de tecnologías productivas.
5. Las variables son la esperanza de vida (número de años promedio que puede llegar a vivir una población), la educación (escolaridad y alfabetización) y el producto interno bruto (producción de bienes y servicios de una población en términos monetarios).
6.
  - a. Los estudiantes indican que los valores hablan del número de hectáreas de tierra productiva que se necesitan para sostener la población en un territorio definido en relación a lo que consume y a los residuos que produce. En este sentido, países más industrializados tienen una mayor huella ecológica que los países en desarrollo, al tener un mayor consumo de recursos y una mayor generación de desechos.
  - b. Los estudiantes dan diversas explicaciones, pero en todas se ha de considerar que en los países industrializados, el aumento de la calidad de vida implica un aumento en el gasto energético y en el consumo de recursos.
  - c. Los estudiantes pueden dar diversas respuestas pero deben considerar que en los países en vías de desarrollo solo una parte de la población tiene una alta calidad de vida, por lo que el resto de la población utiliza recursos principalmente en la satisfacción de las necesidades básicas.
  - d. Una mayor huella ecológica implica que se están consumiendo más recursos que los que el ambiente puede producir, así como la generación de más desechos de los que el ambiente puede reincorporar a los ciclos biológicos o biogeoquímicos.
7. Los estudiantes consideran que Chile, en la actualidad, es un productor primario; es decir, el principal ingreso del país está relacionado con la venta de recursos naturales (forestales, cultivos y pesqueros). Asimismo, existe una elevada generación de emisiones de CO<sub>2</sub>. Entre las alternativas, es esperable que los estudiantes reconozcan la necesidad de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como hacer un cambio en la generación de recursos económicos.

## Orientaciones de trabajo Lección 4 (páginas 352-359)

### Sugerencias de inicio de lección

- El objetivo de esta lección es conocer las causas y efectos que ha tenido para las poblaciones humanas y los ecosistemas el calentamiento global. Con la actividad **Trabaja con lo que sabes** podrá recuperar conocimientos necesarios para el desarrollo de la lección.

### Trabaja con lo que sabes

#### Respuestas esperadas

1. Los estudiantes dan diversas respuestas, pero deben considerar que el clima corresponde a la interacción de diferentes factores que permiten el establecimiento de un régimen de temperaturas, humedad, vientos, presiones y precipitaciones, y que se mantienen a lo largo del tiempo.
2. Diferentes poblaciones humanas se adaptan a las condiciones climáticas imperantes; así, en las denominadas Zonas Mediterráneas se ha establecido buena parte de la producción agrícola mundial, dada la marcada estacionalidad que presenta. Por otro lado, en climas fríos, las poblaciones humanas hacen uso de los recursos existentes, sobrellevando las dificultades que puedan ocasionar las condiciones imperantes.
3. El clima afecta a los ecosistemas determinando los factores abióticos de este y, de este modo, modelando el rango de especies que pueden permanecer en un ambiente determinado.
4.
  - a. La curvatura de la Tierra determina que los rayos del sol lleguen en diferente ángulo, o que cubran una mayor superficie en algunos lugares que en otros. Sumado a esto, está la inclinación natural del planeta en relación al eje del sol en cerca de  $23^\circ$ , lo que cambia aún más la recepción de la luz solar en las diferentes zonas geográficas, además de dar origen a las estaciones del año.
  - b. El sol es la principal fuente de energía, aportando tanto en forma de energía lumínica como calórica. De este modo, la graduación de su aporte producto de la curvatura e inclinación de la Tierra, determina que se generen diversos ambientes, como los trópicos, donde los rayos solares llegan de manera perpendicular durante casi todo el año, a diferencia de los polos, que reciben rayos solares de manera oblicua y en diferente proporción si están orientados o no hacia el sol durante la traslación del planeta alrededor del sol.

### Sugerencias de desarrollo de lección

- Indique a sus estudiantes que la amplitud térmica diaria corresponde a la variación de temperatura en un área determinada a lo largo del día.
- Invite a sus estudiantes a que investiguen qué otros gases participan en el efecto invernadero. Además, pídale que profundicen sobre la importancia de la capa de ozono y los daños que sufre por efecto del aumento de los gases de efecto invernadero.

## **Actividad 4 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)**

### **Respuestas esperadas**

- 1.** Los estudiantes indican que el CO<sub>2</sub> tendrá la mayor proporción, con una concentración de casi 500 ppm. Luego le seguirían los CFC, con una proporción de más de 100 ppm. El metano y los óxidos de nitrógeno tendrán proporciones semejantes, ambas menores de 100 ppm.
- 2.** Los estudiantes señalan que casi se ha duplicado, por lo que el aumento ha sido de casi 100 %.
- 3.** Los estudiantes destacan la reducción del uso de plásticos y la disminución del uso de combustibles fósiles. Por ejemplo, si saben que la electricidad de la zona donde viven es producida principalmente por termoeléctricas, reducen el consumo eléctrico en la medida que puedan. Otras medidas pueden ser el evitar el uso de aerosoles, disminuir en lo posible el cultivo intensivo, etc.

## **Actividad 5 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)**

### **Respuestas esperadas**

- 1.** Los estudiantes dan diferentes respuestas, pero tienen en consideración que la calidad de vida de las personas en todo el mundo se verá afectada. Es esperable que los estudiantes incorporen ejemplos de modificaciones climáticas importantes que se evidencian actualmente y que se asocian a desastres naturales, como el aumento en la intensidad de las lluvias monzónicas o de las lluvias del llamado invierno boliviano, aumento de las temperaturas medias en verano y marcada disminución en invierno, entre otras.
- 2.** Las respuestas de los estudiantes son variadas y dependerán de las características de la zona geográfica donde vivan. Sin embargo, es esperable que reconozcan la potencial pérdida de parte de la biodiversidad local, así como potenciales cambios en los regímenes de lluvias y temperaturas. Es esperable además, que evidencien que en algunas zonas con temperaturas bajas, su aumento permite el aumento del rango de distribución de algunas especies, pero siempre en desmedro de otras.

## **Actividad 6 (Estilo de aprendizaje: reflexivo)**

### **Respuestas esperadas**

- 1.** Los estudiantes admiten que conocer el clima del pasado nos permite conocer los cambios que han afectado a una localidad, así como dar luces de la biodiversidad pasada y de las potenciales causas de la biodiversidad actual.

## Sugerencias de cierre de lección

- Invite a sus estudiantes que investiguen sobre los resultados de los acuerdos tomados en las diferentes reuniones efectuadas por países firmantes del Tratado de Kyoto en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Pídales que investiguen cuáles son las medidas que se han puesto en práctica en Chile. Tendientes a enfrentar las causas y los efectos del calentamiento global. Pida a sus estudiantes que se organicen en grupos y que preparen un informe indicando sus descubrimientos. Considere en este informe tanto la validez de las fuentes de información, como la inclusión de opiniones personales fundadas en relación a la necesidad de evitar tanto las causas como los efectos del calentamiento global. Es esperable que en este trabajo los estudiantes pongan de manifiesto el enfrentamiento entre el desarrollo económico de las sociedades humanas y el valor que dan a los recursos naturales y a su protección.

## Antes de seguir

### Respuestas esperadas

1. El efecto invernadero es el aumento de las temperaturas del planeta por el aumento de gases que evitan que el exceso de calor solar emane fuera de la atmósfera. Sus causas se relacionan con variaciones naturales de la temperatura del planeta, pero también con el aumento de la concentración de gases que funcionan como biombo para la energía calórica emanada por el sol. Entre sus efectos están el aumento de las temperaturas del planeta, lo que origina un cambio en los regímenes pluviométricos en distintas partes del planeta y el derretimiento de hielos.
2. El calentamiento global es el aumento de las temperaturas del planeta producto del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero. Las evidencias radican en el reconocimiento de un aumento acelerado de las temperaturas del planeta, el que está asociado a un aumento de los gases que permiten la retención del calor solar en la atmósfera.
3. Se esperan alteraciones en los climas del planeta, con fuertes variaciones en los patrones de lluvias en el mundo, así como perturbaciones en la disponibilidad y uso del suelo, además de un cambio en la distribución de especies con una potencial pérdida de biodiversidad, tanto de comunidades terrestres como acuáticas.
4. En Chile continental se espera un aumento de la temperatura media entre 2 °C y 4 °C, siendo mayor el incremento en las zonas andinas y disminuyendo de norte a sur. Asimismo, disminuirán las reservas de nieve en la cordillera, lo que ocasionará mayores crecidas de los ríos en invierno y una reducción de la disponibilidad de agua para la agricultura y para las centrales hidroeléctricas. También se espera que el nivel del mar podría ascender entre 14 cm y 28 cm. Por otra parte, las precipitaciones aumentarán en el altiplano durante la primavera y el verano; en el Norte Chico aumentarán durante el invierno; en Chile central disminuirán durante el otoño; en la Zona Sur disminuirán hasta en un 50 % durante el verano y en el extremo austral se espera un leve incremento, que se mantendrá durante todo el año.
5. Los estudiantes señalan que el desarrollo de las comunidades humanas debería ser tendiente al equilibrio con el medio, pero el aumento de las necesidades de consumo de la población mundial no ha permitido este crecimiento armónico, debido a la igualdad en el acceso a los recursos entre las personas, y al daño que se genera a la biodiversidad mundial.

## Trabajo científico (páginas 360-361)

### Respuestas esperadas

#### Análisis e interpretación de evidencias

1. Los estudiantes realizan un gráfico donde evidencian un ligero aumento de la temperatura del acuario con agua, pero un marcado y progresivo aumento de la temperatura del acuario con vinagre y bicarbonato. El gráfico que mejor representaría las mediciones es un gráfico de líneas, donde en el eje X estaría el tiempo, mientras que en el eje Y las temperaturas medidas.
2. Los estudiantes indican que la temperatura varió en ambos recipientes, aunque en menor medida en el primero.
3. Los estudiantes deducen que la diferencia entre los recipientes guarda relación con la liberación de  $\text{CO}_2$  en la reacción entre bicarbonato y el vinagre (ácido acético), una reacción que ellos pudieron evidenciar visualmente.
4. Los estudiantes responden que es posible hacer la extrapolación, considerando la salvedad de que los niveles de  $\text{CO}_2$  pueden variar de un ecosistema a otro de manera natural y dependiendo de la cobertura vegetal del área.

#### Conclusiones

5. Los estudiantes indican que los resultados obtenidos concuerdan con la hipótesis planteada.
6. Los estudiantes observan que sí es posible hacer una extrapolación, teniendo en cuenta las limitaciones de la experiencia.
7. Los estudiantes hacen diferentes sugerencias como igualar las condiciones dentro de los acuarios utilizando recipientes cerrados, incluyendo cámaras que tengan mayor proporción de otros gases, modificando las fuentes de energía, utilizando ampollitas coloreadas que filtren la luz que entre en las cámaras, etc.

## Orientaciones para Evalúo mi progreso (páginas 362-363)

### Organiza lo que sabes

#### Respuestas esperadas

- Los estudiantes construyen su organizador gráfico categorizando los conceptos presentados desde los más a los menos inclusivos y expresan gráficamente las relaciones entre ellos. El orden y jerarquía del organizador será variable y su evaluación dependerá de la lógica interna del constructo.



## Evaluación de proceso

### Respuestas esperadas

1.
  - a. Los estudiantes afirman que se inicia con la Revolución Industrial alrededor de 1750. (3 puntos).
  - b. Los estudiantes señalan que los factores que inciden en el incremento de la población son la mecanización de los procesos productivos, junto con el incremento del conocimiento médico de la época. (3 puntos).
  - c. Los valores de ambos indicadores tienden a aumentar dado que crecen las necesidades de la población producto del aumento de su calidad de vida, con necesidades tanto de insumos como de tratamiento y depósito de residuos generados. (3 puntos).
  - d. Es esperable que, en las condiciones ideales, el crecimiento sea acorde a los recursos disponibles. De este modo, el ambiente no se vería tan dramáticamente afectado si aumenta la población a medida que se hace más eficiente y equitativo el uso de los recursos naturales. (3 puntos).
2. Los estudiantes indican que la industrialización, con la utilización exacerbada de combustibles fósiles, ha aumentado rápidamente los niveles de CO<sub>2</sub> ambiental, el activado efecto invernadero producto de la captura y retención del calor solar, lo cual ha derivado en un cambio gradual del clima del planeta gracias al aumento de las temperaturas. (6 puntos).
3. Entre las evidencias está la correlación entre el comienzo de la industrialización y el aumento de la emisión de gases de invernadero, y el aumento de las temperaturas. (3 puntos).
4. Los estudiantes preparan un cuadro donde incluyen el efecto de la variación de las precipitaciones, las perturbaciones en los suelos, tanto en su utilización como en el aumento de la desertización; asimismo, destacan el efecto en las comunidades vegetales y animales, tanto en la desaparición de especies y cambios en sus distribuciones, así como en las cadenas tróficas. (5 puntos).
5. Los estudiantes pueden tomar como ejemplo alguna de las cadenas tróficas de su zona considerando la presencia de productores primarios, entendidos como organismos fotosintetizadores, herbívoros, predadores carnívoros y descomponedores de materia orgánica, así como los factores abióticos preponderantes que forman el clima del lugar y su geografía. De esta cadena, han de identificar, por ejemplo, el efecto de la pérdida de alguno de sus elementos; la pérdida de la diversidad vegetal podría conllevar una incapacidad de los suelos de retener agua; la pérdida de diversidad animal implicaría la merma de la fuente inicial de alimento. (5 puntos).

## Orientaciones para Síntesis de la Unidad (páginas 364-365)

- Utilizando el organizador gráfico de la sección **Organiza lo que sabes**, los estudiantes complementan el resumen de la unidad presentado en estas páginas. En caso de que lo estimen conveniente, pueden seleccionar nuevos conceptos que no estén incluidos en el organizador construido y complementando la información.

# Orientaciones para Evaluación final de la Unidad

(páginas 366-369)

## Respuestas esperadas

1. Los estudiantes responden afirmativamente, argumentando que los humanos, como organismos vivos, tienen un *pool* de genes que es único, al igual que cualquier otro organismo vivo. (2 puntos).
2. Los estudiantes identifican un ecosistema conocido y completan la información solicitada. Esta respuesta es variable y dependerá del grado de conocimiento de un ecosistema en particular, pero deben tener clara la relevancia para las poblaciones humanas en términos de recursos que aporta, como fuentes de energía y de alimentación, su importancia ecológica y los servicios culturales que entrega. (10 puntos).
3. Los estudiantes elaboran un breve organizador gráfico de modo que relacionan los diferentes conceptos presentados. Los organizadores serán distintos dependiendo de qué concepto consideren los estudiantes que es más inclusivo o a cuál deseen darle preponderancia por sobre los demás. Tenga presente que un buen organizador gráfico es el que permite describir las relaciones en proposiciones sencillas y lógicas. (5 puntos).
4.
  - a. Los estudiantes indican que cerca del 14,1 % del total de las especies de Chile está en el *hotspot* de diversidad. De ellas, cerca del 6 % son endémicas. (2 puntos).
  - b. Cerca del 78 % de las plantas vasculares y cerca del 21 % de los vertebrados están en el *hotspot*. (2 puntos).
  - c. Las plantas vasculares son el grupo más abundante dentro del *hotspot* chileno. (1 punto).
  - d. Las plantas vasculares, anfibios y reptiles. (1 punto).
  - e. Las plantas vasculares son el grupo con el mayor número de especies nativas, en tanto que dinoflagelados y silicoflagelados son el grupo con el menor número de representantes nativos. (2 puntos).
5.
  - a. Los estudiantes relacionan la primera imagen con la contaminación ambiental y la generación de desechos. Asimismo, relacionan la segunda imagen con la introducción de especies invasoras. (2 puntos).
  - b. Se espera que los estudiantes incluyan la deforestación y la agricultura entre las principales amenazas a la biodiversidad. (1 punto).
  - c. Los estudiantes indican que la contaminación ambiental genera desequilibrios en las cadenas tróficas o en los ciclos naturales de los ecosistemas, en tanto que la introducción de especies invasoras altera el equilibrio de las cadenas tróficas. Por otro lado, la deforestación y la agricultura implican la pérdida de hábitats al cambiar el uso del suelo. (2 puntos).
  - d. Los estudiantes pueden señalar una multiplicidad de medidas, todas tendientes a la disminución de la contaminación, disminución de la fragmentación de hábitats, uso eficiente del suelo, mantención y protección de zonas forestales y reforestación en zonas que estén iniciando procesos de desertización. (1 punto).
6.
  - a. Los estudiantes explican la relación de estos conceptos en el contexto del uso de los recursos naturales y el desarrollo sustentable, considerando que el uso apropiado y regulado de los recursos naturales de un ecosistema ha de ir a la par con un desarrollo económico. (2 puntos).
  - b. Los estudiantes indican que, en el marco del desarrollo sustentable, la protección de

la biodiversidad debe ser resultado de un desarrollo social equitativo y donde se luche contra la pobreza, considerando que en las sociedades actuales las principales amenazas a la biodiversidad están en países en vías de desarrollo. (2 puntos).

- 7.** Los estudiantes crean un logo con las características que se explicitan. Invite al profesor de artes visuales para que ayude a los estudiantes en el diseño y confección de su trabajo. (5 puntos).
- 8.** Durante el Neolítico, las poblaciones humanas eran eminentemente nómadas, y el gran cambio poblacional ocurrió cuando se desarrolló el sedentarismo. Durante la Revolución Industrial se produjo una mejora significativa en los medios productivos, facilitando el acceso y cantidad de recursos para las poblaciones humanas. Asimismo, hubo un aumento del conocimiento científico y médico que permitió la reducción de la mortandad infantil y un aumento de la esperanza de vida de las personas. (3 puntos).
- 9.** Desde la Revolución Industrial ha habido un crecimiento exponencial de las poblaciones humanas. Se explica porque el mejoramiento de las condiciones de vida ha aumentado la esperanza de vida de las personas, así como el aceleramiento de la producción. Esto ha generado una sobreexplotación de recursos, lo que deriva en una disminución de la biodiversidad mundial. (4 puntos).
- 10.**
  - a.** Los estudiantes discuten que esta afirmación es aplicable a casi todas las poblaciones biológicas, con excepción de la humana, que debido a su desarrollo tecnológico, ha podido modificar la producción de recursos naturales, aumentando la biocapacidad de los ambientes. (2 puntos).
  - b.** Los estudiantes responden afirmativamente, argumentando que con esto se modifica la capacidad de carga de un ambiente. (2 puntos).
  - c.** Los estudiantes corroboran esto citando los datos aportados en las lecciones anteriores. (2 puntos).
- 11.**
  - a.** Los estudiantes observan que con el pasar de los años, la biocapacidad ha disminuido producto de un aumento de la población, en tanto que ha aumentado la huella ecológica debido a las mayores necesidades de la población debido al mejoramiento de su calidad de vida. (3 puntos).
  - b.** Los estudiantes indican que ha derivado en un aumento de la contaminación, una pérdida de la biodiversidad, junto con la inclusión de gran cantidad de especies invasoras, además de una marcada deforestación. (3 puntos).
  - c.** Los estudiantes responden que Chile no se está desarrollando sustentablemente, puesto que no hay un equilibrio entre la producción ambiental y la huella ecológica. En este sentido, los estudiantes también pueden indicar que en la práctica, ningún país ha logrado el equilibrio entre producción y necesidades ambientales. (2 puntos).
- 12.** En su diagrama, los estudiantes consideran la pérdida de suelos producto de la desertización, la pérdida de la biodiversidad en todos los grupos taxonómicos, modificaciones en los patrones de precipitaciones, acidificación de los ambientes acuáticos, entre otros. (10 puntos).
- 13.** En esta presentación, se espera que los estudiantes hagan hincapié en ambientes locales, indicando los potenciales efectos que tendría el calentamiento global en las zonas donde ellos viven. En la evaluación, considere el uso apropiado de los conceptos, del lenguaje técnico y la claridad en la presentación de la información. (10 puntos).



## Evaluación complementaria

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Instrucciones

Lee atentamente cada una de las preguntas que aparecen a continuación y sus alternativas. Encierra en un círculo la que consideres correcta.

1. La biodiversidad considera los siguientes niveles:
  - I. Diversidad genética.
  - II. Diversidad taxonómica.
  - III. Diversidad de poblaciones.
  - IV. Diversidad de ecológica.
  - A. I, II y III.
  - B. II, III y IV.
  - C. I, II, III, IV y V.
  - D. I, II y IV.
  - E. II, III y IV.
  
2. ¿Qué tipos de ecosistemas podemos encontrar?
  - A. Humedales costeros.
  - B. Humedales continentales.
  - C. Terrestres.
  - D. Marinos y costeros.
  - E. Todas las anteriores.
  
3. ¿Qué factores determinan la alta biodiversidad chilena?
  - I. El amplio rango latitudinal del territorio nacional.
  - II. La presencia de la cordillera de los Andes.
  - III. El efecto de la corriente de Humboldt a lo largo de la costa.
  - IV. Las características geográficas de la cordillera de la Costa y la depresión intermedia.
  - A. I, II y III.
  - B. I, II y IV.
  - C. I, II, III y IV.
  - D. II, III y IV.
  - E. II y IV.



4. Un *hotspot* de diversidad es:
- A. un hábitat con un alto número de especies endémicas.
  - B. un hábitat cálido con un número elevado de especies nativas.
  - C. un hábitat en deterioro con un alto número de especies nativas.
  - D. un hábitat en deterioro con un alto número de especies endémicas.
  - E. un hábitat que pasa por episodios de incendios naturales con un alto número de especies endémicas.
5. ¿Qué factores inciden en la pérdida de biodiversidad?
- I. Destrucción y fragmentación de hábitats.
  - II. Introducción de especies exóticas.
  - III. Cambio climático.
  - IV. Deforestación.
- A. Solo I.
  - B. Solo III.
  - C. Solo IV.
  - D. I, II, III y IV.
  - E. I, II y IV.
6. De las siguientes categorías de conservación, ¿cuáles representan a los grupos más amenazados?
- I. Vulnerable.
  - II. Insuficientemente conocida.
  - III. Fuera de peligro.
  - IV. Rara.
  - V. En peligro de extinción.
- A. II y IV.
  - B. I y V.
  - C. I, II, III y V.
  - D. I, II y IV.
  - E. IV y V.
7. El desarrollo sustentable considera la interacción de los siguientes aspectos:
- I. Desarrollo social equitativo.
  - II. Desarrollo económico responsable.
  - III. Protección por el medio natural.
  - IV. El desarrollo acelerado de la economía mundial.
- A. I y II.
  - B. II, III y IV.
  - C. I, II y III.
  - D. I, II, III y IV.
  - E. III y IV.



### Factores abióticos que disminuyen la biodiversidad

#### Antecedentes

Los organismos vivos tienen un rango posible de condiciones donde pueden sobrevivir, el que puede cambiar a lo largo de su vida. En su interacción con el medio, tanto factores biológicos como abióticos determinan la presencia, el desarrollo, y la madurez de las especies presentes en un sitio determinado.

#### Materiales

- semillas de porotos o lentejas
- algodón
- 4 frascos de vidrio del mismo tamaño
- 3 vasos de precipitado
- 3 botellas pequeñas con tapa
- 4 pipetas o jeringas de 10 mL
- 4 gotarios
- agua destilada
- detergente
- solución salina saturada (10 cc de agua con 1 g de sal de mesa)
- cloro

#### Estrategias de contrastación y resultados

1. Junto con dos o tres compañeros, prepara las siguientes soluciones: 50 mL de agua con 10 gotas de detergente (diluido en agua), 50 mL de agua con 10 gotas de solución salina saturada y 50 mL de agua mezclada con 10 gotas de cloro. Recuerden utilizar guantes para manipular la botella de cloro.
2. Envasen las soluciones en las botellas y rotúlenlas con el nombre correspondiente a la solución que contienen.
3. Tomen los 4 frascos y numérenlos. Luego, cubran los fondos de los frascos con algodón y coloquen la misma cantidad de semillas en cada uno.
4. Rieguen las semillas del frasco N° 1 solo con agua; las del frasco N° 2, con la solución de detergente, las del frasco N° 3, con la solución salina y las del frasco N° 4, con la solución de cloro.
5. Diariamente, agreguen el mismo volumen de líquido al algodón de cada frasco (entre 3 y 10 mL, dependiendo del tamaño del frasco). Procuren que el algodón quede bien embebido con cada solución.
6. Mantengan los frascos en un mismo ambiente durante varios días, en un lugar donde estén expuestos a la luz solar.
7. Después de una semana a partir de la germinación, calculen los siguientes datos por cada frasco: el número promedio de semillas germinadas, el porcentaje de germinación y la longitud promedio de las plantas germinadas.

#### Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

1. ¿Cuál es el problema que se investiga con este experimento?
2. ¿Qué hipótesis de trabajo pueden plantear de acuerdo al problema?
3. ¿Qué variables permanecen constantes en el experimento, qué variables se manipulan y qué variables son consideradas dependientes?
4. ¿Qué función cumple el frasco N° 1 en el experimento?
5. De acuerdo a los resultados obtenidos, ¿bajo qué condiciones se observa mayor crecimiento o desarrollo de las plantas?



## Lectura complementaria

### Los plaguicidas y el ambiente

Debido al constante aumento poblacional, y la necesidad de alimentos que implica, las plantas se han vuelto un pilar fundamental. Para su cuidado, en muchas ocasiones, se utilizan productos químicos, los que se clasifican según su nivel de toxicidad.

El uso indiscriminado de estas sustancias químicas en la agricultura no ha estado exento de problemas, ya que muchas permanecen en el ambiente por un largo periodo. Por ejemplo, los compuestos orgánicos persistentes (COP) son responsables de la contaminación de suelos y aguas; son altamente tóxicos, bioacumulables, es decir, se almacenan en los tejidos de los organismos que los consumen y además, pueden ser transportados a través de grandes distancias por medio del aire, el agua y de algunas especies migratorias.

En muchos países el uso de plaguicidas, sustancias que permiten eliminar, controlar y manejar plagas, tales como los COP, ha sido prohibido. Pero existen excepciones, por ejemplo, el DDT, que es un tipo de plaguicida organoclorado que sigue utilizándose en países tropicales para eliminar los mosquitos vectores de la malaria.

Los plaguicidas organoclorados pueden ingresar al organismo por inhalación, por la piel o por vía oral, siendo esta última la más proclive al ingreso de las dosis tóxicas, las que pueden producir desde un cuadro tóxico hasta la muerte, según su concentración.

Una vez incorporados al organismo, se almacenan en el tejido adiposo. Su vida media, es decir, el tiempo que requieren para disminuir su concentración inicial a la mitad, es de 3 a 10 años. La propiedad de asociarse fácilmente con la grasa permite que se acumulen en la leche y en la carne.

Debido a la urgente necesidad de proteger la salud humana y el ambiente, se firmó el Convenio de Estocolmo (2001), el que prohíbe el uso de COP e intenta reducir sus emisiones no intencionales. Chile es uno de los países que está llevando a cabo planes nacionales tendientes a cumplir con los compromisos adquiridos en dicho convenio y en el caso particular del DDT, se prohibió su importación y fabricación a partir de 1984, y a contar de 1985 quedó prohibida su distribución y uso. Sin embargo, se ha detectado la existencia de plaguicidas COP almacenados en lugares donde fueron utilizados.

Fuente: Archivo editorial.

#### Trabaja con la información

1. ¿Qué ventajas tienen los controladores biológicos en comparación con los plaguicidas?
2. ¿Por qué es importante que las instituciones competentes detecten sitios de almacenamiento de plaguicidas COP?

## Bibliografía sugerida

---

- Begon, M., y colaboradores. (1996). *Ecology, Individuals, populations and communities* (3 ed.). Oxford: Blackwell Science.
- Brewer, R. (1998). *The science of ecology* (2 ed.). USA: Saunders College Publishing.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. (2008). *Biología* (7 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Dajoz, R. (2001). *Tratado de ecología* (2 ed.). España: Ediciones Mundi-prensa.
- Fuentes, E. (1989). *Ecología: introducción a la Teoría de Poblaciones y Comunidades*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Jaksic, F.M. (1997). *Ecología de los vertebrados de Chile*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Krebs, C. (1986). *Ecología. Análisis experimental de la distribución y abundancia* (3 ed.). Santiago: Ediciones Pirámide S.A.
- Villagrán, M., y otros. (1996). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.



## Solucionario Prueba \_\_\_\_\_

1. D
2. E
3. C
4. C
5. D
6. B
7. C

## Criterios de evaluación y puntuación de un informe de laboratorio

### Criterios de evaluación y puntuación de un informe de laboratorio

#### 1. Reconocimiento del problema (2,0)

- a. ¿Lo formula como pregunta? (1,0)
- b. ¿Indica la problemática principal que se debe estudiar? (1,0)

#### 2. Definición del problema (3,0)

- a. ¿Indica factores que pueden afectar al problema investigado? (1,0)
- b. ¿Tiene apoyo bibliográfico? (citas) (1,0)
- c. ¿La cita está con la referencia correspondiente? (1,0)

#### 3. Formulación de hipótesis (5,0)

- a. ¿Explica la causa del fenómeno estudiado? (3,0)
- b. ¿Es posible demostrarla en forma experimental? (2,0)

#### 4. Propósito de la investigación (1,0)

- a. ¿Señala la finalidad del presente trabajo? (1,0)

#### 5. Procedimiento experimental (3,0)

- a. ¿Indica todos los materiales utilizados? (1,0)
- b. ¿Indica cómo desarrollar la actividad? (1,0)
- c. ¿La explicación es entendible como para poder repetirla? (1,0)

#### 6. Resultados (1-5)

- a. ¿Hay datos u observaciones que se hayan registrado? (1,0)
- b. ¿Están ordenados en tablas? (si son mediciones) (1,0)
- c. Si hay gráfico, ¿tiene título? (1,0)
- d. ¿Cada eje indica su variable? (1,0)
- e. ¿Se indica la unidad de medida de cada variable? (1,0)

#### 7. Interpretación de resultados (4-5)

- a. ¿Se explica el significado de los datos obtenidos? (2,0)
- b. ¿Se explican los resultados que son errados o aparentemente ilógicos? (1,0)
- c. ¿La interpretación está orientada hacia la verificación o rechazo de la hipótesis? (2,0)

#### 8. Conclusiones (4-6)

- a. ¿Se resuelve el problema planteado? (2,0)
- b. ¿Se acepta o rechaza la hipótesis? (2,0)
- c. Si la hipótesis es rechazada, ¿se reformula el problema? (1,0)
- d. ¿Se sugieren posibles nuevas hipótesis o formas de resolverlo? (1,0)

#### 9. Bibliografía (3,0)

##### Indica:

- a. Nombre de autor (0,5)
- b. Título (0,5)
- c. Páginas citadas (0,5)
- d. Editorial (0,5)
- e. Lugar de edición (0,5)
- f. Año de edición

## Pauta de evaluación formativa de exposición de trabajos grupales

### 1. Presentación

1.1 Introduce el tema con ejemplos interesantes.

1.2 Explica el propósito del trabajo.

### 2. Desarrollo

2.1 Domina el tema.

2.2 Usa correctamente los conceptos.

2.3 Usa material de apoyo.

### 3. Cierre

3.1 Destaca las ideas principales.

3.2 Señala las proyecciones del tema.

### 4. Aspectos generales

4.1 Tono de voz adecuado.

4.1 Postura corporal.

4.1 Dicción.

4.1 Vocabulario utilizado (claro y preciso).

## Pauta de evaluación formativa del trabajo grupal (valores y actitudes)

### 1. Respetar

1.1 Valora el trabajo de sus compañeros.

1.2 Ayuda a sus pares ante algún problema.

1.3 Tolera situaciones límite.

1.4 Acepta opiniones distintas a las propias.

### 2. Tolerancia

2.1 Comprende distintos puntos de vista.

2.2 Escucha con atención a sus compañeros(as).

2.3 Respeto a sus pares.

2.4 Le es fácil disculparse por un error cometido.

### 3. Creatividad

3.1 Es imaginativo.

3.2 Le es fácil representar situaciones cotidianas.

3.3 Le gusta inventar.

3.4 Manipula diversos objetos con facilidad.

## Páginas web sugeridas por unidad

### Sitios web generales

#### [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl)

SciELO, o Scientific electronic library online, es una biblioteca digital para información de diversas revistas.

#### [www.ciencia.cl/CienciaAlDia](http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia)

Publicación gratuita, tanto para autores como para lectores, en la que expertos en diferentes áreas de las Ciencias y la Tecnología exponen temas de su competencia. Cuenta con el apoyo del Departamento de Computación de la Universidad de Chile, y su equipo editorial está constituido por científicos, periodistas e ingenieros.

#### [www.natureduca.com](http://www.natureduca.com)

Portal educativo de Ciencias Naturales y Aplicadas, con diferentes secciones y publicaciones de interés científico.

### Unidad 1

#### [www.umm.edu/esp\\_ency/article/003398all.htm](http://www.umm.edu/esp_ency/article/003398all.htm)

Sitio web en español de la Universidad de Maryland, que contiene información acerca de la presión arterial.

#### [www.chile.com/secciones/ver\\_seccion.php?id=68023](http://www.chile.com/secciones/ver_seccion.php?id=68023)

Artículo chileno sobre el estrés.

#### [www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000305.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000305.htm)

Información sobre la diabetes tipo 1.

### Unidad 2

#### <http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/segundo/histologia/histologiaweb/IndiceNervioso.html>

Página de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, que incluye diversas preparaciones histológicas de tejido nervioso.

#### [www.puc.cl/sw\\_educ/biologia/bio100/](http://www.puc.cl/sw_educ/biologia/bio100/)

Página que presenta información e imágenes del sistema nervioso, entre otras temáticas biológicas.

#### [www.postpoliomexico.org/CPK/LaCPK.htm](http://www.postpoliomexico.org/CPK/LaCPK.htm)

Animaciones de la contracción muscular.

#### [www.faiam.org.ar/queesmiastenia.htm](http://www.faiam.org.ar/queesmiastenia.htm)

Información sobre la miastenia gravis.

#### [www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000710.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000710.htm)

Información sobre el síndrome de Lambert-Eaton, trastorno en el cual la comunicación defectuosa entre los nervios y los músculos lleva a que se presente debilidad muscular.

#### [www.elergonomista.com/biologia/respiratorio.htm](http://www.elergonomista.com/biologia/respiratorio.htm)

Detalla el funcionamiento del sistema nervioso, incluyendo sensores del sistema nervioso.

### Unidad 3

#### [www.trasplante.cl/team/centro\\_nac\\_tras\\_corneas.php](http://www.trasplante.cl/team/centro_nac_tras_corneas.php)

Información sobre trasplante de córneas.

#### [www.conacedrogas.cl](http://www.conacedrogas.cl)

Página del Consejo Nacional para el Control de Estupefacentes (Conace), organismo creado en 1990 por el Gobierno de Chile. Su misión: implementar las políticas públicas en torno al problema de las drogas y prevenir el consumo y tráfico de sustancias ilícitas en Chile.

### Unidad 4

#### <http://es.mongabay.com/rainforests/0306.htm>

Información sobre mimetismo y camuflaje.

#### [www.oddee.com/item\\_96535.aspx](http://www.oddee.com/item_96535.aspx)

Imágenes de mimetismo y camuflaje.

#### [www.fenotipo.com/diferencias\\_entre\\_genotipo\\_y\\_fenotipo](http://www.fenotipo.com/diferencias_entre_genotipo_y_fenotipo)

Página que explica la diferencia entre genotipo y fenotipo.

#### [www.muyinteresante.es/rcs/minisites/2009/darwin/beagle.html](http://www.muyinteresante.es/rcs/minisites/2009/darwin/beagle.html)

Sitio web que describe de manera interactiva el viaje que Darwin inició en 1831.

#### [www.duiops.net/dinos/archaeopteryx.html](http://www.duiops.net/dinos/archaeopteryx.html)

Contiene información sobre Archaeopteryx, especie que vivió durante el período jurásico superior.

**[www.acmor.org.mx/cuam/2009/Biologicas/237-Marymount-Evolucion-adquisic%20de%20resistec.pdf](http://www.acmor.org.mx/cuam/2009/Biologicas/237-Marymount-Evolucion-adquisic%20de%20resistec.pdf)**

“Evolución: adquisición de resistencia a antibióticos en bacterias”. Sitio web con instrucciones para desarrollar, junto a sus estudiantes, un experimento relacionado con la evolución de bacterias y su resistencia a los antibióticos.

## Unidad 5

**[www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/530/cap6.pdf](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/530/cap6.pdf)**

Sitio web que describe la diversificación en forma y función de las flores, la que está asociada con una amplia variedad de estrategias de apareamiento y sistemas reproductivos.

**[http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/2BCH/B4\\_INFORMACION/T408\\_MEIOSIS/INDICE.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/B4_INFORMACION/T408_MEIOSIS/INDICE.htm)**

Ofrece variados recursos que permiten profundizar en el tema de la meiosis.

**[www1.inecol.edu.mx/inecol/personal/academicos/Miguel%20Rubio/pdf/como%20ves/Ping%C3%BCinos.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/inecol/personal/academicos/Miguel%20Rubio/pdf/como%20ves/Ping%C3%BCinos.pdf)**

Las extrañas aves de Gondwana. Material complementario para el tema de la deriva continental.

## Unidad 6

**<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/dna/>**

Sitio web de la Universidad de Utah donde se explica cómo se pasa de ADN a proteínas.

**[www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872003001000018&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872003001000018&script=sci_arttext)**

Puede encontrar un artículo sobre bioética y terapia génica.

## Unidad 7

**<http://epi.minsal.cl/epi/html/sdesalud/cdevid/informefamiliar.pdf>**

Estudio “Encuesta nacional de calidad de vida y salud” efectuado por el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud.

**[www.cedimcat.info/html/es/dir2434/doc10877.html](http://www.cedimcat.info/html/es/dir2434/doc10877.html)**

Contiene información acerca de la automedicación.

**[www.alken-murray.com/shrimp6s.htm](http://www.alken-murray.com/shrimp6s.htm)**

Sitio web que describe el empleo de bacterias en la industria de los alimentos, específicamente en la acuicultura.

**[www.geosalud.com/Nutricion/preprobioticos.htm](http://www.geosalud.com/Nutricion/preprobioticos.htm)**

Página que ofrece información sobre los prebióticos y los probióticos.

**[www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-10182002000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-10182002000100009&script=sci_arttext)**

Información sobre la vacunación en Chile.

**<http://epi.minsal.cl>**

Página web del departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud donde encontrará información sobre enfermedades bacterianas y sus medidas de prevención.

## Unidad 8

**[www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-channel.html](http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-channel.html)**

Se encuentra información relativa a la situación actual de nuestro patrimonio natural así como las instituciones y especialistas dedicados al conocimiento y manejo de la biodiversidad en todos sus niveles.

**[www.ieb-chile.cl](http://www.ieb-chile.cl)**

Sitio web del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB).

**[www.chilebosque.cl/link.html](http://www.chilebosque.cl/link.html)**

Ofrece múltiples recursos interactivos de sitios sobre flora chilena y biodiversidad.

**[www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=135674](http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=135674)**

Ficha temática sobre el cambio climático.

**[www.eclac.org/publicaciones/xml/9/38539/2010-109-Cambio\\_climatico-una\\_perspectiva\\_regional.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/38539/2010-109-Cambio_climatico-una_perspectiva_regional.pdf)**

Cambio climático: una perspectiva regional. Documento de Cumbre de la Unidad de América Latina y el Caribe.

# Índice temático

---

## A

Adaptación de receptores, 83  
Adaptación, 117  
ADN, 141, 147, 168, 169  
Adrenalina, 39  
Agentes intercalantes, 143  
Alcohol, 97, 99  
Alergias, 216  
Alzheimer, 76  
Antibiótico, 215  
Anticuerpos, 208, 210  
Axón, 55

## B

Bacteria, 168  
Biocapacidad, 248  
Biotecnología 185, 194

## C

Calentamiento global, 247  
Célula eucarionte, 202  
Célula procarionte, 202  
Células asesinas, 225  
Células dendríticas, 225  
Cerebelo, 60  
Cerebro, 60  
Choque séptico, 231  
Cocaína, 97, 99  
Código genético, 174, 177  
Comunicación del propósito, 8  
Conocimientos previos 8  
Contenidos Mínimos Obligatorios III año medio, 5  
Contenidos Mínimos Obligatorios IV año medio, 7  
Corteza cerebral, 70  
Corteza visual, 107  
Cortisol, 28

## D

Dendritas, 70  
Deriva génica, 146  
Desarrollo sustentable, 241  
Diencéfalo, 70  
Dimorfismo sexual, 161  
Drogas, 76, 95

## E

Ecosistema, 114, 115, 116  
Efecto cuello de botella, 160  
Encéfalo, 60  
Equilibrio de Hardy y Weinberg, 144  
Especiación, 152  
Estilo de aprendizaje, 8

- Tipo activo, 10
- Tipo reflexivo, 10
- Tipo teórico, 11
- Tipo pragmático, 11

Estrés, 32 48  
Evaluación permanente, 12  
Evolución, 116, 133  
Exterorreceptor, 90

## F

Fenotipo, 147  
Flujo génico, 133

## G

Genotipo, 147

## H

Habilidades de pensamiento científico, 4, 5  
Hipotálamo, 20

## I

Impulso nervioso, 54, 55, 74  
Ingeniería genética, 185  
Inmunidad, 211, 224, 225

Interferones, 225  
Interreceptor, 90  
Linfocito, 209, 225  
Luz ultravioleta, 143

## M

Marco curricular, 4  
Marihuana, 97, 99  
Mediadores químicos, 28  
Medio interno, 26  
Médula espinal, 60  
Meiosis, 123  
Memoria, 39, 102  
Microbiología, 230  
Mutación, 141  
Mutágenos químicos, 143

## N

Nervios craneales, 60  
Nervios espinales, 60  
Neurona, 55, 107  
Nódulos de Ranvier, 70

## O

Objetivos Fundamentales III año medio, 4  
Objetivos Fundamentales IV año medio, 6  
Oído, 91, 106  
Organismo transgénico, 196

## P

Participación activa, 8  
Patógeno, 208, 211  
PCR, 185  
Poiquilotermo, 35  
Potencial de acción, 61  
Propiorreceptor, 90  
Protocolo de Kioto, 247

## R

Radiación ionizante, 143  
Receptor, 85, 90  
Replicación, 124, 143

## S

Selección natural, 132, 133  
Sinapsis, 45, 63, 64  
Sistema del complemento, 225  
Sistema endocrino, 45  
Sistema nervioso autónomo, 34  
Sistema nervioso central, 60  
Sistema nervioso entérico, 70  
Sistema nervioso parasimpático, 31, 70  
Sistema nervioso periférico, 60  
Sistema nervioso simpático, 31, 70  
Sistema nervioso somático, 70  
Sistema nervioso, 34, 39, 45  
Soma, 70  
Sustancia blanca, 60  
Sustancia gris, 60

## T

Teoría de la evolución, 121, 133  
Terminal axónica, 70  
Termorregulación, 37  
Tímpano, 99  
Trabajo cooperativo y comunicación, 8  
Trasplante, 196  
Tronco Encefálico, 60  
Tronco encefálico, 70

## V

Vacuna, 214  
Variabilidad, 123  
VIH/sida, 217

## Documentos oficiales

- Mineduc. Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media y Básica. Ministerio de Educación de Chile, 2009.

## Libros

- Abbas, A., Lichtman, A. (2004). *Inmunología celular y molecular* (5 ed.). Madrid: Elsevier España S. A.
- Alberts, B., Bray, D., Lewia, J., Raff, M., Roberts, K., y Watson, J. (2004). *Biología molecular de la célula* (4 ed.). Barcelona: Ediciones Omega.
- Alonso, A., Gallego, D., Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje procedimientos de diagnóstico y mejoras* (7 ed.). Barcelona: Ediciones Mensajero.
- Atkins, P., Jones, L. (2006). *Principios de Química: Los caminos del descubrimiento* (3 ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.
- Begon, M., y colaboradores. (1996). *Ecology, Individuals, populations and communities* (3 ed.). Oxford: Blackwell Science.
- Brewer, R. (1998). *The science of ecology* (2 ed.). USA: Saunders College Publishing.
- Cooper y Hausman. (2005). *La célula* (5 ed.). Madrid: Editorial Marbán.
- Curtis, H., y otros. (2000) *Biología* (6 ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Dajoz, R. (2001). *Tratado de ecología* (2 ed.). España: Ediciones Mundi-prensa
- Dick, W. & Carey, L. (1985): *The systematic design of instruction*. Scott, Foresman and Company, second edition, 277 pp.
- Reigeluth, C. M. & Carr-Chellman, A. (2009): *Instructional-design theories and models. Building a Common Knowledge Base. Volume III*. Taylor and Francis, Publishers. 416 pp.
- Tenbrink, T. (2006). *Evaluación. Guía Práctica para Profesores*. Narcea, S.A. de Ediciones, Madrid, España. 462 paginas.
- Unidad de Currículum y Evaluación (2008). *Evaluación para el Aprendizaje: Educación Básica Primer ciclo*. Ministerio de Educación, Santiago, Chile, 164 pp.
- Monereo, C. (2009): *Pisa como excusa. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*, Graó, Barcelona, 207 pp.
- Fuentes, E. (1989). *Ecología: introducción a la Teoría de Poblaciones y Comunidades*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.



- Futuyma, D. (1998). *Evolutionary Biology* (3 ed.). USA: Sinauer Associates Inc. Publishers.
- Griffiths, Suzuki, Lewontin. (1997). *Genética moderna* (9 ed.). México: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2004). *Compendio Estadístico* (2 ed.).
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). *Estadísticas del medio ambiente, de 1999-2003.*
- International Union for Conservation Of Nature And Natural Resources. (2000). *Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras.*
- Jaksic, F.M. (1997). *Ecología de los vertebrados de Chile.* Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Krebs, C. (1986). *Ecología. Análisis experimental de la distribución y abundancia* (3 ed.). Santiago: Ediciones Pirámide S.A.
- Liras, A. (2008). *Terapia génica ¿memoria o esperanza?* Madrid: Editorial Complutense S.A.
- Lodish, H., Berk, A., y otros (2003). *Biología celular y molecular* (4 ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Male, D., Brostoff, J., et.col. (2007). *Inmunología* (7 ed.). Madrid: Editorial Elsevier.
- Ministerio de Salud. (2005). *Guía Clínica Infección Respiratoria Aguda Baja de Manejo Ambulatorio en menores de 5 años.* Santiago: Minsal.
- Nelson, D. y Cox, M., Leningher. (2000). *Principles of Biochemistry* (3 ed.). New York: Worth Publishers.
- Odum, E. (1986). *Fundamentos de ecología* (1ª ed.). México: Interamericana.
- Pianka, E. (1982). *Ecología evolutiva* (1 ed.). Barcelona: Ediciones Omega.
- Solomon, E., Berg, L., Martín, D. (2001). *Biología.* México DF: Mcgraw-Hill Interamericana Editores.
- Spotorno, A. E., Hoecker, G. (editores). (1993). *Elementos de biología celular y genética* (2 ed.). Santiago: Fondo de Desarrollo Docente, Vicerrectoría académica, Universidad de Chile.
- Wolpert, L. (2007). *Principios del desarrollo* (3 ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana S.A.





**Edición especial para  
el Ministerio de Educación**  
Prohibida su comercialización

